

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI ROMA
"LA SAPIENZA"**

FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE FISICHE E NATURALI

**CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA IN BIODIVERSITA' E
CONSERVAZIONE DELLA NATURA**

TESI DI LAUREA SPECIALISTICA

**Ecologia alimentare del lupo
in sistemi multi-preda: tre anni di studio sulle Alpi Occidentali**

Candidato: Daniele Regine
Matricola 692987

Relatore: Prof. Luigi Boitani
(Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo)

Correlatore: Dott.ssa Francesca Marucco

Anno Accademico 2007-2008

INDICE

1. INTRODUZIONE

1.1	Il lupo nelle Alpi Occidentali.....	1
1.2	Il Progetto Lupo.....	2
1.3	Significatività dello studio.....	3
1.4	Obiettivi.....	4

2. AREA DI STUDIO

2.1	Il territorio	5
2.2	Fattori Antropici	9
2.3	Il lupo nell'area di studio	10

3. MATERIALI E METODI

3.1	Raccolta del campione	14
3.2	Selezione del campione	15
3.3	Analisi del campione	15
3.4	Metodi di quantificazione	18
3.5	Analisi della dieta	19
3.6	Disponibilità degli ungulati selvatici.....	22
3.7	Nicchia trofica	23
3.8	Selezione degli ungulati selvatici	24
3.9	Variazione dell'altezza del manto nevoso	25

4. RISULTATI	
4.1	Descrizione del campione 26
4.2	Analisi della dieta 31
4.2.1	Metodo di quantificazione
4.2.2	La dieta del lupo nelle diverse aree della Regione Piemonte
4.2.3	La dieta del lupo nei diversi branchi della Regione Piemonte
4.3	Variazione dell'altezza del manto nevoso 67
5. DISCUSSIONE	
5.1	Metodologia 72
5.2	La dieta del lupo sulle Alpi occidentali 78
6. CONCLUSIONI 92
7. BIBLIOGRAFIA 93

1. INTRODUZIONE

1.1. Il lupo nelle Alpi Occidentali

Il lupo (*Canis lupus*) rappresenta il mammifero terrestre selvatico che ha raggiunto, in tempi storici, la più estesa distribuzione geografica (Novak 1983). Il suo areale originario comprendeva gran parte dell'emisfero settentrionale a nord del 20° N di latitudine includendo il continente nord americano, l'Eurasia e il Giappone. In tempi recenti si è però assistito ad una forte e rapida contrazione dell'areale a causa della persecuzione costante dell'uomo (Ciucci & Boitani 1998). Durante il xx secolo, il lupo fu eradicato negli Stati Uniti (ad eccezione di Alaska e Minnesota) e da tutti i paesi dell'Europa centrale e settentrionale, mentre popolazioni ridotte e isolate rimasero in Portogallo, Spagna, Italia, penisola balcanica, Grecia e Finlandia (Ciucci & Boitani 1983). Dagli anni '70, si è assistito, in Nord America e in Europa, ad una lenta ma progressiva ricolonizzazione naturale del lupo dei territori pregressi, tutt'ora in atto (Promberger & Schoder 1993, Carbyn et al. 1995), dovuta a tre fattori principali: la grande capacità di dispersione tipica della specie (Ballard et al. 1987, Gese & Mech 1991), la cessazione di programmi di persecuzione a larga scala con l'attuazione di importanti misure protezionistiche e di tutela ambientale adottate (protezione legale, reintroduzione e ripopolamento delle prede naturali del lupo,...), a cui si è aggiunto il progressivo abbandono e spopolamento di molte aree montane. Il lupo venne sterminato sulle Alpi negli anni '20 (Brunetti 1984, Cagnolaro et al. 1974), mentre sopravvisse con nuclei piccoli e frammentati nelle aree più impervie della catena appenninica (Zimen & Boitani 1975). Dagli anni '70 la specie ha progressivamente ricolonizzato l'intera catena appenninica e, sfruttando il naturale corridoio offerto dall'Appennino Ligure, è tornato sull'arco alpino occidentale. Sulle Alpi, il primo dato certo risale al 1987 (ritrovamento di un lupo morto in Val Roya-Alpi Liguri, Francia, Boitani 2003), i primi nuclei stabili documentati al 1992 (Parco Nazionale del Mercantour, Francia, Polle et al. 1997) e al 1997 (Parco Naturale del Gran Bosco di Salbertrand, Bertotto & Luccarini 1999). Nella regione Piemonte, allo stato attuale delle conoscenze, il lupo è presente stabilmente in prov. di Alessandria con un branco, in prov. di Cuneo con 5 branchi e in prov. di Torino con quattro branchi (Marucco et al. 2005). Alcuni dei branchi dell'area alpina del Piemonte hanno territori transfrontalieri. Recenti analisi genetiche

hanno confermato che la popolazione alpina di lupo è stata fondata da esemplari di provenienza appenninica (Fabbri et al. 2007).

1.2. Il Progetto Lupo

Il ritorno spontaneo del lupo sulle Alpi, se da un lato ha arricchito gli ecosistemi alpini con un predatore all'apice della catena alimentare, dall'altra ha indotto profonde implicazioni di carattere sociale, economico e culturale. Nel suo processo di espansione, infatti, il lupo è venuto a contatto con attività economiche portate avanti con modalità che non prevedevano più la presenza del predatore e perciò incompatibili (ad es. l'allevamento brado o semibrado del bestiame). La Regione Piemonte, per conoscere e gestire efficacemente tali fenomeni ha avviato nel 1999 un'attività sistematica di monitoraggio, studio, comunicazione al pubblico e assistenza nei confronti degli operatori economici locali, attraverso il progetto: "Il lupo in Piemonte: azioni per la conoscenza e la conservazione della specie, per la prevenzione dei danni al bestiame domestico e per l'attuazione di un regime di coesistenza stabile tra lupo ed attività economiche". Il progetto è stato inizialmente finanziato nell'ambito dell'INTERREG II Italia-Francia (1994-1999), per poi proseguire a partire dal 2001, con risorse regionali della legge 3 aprile 1995, n.47, "Norme per la tutela dei biotopi". Essenziale risulta la collaborazione con le Aree protette regionali, nazionali e internazionali interessate, con le Province, le Associazioni di categoria (allevatori, cacciatori), di ricercatori delle Università, dei Servizi Sanitari regionali (A.S.L.), il Corpo Forestale dello Stato. Lo scopo ultimo del progetto è il recupero e il mantenimento, in coesistenza con l'uomo, di popolazioni vitali di lupo dove per "vitale" si intende un numero di branchi che metta la popolazione al sicuro dalle probabilità di estinzione dovute a cause genetiche, stocasticità demografica e modificazioni dell'habitat (Boitani 2005). A causa del carattere transfrontaliero della popolazione alpina di lupo, nel 2002 è stato costituito il "Wolf Alpine Group" nel cui ambito, grazie al lavoro e alla collaborazione tra ricercatori italiani, francesi e svizzeri, si cerca di definire strategie di monitoraggio comuni per gestire in modo unitario la popolazione di lupo sulla Alpi. (Marucco et al. 2005).

In Regione Piemonte, il programma di monitoraggio e prevenzione dei danni viene effettuato dal "Centro Conservazione e Gestione Grandi Carnivori" attraverso il lavoro

giornaliero di ricercatori, tecnici, veterinari, tesisti e volontari e con la collaborazione del servizio di vigilanza del corpo forestale dello stato, di guardie provinciali e guardaparco. Il carattere elusivo del lupo nei confronti dell'uomo (Mech 1970), la sua bassa densità, le abitudini prevalentemente notturne e la volontà di evitare alcun impatto negativo sugli animali, fanno sì che il monitoraggio dei branchi venga condotto attraverso modalità indirette di raccolta dati quali lo snow-tracking (individuare e seguire le tracce di lupo su neve), il wolf-howling (indurre risposte vocali da parte dei lupi mediante la riproduzione degli ululati) e la raccolta degli escrementi, utilizzati per studi genetici (determinazione della specie e del sesso, tipizzazione genetica degli individui, dinamica di popolazione, dispersal,...), e di ecologia alimentare.

1.3. Significatività dello studio

L'abbondanza e la distribuzione degli animali varia nello spazio e nel tempo col variare dell'abbondanza e della disponibilità di fattori essenziali quali: bisogni di base (cibo, acqua,...), tipi di habitat (vegetazione), specifici fattori di benessere (terreni di fuga, siti di *rendes-vous*,...) (Litvaitis et al. 1996). Ogni specie utilizza un insieme di queste risorse, quindi conoscere questo utilizzo è importante per lo studio della biologia della specie ed è essenziale prima di iniziare un qualsiasi programma di gestione della popolazione (Litvaitis et al 1996). Un numero sempre maggiore di studi sull'ecologia alimentare del lupo sono stati condotti recentemente in Nord America e in Europa a seguito della ricolonizzazione di nuovi territori (Ciucci et al. 1996).

L'analisi del contenuto degli escrementi per attestare la dieta del lupo, è un metodo ampiamente usato per la sua relativa economicità, facilità di applicazione e la grande ampiezza del campione che può essere raccolto e quindi analizzato (Litvaitis, 2000). Il metodo inoltre non necessita di un approccio diretto con l'animale ed è quindi compatibile con il carattere elusivo della specie e con il suo stato di specie "minacciata" (Mills 1996). Il presente lavoro si pone lo scopo di indagare l'ecologia alimentare del lupo nell'intera regione Piemonte dall'inverno 2004-2005 all'inverno 2006-2007, nell'ambito di un più generale studio della biologia dell'animale sull'intero arco alpino occidentale. Conoscere le abitudini alimentari del lupo è interessante non solo per la sua valenza ecologica ma soprattutto per le implicazioni di carattere economico e sociale. Questo studio permette un

confronto della dieta tra branchi diversi che abitano territori dalle caratteristiche ecologiche diverse; si andranno quindi a quantificare queste differenze, cercando di analizzarne le possibili cause. Verrà così prolungata la serie storica di dati sull'ecologia alimentare dei branchi in queste aree iniziata dal 1999, permettendo un monitoraggio continuo della dieta nel tempo e importanti confronti con altri studi in altre aree geografiche. Utilizzando le proporzioni relative degli ungulati selvatici si è cercato di operare un confronto tra l'utilizzo delle diverse specie di ungulati selvatici nella dieta e la loro relativa abbondanza nei territori dei branchi (confronto tra uso e disponibilità). Dall'analisi della dieta è stato possibile, inoltre, valutare l'utilizzo che questa nuova popolazione di lupo alpina attua sugli ungulati domestici e verificare se ci sono state differenze a livello locale e ricercare anche in questo caso le cause principali. Variazioni nella abbondanza relativa, vulnerabilità e accessibilità degli ungulati domestici e selvatici determina nel lupo un'ecologia alimentare molto complessa che testimonia la sua grande flessibilità alimentare e le sue abitudini opportunistiche nella ricerca del cibo (Petersen & Ciucci 2003).

1.4. Obiettivi

1. Analisi della dieta dei branchi di lupo nelle diverse aree alpine (zone con presenza di più branchi, identificate per omogeneità di condizioni ecologiche):
 - Verificare, in ogni singolo branco e area, la presenza di una differenza significativa nell'utilizzo delle prede nelle diverse stagioni di studio.
 - Verificare, tra i diversi branchi e le diverse aree, la presenza di una differenza significativa nell'utilizzo delle prede.
 - Valutare, per ogni branco e area, l'ampiezza della nicchia trofica (Food Niche Breadth, Krebs 1998) nelle diverse stagioni di studio.

2. Valutazione del comportamento di selezione sugli ungulati selvatici:

- Confrontare, nell'arco di tempo considerato dallo studio, l'utilizzo delle diverse specie di ungulati selvatici utilizzati dal lupo con la loro relativa abbondanza lungo i transetti e le sessioni di snow-tracking effettuate all'interno dei territori dei branchi.

2. AREA DI STUDIO

2.1. Il Territorio

Il territorio interessato dallo studio comprende l'intero arco montuoso della regione Piemonte e ricade nelle province di Alessandria, Cuneo, Torino, Biella, Vercelli e Verbano-Cusio-Ossola (Figura 1). E' possibile suddividere questo territorio in cinque aree distinte, in base a caratteristiche geologiche, morfologiche, climatiche ed ecologiche diverse.

Nella provincia di Alessandria sono interessati dallo studio i territori delle Valli Borbera, Spinti, Curone e del Parco Naturale delle Capanne di Marcarolo, situati tutti lungo la dorsale appenninica di confine con la Liguria e l'Emilia Romagna. Sono territori collinari e di media montagna con altitudine compresa tra i 300 e i 1700 m.s.l.m. (Monte Ebro, Val Borbera). Le valli hanno tutte un andamento prevalente N-S. La vicinanza dal mare, la presenza di zone xerothermiche nei versanti meridionali e di zone a clima continentale su quelli settentrionali, determinano l'affermazione di microclimi diversi ed una spiccata variabilità della piovosità tra aree molto vicine; venti e nebbie sono molto frequenti. La neve può scendere copiosa, fino al metro di altezza, ma la coltre nevosa al suolo non dura molto a causa dei venti caldi del sud. La vegetazione forestale prevalente è costituita da boschi di faggio (*Fagus sylvatica*), roverella (*Quercus pubescen*), castagno (*Castana sativa*) e da rimboschimenti a pino nero (*Pinus nigra*), pino marittimo (*Pinus pinea*) e pino silvestre (*Pinus sylvestris*). La fauna ad ungulati è rappresentata soprattutto da cinghiale (*Sus scrofa*) e capriolo (*Capreolus capreolus*), localmente da daino (*Dama dama*), tutti frutto di passate reintroduzioni.

Per la zona alpina, l'area di studio comprende la porzione piemontese delle Alpi Liguri, dalla Valle Tanaro al Colle di Tenda (Val Vermenagna), le Alpi Marittime (dal Colle di Tenda al Colle della Maddalena), le Alpi Cozie (dal Colle della Maddalena al Valico del Moncenisio), parte delle Alpi Graie (dal Valico del Moncenisio alle valli di Lanzo), delle Alpi Pennine (dalla Val Sesia al Passo del Sempione) e delle Alpi Lepontine (dal Passo del Sempione alla Val Grande). Sono territori caratterizzati da una grande varietà di fattori geologici, morfologici, climatici, ecologici e culturali che insieme hanno creato numerose e diverse condizioni microclimatiche e quindi una grande ricchezza floristica e vegetazionale. Sulla base di queste caratteristiche è possibile dividere questo territorio alpino in quattro aree distinte.

La prima area interessa le valli piemontesi delle Alpi Liguri (dalla Val Tanaro alla Val Vermenagna) e l'alta valle Roya. Il territorio è caratterizzato soprattutto da rocce sedimentarie (calcari del Marguareis). Da ricordare il grande sviluppo che ha il carsismo di alta quota (sopra i 1600-1800 m) con una tale ricchezza di manifestazioni esterne e sotterranee che fanno della zona a cavallo delle valli Pesio-Tanaro-Corsaglia-Roya, una delle aree carsiche più note e importanti delle Alpi. Le valli hanno un andamento prevalente N-S (a eccezione della bassa-media Val Tanaro). I versanti italiano e francese sono diversi: verticale e accidentato verso la pianura padana, meno verticale e terrazzato verso la Liguria e la Francia. Le precipitazioni sono particolarmente abbondanti, soprattutto in primavera e in autunno. Febbraio è il mese più freddo. Le precipitazioni nevose sono abbondanti su tutto il territorio e la copertura nevosa al suolo permane da dicembre ad aprile. La vegetazione è caratterizzata da estesi boschi di faggio (*Fagus sylvatica*) e localmente da boschi di abete bianco (*Abies alba*), pino silvestre (*Pinus sylvestris*) e larice (*Larix decidua*). Da ricordare il bosco puro di larice delle Navette (alta Val Tanaro). Le Alpi Liguri, con le Alpi Marittime, costituiscono il settore alpino con la più elevata biodiversità vegetale e uno dei più ricchi di specie endemiche: questo territorio infatti, in quanto estremo lembo meridionale della catena alpina, è stato area di rifugio per la flora mediterraneo-montana durante le ere glaciali (grazie al minor indice di glacialismo) e si trova ora in una zona di sovrapposizione tra la flora mediterranea e quella alpina-centro europea. L'area è caratterizzata anche da un'elevata abbondanza e diversità di fauna. Limitandosi ai soli ungulati ricordiamo il camoscio (*Rupicapra rupicapra*), il capriolo (*Capreolus capreolus*) e il cinghiale (*Sus scrofa*); il cervo (*Cervus elaphus*) è localizzato alla sola alta Valle Pesio e aree limitrofe.

La seconda area comprende l'intero territorio delle Alpi Marittime e le Alpi Cozie meridionali (Val Maira e Val Varaita). Le Alpi Marittime sono caratterizzate da rocce cristalline (gneiss e graniti) che formano il massiccio dell'Argentera. Nelle Alpi Cozie prevalgono rocce di tipo sedimentario di natura siliceo-carbonatica. Le montagne raggiungono quote elevate: M.Viso (3842 m), Argentera (3297 m). Il paesaggio è caratterizzato da valli con andamento prevalente E-O, profonde, a tratti incassate e dai fianchi ripidi; non mancano però aperti altopiani. Il clima, pur mutando tra una località e l'altra, è condizionato dalla vicinanza del mare. In corrispondenza delle montagne, l'incontro tra masse di aria calda e umida provenienti dal Mediterraneo e masse di aria fredda proveniente dalla pianura padana, favorisce l'abbondanza di precipitazioni. Le precipitazioni nevose sono abbondanti. Il periodo di copertura nevosa al suolo va da Dicembre ad Aprile. Il mese più freddo è Gennaio. La vegetazione forestale risulta caratterizzata da estese foreste di castagno (*Castanea sativa*), faggio (*Fagus sylvatica*), abete bianco (*Abies alba*) e larice (*Larix decidua*) e da boschi a pino silvestre (*Pinus sylvestris*) nelle valli più asciutte (versanti a sud delle valli Stura, Maira). Alle quote superiori si trovano popolamenti di pino mugo (*Pinus montana*) e pino cembro (*Pinus cembra*): da ricordare il Bosco dell'Alevè, la cembreta pura più estesa d'Italia, in Val Varaita (Alpi Graie meridionali). L'area è caratterizzata da un'elevata abbondanza e diversità di fauna. Limitandosi ai soli ungulati ricordiamo il camoscio (*Rupicapra rupicapra*), il capriolo (*Capreolus capreolus*) e il cinghiale (*Sus scrofa*); il cervo (*Cervus elaphus*) è abbondante ma più localizzato (Valle Stura e Val Varaita). Lo stambecco (*Capra ibex*) è presente con nuclei sparsi frutto di reintroduzioni nella seconda metà del XX secolo: la colonia più numerosa, circa 400 esemplari, è quella del Parco Naturale delle Alpi Marittime, nella Valle Gesso, la più grande in Italia dopo quella del Gran Paradiso; altre colonie sono in Val Varaita. Ancora più localizzato è il muflone (*Ovis musimon*), presente occasionalmente con piccole colonie in Valle Stura e Valle Varaita provenienti dalla Francia, dove è stato introdotto negli anni '60.

La terza area comprende un reticolo di valli della provincia di Torino, dalla Val Pellice alle Valli di Lanzo (Alpi Cozie settentrionali e Alpi Graie meridionali). I rilievi sono costituiti soprattutto da rocce cristalline (pietre verdi, gneiss e micascisti nelle Valli di Lanzo), e metamorfiche (calcescisti in Val Chisone e Susa). Le montagne raggiungono quote elevate: Ciamarella (3676 m), Rocciamelone (3538 m). Il paesaggio è caratterizzato da valli con andamento E-O, profonde, a tratti incassate e dai fianchi ripidi e altrove molto

ampie e dai fianchi dolci. Il territorio è esposto sia alla fredda e asciutta aria di provenienza continentale, sia alla fresca e umida aria marittima dell'Atlantico, fattori che causano una grande variabilità metereologica, soprattutto in inverno (es. il caldo vento del föhn). Le Alpi Cozie sono secche e ricche di oasi microclimatiche steppiche (soprattutto in Val Susa) mentre le Alpi Graie sono più ricche di precipitazioni. Il mese più freddo è Gennaio. La vegetazione forestale è composta da estesi boschi di castagno (*Castanea sativa*), roverella (*Quercus pubescens*) e faggio (*Fagus sylvatica*), larice (*Larix decidua*) e pino silvestre (*Pinus sylvestris*); importante il popolamento di abete rosso (*Picea excelsa*) del Bosco di Salbertrand (alta Val Susa). L'area è caratterizzata da un'elevata abbondanza e diversità di fauna. Limitandosi ai soli ungulati ricordiamo il camoscio (*Rupicapra rupicapra*), il capriolo (*Capreolus capreolus*) e il cinghiale (*Sus scrofa*); il cervo (*Cervus elaphus*) è abbondante nelle valli Susa e Chisone. Lo stambecco (*Capra ibex*) è presente solo localmente (Valli di Lanzo e massiccio dell'Orsiera-Rocciavré).

Infine, la quarta area comprende tutte le valli del nord del Piemonte, nelle province di Biella, Vercelli e del Verbano-Cusio-Ossola. Si tratta di un vasto territorio montuoso composto essenzialmente di rocce cristalline. Le montagne raggiungono quote elevate: Monte Rosa, 4634 mt. Le valli sono molto profonde, articolate e si dipartono con andamento E-O (Valle Sesia, Val Vigezzo) lungo l'asse N-S delle valli Antigorio e Formazza. Le precipitazioni sono abbondanti: l'area della Val Grande, a sud della val Vigezzo, è tra le più piovose d'Italia con massimi di 3000 mm annui. La vegetazione forestale comprende boschi di faggio (*Fagus sylvatica*), abete rosso (*Picea excelsa*) e larice (*Larix decidua*) a volte in associazione col cembro (*Pinus cembra*). Il territorio è interessato dalla presenza sporadica di lupi in dispersione. Dal 2001 al 2007 F31, una lupa nata in Valle Pesio, ha stabilito nelle valli ossolane della Val Bognanco e Valle Antrona il suo territorio senza però formare un branco stabile (Marucco et al, 2007). Tra gli ungulati ricordiamo il camoscio (*Rupicapra rupicapra*), il capriolo (*Capreolus capreolus*) e il cinghiale (*Sus scrofa*); il cervo (*Cervus elaphus*) è presente in quasi tutte le valli della provincia. Lo stambecco (*Capra ibex*) è presente con nuclei sparsi frutto di reintroduzioni nella Val Sesia e nelle valli dell'Ossola.

2.2. Fattori Antropici

Le Alpi sono oggi un paesaggio culturale risultato della continua azione dell'uomo che ha modificato per secoli la natura di questi luoghi.

Le prime consistenti trasformazioni degli ecosistemi naturali alpini da parte di gruppi umani vanno poste in relazione al diffondersi dell'allevamento e dell'agricoltura itinerante durante il tardo Neolitico: riguardano soprattutto il taglio del manto forestale per far posto a pascoli e colture (pascoli di alta quota, radure nei versanti,..), terrazzamenti, ciglionature dei versanti, muretti, insediamenti permanenti e temporanei. Pratiche che dureranno inalterate fino al Medioevo e, trasformate poi da influenze esterne, fino al nostro secolo.

I centri abitati principali sono posti lungo i solchi vallivi, mentre l'abitato di versante è generalmente scarso e costituito da nuclei minori, a causa dell'importanza che le strade di fondovalle hanno sempre avuto per l'accesso ai valichi. Il paesaggio e l'organizzazione del territorio di questa porzione delle Alpi sono sempre stati in stretta relazione con la viabilità transalpina. Il Colle di Tenda, il Colle della Maddalena, il Colle del Monginevro, il Colle del Moncenisio, il Colle del Sempione e altri colli secondari, ebbero infatti un ruolo decisivo nella storia politica, economica e militare della zona. Di ciò rimangono testimonianze in tratti rimasti delle antiche mulattiere, poi divenute strade carrozzabili, i resti degli antichi ricoveri e santuari lungo i percorsi, le fortificazioni e le strade militari.

Tra le modificazioni più recenti sono da ricordare quelle dovute all'utilizzazione idroelettrica, assai intensa in tutte le Alpi del Piemonte, che ha portato alla costruzione di numerosi bacini artificiali di differenti dimensioni praticamente in ogni valle (es. il bacino della Piastra in Valle Gesso).

Tuttavia le maggiori trasformazioni degli ultimi cinquant'anni sono da ascrivere all'abbandono del sistema tradizionale di uso agricolo del suolo, collegato al forte spopolamento montano. Gli abitati di versante e dei valloni laterali sono stati generalmente abbandonati e la popolazione del fondovalle notevolmente ridotta. Si è inoltre aggiunto il fenomeno del turismo, estivo e soprattutto invernale, con il lancio di stazioni sciistiche internazionali quali il Sestriere e Limone Piemonte e di molte altre a carattere regionale (tutte decollate tra gli anni '30 e '60), a cui è seguito uno sviluppo concentrato e intensivo basato sulla moltiplicazione degli impianti di risalita e sull'edilizia speculativa. Uno sviluppo che, se da un lato ha portato ricchezza alla popolazione delle

valli, dall'altra ha irrimediabilmente stravolto le caratteristiche ambientali e paesaggistiche del territorio.

Altre attività che dagli ultimi cinquant'anni rivestono importanza economica riguardano i settori estrattivo e del cemento, metalmeccanico, della carta, del legno e delle costruzioni. Negli ultimi vent'anni si è assistito, grazie soprattutto a contributi pubblici, a una progressiva ripresa dell'attività pastorale tesa alla produzione di latte e formaggi e vendita di carne: da giugno a settembre, pastori e allevatori sono una presenza abbastanza comune negli alpeggi di ogni valle.

La presenza umana nelle valli e il conseguente disturbo nei confronti della fauna selvatica è più massiccio e diffuso nei mesi estivi di luglio e agosto (per le attività agro-silvo-pastorali e l'afflusso turistico). Nonostante le aree sciistiche e l'attività venatoria (da settembre a gennaio), la stagione invernale risulta essere invece un periodo di relativa tranquillità a causa del difficile accesso a molti valloni e all'impossibilità di percorrere le numerose strade sterrate e piste forestali.

Il territorio del Piemonte è suddiviso, dal punto di vista della gestione della fauna, in aree a diversa destinazione. Aree dove è permessa l'attività venatoria: Comprensori Alpini (CA), nel territorio alpino, Ambiti Territoriali di Caccia (ATC) nelle zone appenniniche e di pianura e Aziende Faunistiche Venatorie (AVF). Le prime due sono gestite direttamente dalle province mentre le ultime sono gestite da privati. Aree protette regionali, provinciali e nazionali: tra i principali ricordiamo in provincia di Cuneo il Parco Naturale Alpi Marittime e il Parco Naturale Alta Valle Pesio e Tanaro; in provincia di Torino il Parco Nazionale Gran Paradiso, il Parco Naturale della Val Troncea, il Parco Naturale del Gran Bosco di Salbertrand e il Parco Naturale Orsiera-Rocciavère; in provincia del Verbano-Cusio-Ossola il Parco Nazionale Val Grande e il Parco Naturale Alpe Veglia-Devero; in provincia di Alessandria il Parco Naturale delle Capanne di Marcarolo.

2.3. Il lupo nell'area di studio

Il lupo è l'unico grande carnivoro presente sull'arco alpino occidentale del Piemonte: le ultime segnalazioni di orso risalgono alla metà del XIX secolo, mentre alquanto

sporadiche e di incerta attendibilità sono le segnalazioni di lince, presente invece in modo stabile nelle Alpi francesi e in Svizzera.

La distribuzione del lupo lungo l'arco alpino è discontinua, probabilmente a causa della diversa abbondanza e disponibilità di prede, del disturbo antropico, della frammentazione dell'habitat (Marucco et al., 2007). La dimensione media dei territori dei branchi è di 250 km² (varia tra i 50 e i 300 km²) e i segni di presenza sono stati trovati in un intervallo altitudinale compreso tra i 770 e i 2800 m. La dimensione media dei branchi risulta essere maggiore all'inizio dell'inverno (circa 5 individui) rispetto alla fine (circa 3 individui): le cause di questa diminuzione sono attribuibili in massima parte alla mortalità invernale e alla dispersione (Marucco et al., 2007).

Il territorio delle Capanne di Marcarolo (Figura 2) sembra essere interessato solo da lupi in fase di dispersione (Marucco et al. 2007) mentre la Val Borbera (Figura 2), con le vicini Val Curone, Valle Spinti e il versante ligure del massiccio del monte Antola, sono utilizzate da un branco di lupi stabili di cui però non si conoscono bene i limiti territoriali né la consistenza numerica (a causa della breve permanenza della neve sul terreno, che non permette una sufficiente raccolta dati durante l'attività di snow-tracking invernale).

L'area delle Alpi Liguri è utilizzata da tre branchi di lupi (Figura 2):

- branco dell'alta Valle Tanaro-Roya : documentato dall'inverno 2000-2001, si estende anche nel territorio ligure della Valle Arroscia e Argentina,
- branco della Valle Casotto : documentato dall'inverno 2002-2003, si estende anche alla Valle Corsaglia e alla bassa Val Tanaro,
- branco della Valle Pesio : documentato dall'inverno 1996-1997, si estende anche a parte della Val Vermenagna, Val Tanaro, Valle Ellero e alta Val Roya,

La valle Ellero, situata tra la valle Pesio e la valle Casotto, dall'estate 2004 all'inverno 2004-2005 è stata interessata dalla presenza di una coppia di lupi: F70, femmina proveniente dal limitrofo branco della valle Casotto, e M15, maschio proveniente dall'Appennino Parmense, dove era stato radiocollariato nel marzo 2004 (Marucco et al.

2007). A seguito della morte di M15 nel febbraio del 2005 non si è avuta però la formazione di un branco.

L'area delle Alpi Marittime e Cozie meridionali è utilizzata attualmente da tre branchi di lupi (Figura 2):

- branco della Valle Gesso: documentato dall'inverno 2006-2007.
- branco della Bassa Valle Stura : documentato dal 2002, si estende anche al versante francese della Tinée,
- branco della Valle Varaita : documentato dall'estate 2005, si estende anche nel versante francese del Queyras e nell'alta Val Pellice.

Il branco dell'alta Valle Stura, che ha occupato il territorio omonimo fin dal 1999, dall'estate 2006 ha utilizzato unicamente il territorio del versante francese della Tinée (Marucco et al. 2007). In inverno la Valle Gesso è utilizzata oltre che dal branco omonimo, anche dal branco di Mollierès e dal branco del Sabbione-Roya che hanno il loro territorio in massima parte nel versante francese della media Tineè e della Val Roya. Tutti i branchi, comunque, hanno territori transfrontalieri.

L'area della provincia di Torino è interessata dalla presenza di quattro branchi (Figura 2):

- branco di Bardonecchia : documentato dall'inverno 2001-2002, occupa un territorio compreso tra Oulx, la conca di Bardonecchia con le sue valli laterali e il vallone di Cesana (alta Val Susa).
- branco del Gran Bosco: è il primo branco documentato nella provincia di Torino, fin dal 1997. Gravita sul versante destro orografico della Val Susa fino alla cresta di confine con la Val Chisone.

- branco della Val Troncea-Val Chisone: documentato dall'inverno 2002-2003, occupa il territorio della Val Chisone e i suoi valloni laterali.
- branco della Val Germanasca: di recente formazione, documentato dall'estate 2007, occupa il territorio della valle omonima.

La provincia del Verbanio-Cusio-Ossola (Figura 2), dall'inverno 2002-2003 è interessata dalla presenza di una lupa (CN-F31) arrivata tramite processo di dispersione dal branco della Valle Pesio. Nell'inverno 2005-2006 è stato campionato in Val Formazza un lupo maschio, ritrovato morto per investimento da veicolo in Germania nella primavera del 2006: dalle analisi genetiche è risultato essere un animale proveniente dal branco della Valle Casotto (Marucco et al., 2007). Sembra che quest'area costituisca per il lupo un corridoio ecologico importante per una futura colonizzazione del settore centrale della catena alpina (Boitani, 2002).

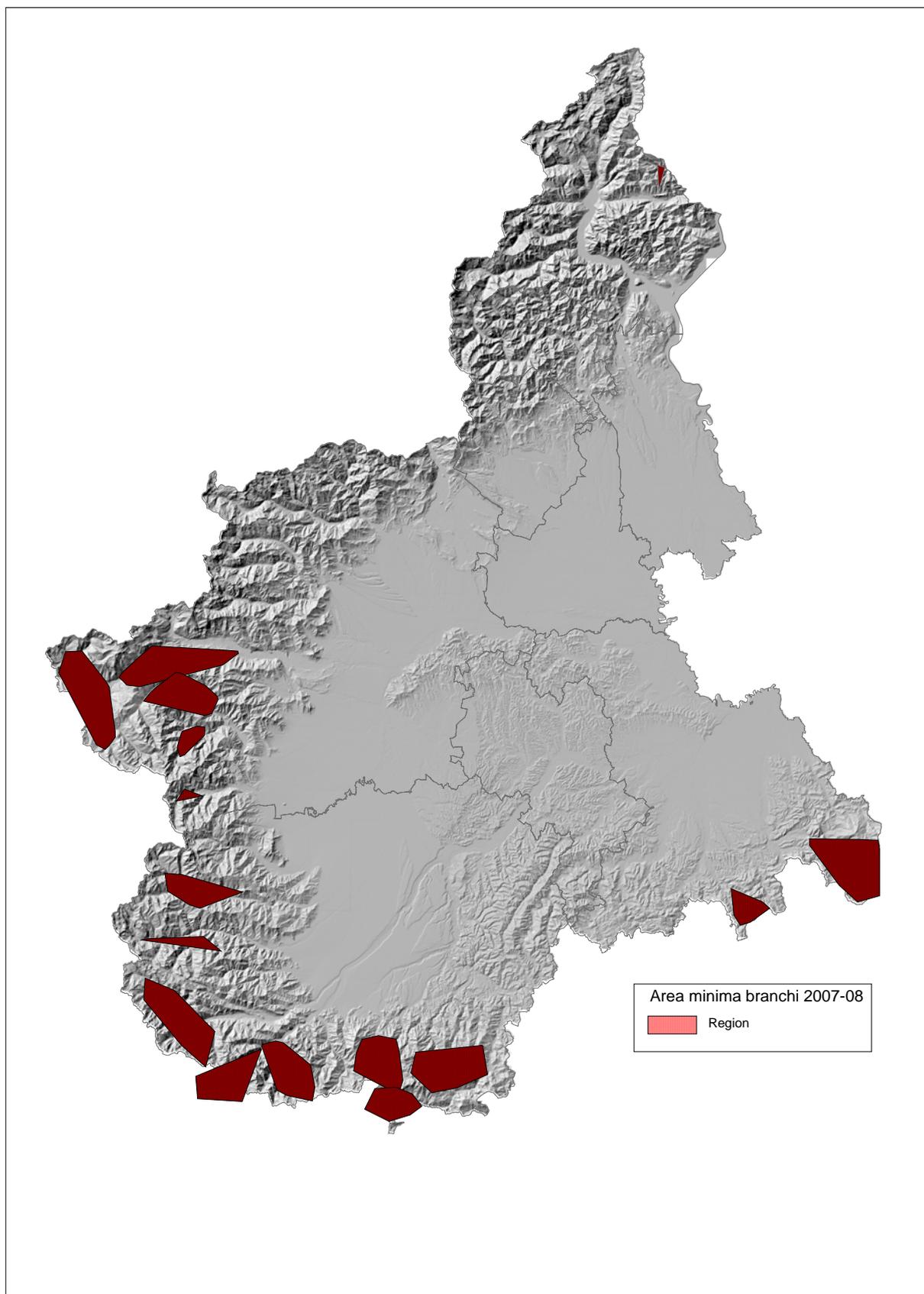


Figura 2: branchi di lupo nella regione Piemonte, aggiornato all'inverno 2007-2008.

3. MATERIALI E METODI

3.1. Raccolta del campione

Il campionamento viene realizzato annualmente e viene suddiviso in un periodo estivo (maggio-ottobre) e uno invernale (novembre-aprile). Questi due periodi differiscono infatti per condizioni ambientali (assenza o presenza della copertura nevosa), condizioni ecologiche (nascita di piccoli di ungulati, diversi patterns di distribuzione degli ungulati), utilizzo del territorio da parte dell'uomo (attività agro-silvo-pastorali, assenza o presenza del bestiame domestico negli alpeggi) ed ecologia del lupo (nascita dei cuccioli, diverso uso del territorio, dispersal,..).

Nel periodo estivo, la raccolta degli escrementi di lupo viene effettuata su un insieme di transetti o *scat-trails* che coincidono con sentieri e piste forestali, selezionati nei territori dei diversi branchi, in modo tale da rendere il più possibile omogeneo il campionamento sul territorio (Ciucci, 1994). Nel periodo invernale, la raccolta viene effettuata seguendo le tracce di lupo sulla neve (sessioni di *snow-tracking*). Un calendario di raccolta rende costante lo sforzo di campionamento, per aumentare la probabilità di raccolta e permettere una datazione più precisa degli escrementi rinvenuti. Gli escrementi sono raccolti in sacchetti di nylon e successivamente vengono catalogati con una sigla (ID) che identifica l'area di appartenenza (a seconda del luogo di ritrovamento) e il numero progressivo di raccolta. Ad ogni escremento è associata una scheda in formato cartaceo riportante informazioni quali: sigla, data, coordinate del luogo di ritrovamento, substrato, habitat, stima del periodo di deposizione,... Ogni campione viene infine posto in una cella frigorifera a -20°C per essere conservato in attesa dell'analisi.

3.2. Selezione del campione

La selezione del campione viene effettuata sulla base di un insieme di criteri che, considerati simultaneamente, riducono la probabilità di confusione con escrementi di cane o volpe:

- le dimensioni e il diametro, non inferiore a circa 30mm (Weaver e Fritts 1979) fatta eccezione per gli escrementi raccolti lungo le sessioni invernali di *snow-tracking*,
- la localizzazione sul territorio,
- la frequenza di ritrovamento nei siti di deposizione,
- il contenuto (frammenti di ossa e pelo dell'animale mangiato),
- l'odore (nel lupo la secrezione delle ghiandole anali accompagna la deposizione degli escrementi, conferendo ad essi un odore caratteristico) (Asa et al 1985),
- la vicinanza ad altri segni di presenza (impronte su neve, predazioni,..) (Ciucci 1994).

3.3. Analisi del campione

L'analisi del campione viene effettuata secondo una procedura standard che segue quella consigliata da Reynolds e Alebischer (1991). Essa prevede diverse fasi:

- sterilizzazione dei singoli campioni in un forno per 6 ore ad una temperatura di 90°C,

- pesatura su una bilancia elettronica (Orma, model BC) con definizione $\pm 0,01g$,
- misurazione del volume in un cilindro tarato riempito con 200ml d'acqua,
- agitazione del campione in un contenitore di plastica con tappo a vite (per facilitare la successiva separazione),
- lavaggio del campione in acqua e separazione della parte macroscopica da quella microscopica attraverso un setaccio con maglie di diametro 0,7mm (la parte microscopica verrà eliminata assumendo che abbia uguale proporzione a quella macroscopica - Ciucci 1996),
- essiccamento dei resti macroscopici e suddivisione nelle principali classi (peli, ossa, vegetazione, "non-food items"),
- determinazione della o delle specie preda presenti in ogni escremento attraverso l'esame macroscopico e microscopico dei peli e dei resti ossei,
- stima ad occhio del volume relativo occupato da peli, ossa e vegetazione in ogni escremento attraverso l'uso di una griglia predefinita suddivisa in quadrati di dimensioni decrescenti.

Identificazione dei resti macroscopici

- Pelo: viene esaminato prima l'aspetto esterno (ondulazioni, bandeggio esterno, consistenza al tatto,...) e poi l'aspetto interno della cortex, della medulla e della cuticola utilizzando un microscopio con ingrandimento di 10x. Vengono esaminati solamente i peli di guardia in quanto il sottopelo è facilmente confondibile tra le specie. Per ogni escremento l'osservazione al microscopio si ripete con cinque diversi campioni di peli al fine di notare l'eventuale presenza o assenza di peli di specie diverse. L'identificazione del pelo è effettuata con

l'ausilio di manuali di consultazione (Teerink 1991, Debrot 1982) e una collezione di peli di riferimento delle specie di mammiferi presenti sul territorio. Esclusivamente per gli ungulati selvatici viene operata una distinzione in classi d'età tra adulti e giovani dell'anno (0-6 mesi) sulla base delle caratteristiche del pelo riconoscibili dalla nascita fino alla prima muta autunnale (Scott & Schackleton 1980). Il ghiro (*Glis glis*), la marmotta (*Marmota marmota*) e lo scoiattolo (*Sciurus vulgaris*) sono considerati come categorie alimentari distinte, mentre gli altri roditori come arvicole, topi,...sono considerati in un'unica categoria alimentare denominata "micro mammiferi".

- Ossa: viene esaminato l'aspetto esterno di denti, dischi intervertebrali, zoccoli,...al fine di confermare la classe di età determinata con l'analisi del pelo.
- Vegetazione: viene attribuita la categoria di appartenenza: graminacee generiche, Paleo (*Brachipodium*), aghi di conifere, frammenti di foglie di latifoglie, corteccia e rametti, muschio.
- "non-food items": viene registrata la presenza nell'escremento di sassolini, pezzi di stoffa o plastica,...Queste categorie non vengono però considerate nell'analisi della dieta in quanto non costituiscono fonti di energia per i lupi (Reynolds e Alevischer 1991).

Ogni categoria di resti macroscopici è espressa da un codice di identificazione che viene riportato su un'apposita scheda insieme alle informazioni sulle proporzioni relative, sulla classe di età, l'ID, il peso e il volume dell'escremento. Nel caso in cui l'attribuzione di peli e ossa a una certa specie animale sia incerta, vengono utilizzate le categorie "ungulato indeterminato" e "mammifero indeterminato". Le categorie alimentari che all'interno di ogni singolo escremento compaiono con una proporzione < 3%, non vengono registrate al fine di evitare la sovrastima di alcune classi (Ciucci et al. 1996).

Per ottenere una misura del grado di accuratezza dell'operatore nella determinazione delle specie preda e delle classi d'età, è stato effettuato un test di riconoscimento o "blind test" (Fritts & Mech 1981, Ciucci 1994) con margine di errore massimo dell'1% (Ciucci 1994), su un campione di 125 peli appartenenti a tutte le specie di mammiferi presenti nell'area di studio.

3.4. Metodi di quantificazione

Per quantificare l'importanza relativa delle diverse categorie alimentari nella dieta, sono state considerate due metodologie diverse: la frequenza relativa delle occorrenze e il "metodo additivo" (Marucco et al. 2008).

Per stabilire quale metodologia adottare, si è effettuato il test statistico del chi quadro (χ^2) di indipendenza (Sokal & Rohlf 2000) su un campione di dati elaborati con i due metodi. Nel caso risultasse una differenza non significativa ($p > 0,05$), si utilizza il metodo della frequenza relativa delle occorrenze perché permette un confronto con molti studi in letteratura e con gli studi effettuati negli anni passati nell'ambito dello stesso "Progetto Lupo" (viene quindi mantenuto un protocollo di ricerca costante nel tempo). Nel caso contrario, si utilizzano i dati delle "scat collection" perché presentano meno pseudorepliche e rispettano meglio l'assunto di indipendenza dei dati (Marucco et al. 2008). Il test statistico tra le due metodologie è stato effettuato per i branchi Pesio, Stura-bassa, Chisone e Gran Bosco nei tre inverni di studio (inverno 0405, inverno 0506, inverno 0607).

Nell'analisi della dieta, la categoria "grooming" non è stata considerata come categoria alimentare. Nello stabilire le proporzioni relative di ungulati selvatici e domestici le categorie "ungulato indeterminato" e "mammifero indeterminato" non sono state considerate.

Frequenza relativa delle occorrenze

La frequenza relativa delle occorrenze, è la frequenza con cui compare una determinata categoria alimentare sul totale delle occorrenze di tutte le categorie alimentari riscontrate nella dieta (Reynolds e Alebischer 1991).

Metodo additivo

Nel "metodo additivo", l'unità di campionamento è considerata non la singola occorrenza (come nel metodo descritto sopra) ma una "collezione" di escrementi o "scat collection", definita come l'insieme di escrementi di medesima freschezza, contenenti la stessa categoria alimentare, raccolte lungo la medesima sessione di snow-tracking continua (Marucco et al. 2008). Il contenuto di questi campioni rivela quindi la presenza di una singola carcassa su cui i lupi si sono alimentati. Tali informazioni vengono abbinate e confrontate con i dati di ritrovamento delle carcasse su cui i lupi si sono nutriti (numero minimo conosciuto di prede consumate). Quando una scat collection contiene peli di una specie diversa dalla precedente carcassa ritrovata o sono trascorsi più di tre giorni dalla precedente carcassa della medesima specie, viene inferita la presenza di un'altra carcassa, non trovata (Huggard 1993b, Marucco et al. 2008). Quindi l'unità di campionamento diventa la singola carcassa, trovata lungo una sessione di snow-tracking o stimata attraverso una scat collection.

3.5. Analisi della dieta

Ai fini dell'analisi della dieta, il campione è stato suddiviso secondo due modalità differenti: la prima raggruppando gli escrementi a livello dell'area di appartenenza, l'altra raggruppando gli escrementi a livello dei singoli branchi di appartenenza.

La dieta del lupo nelle diverse aree

Il campione è composto da tutti gli escrementi raccolti, compresi quelli di dubbia collocazione e quelli provenienti da zone dove i lupi sembrano non aver formato ancora nuclei stabili. Il territorio regionale da cui proviene il campione di escrementi è stato suddiviso in cinque aree individuate in base a caratteristiche geografiche e faunistiche: Borbera-Capanne di Marcarolo (B-CM), Alpi Liguri (A.Lig.), Alpi Marittime-Val Varaita (Ma-V), Torino (TO) e Verbano-Cusio-Ossola (VCO) (Figura 1). Il campione di escrementi è stato suddiviso in base all'area di provenienza e alle stagioni di studio. Gli escrementi ritrovati in Val Pellice sono stati attribuiti, in base alle analisi genetiche, al branco della Val Varaita e quindi inseriti nell'area Alpi Marittime-Val Varaita

Alle proporzioni relative delle categorie alimentari riscontrate nella dieta sono stati abbinati i relativi errori standard (SE) stimati con il metodo del Bootstrapping (Marucco 2003).

Per verificare l'assenza di differenza significativa per ogni area tra le stagioni e per ogni stagione tra le diverse aree, è stato utilizzato il test del chi quadro (X^2) di indipendenza (Sokal & Rohlf 2000) applicato alle categorie alimentari riscontrate nella dieta. Nel test statistico non sono state considerate le categorie alimentari con proporzioni < 3%.

La dieta dei branchi di lupo

Il campione è composto solo da quegli escrementi che, in base al luogo di ritrovamento e ai dati delle analisi genetiche e delle sessioni di snow-tracking è stato possibile assegnare con certezza ai singoli branchi. Il campione proviene dalle aree Alpi Liguri, Alpi Marittime-Val Varaita e Torino. A partire dall'inverno 0506 le fatte dei branchi Stura-alta e Stura-bassa sono state accorpate in quanto non si hanno dati a sufficienza per poter discriminare con certezza la collocazione di molti escrementi nell'uno o nell'altro branco.

Alle proporzioni relative delle categorie alimentari riscontrate nella dieta sono stati abbinati i relativi errori standard (ES) stimati con il metodo del Bootstrapping (Marucco 2003).

Per verificare l'assenza di differenza significativa per ogni branco tra le stagioni e per ogni stagione tra i diversi branchi, è stato utilizzato il test del chi quadro (X^2) di indipendenza (Sokal & Rohlf 2000) applicato alle categorie alimentari riscontrate nella dieta. Nel test statistico non sono state considerate le categorie alimentari con proporzioni < 3%.

Precisione della dieta

Ai dati ottenuti dall'analisi della dieta sono state applicate delle simulazioni di Bootstrapping per ottenere gli intervalli di confidenza al 95% non-simultanei di ogni frequenza stimata. La tecnica del Bootstrapping consiste nell'estrarre dal campione di escrementi, 2000 sottocampioni, con ricampionamento casuale, di cui si determina l'errore standard (ES) (Manly 1998) e da cui si ricava l'ES medio necessario a valutare la precisione del campionamento (Lancia et al 1996, Marucco et al. 2008). Per l'analisi statistica è stato utilizzato il software S-Plus 6.1 per Windows.

Grandezza e precisione del campione

Si è calcolato la percentuale di escrementi raccolti negli anni di studio rispetto alla popolazione totale di escrementi presenti sul territorio. Si è utilizzato un tasso medio di defecazione di 2 escrementi/lupo/giorno (Tosoni 2002, Marucco 2003); si è considerato il numero medio di lupi stimato per ogni branco in ogni stagione invernale di studio, ricavato dai dati delle sessioni di snow-tracking e dalle analisi genetiche; si è considerato il numero medio di giorni costituenti una stagione invernale. La precisione del campione è stata calcolata per tutti i branchi nelle tre stagioni invernali di studio (inverno 0405, inverno 0506 e inverno 0607). Questa stima si riferisce quindi al solo campione di escrementi che è stato possibile assegnare con certezza ai singoli branchi e non al campione totale di escrementi analizzati.

3.6. Disponibilità degli ungulati selvatici

Vengono considerate quattro specie di ungulati selvatici: camoscio, capriolo, cervo e cinghiale. Le loro proporzioni relative sul territorio, sono state stimate con le tracce di attraversamento di ogni singolo ungulato lungo sessioni di snow-tracking (Kunkel et al 1999) e lungo transetti invernali percorsi nelle zone di norma più utilizzate dai lupi all'interno del loro territorio. Se una pista di ungulato percorre una parte del transetto, viene conteggiata una sola volta in entrata. E' stata effettuata solo la conta delle tracce di attraversamento degli ungulati presenti sulla pista dei lupi o sul transetto, senza effettuare transetti perpendicolari alla direttrice di cammino (come in Marucco et al. 2008) e senza contare il numero di animali per ogni attraversamento. Dai dati raccolti si estrapola un indice di incontro del predatore per ogni singolo ungulato nei territori dei diversi branchi (Barabino et al 2001):

$$\text{Indice di Transetto} = \sum n_{si} * l_i^{-1} * N^{-1}$$

n_{si} = numero degli attraversamenti lungo il transetto i per la specie s

l_i = lunghezza (metri) effettiva del transetto i

N = numero dei transetti

Per considerare l'accumulo di tracce col passare dei giorni, si è diviso il numero delle tracce per i giorni trascorsi dall'ultima nevicata. Non sono state effettuate sessioni di conta oltre i 10 giorni dall'ultima nevicata, per evitare l'eccessiva degradazione delle tracce da riconoscere. Gli indici di transetto sono stati calcolati unicamente per i branchi Pesio, Stura, Varaita, Chisone e Gran Bosco. Per ogni branco, gli indici sono stati trasformati in proporzioni relative. I dati di disponibilità si riferiscono all'inverno 0708 e sono stati utilizzati per il calcolo dell'ampiezza di nicchia trofica e per valutare il comportamento di selezione del lupo sugli ungulati, nei territori dei cinque branchi considerati.

3.7. Nicchia trofica

L'analisi di questo fattore, permette di capire se l'animale studiato manifesta un comportamento alimentare generalista o se è specializzato su alcune risorse in particolare. Per quantificare l'ampiezza della nicchia trofica, si sono utilizzate due metodologie diverse: l'Indice di Levin's e l'Indice Hulbert (Krebs 1998). Il primo indice è calcolato sulla base delle sole proporzioni di utilizzo delle categorie alimentari, assumendone una uguale disponibilità sul territorio:

$$B = 1 / \sum p_j^2$$

B = indice di Levin's

p_j = la percentuale relativa di ogni singola categoria alimentare nella dieta ($\sum p_j = 1$).

La forma standardizzata dell'indice (scala 0-1) è:

$$B_A = B-1/n-1$$

B_A = indice standardizzato di Levin's

n = numero delle categorie alimentari nella dieta.

Il secondo indice considera anche la diversa disponibilità delle risorse stesse, sul territorio:

$$B' = 1 / \sum (p_j^2 / a_j)$$

$$B'_A = B'-a_{\min} / 1-a_{\min}$$

B' : valore dell'indice di Hulbert.

p_j : frequenza di occorrenza della categoria alimentare j nella dieta ($\sum p_j = 1$)

a_j : disponibilità relativa, sul territorio, della risorsa j sul totale delle risorse considerate. ($\sum a_j = 1$)

La forma standardizzata dell'indice (scala 0-1) è:

$$B'_A = B' - a_{\min} / 1 - a_{\min}$$

B'_A = indice standardizzato di Hulbert

a_{\min} = la più piccola disponibilità relativa della risorsa j .

L'errore standard dell'indice di Hulbert, per valutare la precisione della stima è:

$$\text{Var}(B') = 4B'^4 [\sum (p_j^3 / a_j^2) - (1/B')^2] / Y$$

$$\text{SE} = \pm 1.96 V(B')$$

L'utilizzo di due metodologie diverse permetterà di capire quella che più si adatta alla qualità dei dati a disposizione. L'indice standardizzato di nicchia trofica di Levin's è stato calcolato sulla base dell'utilizzo di tutte le categorie alimentari riscontrate nella dieta di ogni area e di ogni branco in ogni stagione. L'indice di nicchia trofica standardizzato di Hulbert è stato calcolato sulla base dell'utilizzo delle quattro specie di ungulato di cui sono state ricavate le proporzioni relative. L'indice si riferisce esclusivamente all'inverno 0607.

3.8. Selezione degli ungulati selvatici

Per valutare un eventuale processo di selezione sugli ungulati selvatici da parte del lupo, si effettua un confronto tra proporzioni d'uso e disponibilità utilizzando l'Indice a di Manly (1974) calcolato per complessi multispecifici di prede con popolazioni costanti (Krebs 1998):

$$a_i = r_i / n_i (1 / \sum_{j=1}^m (r_j / n_j))$$

a_i = Indice a di Manly per la preda di tipo i

r_i, r_j = proporzione delle prede di tipo i o j nella dieta (i e $j = 1, 2, 3, \dots, m$).

m = numero di tipi di prede possibili.

n_i, n_j = proporzione delle prede di tipo i o j nell'ambiente

L'errore standard dell'indice di Manly, per valutare la precisione della stima della selezione è:

$$SE \text{ var } (\hat{a}_i) = \hat{a}_i^2 \{ 1/E(r_i) - 2/n_i E(y) + E(x)/E(y)^2 \}$$

L'indice a di Manly è stato calcolato sulla base dell'utilizzo nella dieta delle quattro specie di ungulati selvatici delle quali sono state ricavate le proporzioni n_j relative sul territorio, attraverso gli Indici di Transetto. Un valore a di $1/m$ (dove m indica il numero delle risorse alimentari considerate) indica che l'utilizzo riflette la disponibilità. L'indice è stato calcolato esclusivamente per l'inverno 0607.

3.9. Variazione dell'altezza del manto nevoso

I dati dell'altezza del manto nevoso a livello giornaliero e mensile sono stati registrati nella stazione meteorologica di Limone Pancani (Limone Piemonte, Val Vermenagna), ad una quota di 2008 mt. Dall'inverno 2006-2007 la stazione di rilevamento è stata spostata ad una quota di 1875 mt. A partire dalle misure giornaliere di altezza della neve al suolo, sono state calcolate le medie mensili nei mesi da Ottobre a Giugno, per gli inverni dal 1999-2000 al 2006-2007.

4. RISULTATI

4.1. Descrizione del campione

Il campione analizzato è costituito da un totale di 2586 escrementi, raccolti in un arco di tempo che va dall'ottobre 2004 all'aprile 2008. Il 79% (n = 2040) del campione è stato raccolto in inverno, il rimanente 21% (n = 546) in estate (tabella 1).

L'8,2% (n = 212) degli escrementi contiene più di una specie: in particolare il 7,6% (n = 197) contiene due specie, il restante 0,6% (n = 15) contiene 3 specie. In termini di occorrenze alimentari riscontrate nella dieta, il campione totale risulta essere di 2806 occorrenze. Il 99 % (n = 2803) di questo campione è rappresentato da resti di mammiferi: l'82% (n = 2296) rappresentato da ungulati selvatici, il 15% (n = 432) da ungulati domestici, lo 0,18% (n = 5) da ungulati indeterminati, il 2% (n = 70) da piccoli mammiferi; il rimanente 0,1% (n = 3) da uccelli e invertebrati. Le classi alimentari riscontrate complessivamente nella dieta sono 20: 17 mammiferi, 1 uccello, 2 invertebrati. Il peso medio degli escrementi è di 31,77gr ($\pm 42,98$), il volume medio di 50,58gr \pm (41,27).

Il 35% (n = 907) del campione totale di escrementi è stato raccolto nell'area delle Alpi Liguri, il 32% (n = 818) nell'area delle Alpi Marittime-Val Varaita, il 28% (n = 718) nell'area Torino, il 5% (n = 121) nell'area Borbera-Capanne di Marcarolo e il restante 1% (n = 22) nell'area VCO (tabella 1). Il peso medio degli escrementi dell'area Torino è di 37,49 gr ($\pm 27,54$), il volume medio di 63,21 ml ($\pm 59,83$). Il peso medio degli escrementi dell'area Alpi Marittime-Val Varaita è di 29,45 gr ($\pm 20,74$), il volume medio di 49,45 ml ($\pm 29,55$). Il peso medio degli escrementi dell'area Alpi Liguri è di 30,27 gr ($\pm 64,97$), il volume medio di 43,27 ml ($\pm 29,24$). Il peso medio degli escrementi dell'area Borbera-Capanne di Marcarolo è di 24,07 gr ($\pm 19,24$), il volume medio di 37,50 ml ($\pm 23,88$). Il peso medio degli escrementi dell'area VCO è di 25,66 gr ($\pm 21,20$), il volume medio di 32,73 ml ($\pm 21,20$).

	B-CM	A.Lig.	Ma-V	To	VCO	Totale	%
Inverno 04-05	11	237	216	182		646	0,25
Estate 05	21	87	89	87		284	0,11
Inverno 05-06	40	196	175	147		558	0,22
Estate 06	21	95	62	84	4	266	0,10
Inverno 06-07	28	292	276	218	18	832	0,32
totale	121	907	818	718	22	2586	
%	0,05	0,35	0,32	0,28	0,01		

Tabella 1. Distribuzione del campione totale di escrementi analizzati suddiviso per aree e stagioni.

Il campione di escrementi per l'analisi della dieta a livello dei branchi è di $n = 2270$. Gli escrementi sono così ripartiti tra i seguenti branchi (tabella 2): branco Tanaro $n = 146$, branco Casotto $n = 270$, branco Pesio $n = 477$, branco Sabbione $n = 37$, branco Stura-alta $n = 101$, branco Stura-bassa $n = 309$, branco Varaita $n = 216$, branco Val Germanasca $n = 18$, branco Val Chisone $n = 277$, branco Gran Bosco $n = 237$, branco Bardonecchia $n = 185$. In termini di proporzione di fatte raccolte sul totale presente nell'area di studio (in relazione ai soli branchi presenti e alle sole stagioni invernali), il branco Pesio risulta essere quello con il campionamento migliore (10,11%) mentre il branco Tanaro e Germanasca quelli con la percentuale più bassa (rispettivamente 2,02% e 2,14%;). La stagione con il campionamento migliore è stata l'inverno 0607, con l'8,64% di escrementi raccolti. In generale, dall'inverno 0405 all'inverno 0607, il campione di escrementi risulta progressivamente più rappresentativo (tabella 3). Limitatamente ai soli branchi presenti (e quindi alla stima minima del numero di lupi), in tutto il territorio e il periodo di studio, è stato raccolto il 3,56% della popolazione totale di escrementi stimata ($n = 50820$) (tabella 3).

	Tanaro	Casotto	Pesio	Stura- alta	Stura- bassa	Varaita	Gesso	Gran Bosco	Chisone	Bardonecchia	Germanasca	totale
Inverno 04-05	43	53	141	81	70	2	//	67	36	79	//	572
Estate 05	33	18	34	20	16	22	//	41	18	28	//	230
Inverno 05-06	20	61	108	//	93	59	//	22	81	43	//	487
Estate 06	11	20	61	//	28	26	//	24	41	19	//	230
Inverno 06-07	39	118	133	//	99	107	37	83	101	16	18	762
totale	146	270	477	101	306	216	37	237	277	185	18	2281

Tabella 2. Distribuzione del campione di escrementi analizzati suddiviso per branchi e stagioni.

	Tanaro	Casotto	Pesio	Stura- Alta	Stura- bassa	Varaita	Gesso	Gran Bosco	Chisone	Bardonecchia	Germanasca	Totale
Inverno 04-05	L	5	5	2+2	6	6	2	3	7	5	//	
	n	2100	2100	1680	2520	2520	840	1260	2940	2100		11760
	%	2,05%	2,52%	8,39%	3,21%	2,78%	0,24%	5,32%	1,22%	3,76%		4,86%
Inverno 05-06	L	4	3	3	8	5		3	6	5	//	
	n	1680	1260	1260	3360	2100		1260	2520	2100		9660
	%	1,19%	4,84%	8,57%	2,77%	2,81%		1,75%	3,21%	2,05%		5,04%
Inverno 06-07	L	3	5	2	6	5	2	7	7	2	2	
	n	1260	2100	840	2520	2100	840	2940	2940	840	840	8820
	%	3,10%	5,62%	15,83%	3,93%	5,10%	4,40%	2,82%	3,44%	1,90%	2,14%	8,64%
Totale	5040	5460	3780	2520	8400	5040	840	5460	8400	5040	840	50820
	2,02%	4,25%	10,11%	3,21%	3,12%	3,33%	4,40%	3,15%	2,60%	2,74%	2,14%	3,56%

Tabella 3. Rappresentatività del campione nelle tre stagioni invernali di studio: dimensione (%) del campione di escrementi raccolti e analizzati riferito al totale (n) degli escrementi stimati presenti sul territorio, calcolati sul numero di lupi per branco (L).

4.2. Analisi della dieta

4.2.1. Metodo di quantificazione

Dal confronto delle stime della dieta valutate con il metodo della frequenza relativa delle occorrenze e col metodo delle "scat collection", effettuate sui branchi Stura-bassa, Pesio, Gran Bosco e Chisone, per i tre inverni di studio, non è stata riscontrata alcuna differenza significativa ($p > 0,05$) (tabella 4). Si è scelto quindi di utilizzare il metodo della frequenza per l'analisi della dieta di tutti i branchi e tutte le aree.

	Stura- Bassa	Pesio	Chisone	Gran Bosco
Inverno 04-05	$X^2=0,92$	$X^2=0,04$	$X^2=0,00$	$X^2=0,00$
	gl= 3	gl=3	gl=2	gl=2
	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$
Inverno 05-06	$X^2=0,3$	$X^2=1,49$	$X^2=0,03$	$X^2=0,01$
	Gl=4	gl=4	gl=2	gl=1
	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$
Inverno 06-07	$X^2=0,22$	$X^2=0,03$	$X^2=0,00$	$X^2=1,14$
	gl=5	gl=5	gl=3	gl=3
	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$

Tabella 4. Valore del test di chi-quadro (X^2), gradi di libertà e significatività (p) delle differenze nelle percentuali relative delle categorie alimentari riscontrate nella dieta calcolate col metodo della frequenza relativa delle occorrenze e col metodo delle "scat collection" nel branco Stura-bassa, Pesio, Chisone e Gran Bosco, nei tre inverni di studio.

4.2.2. La dieta del lupo nelle diverse aree di studio della regione Piemonte

Area Borbera-Capanne di Marcarolo

Su un totale di 121 escrementi analizzati, sono state riscontrate 10 categorie alimentari e 140 occorrenze.

In riferimento alla stagione estiva, il campione analizzato è di 42 escrementi e 47 occorrenze. La dieta delle estati 05 e 06 non risulta significativamente diversa ($p > 0,05$) (tabella 5), quindi le estati sono state accorpate. Gli ungulati selvatici rappresentano il $65,96\% \pm 6,9\%$ SE delle occorrenze, i domestici il $31,91\% \pm 6,3\%$ SE. Il capriolo è la categoria alimentare più utilizzata ($31,91\% \pm 6,3\%$ SE) seguita dal daino ($17,02\% \pm 5,3\%$ SE) (figura 3). Il contributo alla dieta dei piccoli mammiferi è del $2,12\% \pm 2\%$ SE. Il consumo dei piccoli dell'anno è dell' $8,51\% \pm 3,8\%$ SE (4 caprioli).

In riferimento alla stagione invernale, il campione analizzato è di 79 escrementi e 93 occorrenze. La dieta degli inverni 0405 e 0506 risulta significativamente diversa ($p < 0,05$) mentre la dieta degli inverni 0405 e 0607 e degli inverni 0506 e 0607 non rivela differenze significative ($p > 0,05$) (tabella 5).

Nell'inverno 0405 gli ungulati selvatici rappresentano il 100% delle occorrenze. Il cinghiale è la categoria alimentare più utilizzata ($61,54\% \pm 13,60\%$ SE) seguita dal capriolo ($30,77\% \pm 12,74\%$ SE). Nell'inverno 0506 gli ungulati selvatici rappresentano il $71,43\% \pm 6,39$ SE delle occorrenze, i domestici il $26,53\% \pm 6,42\%$ SE. Il capriolo è la categoria alimentare più utilizzata ($32,65\% \pm 7,05\%$ SE) seguita dal cinghiale ($26,53 \pm 6,42\%$ SE) e dalla capra ($20,41\% \pm 6,09$ SE). Il contributo alla dieta dei piccoli mammiferi è del $2,4\% \pm 2,01\%$ SE. Nell'inverno 0607 gli ungulati selvatici rappresentano il $70,97\% \pm 8,12\%$ SE delle occorrenze, i domestici il $25,80\% \pm 7,91\%$ SE. Il cinghiale è la categoria alimentare più utilizzata ($45,16\% \pm 8,94\%$ SE) seguita da daino e vacca (entrambi al $16,13\% \pm 6,67\%$ SE) (figura 3). Il contributo alla dieta dei piccoli mammiferi è del $3,22\% \pm 3,24\%$ SE.

La dieta dell'estate 05 risulta simile ($p > 0,05$) a quella degli inverni 0405 e 0506 (tabella 5).

	Estate 05	Inverno 05-06	Estate 06	Inverno 06-07
Inverno 04-05	$X^2=8,70$	$X^2=6,92$	$X^2=14,43$	$X^2=7,30$
	g.l.=6	g.l.=4	g.l.=5	g.l.=6
	$p>0,05$	$P>0,05$	$p<0,05$	$P>0,05$
Estate 05		$X^2=5,53$	$X^2=10,83$	$X^2=16,36$
		g.l.=6	g.l.=7	g.l.=8
		$p>0,05$	$P>0,05$	$P<0,05$
Inverno 05-06			$X^2=16,66$	$X^2=15,41$
			g.l.=5	g.l.=6
			$P<0,01$	$P<0,05$
Estate 06				$X^2=12,25$
				g.l.=5
				$P<0,05$

Tabella 5. Valore del test di chi-quadro (X^2), gradi di libertà e significatività (p) delle differenze stagionali nella dieta dei lupi dell'area Borbera-Capanne di Marcarolo.

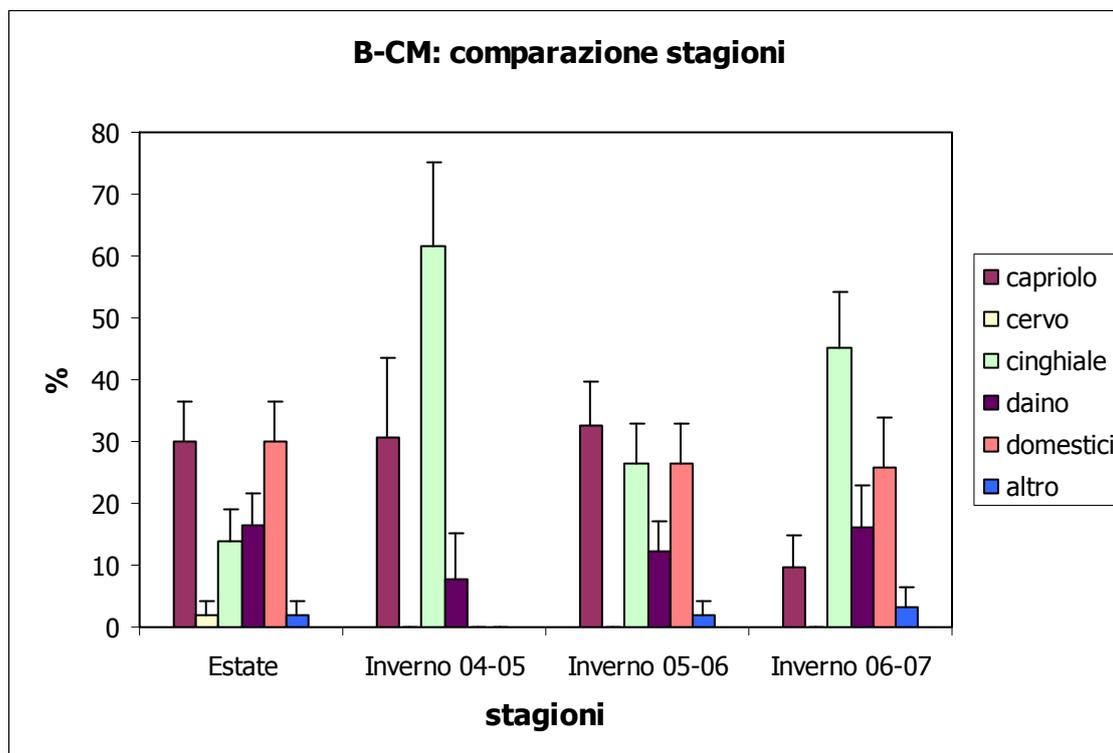


Figura 3. Frequenza relativa delle occorrenze ed errore standard delle categorie alimentari nella dieta dei lupi dell'area Borbera-Capanne di Marcarolo dall'inverno 0405 all'inverno 0607. Le estati 05 e 06 sono state accorpate (differenza non significativa; $p>0,05$).

Area Verbano-Cusio-Ossola

Su un totale di 22 escrementi analizzati, sono state riscontrate 8 categorie alimentari e 27 occorrenze. Il campione è stato raccolto nei due inverni 0506 e 0607, rispettivamente con 4 e 18 escrementi.

Nell'inverno 0607, gli ungulati selvatici compongono il $69,56\% \pm 9,4\%$ SE, i domestici il $21,74\% \pm 8,7\%$ SE (di cui capre il $17,39\% \pm 8\%$ SE). Il camoscio è la categoria alimentare più utilizzata ($39,13\% \pm 10\%$ SE), seguita dalla capra e dal cinghiale (entrambi al $17,39\% \pm 8\%$ SE) (figura 4). I piccoli mammiferi rappresentano l' $8,70\% \pm 5,8\%$ SE della dieta.

A causa dell'esiguità del campione dell'inverno 0506, non si è provveduto a verificare la presenza di una differenza significativa nella dieta tra i due inverni.

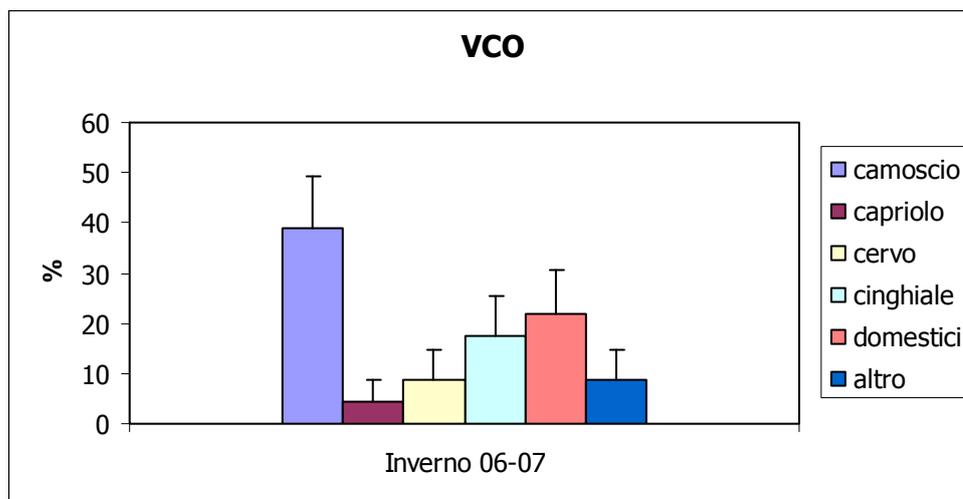


Figura 4. Frequenza relativa delle occorrenze ed errore standard delle categorie alimentari nella dieta dei lupi dell'area VCO nell'inverno 0607.

Area Alpi Liguri

Su un totale di 907 escrementi analizzati, sono state riscontrate 15 categorie alimentari e 1022 occorrenze.

In riferimento alla stagione estiva, il campione analizzato è di 182 escrementi e 203 occorrenze. La dieta dell'estate 05 e 06 risulta significativamente diversa ($p < 0,01$) (tabella 6).

Nell'estate 05 gli ungulati selvatici rappresentano il $66,32\% \pm 4,76\%$ SE delle occorrenze, i domestici il $30,53\% \pm 4,87\%$ SE. Il camoscio è la categoria alimentare più utilizzata ($30,53\% \pm 4,67\%$ SE), seguita dalla capra ($24,21\% \pm 4,3\%$ SE) e dal capriolo ($23,16\% \pm 4,3\%$ SE). Il contributo alla dieta dei piccoli mammiferi è del $3,19\% \pm 1,8\%$ SE. Il consumo dei piccoli dell'anno è del $50,53\% \pm 5\%$ SE (29 camosci, 16 caprioli, 3 cervi). Nell'estate 06, gli ungulati selvatici rappresentano il $74,07\% \pm 4,3\%$ SE delle occorrenze, i domestici il $20,18\% \pm 3,8\%$ SE. Il capriolo è la categoria alimentare più utilizzata ($30,7\% \pm 4,29\%$ SE), seguita dal camoscio ($20,18\% \pm 3,89\%$ SE) e dal cinghiale ($18,42\% \pm 3,54\%$ SE). Il contributo alla dieta dei piccoli mammiferi è del $4,63\% \pm 2,04\%$ SE (figura 5). Il consumo dei piccoli dell'anno è del $14,91\% \pm 3,39\%$ SE (10 caprioli, 7 camosci).

In riferimento alla stagione invernale, il campione analizzato è di 725 escrementi e 819 occorrenze. La dieta dell'inverno 0506 confrontata con gli altri due inverni, risulta significativamente diversa ($p < 0,001$) mentre la dieta degli inverni 0405 e 0607 non rivela differenze significative ($p > 0,05$) (tabella 6).

Nell'inverno 0405 gli ungulati selvatici rappresentano il $79,13\% \pm 2,4\%$ SE delle occorrenze, i domestici il $18,50\% \pm 2,4\%$ SE. Il cinghiale è la categoria alimentare più utilizzata ($48,43\% \pm 3,2\%$ SE), seguita dalla capra ($16,93\% \pm 2,3\%$ SE) e da capriolo e camoscio (entrambi al $14,96\% \pm 2,2\%$ SE). Nell'inverno 0506 gli ungulati selvatici rappresentano l' $80,36\% \pm 2,6\%$ SE delle occorrenze, i domestici il $19,19\% \pm 2,5\%$ SE. Il capriolo è la categoria alimentare più utilizzata ($33,93\% \pm 3,1\%$ SE), seguita dal cinghiale ($33,04\% \pm 3,9\%$ SE) e dalla capra ($18,30\% \pm 2,5\%$ SE). Nell'inverno 0607 gli ungulati selvatici rappresentano l' $82,99\% \pm 2\%$ SE, i domestici il $13,20\% \pm 1,8\%$ SE. La categoria alimentare più utilizzata è il cinghiale ($46,33\% \pm 2,7\%$ SE), seguito da capriolo ($18,77\% \pm 2\%$ SE) e camoscio ($15,84\% \pm 1,9\%$ SE) (figura 5).

Il contributo alla dieta dei piccoli mammiferi è trascurabile per tutte le tre stagioni invernali.

La dieta delle stagioni estive risulta significativamente diversa da quella delle stagioni invernali ($p < 0,001$) (tabella 6).

	Estate 05	Inverno 05-06	Estate 06	Inverno 06-07
	$X^2=318,72$	$X^2=32,20$	$X^2=260,96$	$X^2=7,98$
Inverno 04-05	g.l.=5	g.l.=5	g.l.=5	g.l.=5
	$P < 0,001$	$P < 0,001$	$p < 0,001$	$P > 0,05$
		$X^2=233,68$	$X^2=15,33$	$X^2=651,12$
Estate 05		g.l.=5	g.l.=5	g.l.=5
		$P < 0,001$	$P < 0,01$	$P < 0,001$
			$X^2=180,65$	$X^2=30,30$
Inverno 05-06			g.l.=5	g.l.=5
			$P < 0,001$	$P < 0,001$
				$X^2=539,57$
Estate 06				g.l.=5
				$P < 0,001$

Tabella 6. Valore del test di chi-quadro (X^2), gradi di libertà e significatività (p) delle differenze stagionali nella dieta dei lupi dell'area Alpi Liguri.

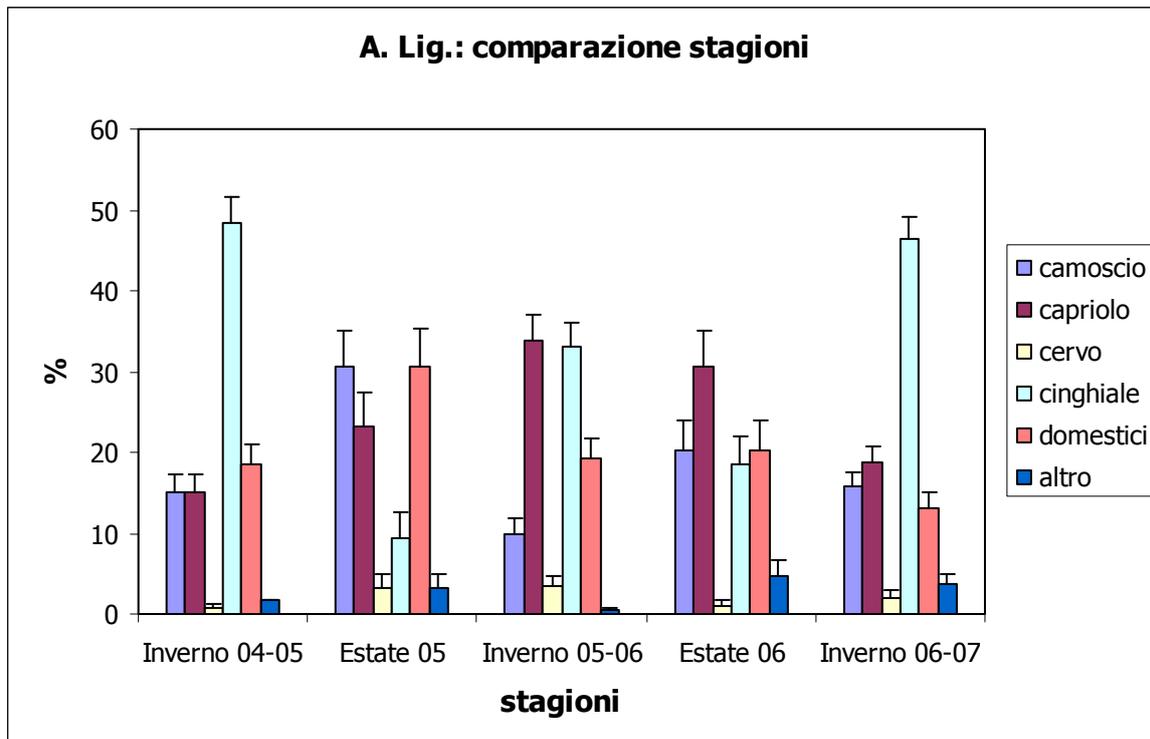


Figura 5. Frequenza relativa delle occorrenze ed errore standard delle categorie alimentari nella dieta dei lupi dell'area Alpi Liguri dall'inverno 0405 all'inverno 0607.

Area Alpi Marittime-Val Varaita

Su un totale di 818 escrementi analizzati, sono state riscontrate 14 categorie alimentari e 883 occorrenze.

In riferimento alla stagione estiva, il campione analizzato è di 151 escrementi e 161 occorrenze. La dieta delle estati 05 e 06 non risulta significativamente diversa ($p > 0,05$) (tabella 7), quindi le due estati sono state accorpate. Gli ungulati selvatici rappresentano il $67,70\% \pm 3,5\%$ SE delle occorrenze, i domestici il $25,47\% \pm 3,3\%$ SE. Il camoscio è la specie più rappresentativa ($33,54\% \pm 3,7\%$ SE) seguita dal capriolo ($28,57\% \pm 3,6\%$ SE) e dalla pecora ($13,66\% \pm 2,7\%$ SE) (figura 6). Il contributo alla dieta dei piccoli mammiferi è del $6,21\% \pm 1,9\%$ SE. Il consumo dei piccoli dell'anno è del $22,36\% \pm 3,3\%$ SE (27 camosci, 9 caprioli).

In riferimento alla stagione invernale, il campione analizzato è di 667 escrementi e 722 occorrenze. La dieta dei tre inverni risulta significativamente diversa ($p < 0,001$) (tabella 7).

Nell'inverno 0405 gli ungulati selvatici rappresentano l' $82,72\% \pm 2,4\%$ SE, i domestici il $15,23\% \pm 2,3\%$ SE. Il camoscio è la categoria alimentare più utilizzata ($49,79\% \pm 5,6\%$ SE), seguita dal capriolo ($21,81\% \pm 5,9\%$ SE) e dal cervo ($11,11\% \pm 2,5\%$ SE). Nell'inverno 0506 gli ungulati selvatici rappresentano l' $89\% \pm 2,3\%$ SE, i domestici l' $11\% \pm 2,2\%$ SE. Il camoscio è la categoria alimentare più utilizzata ($40,74\% \pm 3,6\%$ SE), seguita dal capriolo ($35,98\% \pm 3,4\%$ SE). Nell'inverno 0607 gli ungulati selvatici rappresentano l' $79,66\% \pm 2,4\%$ SE, i domestici il $18,62\% \pm 2,3\%$ SE. Il capriolo è la categoria alimentare più utilizzata ($35,86\% \pm 2,8\%$ SE), seguita dal camoscio ($31,38\% \pm 2,7\%$ SE) e dal cervo ($11,38\% \pm 1,7\%$ SE) (figura 6).

Il contributo alla dieta dei piccoli mammiferi è trascurabile per tutte le tre stagioni invernali.

La dieta dell'estate 06 risulta simile ($p > 0,05$) a quella dell'inverno 0607 (tabella 7).

	Estate 05	Inverno 05-06	Estate 06	Inverno 06-07
Inverno 04-05	X ² =33,94 g.l.=5 P<0,001	X ² =36,04 g.l.=5 P<0,001	X ² =31,73 g.l.=6 p<0,001	X ² =30,18 g.l.=4 P<0,001
Estate 05		X ² =28,64 g.l.=6 p<0,001	X ² =12,55 g.l.=7 P>0,05	X ² =18,94 g.l.=4 P<0,001
Inverno 05-06			X ² =15,99 g.l.=7 p<0,05	X ² =32,21 g.l.=5 P<0,001
Estate 06				X ² =9,48 g.l.=6 p>0,05

Tabella 7. Valore del test di chi-quadro (X²), gradi di libertà e significatività (p) delle differenze stagionali nella dieta dei lupi dell'area Marittime-Varaita.

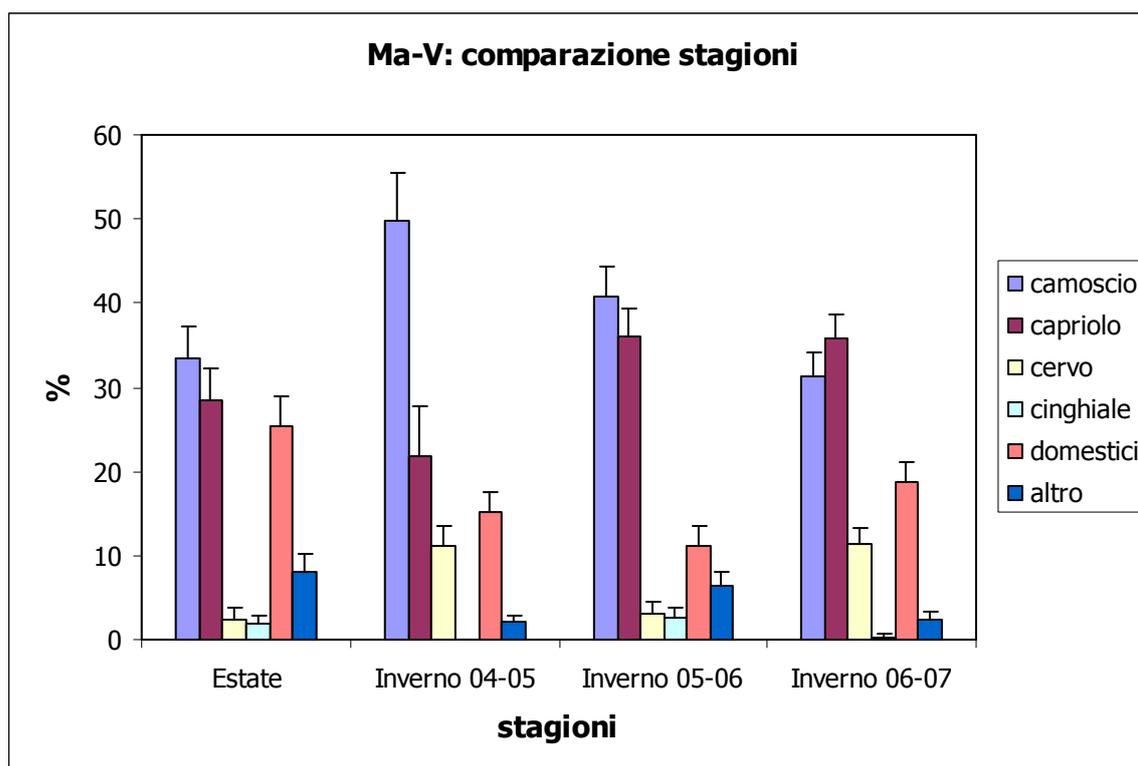


Figura 6. Frequenza relativa delle occorrenze ed errore standard delle categorie alimentari nella dieta dei lupi dell'area Marittime-Varaita dall'inverno 0405 all'inverno 0607. Le estati 05 e 06 sono state accorpate (p>0,05).

Area Torino

Su un totale di 718 escrementi analizzati, sono state riscontrate 17 categorie alimentari e 734 occorrenze.

In riferimento alla stagione estiva, il campione analizzato è di 171 escrementi e 161 occorrenze. La dieta delle estati 05 e 06 non risulta significativamente diversa ($p > 0,05$) (tabella 8), quindi le due estati sono state accorpate. Gli ungulati selvatici rappresentano il $76,27\% \pm 3,2\%$ SE delle occorrenze, i domestici il $18,64\% \pm 2,9\%$ SE. Il capriolo e il cervo sono le categorie più utilizzate ($25,99\% \pm 3,3\%$ SE), seguite dal camoscio ($22,60\% \pm 3,1\%$ SE) (figura 7). Il contributo alla dieta dei piccoli mammiferi è del $2,8\% \pm 1,2\%$ SE. Il consumo dei piccoli dell'anno è del $19,77\% \pm 2,9\%$ SE (23 caprioli, 7 camosci, 3 cervi, 2 cinghiali).

In riferimento alla stagione invernale, il campione analizzato è di 547 escrementi e 722 occorrenze. La dieta dell'inverno 0607 risulta significativamente diversa ($p < 0,001$) da quella degli inverni 0405 e 0506 (tabella 8). Nell'inverno 0405, gli ungulati selvatici rappresentano il $94,62\% \pm 1,67\%$ SE delle occorrenze, i domestici l' $1,61\% \pm 0,92\%$ SE. Il cervo è la categoria alimentare più utilizzata ($50,54\% \pm 3,7\%$ SE), seguita dal capriolo ($38,71\% \pm 3,55\%$ SE). Il contributo alla dieta dei piccoli mammiferi è del $3,22\% \pm 1,33\%$ SE. Nell'inverno 0506, gli ungulati selvatici rappresentano il $95,30\% \pm 1,7\%$ SE delle occorrenze, i domestici l' $1,34\% \pm 0,93\%$ SE. Il cervo è la categoria alimentare più utilizzata ($49,66\% \pm 4,07\%$ SE), seguita dal capriolo ($36,05\% \pm 3,94\%$ SE). Il contributo alla dieta dei piccoli mammiferi è dell' $1,34\% \pm 0,93\%$ SE. Nell'inverno 0607, gli ungulati selvatici rappresentano il $92,79\% \pm 1,7\%$ SE delle occorrenze, i domestici il $4,95\% \pm 1,45\%$ SE. Il cervo è la categoria alimentare più utilizzata ($61,71\% \pm 3,31\%$ SE), seguita dal capriolo ($19,37\% \pm 2,61\%$ SE) (figura 7). Il contributo alla dieta dei piccoli mammiferi è dell' $1,35\% \pm 0,76\%$ SE.

La dieta delle stagioni estive risulta significativamente diversa da quella delle stagioni invernali ($p < 0,001$) (tabella 8).

	Estate 05	Inverno 05-06	Estate 06	Inverno 06-07
	$X^2=55,55$	$X^2=4,26$	$X^2=86,92$	$X^2=18,49$
Inverno 04-05	g.l.=4 $p<0,001$	g.l.=2 $P>0,05$	g.l.=4 $p<0,001$	g.l.=2 $P<0,001$
Estate 05		$X^2=29,58$ g.l.=4 $p<0,001$	$X^2=6,20$ g.l.=4 $P>0,05$	$X^2=48,13$ g.l.=4 $P<0,001$
Inverno 05-06			$X^2=51,51$ g.l.=4 $p<0,001$	$X^2=11,82$ g.l.=2 $P<0,001$
Estate 06				$X^2=64,47$ g.l.=4 $P<0,001$

Tabella 8. Valore del test di chi-quadro (X^2), gradi di libertà e significatività (p) delle differenze stagionali nella dieta dei lupi dell'area Torino.

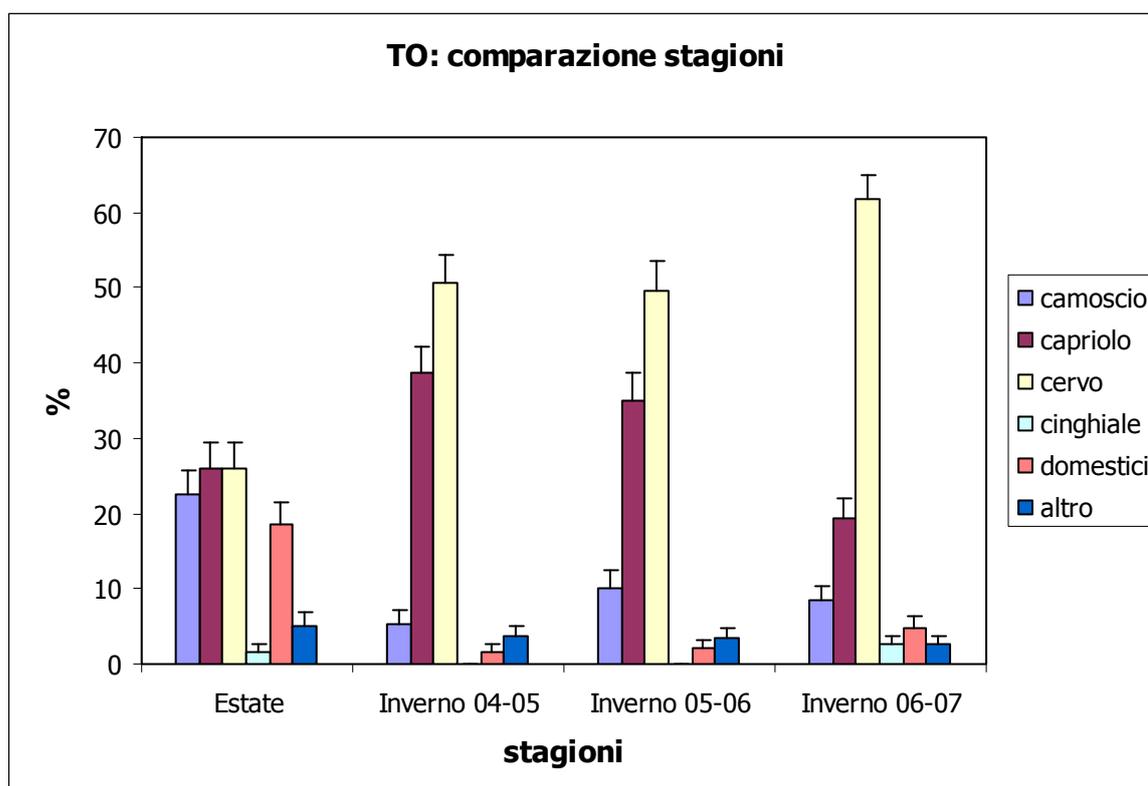


Figura 7. Frequenza relativa delle occorrenze ed errore standard delle categorie alimentari nella dieta dei lupi dell'area Torino dall'inverno 0405 all'inverno 0607. Le estati 05 e 06 sono state accorpate ($p>0,05$).

Confronto tra le aree di studio

Confrontando tra loro le aree per ogni singola stagione di studio, le differenze nella dieta risultano statisticamente significative in tutti i casi con la sola eccezione delle aree Alpi Liguri e Marittime-Varaita nell'estate 06. Nelle stagioni invernali le differenze risultano maggiori che nelle stagioni estive (tabella 9).

Inverno 04-05				Estate 05			
	Ma-Va	A.Lig.	B-CM		Ma-Va	A.Lig.	B-CM
To	$X^2=165,47$ g.l. = 4 $P<0,001$	$X^2=277,27$ g.l.=4 $P<0,001$	$X^2=129,84$ g.l.=4 $P<0,001$	To	$X^2=30,61$ g.l. = 5 $P<0,001$	$X^2=38,19$ g.l. = 5 $P<0,001$	$X^2=42,09$ g.l. = 7 $P<0,001$
Ma-Va		$X^2=184,33$ g.l.=5 $P<0,001$	$X^2=175,27$ g.l.=6 $P<0,001$	Ma-Va		$X^2=12,42$ g.l. =5 $P<0,05$	$X^2=44,47$ g.l.=7 $P<0,001$
A.Lig.			$X^2=24,94$ g.l.=4 $P<0,001$	A.Lig.			$X^2=32,18$ g.l.=7 $P<0,001$

Inverno 05-06				Estate 06			
	Ma-Va	A.Lig.	B-CM		Ma-Va	A.Lig.	B-CM
To	$X^2=119,61$ g.l.=5 $P<0,001$	$X^2=158,90$ g.l.=4 $P<0,001$	$X^2=114,30$ g.l.=7 $P<0,001$	To	$X^2=18,03$ g.l. = 6 $P<0,01$	$X^2=43,85$ g.l. = 5 $P<0,001$	$X^2=41,45$ g.l. = 7 $P<0,001$
Ma-Va		$X^2=111,11$ g.l.=6 $P<0,001$	$X^2=87,69$ g.l.=7 $P<0,001$	Ma-Va		$X^2=10,70$ g.l. =5 $P>0,05$	$X^2=27,67$ g.l.=7 $P<0,001$
A.Lig.			$X^2=38,29$ g.l.=6 $P<0,001$	A.Lig.			$X^2=37,92$ g.l.=6 $P<0,001$

Inverno 06-07				
	Ma-Va	A.Lig.	B-CM	VCO
To	$X^2=157,95$ g.l.=4 $P<0,001$	$X^2=289,87$ g.l.=4 $P<0,001$	$X^2=146,23$ g.l.=7 $P<0,001$	$X^2=63,40$ g.l.=7 $P<0,001$
Ma-Va		$X^2=187,77$ g.l.=5 $P<0,001$	$X^2=205,28$ g.l.=7 $P<0,001$	$X^2=56,29$ g.l.=7 $P<0,001$
A.Lig.			$X^2=113,24$ g.l.=6 $P<0,001$	$X^2=25,27$ g.l.=7 $P<0,001$
B-CM			$X^2=109,72$ g.l.=6 $P<0,001$	$X^2=27,63$ g.l.=9 $P<0,001$

Tabella 9. Valore del test di chi-quadro (X^2), gradi di libertà e significatività (p) delle differenze stagionali nella dieta dei lupi tra le cinque aree di studio.

Predazione di ungulati selvatici su neve

L'analisi delle carcasse ritrovate nell'inverno 0405 evidenzia che il capriolo è la specie più consumata dal lupo nelle aree Alpi Liguri (58,33%) e Torino (66,67%), mentre nell'area Marittime-Varaita è il camoscio (66,67%) (tabella 10). Nell'inverno 0506 il capriolo rimane la specie più consumata dal lupo nell'area Alpi Liguri (50%) mentre nell'area Torino diventa il cervo (47,62%), e nell'area Marittime-Varaita rimane il camoscio (55%) (tabella 11). Nell'inverno 0607 il camoscio rimane la specie più consumata dal lupo nell'area Marittime-Varaita (58,82%) mentre il cinghiale lo diviene nell'area Alpi Liguri (50%) e il capriolo nell'area Torino (44,44%). Il daino risulta la specie più consumata nell'area Borbera-Capanne di Marcarolo (83%) (tabella 12).

	A.Lig (n=12)	Ma-V (n=9)	To (n=9)
Capriolo	0,5833	0,0000	0,6667
Camoscio	0,0833	0,6667	0,0000
Cervo	0,0000	0,3333	0,3333
Cinghiale	0,3333	0,0000	0,0000

Tabella 10 : Percentuale di ritrovamento delle carcasse consumate dal lupo nelle aree di studio nell'inverno 2004-2005.

	A.Lig (n=24)	Ma-V (n=20)	To (n=21)
Capriolo	0,5000	0,3000	0,3810
Camoscio	0,1667	0,5500	0,0000
Cervo	0,1250	0,0500	0,4762
Cinghiale	0,2083	0,0000	0,0476
Mufone	0,0000	0,1000	0,0952

Tabella 11 : Percentuale di ritrovamento delle carcasse consumate dal lupo nelle aree di studio nell'inverno 2005-2006.

	A.Lig (n=6)	Ma-V (n=17)	To (n=18)	B-CM (n=6)
Capriolo	0,3333	0,2941	0,4444	0,1700
Camoscio	0,1667	0,5882	0,0556	0,0000
Cervo	0,0000	0,0000	0,3889	0,0000
Cinghiale	0,5000	0,0588	0,0000	0,0000
Muflone	0,0000	0,0000	0,1111	0,0000
Stambecco	0,0000	0,0588	0,0000	0,0000
Daino	0,0000	0,0000	0,0000	0,8300

Tabella 12: Percentuale di ritrovamento delle carcasse consumate dal lupo nelle aree di studio nell'inverno 2006-2007.

Nicchia trofica

L'indice standardizzato di nicchia trofica di Levin's presenta valori maggiori nelle stagioni estive e minori nelle stagioni invernali per tutte le aree ad eccezione delle aree Marittime-Varaita e Alpi Liguri per l'inverno 0506. Nelle stagioni estive l'area Borbera-Capanne di Marcarolo presenta i valori più alti dell'indice (0,55 nell'est. 05; 0,81 nell'est.06). L'area Torino presenta i valori più bassi nelle stagioni invernali (0,20 nell'inv.0405 e 0506; 0,13 nell'inv.0607) (tabella 13).

	Inv.04-05	Est.05	Inv.05-06	Est.06	Inv.06-07
B-CM	0,54	0,56	0,54	0,81	0,45
A.Lig.	0,25	0,45	0,45	0,42	0,21
Ma-V	0,35	0,36	0,38	0,38	0,27
To	0,21	0,30	0,20	0,45	0,13
VCO					0,48

Tabella 13. Indice di ampiezza di nicchia trofica di Levin's nella forma standardizzata ($0 \div 1$), calcolato per ogni area in ogni stagione.

4.2.3. La dieta del lupo nei diversi branchi della Regione Piemonte

Area di studio "Alpi Liguri"

Branco Tanaro

Su un totale di 143 escrementi, sono state riscontrate 8 categorie alimentari e 159 occorrenze.

In riferimento alla stagione estiva, il campione analizzato è di 44 escrementi e 50 occorrenze. La dieta delle estati 05 e 06 risultano significativamente diverse ($p < 0,01$) (tabella 14). Il camoscio è la categoria alimentare più utilizzata in entrambe le estati, (54,05% nell'estate 05; 46,15% nell'estate 06). La dieta delle due estati è dominata dagli ungulati selvatici (75,67% \pm 7,1% ES nell'estate 05; 100% nell'estate 06). Nell'estate 05 i domestici rappresentano il 24,32% \pm 7,1% ES della frequenza (capra: 21,62% \pm 6,9% ES) mentre nell'estate 06 non si registrano occorrenze di domestici nella dieta (figura 8). Il consumo dei piccoli dell'anno nell'estate 05 è del 59,45% \pm 8,1% ES (19 camosci, 3 caprioli), nell'estate 06 è del 15,38% \pm 10,1% ES (2 camosci).

In riferimento alla stagione invernale, il campione analizzato è di 102 escrementi e 109 occorrenze. La dieta dell'inverno 0506 non risulta significativamente diversa da quella degli altri due inverni ($p > 0,05$); la dieta degli inverni 0405 e 0607 risulta invece diversa ($p < 0,05$) (tabella 14). Negli inverni 0405 e 0506 la capra è la categoria alimentare più utilizzata (rispettivamente 44,44% \pm 7,3% ES e 34,78% \pm 9,7% ES) mentre nell'inverno 0607 è il cinghiale insieme al camoscio (entrambi col 26,19% \pm 6,9% ES) (figura 8). La dieta dei tre inverni è rappresentata soprattutto dagli ungulati selvatici (51,11% \pm 7,6% ES nell'inverno 0405; 60,86% \pm 10,4% ES nell'inverno 0506; 73,80% \pm 6,8% ES nell'inverno 0607).

	Estate 05	Inverno 05-06	Estate 06	Inverno 06-07
Inverno 04-05	$X^2=19,92$ g.l.=3 P<0,001	$X^2=1,35$ g.l.=4 P>0,5	$X^2=13,79$ g.l.=3 P<0,01	$X^2=10,49$ g.l.=3 P<0,05
Estate 05		$X^2=21,93$ g.l.=5 p<0,001	$X^2=11,74$ g.l.=3 P<0,01	$X^2=13,83$ g.l.=3 P<0,01
Inverno 05-06			$X^2=14,72$ g.l.=5 p<0,05	$X^2=7,57$ g.l.=4 P>0,05
Estate 06				$X^2=3,57$ g.l.=3 P>0,05

Tabella 14. Valore del test di chi-quadro (X^2), gradi di libertà e significatività (p) delle differenze stagionali nella dieta dei lupi del branco Tanaro.

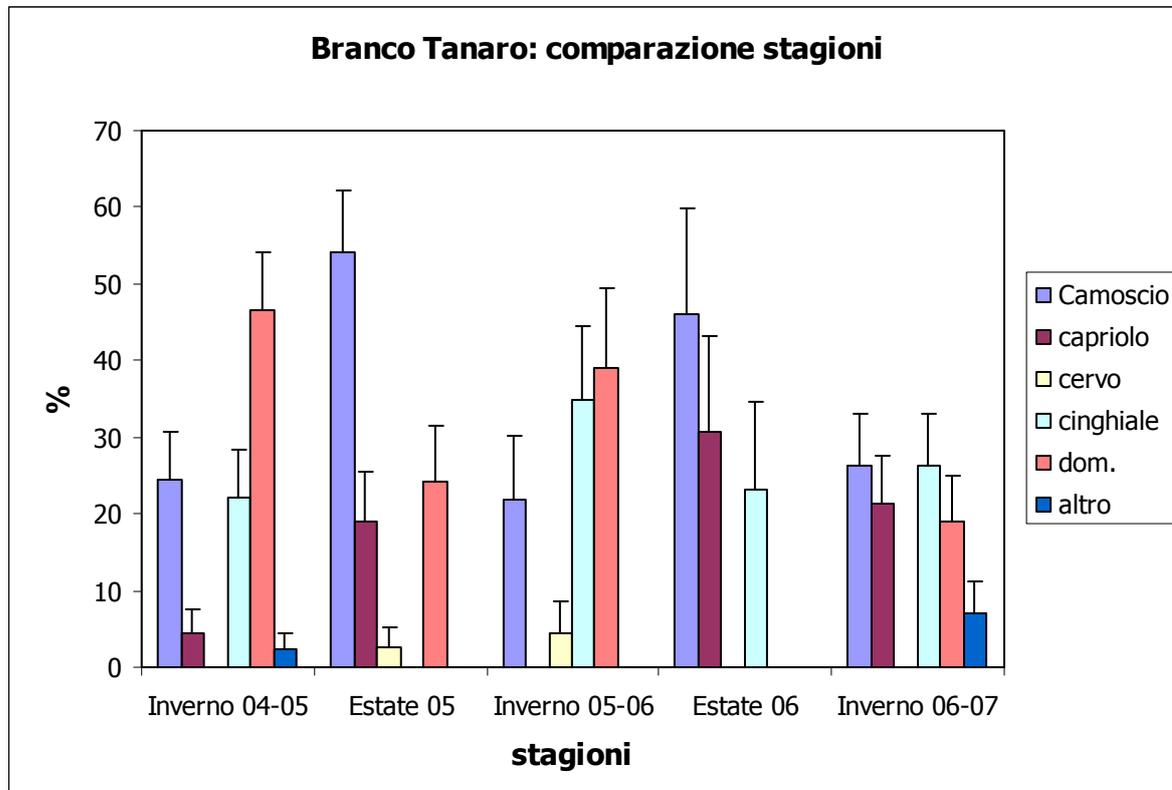


Figura 8. Frequenza relativa delle occorrenze ed errore standard delle categorie alimentari nella dieta dei lupi del branco Tanaro nelle cinque stagioni di studio.

Branco Casotto

Su un totale di 271 escrementi, sono state riscontrate 10 categorie alimentari e 310 occorrenze.

In riferimento alla stagione estiva, il campione analizzato è di 39 escrementi e 45 occorrenze. La dieta delle estati 05 e 06 non risulta significativamente diversa ($p > 0,05$) (tabella 15), quindi le due estati sono state accorpate. Gli ungulati selvatici rappresentano il $91\% \pm 4,2\%$ ES delle occorrenze, i domestici il $9\% \pm 4,1\%$ ES. Il cinghiale è la categoria alimentare più utilizzata ($48,89\% \pm 7,3\%$ ES) (figura 9). Il consumo dei piccoli dell'anno è del $26,09\% \pm 6,6\%$ ES (6 camosci, 6 caprioli).

In riferimento alla stagione invernale, il campione analizzato è di 232 escrementi e 265 occorrenze. La dieta dei tre inverni non risulta significativamente diversa ($p > 0,05$) (tabella 15), quindi i tre inverni sono stati accorpate. Gli ungulati selvatici rappresentano il $78,87\% \pm 2,5\%$ ES delle occorrenze, i domestici il $19,62\% \pm 2,4\%$ ES (capra: $18,11\% \pm 2,3\%$ ES). Il cinghiale è la categoria alimentare più utilizzata ($58,11\% \pm 2,9\%$ ES) (figura 9).

	Estate 05	Inverno 0506	Estate 06	Inverno 0607
Inverno 04-05	$X^2=15,59$ g.l.=5 $P<0,01$	$X^2=0,08$ g.l.=4 $p>0,5$	$X^2=11,97$ g.l.=4 $P<0,05$	$X^2=6,30$ g.l.=3 $P>0,05$
Estate 05		$X^2=15,84$ g.l.=5 $P<0,01$	$V=5,34$ g.l.=7 $P>0,05$	$X^2=17,19$ g.l.=5 $p<0,01$
Inverno 05-06			$X^2=14,12$ g.l.=4 $p<0,01$	$X^2=5,03$ g.l.=3 $P>0,05$
Estate 06				$X^2=6,67$ g.l.=4 $P>0,05$

Tabella 15. Valore del test di chi-quadro (X^2), gradi di libertà e significatività (p) delle differenze stagionali nella dieta dei lupi del branco Casotto.

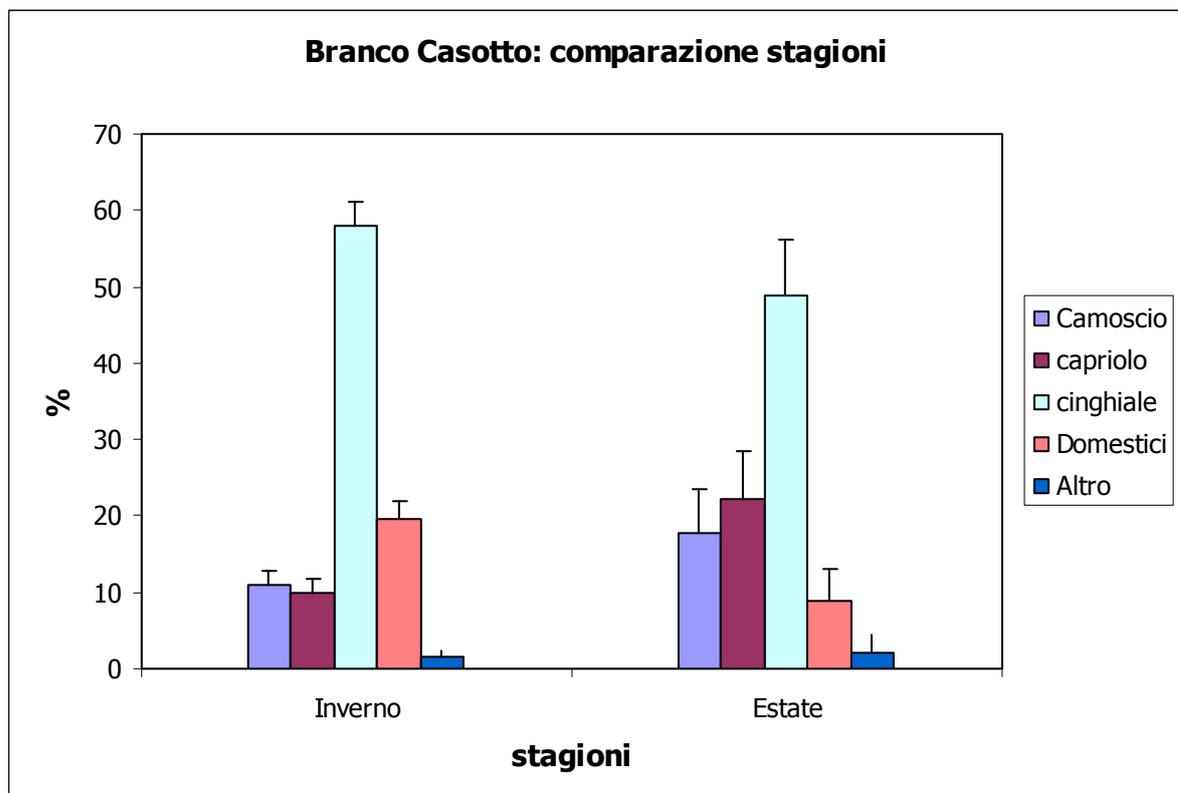


Figura 9. Frequenza relativa delle occorrenze ed errore standard delle categorie alimentari nella dieta dei lupi del branco Casotto dall'inverno 0405 all'inverno 0607. Gli inverni 0405, 0506 e 0607 sono stati accorpati, così come le estati 05 e 06 ($p>0,05$).

Branco Pesio

Su un totale di 477 escrementi, sono state riscontrate 14 categorie alimentari e 538 occorrenze.

In riferimento alla stagione estiva, il campione analizzato è di 95 escrementi e 106 occorrenze. La dieta delle estati 05 e 06 risulta diversa ($p < 0,05$) (tabella 16). Nell'estate 05, gli ungulati selvatici rappresentano il $47,36\% \pm 8\%$ ES della dieta, i domestici il $44,73\% \pm 8\%$ ES. La capra è la categoria alimentare più utilizzata ($36,84\% \pm 7,8\%$ ES). Nell'estate 06, gli ungulati selvatici rappresentano il $61,76\% \pm 5,7\%$ ES della dieta, i domestici il $30,88\% \pm 5,5\%$ ES. Il capriolo è la categoria alimentare più utilizzata ($32,35\% \pm 5,6\%$ ES) (figura 10). Il consumo dei piccoli dell'anno è del $39,47\% \pm 7,8\%$ ES nell'estate '05 (9 caprioli, 4 camosci, 2 cervi) e del $19,11\% \pm 4,8\%$ ES nell'estate '06 (8 caprioli, 5 camosci).

In riferimento alla stagione invernale, il campione analizzato è di 382 escrementi e 432 occorrenze. La dieta dell'inverno 0506 risulta significativamente diversa da quella degli altri inverni ($p < 0,001$) mentre la dieta degli inverni 0405 e 0607 non risultano significativamente diverse ($p > 0,05$) (tabella 16). Nei due inverni 0405 e 0607 il cinghiale è la categoria alimentare più utilizzata ($48,72\% \pm 4\%$ ES nell'inverno 0405; $44,83\% \pm 41,68\%$ ES nell'inverno 0607). Nell'inverno 0506, la categoria alimentare più utilizzata è il capriolo ($52,67\% \pm 4,3\%$ ES) (figura 10). La dieta dei tre inverni è dominata dagli ungulati selvatici ($86,54\% \pm 2,7\%$ ES nell'inverno 0405; $86,25\% \pm 2,9\%$ ES nell'inverno 0506; $88,96\% \pm 2,6\%$ ES nell'inverno 0607).

	Estate 05	Inverno 05-06	Estate 06	Inverno 06-07
Inverno 04-05	$\chi^2=48,74$ g.l.=6 $P<0,001$	$\chi^2=31,36$ g.l.=4 $P<0,001$	$\chi^2=40,81$ g.l.=5 $p<0,001$	$\chi^2=5,23$ g.l.=4 $P>0,05$
Estate 05		$\chi^2=34,08$ g.l.=6 $P<0,001$	$\chi^2=17,96$ g.l.=7 $P<0,05$	$\chi^2=50,46$ g.l.=6 $p<0,001$
Inverno 05-06			$\chi^2=33,62$ g.l.=6 $p<0,001$	$\chi^2=23,34$ g.l.=4 $P<0,001$
Estate 06				$\chi^2=38,71$ g.l.=6 $P<0,001$

Tabella 16: Valore del test di chi-quadro (χ^2), gradi di libertà e significatività (p) delle differenze stagionali nella dieta dei lupi del branco Pesio.

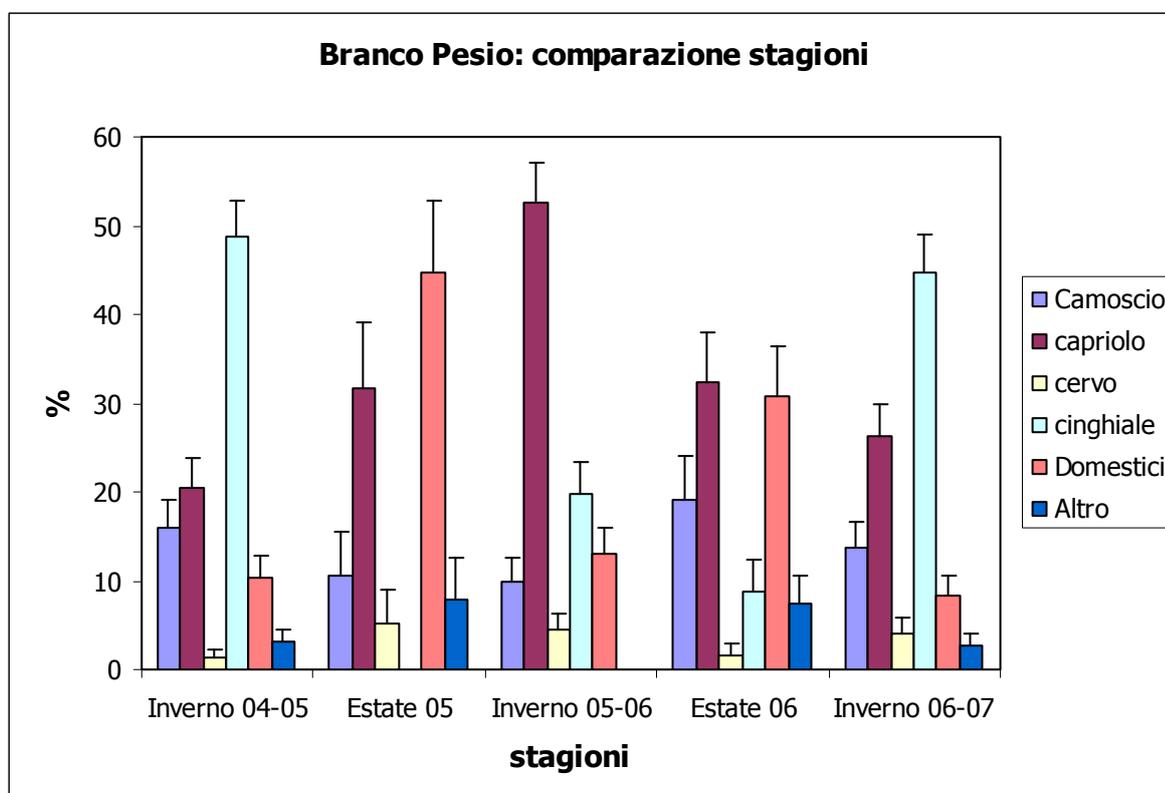


Figura 10. Frequenza relativa delle occorrenze ed errore standard delle categorie alimentari nella dieta dei lupi del branco Pesio nelle dall'inverno 0405 all'inverno 0607.

Confronto tra i branchi presenti nell'area di studio Alpi Liguri

La dieta invernale dei tre branchi risulta, nelle tre stagioni invernali, significativamente diversa (Appendice, tabella 23, 24 e 25). Nell'estate 05 la dieta dei branchi risulta significativamente diversa, mentre nell'estate successiva dal confronto tra la dieta del branco Tanaro e quella degli altri due branchi, risulta una differenza non significativa ($p > 0,05$) (Appendice, tabella 26 e 27).

Area Marittime-Varaita

Branco Valle Gesso

Su un totale di 37 escrementi, sono state riscontrate 4 categorie alimentari e 40 occorrenze. Gli ungulati selvatici rappresentano l'82,50% \pm 5,9% ES delle occorrenze, i domestici il 17,50% \pm 5,8% ES. Il camoscio è la categoria alimentare più utilizzata (72,50% \pm 6,9% ES) (figura 11). Il campione raccolto si riferisce al solo inverno 0607.

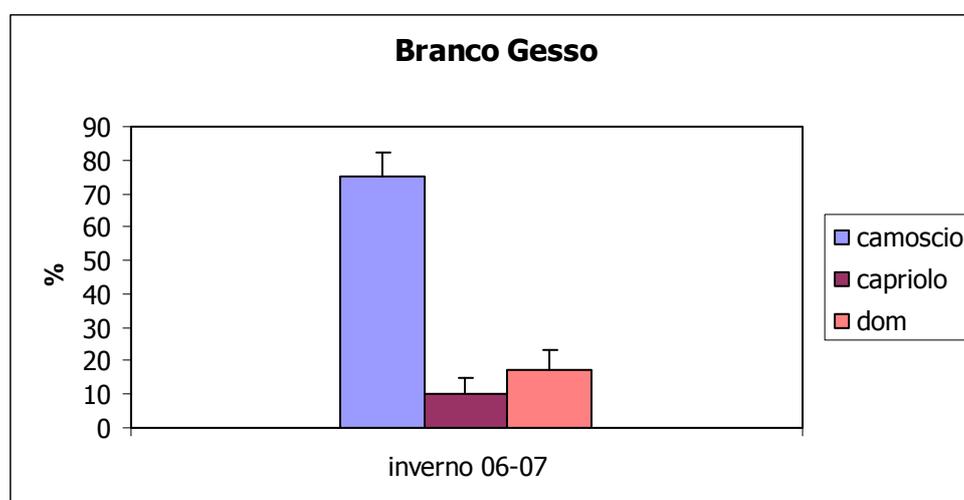


Figura 11. Frequenza relativa delle occorrenze ed errore standard delle categorie alimentari nella dieta dei lupi del branco Sabbione nell'inverno 0607.

Branco Stura-bassa

Su un totale di 307 escrementi, sono state riscontrate 12 categorie alimentari e 347 occorrenze.

In riferimento alla stagione estiva, il campione analizzato è di 44 escrementi e 47 occorrenze. La dieta delle estati 05 e 06 non risulta significativamente diversa ($p > 0,05$) (tabella 17), quindi le due estati sono state accorpate. Gli ungulati selvatici rappresentano il $63,83\% \pm 7\%$ ES delle occorrenze, i domestici il $29,79\% \pm 6,7\%$ ES (di cui pecora: $19,15\% \pm 5,8\%$ ES). Il capriolo è la categoria alimentare più utilizzata ($31,91\% \pm 6,7\%$ ES) (figura 12). Il consumo dei piccoli dell'anno è del $17,02\% \pm 5,3\%$ ES (5 caprioli e 3 camosci).

In riferimento alla stagione invernale, il campione analizzato è di 263 escrementi e 285 occorrenze. La dieta degli tre inverni risulta significativamente diversa ($p < 0,05$ per gli inverni 0405 e 0506 e gli inverni 0405 e 0607; $p < 0,001$ per gli inverni 0506 e 0607) (tabella 17). Nell'inverno 0405 il camoscio è la categoria alimentare più utilizzata ($46,15\% \pm 5,6\%$ ES). Nei due inverni 0506 e 0607, la specie più utilizzata è invece il capriolo (rispettivamente $44,83\% \pm 5\%$ ES e $26,61\% \pm 4,2\%$ ES) (figura 12). La dieta dei tre inverni è dominata dagli ungulati selvatici ($85,90\% \pm 3,7\%$ ES nell'inverni 0405; $93,81\% \pm 2,4\%$ ES nell'inverni 0506; $77,06\% \pm 3,9\%$ ES nell'inverni 0607).

	Estate 05	Inverno 05-06	Estate 06	Inverno 06-07
Inverno 04-05	$X^2=37,39$ g.l.=7 $p<0,001$	$X^2=14,91$ g.l.=6 $p<0,5$	$X^2=20,38$ g.l.=8 $p<0,01$	$X^2=18,08$ g.l.=5 $p<0,01$
Estate 05		$X^2=42,83$ g.l.=7 $p<0,001$	$X^2=14,19$ g.l.=8 $P>0,05$	$X^2=21,78$ g.l.=9 $p<0,01$
Inverno 05-06			$X^2=16,03$ g.l.=8 $p<0,05$	$X^2=34,04$ g.l.=5 $P<0,001$
Estate 06				$X^2=16,18$ g.l.=7 $p<0,05$

Tabella 17. Valore del test di chi-quadro (X^2), gradi di libertà e significatività (p) delle differenze stagionali nella dieta dei lupi del branco Stura-bassa.

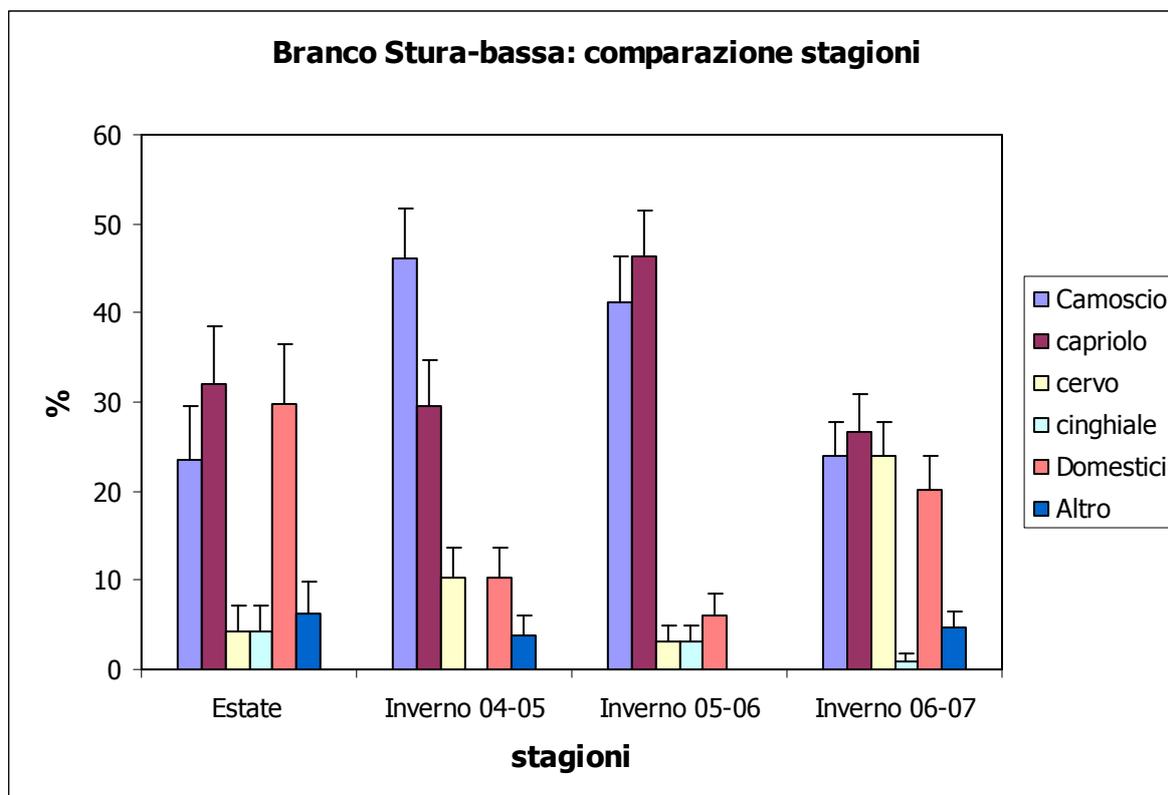


Figura 12. Frequenza relativa delle occorrenze ed errore standard delle categorie alimentari nella dieta dei lupi del branco Stura-bassa dall'inverno 0405 all'inverno 0607. Le estati 05 e 06 sono state accorpate ($p>0,05$).

Branco Stura-alta

Su un totale di 101 escrementi, sono state riscontrate 7 categorie alimentari e 112 occorrenze.

Nell'estate 05 il campione analizzato è di 20 escrementi e 20 occorrenze. Gli ungulati selvatici rappresentano il 65% \pm 10,6% ES delle occorrenze, i domestici il 25% \pm 9,7% ES. Il camoscio è la categoria alimentare più utilizzata (50% \pm 11% ES) (figura 13). Il consumo dei piccoli dell'anno è del 35% \pm 10,3% ES (7 camosci).

Nell'inverno 0405 il campione analizzato è di 81 escrementi e 92 occorrenze. La dieta è dominata dagli ungulati selvatici (85,87% \pm 3,6% ES). Il camoscio è la categoria alimentare più utilizzata (48,91% \pm 5,2% ES) (figura 13).

	Estate 05
	$X^2=14,80$
Inverno 04-05	g.l.=5
	$p<0,05$

Tabella 18. Valore del test di chi-quadro (X^2), gradi di libertà e significatività (p) delle differenze stagionali nella dieta dei lupi del branco Stura-alta.

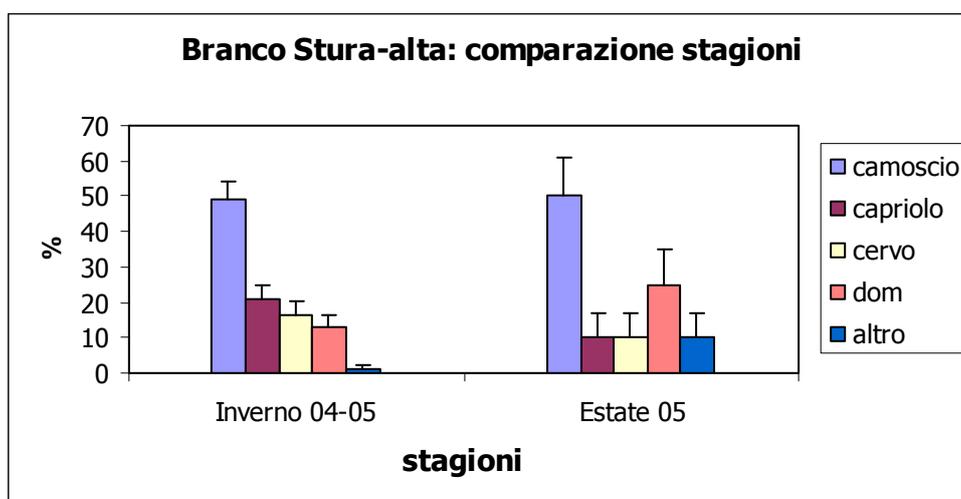


Figura 13. Frequenza relativa delle occorrenze ed errore standard delle categorie alimentari nella dieta dei lupi del branco Stura-alta nell'inverno 0405 e nell'estate 05.

Su un totale di 216 escrementi, sono state riscontrate 10 categorie alimentari e 222 occorrenze.

In riferimento alla stagione estiva, il campione analizzato è di 48 escrementi e 51 occorrenze. La dieta delle estati 05 e 06 non risulta diversa ($p > 0,05$) (tabella 19), quindi le due estati sono state accorpate. Gli ungulati selvatici rappresentano il 68,63% \pm 6,6% ES delle occorrenze, i domestici il 27,45% \pm 6,1% ES. Il capriolo è la categoria alimentare più utilizzata (45% \pm 7% ES) (figura 14). Il consumo dei piccoli dell'anno è del 3,92% \pm 2,6% ES (2 camosci).

In riferimento alla stagione invernale, il campione analizzato è di 168 escrementi e 171 occorrenze. La dieta degli inverni 0506 e 0607 risultano significativamente diverse ($p < 0,001$) (tabella 19). Nell'inverni 0506 il camoscio è la categoria alimentare più utilizzata (37,70% \pm 6,2% ES); importante è la presenza del muflone (19,67% \pm 5,1% ES). Nell'inverni 0607, la specie più utilizzata è invece il capriolo (60,19% \pm 4,7% ES) (figura 14). In entrambe le stagioni invernali gli ungulati selvatici dominano la dieta (78,68% \pm 5,1% ES nell'inverno 0506; 78,70 \pm 3,8% ES nell'inverno 0607).

	Inverno 05-06	Estate 06	Inverno 06-07
	$X^2=20,79$	$X^2=5,77$	$X^2=16,44$
Estate 05	g.l.=6	g.l.=6	g.l.=7
	$p < 0,01$	$p > 0,05$	$p < 0,05$
		$X^2=9,37$	$X^2=52,51$
Inverno 05-06		g.l.=5	g.l.=5
		$p > 0,05$	$p < 0,001$
			$X^2=16,63$
Estate 06			g.l.=6
			$p < 0,05$

Tabella 19. Valore del test di chi-quadro (X^2), gradi di libertà e significatività (p) delle differenze stagionali nella dieta dei lupi del branco Varaita.

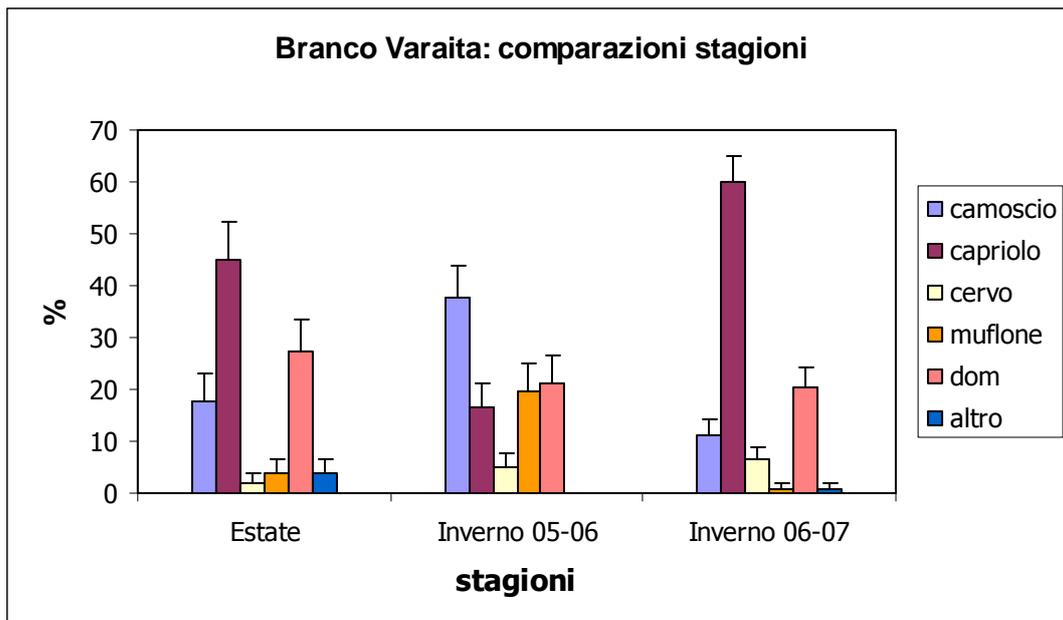


Figura 14. Frequenza relativa delle occorrenze ed errore standard delle categorie alimentari nella dieta dei lupi del branco Varaita dall'estate 05 all'inverno 0607. Le estati 05 e 06 sono state accorpate ($p > 0,05$).

Confronto tra i branchi presenti nell'area di studio Marittime-Varaita

La dieta invernale dei branchi risulta, nelle tre stagioni invernali, significativamente diversa ad eccezione dei branchi Stura-alta e Stura-bassa nell'inverno 0405 ($p > 0,05$) (Appendice, tabella 23).

Nell'estate 05 la dieta del branco Varaita risulta significativamente diversa da quella dei branchi Stura-alta ($p < 0,01$) e Stura-bassa ($p < 0,05$) mentre la dieta degli ultimi due risulta simile ($p > 0,05$). Nell'estate successiva la dieta dei branchi Stura e Varaita risulta simile ($p > 0,05$) (Appendice, tabelle 26 e 27).

Area Torino

Branco Germanasca

Su un totale di 18 escrementi, sono state riscontrate 4 categorie alimentari e 18 occorrenze. Gli ungulati selvatici rappresentano l'88,88% \pm 7,6% ES delle occorrenze, i domestici l'11,11% \pm 7,2% ES. Il cervo è la categoria alimentare più utilizzata (72,22% \pm 10% ES) (figura 15). Il campione si riferisce al solo inverno 0607.

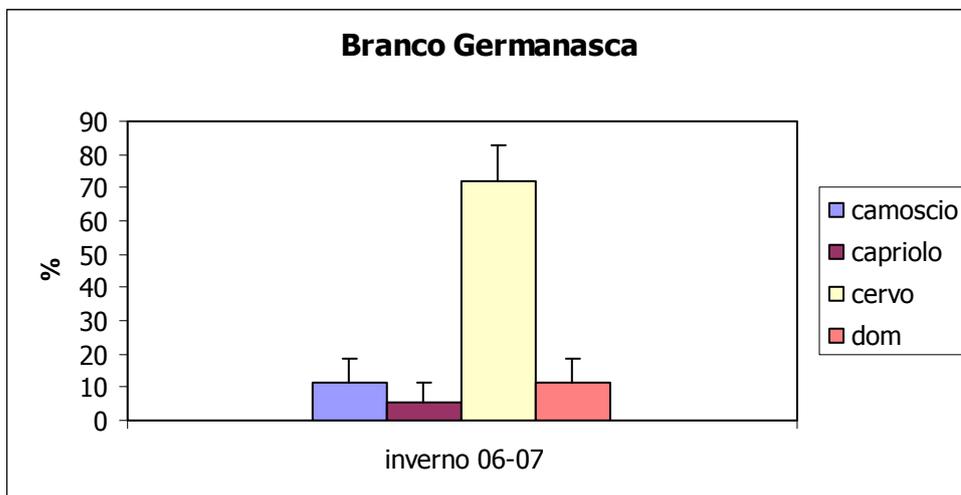


Figura 15. Frequenza relativa delle occorrenze ed errore standard delle categorie alimentari nella dieta dei lupi del branco Germanasca nell'inverno 0607.

Branco Val Chisone

Su un totale di 277 escrementi, sono state riscontrate 12 categorie alimentari e 282 occorrenze.

In riferimento alla stagione estiva, il campione analizzato è di 59 escrementi e 61 occorrenze. La dieta delle estati 05 e 06 non presenta differenze significative ($p > 0,05$) (tabella 20), quindi le due estati sono state accorpate. Gli ungulati selvatici rappresentano il $73,77\% \pm 5,5\%$ ES delle occorrenze, i domestici il $21,31\% \pm 5,3\%$ ES (di cui pecora: $16\% \pm 4,7\%$ ES). Il capriolo è la categoria alimentare più utilizzata ($29,51\% \pm 5,7\%$ ES) seguita dal camoscio ($27,87\% \pm 5,7\%$ ES) (figura 16). Il consumo dei piccoli dell'anno è del $18,03\% \pm 4,9\%$ ES (8 caprioli, 2 cervi, 1 camoscio).

In riferimento alla stagione invernale, il campione analizzato è di 218 escrementi e 221 occorrenze. La dieta degli inverni 0405 e 0607 risulta significativamente diversa ($p < 0,05$) mentre la dieta dell'inverno 0506 non risulta significativamente diversa da quella degli inverni 0405 e 0607 ($p > 0,05$) (tabella 20). Il cervo è la categoria alimentare più utilizzata nei tre inverni ($61,11\% \pm 8,51\%$ SE nell'inverno 0405; $51,85\% \pm 5,55\%$ SE nell'inverno 0506; $60,19\% \pm 4,84\%$ SE nell'inverno 0607), seguita dal capriolo ($36,11\% \pm 7,95\%$ SE; $28,40\% \pm 5,07\%$ SE; $19,42\% \pm 3,80\%$ SE) (figura 16). La dieta dei tre inverni è dominata dagli ungulati selvatici ($97,22\% \pm 2,77\%$ SE nell'inverno 0405; $96,30\% \pm 2,13\%$ SE nell'inverno 0506; $94,17\% \pm 2,32\%$ SE nell'inverno 0607).

	Estate 05	Inverno 05-06	Estate 06	Inverno 06-07
Inverno 04-05	$X^2=26,01$ g.l.=4 $p<0,001$	$X^2=5,66$ g.l. = 2 $P>0,05$	$X^2=27,49$ g.l.=4 $p<0,001$	$X^2=7,02$ g.l.=2 $p>0,05$
Estate 05		$X^2=19,02$ g.l.=4 $p<0,001$	$X^2=3,82$ g.l. =4 $p>0,05$	$X^2=26,09$ g.l.=4 $p<0,001$
Inverno 05-06			$X^2=24,11$ g.l.=4 $p<0,001$	$X^2=2,22$ g.l.=2 $p>0,05$
Estate 06				$X^2=33,52$ g.l.=4 $P<0,001$

Tabella 20. Valore del test di chi-quadro (X^2), gradi di libertà e significatività (p) delle differenze stagionali nella dieta dei lupi del branco Chisone.

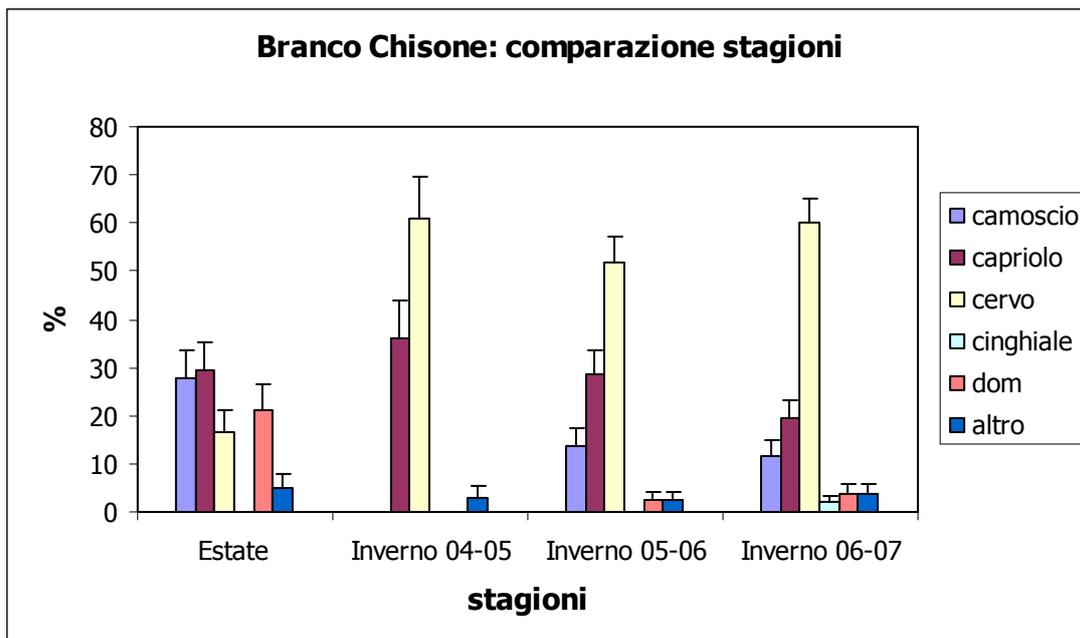


Figura 16. Frequenza relativa delle occorrenze ed errore standard delle categorie alimentari nella dieta dei lupi del branco Chisone dall'inverno 0405 all'inverno 0607. Le estati 05 e 06 sono state accorpate ($p>0,05$).

Branco Gran Bosco

Su un totale di 237 escrementi, sono state riscontrate 11 categorie alimentari e 240 occorrenze.

In riferimento alla stagione estiva, il campione analizzato è di 65 escrementi e 66 occorrenze. La dieta delle estati '05 e '06 non presenta differenze significative ($p > 0,05$) (tabella 21), quindi le due estati sono state accorpate. Gli ungulati selvatici rappresentano l'80% \pm 4,7% ES delle occorrenze, i domestici il 13,85% \pm 4,2% ES. Il cervo è la categoria alimentare più utilizzata (39,39% \pm 5,8% ES) (figura 17). Il consumo dei piccoli dell'anno è del 15,15% \pm 4,4% ES (4 caprioli, 3 camosci, 2 cervi, 1 cinghiale).

In riferimento alla stagione invernale, il campione analizzato è di 172 escrementi e 174 occorrenze. La dieta dell'inverno 0506 non risulta significativamente diversa da quella degli inverni 0405 e 0607 ($p > 0,05$) (tabella 21). La dieta degli inverni 0405 e 0607 risultano diverse ($p < 0,001$). Nell'inverno 0405 il capriolo è la categoria alimentare più utilizzata (48,53% \pm 5,9% ES). Nei due inverni successivi, è il cervo la categoria più importante (71,43% \pm 9,6% ES nell'inverno 0506; 64,71% \pm 5,2% ES nell'inverno 0607) (figura 17). La dieta dei tre inverni è dominata dagli ungulati selvatici (91,17% \pm 3,4% ES nell'inverno 0405; 100% nell'inverno 0506; 96,55% \pm 1,9% ES nell'inverno 0607).

	Estate 05	Inverno 05-06	Estate 06	Inverno 06-07
Inverno 04-05	$X^2=35,53$ g.l.=5 $p<0,001$	$X^2=4,92$ g.l. = 2 $p>0,05$	$X^2=31,74$ g.l.=5 $p<0,001$	$X^2=22,31$ g.l.=4 $p<0,001$
Estate 05		$X^2=14,28$ g.l.=4 $p<0,01$	$X^2=10,29$ g.l. =4 $p>0,05$	$X^2=28,20$ g.l.=6 $p<0,001$
Inverno 05-06			$X^2=13,46$ g.l.=4 $p<0,01$	$X^2=4,33$ g.l.=2 $p>0,05$
Estate 06				$X^2=16,58$ g.l.=5 $p<0,01$

Tabella 21. Valore del test di chi-quadro (X^2), gradi di libertà e significatività (p) delle differenze stagionali nella dieta dei lupi del branco Gran Bosco.

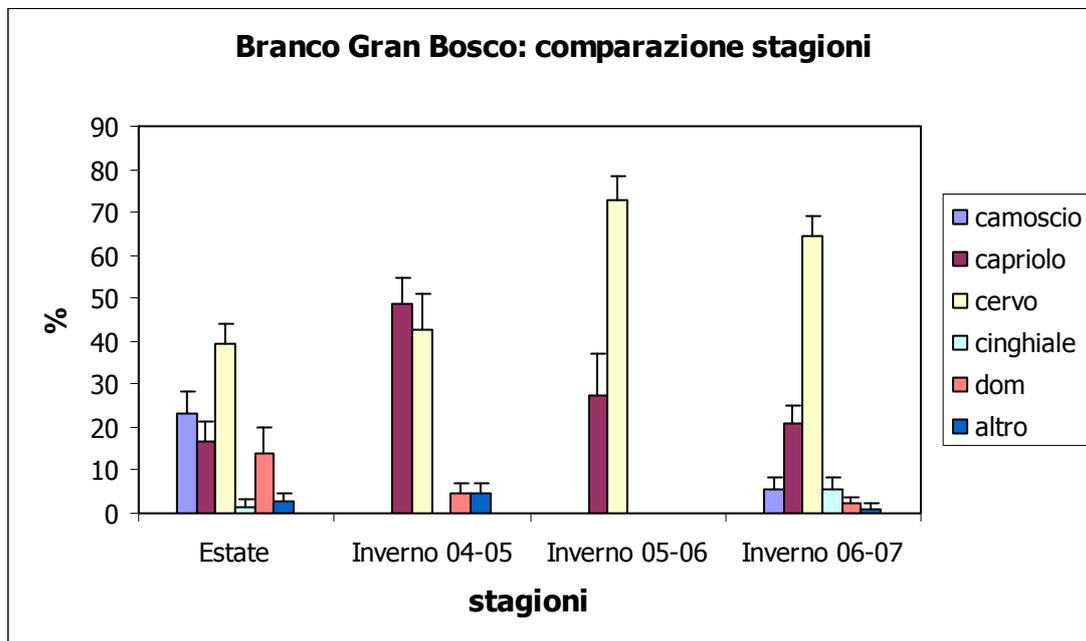


Figura 17. Frequenza relativa delle occorrenze ed errore standard delle categorie alimentari nella dieta dei lupi del branco Gran Bosco dall'inverno 0405 all'inverno 0607. Le estati 05 e 06 sono state accorpate ($p>0,05$).

Su un totale di 185 escrementi, sono state riscontrate 13 categorie alimentari e 192 occorrenze.

In riferimento alla stagione estiva, il campione analizzato è di 47 escrementi e 50 occorrenze. La dieta delle estati '05 e '06 non presenta differenze significative ($p > 0,05$) (tabella 22), quindi le due estati sono state accorpate. Gli ungulati selvatici rappresentano l'74% \pm 6,1% ES delle occorrenze, i domestici il 22,45% \pm 5,9% ES. Il capriolo è la categoria alimentare più utilizzata (34,69% \pm 6,7% ES) (figura 18). Il consumo dei piccoli dell'anno è del 28,57% \pm 6,4% ES (11 caprioli, 2 camosci, 1 cinghiale).

In riferimento alla stagione invernale, il campione analizzato è di 138 escrementi e 142 occorrenze. La dieta degli inv.0405 e 0506 non risulta significativamente diversa ($p > 0,05$). La dieta dell'inv. 0607 risulta invece diversa da quella dell' inv.'0405 ($p < 0,01$) e dell'inv.'0506 ($p < 0,05$) (tabella 22). Nell'inverno 0405 e 0607, il cervo è la categoria alimentare più utilizzata (rispettivamente 52,44% \pm 5,4% ES e 43,75% \pm 12,6% ES). Nell'inv.0506 è il capriolo la categoria più importante (54,55% \pm 7,5% ES) (figura 18). La dieta dei tre inverni è dominata dagli ungulati selvatici (96,34% \pm 2% ES nell'inv.'0405; 97,72% \pm 2,1% ES nell'inv.'0506; 75 % \pm 1°% ES nell'inv.'0607).

	Estate 05	Inverno 05-06	Estate 06	Inverno 06-07
	$X^2=22,52$	$X^2=5,80$	$X^2=32,65$	$X^2=17,65$
Inverno 04-05	g.l.=6 $p<0,001$	g.l. =5 $p>0,05$	g.l.=7 $p<0,001$	g.l.=4 $p<0,01$
Estate 05		$X^2=10,81$ g.l.=6 $p>0,05$	$X^2=7,65$ g.l. =7 $p>0,05$	$X^2=5,98$ g.l.=6 $p>0,05$
Inverno 05-06			$X^2=25,05$ g.l.=7 $p<0,001$	$X^2=11,53$ g.l.=4 $P<0,05$
Estate 06				$X^2=8,70$ g.l.=7 $p>0,05$

Tabella 22: Valore del test di chi-quadro (X^2), gradi di libertà e significatività (p) delle differenze stagionali nella dieta dei lupi del branco Bardonecchia.

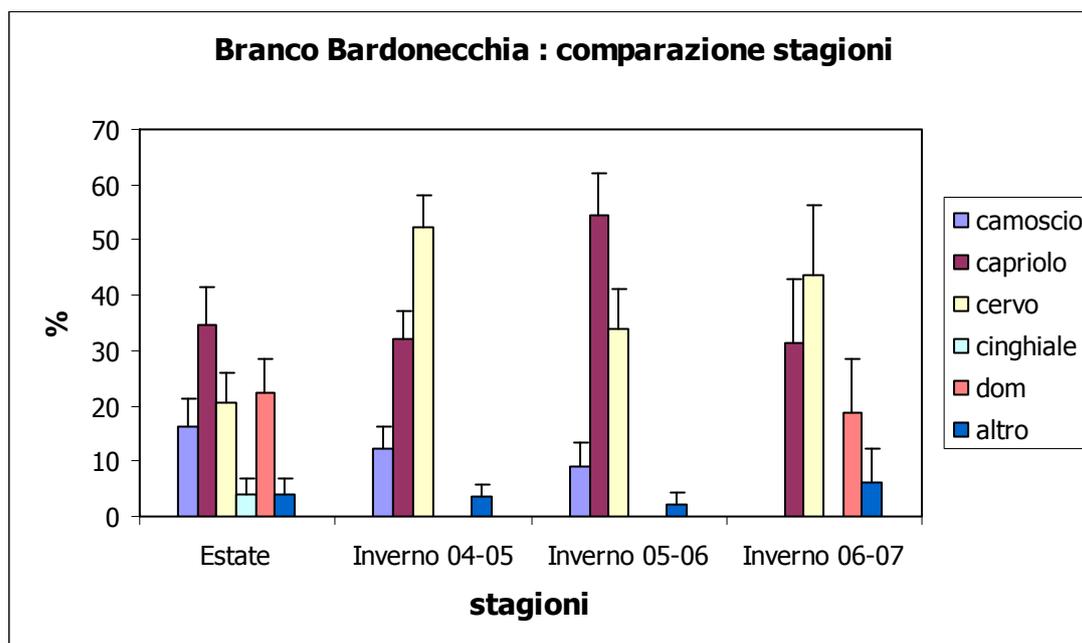


Figura 18. Frequenza relativa delle occorrenze ed errore standard delle categorie alimentari nella dieta dei lupi del branco Bardonecchia dall'inverno 0405 all'inverno 0607. Le estati 05 e 06 sono state accorpate ($p>0,05$).

Confronto tra i branchi presenti nell'area di studio Torino

Nelle stagioni invernali la dieta del branco Chisone risulta simile ($p > 0,05$) a quella del branco Gran Bosco in tutti gli inverni, e a quella del branco Bardonecchia nell'inverno 0405. Nell'inverno 0607, la dieta del branco Bardonecchia risulta simile a quella del branco Germanasca (Appendice, tabelle 23,24,25).

Nell'estate 05 la dieta dei branchi non presenta differenze significative, mentre nell'estate successiva dal confronto tra la dieta del branco Gran Bosco e quella del branco Chisone, risulta una differenza significativa ($p < 0,01$) (Appendice, tabelle 26 e 27).

Confronto tra tutti i branchi di lupo delle diverse aree di studio

Nelle stagioni invernali la dieta risulta diversa per tutti i branchi ad eccezione dei branchi Stura-bassa e Stura-alta nell'inverno 0405 (Appendice, tabella 23) e i branchi Stura-bassa e Bardonecchia nell'inverno 0607 ($p > 0,05$) (Appendice, tabella 25).

Nelle stagioni estive si riscontrano, invece, molti casi di differenze non significative ($p > 0,05$), soprattutto tra i branchi delle aree Alpi Marittime-Val Varaita e Torino (Appendice, tabelle 26 e 27).

Le differenze nella dieta dei branchi sono maggiori nelle stagioni invernali.

Disponibilità degli ungulati selvatici

Gli indici di transetto sono stati calcolati unicamente per i branchi Pesio, Stura-bassa, Varaita, Chisone e Gran Bosco. Per ogni branco, gli indici sono stati trasformati in proporzioni relative. Il territorio dei branchi Stura-bassa e Varaita presentano la più alta proporzione di tracce di capriolo (66%) e di camoscio (rispettivamente 27% e 29%). Il territorio del branco Chisone presenta la più alta proporzione di tracce di cinghiale (37%). Il territorio del branco Gran Bosco presenta la più alta proporzione di tracce di cervo (41%). Nel territorio del branco Pesio, i tassi di incontro sono maggiori per il capriolo e il cinghiale. Nei branchi Stura-bassa e Marittime, lo sono per il capriolo e il camoscio. Nel branco Gran Bosco lo sono per il capriolo e il cervo. Nel branco Chisone per il capriolo e il cinghiale (tabella 28 e 29).

	n	L	I.T. capriolo	I.T. camoscio	I.T. cervo	I.T. cinghiale
Pesio	6	25440	0,41	0,20	0,14	0,25
Stura-bassa	9	58538	0,66	0,27	0,06	0,01
Varaita	7	59923	0,66	0,29	0,01	0,04
Gran Bosco	7	38697	0,33	0,07	0,41	0,19
Chisone	8	77682	0,27	0,14	0,23	0,37

Tabella 28: Numero di percorsi su cui sono state contate le tracce di ungulati (n), lunghezza totale dei percorsi in metri (L) e Indice di Transetto (I.T.) calcolati per le specie capriolo, camoscio, cervo e cinghiale, nei branchi Pesio, Stura-bassa, Varaita, Gran Bosco e Chisone nell'inverno 0607.

	camoscio		capriolo		cervo		cinghiale	
	uso	disponibilità	uso	disponibilità	uso	disponibilità	uso	disponibilità
Pesio	0,155	0,205	0,295	0,407	0,047	0,137	0,504	0,252
Stura	0,317	0,248	0,354	0,688	0,317	0,046	0,012	0,018
Varaita	0,139	0,291	0,810	0,655	0,051	0,009	0,000	0,045
Chisone	0,128	0,139	0,213	0,265	0,660	0,225	0,000	0,371
Gran Bosco	0,060	0,066	0,214	0,334	0,667	0,408	0,060	0,193

Tabella 29. Proporzioni d'uso e di disponibilità relativi alle specie camoscio, capriolo, cervo e cinghiale, calcolati per i branchi Pesio, Stura-bassa, Varaita, Chisone e Gran Bosco. L'utilizzo delle prede è stato valutato con il metodo della frequenza relativa delle occorrenze mentre la disponibilità delle prede attraverso gli Indici di Transetto. I dati di utilizzo sono riferiti all'inverno 0607.

Nicchia trofica

L'indice standardizzato di nicchia trofica di Levin's presenta valori maggiori nelle stagioni estive e minori nelle stagioni invernali solo per i branchi Pesio, Casotto, Stura-alta, Stura-bassa e Chisone. I valori più alti dell'indice si riscontrano, per l'estate 05, nei branchi Stura-bassa (0,53) e Chisone (0,54) e per l'estate 06 nei branchi Tanaro (0,89) e Chisone (0,87). I valori più bassi si riscontrano, per l'inverno 0405 nei branchi Pesio (0,24) e Gran Bosco (0,28), per l'inverno 0506 nei branchi Chisone (0,29) e Stura-bassa (0,31) e per l'inverno 0607 nei branchi Chisone (0,14) e Gran Bosco (0,19) (tabella 30).

L'indice standardizzato di Hulbert, calcolato solo per l'inverno 0607, presenta il valore più alto nel branco Gran Bosco (0,75) e il valore più basso nel branco Chisone (0,37) (tabella 31). L'indice di Hulbert presenta valori più alti rispetto all'indice di Levin's, e cambia notevolmente anche la disposizione dei branchi nell'ordine crescente di nicchia trofica (tabella 32).

	Inverno 04-05	Estate 05	Inverno 05-06	Estate 06	Inverno 06-07
Pesio	0,24	0,48	0,38	0,47	0,24
Casotto	0,31	0,48	0,33	0,43	0,23
Tanaro	0,45	0,41	0,60	0,89	0,53
Stura-alta	0,43	0,46			
Stura-bassa	0,43	0,53	0,31	0,80	0,39
Varaita		0,31	0,66	0,59	0,22
Gesso					0,26
Bardonecchia	0,39	0,43	0,46	0,80	0,55
Gran Bosco	0,28	0,50	0,65	0,41	0,19
Chisone	0,49	0,54	0,29	0,87	0,14
Germanasca					0,27

Tabella 30. Indice di ampiezza di nicchia trofica di Levin's nella forma standardizzata ($0 \div 1$), calcolato per ogni branco in ogni stagione.

	B	BA
Pesio	2,73	0,58
Stura-bassa	3,06	0,69
Varaita	1,60	0,30
Gran Basca	2,01	0,34
Chisone	2,06	0,35

Tabella 31. Indice di ampiezza di nicchia trofica di Levin's (B) e forma standardizzata (B_A : $0 \div 1$), calcolati per i branchi Pesio, Stura-bassa, Varaita, Gran Bosco e Chisone sulla base delle proporzioni di utilizzo delle specie: camoscio, capriolo, cervo e cinghiale. I dati si riferiscono all'inverno 0607.

	B'	C.I.	B'A
Pesio	0,74	0,12	0,70
Stura-bassa	0,42	0,17	0,41
Varaita	0,57	0,31	0,57
Gran Bosco	0,76	0,12	0,75
Chisone	0,46	0,08	0,37

Tabella 32. Indice di ampiezza di nicchia trofica di Hulbert (B'), intervallo di confidenza al 95% (C.I.) e forma standardizzata (B'_A : $0 \div 1$), calcolati per i branchi Pesio, Stura-bassa, Varaita, Gran Bosco e Chisone nell'inverno 0607.

Selezione degli ungulati

Nell'inverno 0607, nel branco Pesio risulta selezionato il cinghiale ($a = 0,52$, $SE = 0,05$) mentre risultano selezionati negativamente il capriolo, il camoscio e il cervo. Nel branco Stura-bassa, risulta selezionato il cervo ($a = 0,74$, $SE = 0,7$) mentre risultano evitati il cinghiale, il capriolo e il camoscio. Nel branco Varaita risulta selezionato positivamente il cervo ($a = 0,77$, $SE = 0,09$) mentre risultano selezionati negativamente il camoscio e il capriolo. Nel branco Chisone risulta selezionato il cervo ($a = 0,63$, $SE = 0,05$) mentre risultano selezionati negativamente il capriolo e il camoscio. Nel branco Gran Bosco, risulta selezionato il cervo ($a = 0,47$, $SE = 0,07$) e selezionati negativamente il camoscio e il cinghiale mentre il capriolo è utilizzato secondo la disponibilità (tabella 33).

	camoscio		capriolo		cervo		cinghiale	
	α	ES	α	ES	α	ES	α	ES
Pesio	0,198	0,039	0,190	0,030	0,089	0,034	0,524	0,046
Stura-bassa	0,137	0,032	0,055	0,013	0,738	0,068	0,071	0,067
Varaita	0,065	0,031	0,168	0,067	0,766	0,092	0,000	
Chisone	0,197	0,049	0,173	0,036	0,630	0,052	0,000	
Gran Bosco	0,259	0,089	0,184	0,044	0,469	0,069	0,088	0,038

Tabella 33. Indice di selezione di Manly (α) ed errore standard (ES) relativi alle specie camoscio, capriolo, cervo e cinghiale, calcolati per i branchi Pesio, Stura-bassa, Varaita, Chisone e Gran Bosco, nell'inverno 0607. Un valore $\alpha = 0,25$ indica che l'utilizzo riflette la disponibilità.

4.3. Variazione dell'altezza del manto nevoso

L'inverno 0304 presenta le medie mensili più elevate: da Dicembre a Maggio è stata misurata un'altezza del manto nevoso al suolo sempre superiore a 130 cm, con punte vicine ai 200 cm nel mese di Marzo. L'inverno 0607 presenta le medie più basse con un massimo di 20 cm nel mese di Aprile.

A partire dall'inverno 0203, si assiste ad una alternanza tra inverni particolarmente nevosi e non (figura 19).

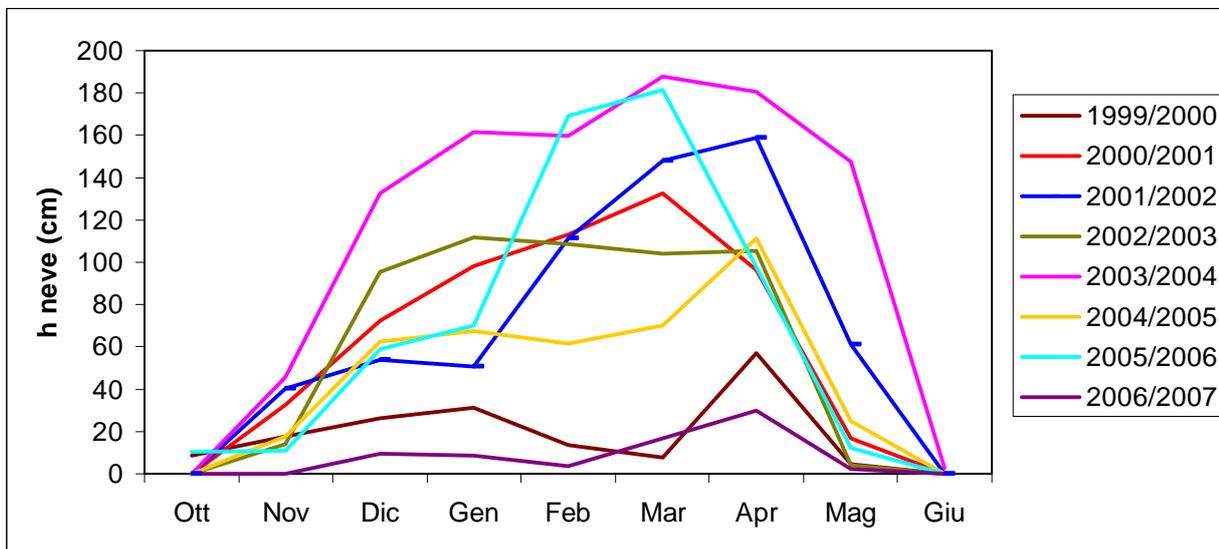


Figura 19. Medie mensili dell'altezza della neve al suolo nei mesi da Ottobre a Giugno nella stazione meteorologica di Limone-Pancani (Valle Vermenagna), per gli inverni dal 9900 al 0607.

	Casotto	Pesio	Stura-alta	Stura-bassa	Chisone	GranBosco	Bardonecchia
Tanaro	X ² =23,61 g.l. = 3 P<0,001	X ² =39,71 g.l.=3 p<0,001	X ² =56,87 g.l. = 5 p<0,001	X ² =52,68 g.l.=5 p<0,001	X ² =70,99 g.l.=4 p<0,001	X ² =100,13 g.l.=5 p<0,001	X ² =80,65 g.l.=4 p<0,001
Casotto		X ² =14,46 g.l.=3 p<0,01	X ² =100,01 g.l.=5 p<0,001	X ² =89,33 g.l.=5 p<0,001	X ² =73,33 g.l.=4 p<0,001	X ² =101,52 g.l.=5 p<0,001	X ² =108,47 g.l.=4 p<0,001
Pesio			X ² = 86,75 g.l.=5 p<0,001	X ² =68,95 g.l.=6 p<0,001	X ² =11,38 g.l.=4 p<0,001	X ² =127,56 g.l.=5 p<0,001	X ² =123,88 g.l.=4 p<0,001
Stura-alta				X ² = 6,50 g.l.=5 p>0,05	X ² =43,07 g.l.=4 p<0,001	X ² =65,72 g.l.=5 p<0,001	X ² =48,27 g.l.=4 P<0,001
Stura-bassa					X ² =43,58 g.l.=4 p<0,001	X ² =59,29 g.l.=4 p<0,001	X ² =47,86 g.l.=4 p<0,001
Chisone						X ² =4,02 g.l.=2 p>0,05	X ² =4,86 g.l.=2 p>0,05
Gran Bosco							X ² =15,34 g.l. = 3 p<0,01

Tabella 23. Valore del test di chi-quadro (X²), gradi di libertà e significatività (p) delle differenze stagionali nella dieta dei branchi di lupi nell'inverno 0405 .

	Casotto	Pesio	Stura-alta	Stura-bassa	Chisone	Gran Bosco	Bardonecchia
	X ² =12,92	X ² =24,76	X ² =54,04	X ² =36,48	X ² =74,25	X ² =41,23	X ² =81,62
Tanaro	g.l.=5 p<0,05	g.l.=5 p<0,001	g.l.=5 p<0,001	g.l.=6 p<0,001	g.l.=5 p<0,001	g.l.=5 p<0,001	g.l.=4 p<0,001
Casotto		X ² =53,10 g.l.=5 p<0,001	X ² =105,63 g.l.=5 p<0,001	X ² =77,46 g.l.=6 p<0,001	X ² =111,33 g.l.=4 p<0,001	X ² =70,68 g.l.=4 p<0,001	X ² =52,08 g.l.=5 p<0,001
Pesio			X ² =43,64 g.l.=5 p<0,001	X ² =78,37 g.l.=6 p<0,001	X ² =83,77 g.l.=4 p<0,001	X ² =72,16 g.l.=4 p<0,001	X ² =38,34 g.l.=4 p<0,001
Stura-alta				X ² =38,82 g.l.=6 p<0,001	X ² =65,22 g.l.=4 p<0,001	X ² =67,68 g.l.=4 p<0,001	X ² =37,64 g.l.=5 p<0,001
Stura-bassa					X ² =67,32 g.l.=5 p<0,001	X ² =50,78 g.l.=5 p<0,001	X ² =50,53 g.l.=5 p<0,001
Chisone						X ² =4,11 g.l.=2 p>0,05	X ² =7,50 g.l.=2 p<0,05
Gran Bosco							X ² =8,99 g.l.=2 p<0,05

Tabella 24. Valore del test di chi-quadro (X²), gradi di libertà e significatività (p) delle differenze stagionali nella dieta dei branchi lupi nell'inverno 0506.

	Casotto	Pesio	Stura	Varaita	Gesso	Germanasca	Chisone	Gran Bosco	Bardonecchia
Tanaro	X ² =10,08 g.l.=3 p<0,05	X ² =14,18 g.l.=5 p<0,01	X ² =50,16 g.l.=5 p<0,001	X ² =66,40 g.l.=6 p<0,001	X ² =68,51 g.l.=4 p<0,001	X ² =36,98 g.l.=4 p<0,001	X ² =63,71 g.l.=4 P<0,001	X ² =61,97 g.l.=4 p<0,001	X ² =30,29 g.l.=5 P<0001
Casotto		X ² =22,81 g.l.=4 p<0,001	X ² =119,97 g.l.=5 p<0,001	X ² =137,07 g.l.=5 p<0,001	X ² =97,70 g.l.=4 p<0,001	X ² =115,96 g.l.=4 p<0,001	X ² =157,97 g.l.=4 p<0,001	X ² =152,28 g.l.=5 p<0,001	X ² =92,14 g.l.=5 p<0001
Pesio			X ² =73,98 g.l.=5 p<0,001	X ² =84,47 g.l.=6 p<0,001	X ² =100,46 g.l.=5 p<0,001	X ² =72,10 g.l.=4 p<0,001	X ² =115,24 g.l.=4 p<0,001	X ² =108,67 g.l.=4 P<0,001	X ² =42,22 g.l.=5 p<0001
Stura				X ² =34,83 g.l.=5 p<0,001	X ² =31,65 g.l.=4 p<0,001	X ² =17,33 g.l.=4 p<0,01	X ² =35,32 g.l.=4 p<0,001	X ² =50,03 g.l.=5 p<0,001	X ² =6,04 g.l.=4 p>0,05
Varaita					X ² =63,35 g.l.=5 p<0,001	X ² =55,91 g.l.=4 p<0,001	X ² =79,24 g.l.=4 p<0,001	X ² =93,31 g.l.=6 p<0,001	X ² =23,00 g.l.=5 p<0,001
Gesso						X ² =39,29 g.l.=4 P<0,001	X ² =69,74 g.l.=4 P<0,001	X ² =89,51 g.l.=5 P<0,001	X ² =33,71 g.l.=4 P<0,001
Germanasca							X ² =12,56 g.l.=3 p<0,01	X ² =12,68 g.l.=4 p<0,05	X ² =8,60 g.l.=4 p>0,05
Chisone								X ² =5,28 g.l.=3 p>0,05	X ² =11,79 g.l.=4 p<0,05
Gran Bosco									X ² =16,59 g.l.=5 p<0,01

Tabella 25. Valore del test di chi-quadro (X²), gradi di libertà e significatività (p) delle differenze stagionali nella dieta dei branchi lupi nell'inverno 0607.

	Casotto	Pesio	Stura-alta	Stura-bassa	Varaita	Chisone	Gran Bosco	Bardonecchia
Tanaro	X ² =23,38 g.l. = 5 p<0,001	X ² =16,95 g.l.=5 p<0,01	X ² =10,64 g.l. = 5 p>0,05	X ² =21,61 g.l.=5 p<0,001	X ² =16,49 g.l.= 5 p<0,01	X ² =11,31 g.l.=5 p<0,05	X ² =18,51 g.l.=4 p<0,001	X ² =23,86 g.l.=6 p<0,001
Casotto		X ² =27,84 g.l.= 7 p<0,01	X ² =18,00 g.l. =8 p<0,05	X ² =13,46 g.l.=6 p<0,05	X ² =19,20 g.l.=3 p<0,001	X ² =15,95 g.l.=7 p<0,05	X ² =23,35 g.l.=6 p<0,001	X ² =25,01 g.l.=8 p<0,01
Pesio			X ² =19,50 g.l.= 6 p<0,01	X ² =17,32 g.l.= 7 p<0,05	X ² = 9,15 g.l.=7 p>0,05	X ² =15,11 g.l.=6 p<0,05	X ² =22,87 g.l.=5 p<0,001	X ² =57,02 g.l.=7 p<0,001
Stura-alta				X ² =9,71 g.l.= 6 p>0,05	X ² =19,03 g.l.=6 p<0,01	X ² =10,21 g.l.=6 p>0,05	X ² =9,36 g.l.=5 p>0,05	X ² =18,15 g.l.=7 p<0,05
Stura-bassa					X ² =14,30 g.l.=6 p<0,05	X ² =10,65 g.l.=6 p>0,05	X ² =13,32 g.l.=6 p<0,05	X ² =15,53 g.l.=8 p<0,05
Varaita						X ² =12,86 g.l.=7 p>0,05	X ² =19,33 g.l.=6 p>0,01	X ² =12,62 g.l.=8 p>0,05
Chisone							X ² =6,78 g.l. =5 p>0,05	X ² =6,33 g.l. = 6 p>0,05
Gran Bosco								X ² =6,42 g.l. = 5 p>0,05

Tabella 26. Valore del test di chi-quadro (X²), gradi di libertà e significatività (p) delle differenze stagionali nella dieta dei branchi lupi nell'estate 05.

	Casotto	Pesio	Stura	Varaita	Chisone	Gran Bosco	Bardonecchia
Tanaro	$X^2=6,97$	$X^2=9,07$	$X^2=7,35$	$X^2=16,62$	$X^2=16,90$	$X^2=18,44$	$X^2=10,29$
	g.l.=4	g.l.=5	g.l.=7	g.l.= 7	g.l.=5	g.l.=5	g.l.=4
	$p>0,05$	$p>0,05$	$p>0,05$	$p<0,05$	$p<0,01$	$p<0,01$	$p<0,05$
Casotto		$X^2=23,11$	$X^2=16,84$	$X^2=24,46$	$X^2=34,01$	$X^2=31,89$	$X^2=17,14$
		g.l.=6	g.l.=7	g.l.=8	g.l.=6	g.l.=6	g.l.=7
		$p<0,001$	$p<0,05$	$p<0,01$	$p<0,001$	$p<0,001$	$p<0,05$
Pesio			$X^2=12,29$	$X^2=9,23$	$X^2=17,10$	$X^2=36,78$	$X^2=10,52$
			g.l.=10	g.l.=8	g.l.=6	g.l.=6	g.l.=7
			$p>0,05$	$p>0,05$	$p<0,01$	$p<0,001$	$p>0,05$
Stura				$X^2=12,16$	$X^2=13,54$	$X^2=25,93$	$X^2=7,90$
				g.l.=9	g.l.=7	g.l.=8	g.l.=8
				$p>0,05$	$p>0,05$	$p<0,01$	$p>0,05$
Varaita					$X^2=6,81$	$X^2=21,54$	$X^2=10,13$
					g.l.=5	g.l.=6	g.l.=8
					$p>0,05$	$p<0,01$	$p>0,05$
Chisone						$X^2=15,31$	$X^2=6,00$
						g.l. =5	g.l. = 7
						$p<0,01$	$p>0,05$
Gran Bosco							$X^2=11,56$
							g.l. = 7
							$p>0,05$

Tabella 27. Valore del test di chi-quadro (X^2), gradi di libertà e significatività (p) delle differenze stagionali nella dieta dei branchi lupi nell'estate 06.

5. DISCUSSIONE

5.1 Metodologia

Alcuni branchi e alcune stagioni hanno fornito un maggior numero di fatte rispetto ad altri. Questo ha inciso molto sulla precisione dei dati. I valori dell'errore standard associato a ogni frequenza di occorrenza sono risultati infatti molto variabili, con valori maggiori per le aree meno interessate dal campionamento (Borbera-Capanne di Marcarolo e VCO) e i branchi di più recente formazione (Gesso e Germanasca). I valori si mantengono comunque inferiori alla soglia del 20% consigliata da Eberhardt (1978). In particolare il campione estivo è più ridotto di quello invernale. Nelle stagioni invernali il campionamento è più intensivo e la presenza di neve, permettendo l'attività di snow-tracking, facilita il ritrovamento degli escrementi. Inoltre negli ultimi inverni si è verificato un progressivo aumento del numero di operatori sul campo: oltre ai tecnici, tesisti e stegisti del Progetto Lupo, anche agenti del Corpo Forestale dello Stato, guardie provinciali e guardiaparco hanno partecipato al campionamento. Bisogna poi considerare che il campionamento estivo è opportunistico e non casuale, quindi meno rappresentativo di quello invernale.

Nella fase di analisi degli escrementi, si è seguita la procedura descritta da Reynolds & Aebischer (1991) adattata però al lupo. Si sono quindi evitati gli accorgimenti da prendere per identificare occorrenze di lombrichi, invertebrati e uccelli in quanto non sembrano costituire una fonte di cibo per il lupo nell'Italia settentrionale (Ciucci et al 1996). Nel campione esaminato, infatti, si sono riscontrate in soli due casi resti di uccelli e in altri due casi resti di invertebrati (su un totale di 2806 occorrenze). La componente "non-food items", non è stata considerata ai fini dell'analisi, perché nell'area di studio i lupi non sembrano nutrirsi di rifiuti domestici, come invece avviene in altre aree d'Italia (Boitani 1982) e d'Europa (Salvador & Aba 1987). La vegetazione, spesso molto importante in volume, è stata sempre registrata e quantificata. E' stato documentato che lupi e cani talvolta mangiano vegetali per purgarsi (Mech 1970). Questa categoria non è

stata però considerata ai fini delle frequenze di occorrenza nella dieta in quanto non è possibile discriminare tra la vegetazione assunta volontariamente e quella ingerita dal lupo durante i pasti. E' possibile, inoltre, che parte di vegetazione venga prelevata per errore dagli operatori al momento della raccolta sul terreno. Anche i peli di lupo ritrovati negli escrementi, non sono stati considerati come categoria alimentare perché si è assunto che fossero peli che l'animale ingerisce leccando il proprio pelo o quello di un compagno (Mech 1970).

L'analisi quantitativa della dieta può essere basata su diversi metodi di quantificazione dei resti indigesti (Floyd 1978, Scott e Schackleton 1980, Ballard et al. 1987, Corbett 1989, Gasaway et al 1992, Weaver 1993, Huggard 1993, Ciucci et al 1996, Livaitis 1996). In questo studio si è scelto di operare un confronto tra il metodo della frequenza relativa delle occorrenze e il metodo additivo (Huggard 1993, Marucco et al. 2008) per poi scegliere quale utilizzare.

La frequenza relativa delle occorrenze, cioè la frequenza con cui compare una determinata categoria alimentare sul totale delle occorrenze di tutte le categorie alimentari riscontrate nella dieta, è una metodologia molto utilizzata (Scott & Schackleton 1980, Ballard et al. 1987, Reynolds & Aebischer 1991, Ciucci et al. 1996). Essa non fornisce però informazioni sull'importanza relativa di ogni categoria alimentare dal punto di vista nutrizionale (biomassa ingerita). Tende infatti a sovrastimare l'importanza di quelle categorie alimentari che possono comparire frequentemente nelle feci ma dallo scarso valore nutritivo (insetti, semi,...) e ad attribuire la stessa importanza a categorie alimentari di dimensioni molto diverse tra loro. Questi limiti sono però minimizzati nel caso in cui la dieta sia rappresentata soprattutto da categorie alimentari di alto valore nutritivo e strutturalmente simili (Voight 1976, Ciucci 1994). Questa condizione sembra essere presente in questo studio osservando i risultati dell'analisi della dieta del lupo condotti in questi anni in Piemonte (Ricci et al 2003, Marucco et al 2003, Avanzinelli et al 2003, Marucco et al 2005, Ciampichini 2006, Guerriero 2007, Marucco et al. 2008) che mostrano un utilizzo preponderante di ungulati selvatici. Il metodo della frequenza tende a sovrastimare l'importanza delle categorie alimentari con maggior rapporto superficie/volume (Floyd et al 1978, Weaver 1993, Poulle et al 1997) e di quelle presenti in tracce. Infatti peli di lunghezza

maggior parte della valvola pilorica dello stomaco del lupo, come nel caso di peli di cinghiale e cervo, possono permanere più tempo nell'apparato digerente del predatore e comparire diluiti in un maggior numero di feci. L'esclusione dall'analisi di quelle categorie presenti con una proporzione < 3%, consente comunque di ridurre tale rischio di sovrastima (Ciucci et al. 1996). Inoltre non è possibile una distinzione tra predazione e attività di "scavenging" (consumo di animali morti per cause diverse dalla predazione) sulle carcasse (Ciucci et al. 1996). Nonostante questi limiti concettuali e operativi, il metodo della frequenza relativa delle occorrenze è stato considerato perché è relativamente semplice da applicare, permette di utilizzare anche escrementi non freschi e dilavati dagli agenti atmosferici (aumenta, così, il campione da analizzare e di conseguenza la precisione dei risultati dell'analisi) e permette un confronto con molti studi in letteratura (Marquard-Petersen 1998) e con gli studi effettuati negli anni passati nell'ambito dello stesso "Progetto Lupo".

Il campione raccolto può però contenere escrementi che sono provenienti dalla digestione di un'unica predazione, quindi non indipendenti. Il "metodo additivo", integrando i dati dell'analisi degli escrementi con i dati delle carcasse consumate dai lupi, consente di evitare pseudo-repliche (Hulbert 1984) nell'analisi della dieta e riduce molto i possibili bias dovuti alla dipendenza dei dati (Marucco et al. 2008). Viene evitata così la sovrastima dell'utilizzo di alcune categorie alimentari e si fornisce una visione più rappresentativa della dieta del lupo. L'indipendenza dei dati è inoltre importante per un confronto uso/disponibilità mirato a rilevare una possibile selezione di determinate categorie alimentari (Thomas and Taylor 1990). Il metodo additivo consente anche di stimare l'errore standard dell'indice di selezione di Manly (1974). L'utilizzo di questo metodo dipende però dal numero e dalla qualità dei dati disponibili quali numero di carcasse ritrovate, numero di sessioni di snow-tracking, numero di escrementi raccolti lungo le medesime sessioni. Non è stato possibile, negli anni considerati, uno studio intensivo su ciascuno dei branchi presenti sul territorio. Pertanto si è testato il metodo solo sui branchi che presentano il campionamento di escrementi più rappresentativo. I dati sulle carcasse e sulle "scat-collection" raccolti, non hanno mostrato una differenza significativa rispetto ai dati della dieta stimati tramite metodo della frequenza relativa. Per l'analisi della dieta del lupo si è scelto

quindi di utilizzare il metodo della frequenza relativa perché in linea con gli studi effettuati negli anni passati nell'ambito dello stesso "Progetto Lupo": viene quindi mantenuto un protocollo di ricerca costante nel tempo.

Non essendo possibile una stima accurata della consistenza numerica delle popolazioni di ungulati presenti sull'intero territorio si è adottato un metodo di valutazione della disponibilità relativa, cioè la conte delle tracce su neve. Questo metodo è ampiamente utilizzato per raccogliere informazioni sull'abbondanza relativa e sulla selezione dell'habitat sia di carnivori (Beir e Cunningham 1996, Hayward et al 2002) che di ungulati (D'Eon 2001, Poole e Mowat 2001, Stephens et al 2006). In questo studio il conteggio è stato effettuato lungo le sessioni di snow-tracking (Kunkel et al. 1999) e lungo dei transetti invernali (D'Eon 2001, Poole e Mowat 2001, Schwarz e Seber 1999). Secondo D'Eon (2001, 2006) l'utilizzo del metodo della conta delle tracce su neve, per essere valido, dovrebbe essere condotto su ampia scala (circa 10.000 ha) in modo da campionare l'intera popolazione dei diversi ungulati. Bisogna infatti considerare che ogni specie di ungulato ha differenti pattern di distribuzione e aggregazione. Una scala minore può condurre ad errori di campionamento. Inoltre sarebbe utile suddividere l'intero territorio di studio in unità simili da un punto di vista ecologico. Una volta effettuata questa pre-stratificazione (Krebs 1998), i transetti dovrebbero essere localizzati seguendo un disegno casuale o sistematico (Krebs 1998) in modo da rilevare tutta la variabilità ecologica di un'area. I dati delle conte possono soffrire di una correlazione spazio-temporale e quindi non essere indipendenti (Hulbert 1984). Pertanto i transetti dovrebbero essere completamente casuali (Stephens et al 2006, D'Eon 2001, 2006). Differenze nella severità degli inverni e nell'altezza della neve possono influenzare i movimenti degli ungulati e i loro patterns di distribuzione, quindi il campionamento dovrebbe essere breve nel tempo e ripetuto nella stessa stagione e negli anni (Single et al 1989, Stephens et al 2006, D'Eon 2001,2006). Un disegno di campionamento così strutturato, limitando la stocasticità ambientale, dovrebbe assicurare una maggiore precisione dei dati (Stephens et al 2006, D'Eon 2006). Altri fattori da considerare sono: la presenza di predatori che possono modificare i pattern di distribuzione degli ungulati, l'abbondanza relativa degli ungulati, il tempo atmosferico, i giorni trascorsi

dall'ultima nevicata, la consistenza del manto nevoso (neve fresca, così come neve troppo gelata o processi di fusione della neve, impediscono l'attribuzione delle tracce ai vari ungulati), l'abilità degli operatori nel riconoscimento delle tracce (D'Eon 2006), il grado di omogeneità della copertura nevosa al suolo lungo le tracce dei lupi e i transetti. Tutte queste variabili possono determinare una sovrastima o sottostima dell'abbondanza relativa dei diversi ungulati. Ciò nonostante, il metodo della conta delle tracce su neve, risulta essere uno dei più appropriati, se non l'unico, per studiare gli ungulati nel periodo invernale, in estesi territori montuosi ad ampia copertura forestale (D'Eon 2006).

In questo studio, le sessioni di conta delle tracce su neve sono state effettuate lungo tutta la stagione invernale, senza essere ripetute secondo un calendario prefissato. Il periodo trascorso tra una nevicata e l'altra può influenzare sul numero delle tracce osservate, introducendo dei bias. Maggiore è questo intervallo, maggiore è il numero di tracce rilevate sul terreno a causa dell'attività degli animali e maggiore è anche la degradazione a cui vanno incontro le tracce stesse. Quindi è importante standardizzare il numero delle tracce in relazione ai giorni trascorsi dall'ultima nevicata (D'Eon 2006) e stabilire un limite di giorni oltre il quale non effettuare le conte. In questo studio il limite è stato fissato in 10 giorni, una soglia più alta rispetto agli altri studi (Kauhala e Helle 2000, Poole et al 2000, Poole e Mowat 2002, Stephens et al 2006, Marcuccio et al. 2008), ma tale da permettere di utilizzare un campione maggiore di sessioni di conta. Inoltre non si è considerata la disponibilità effettiva di ungulati su tutto il territorio di studio ma una loro disponibilità relativa: nel caso delle sessioni di snow tracking, la disponibilità è stata rilevata a seguito di un processo di selezione da parte del lupo, cioè dove l'animale ha scelto di muoversi mentre, nel caso dei transetti, è stata rilevata nelle aree di norma più utilizzate dai lupi all'interno del loro territorio. Pertanto i dati possono presentare pseudorepliche e non essere indipendenti poiché questo campionamento non è stato casuale né sistematico ma opportunistico. L'abbondanza relativa delle diverse specie di ungulato è stata stimata al fine di raccogliere informazioni sull'ampiezza di nicchia trofica del lupo e sul comportamento di selezione del predatore verso le sue prede (confronto uso/disponibilità). In questo caso un campionamento di tipo opportunistico può fornire indicazioni sui tassi di incontro del predatore per specie preda, tassi che

non sono direttamente proporzionali alla disponibilità e all'abbondanza delle prede stesse sul territorio (Huggard 1993). Secondo Kunkel (1997), la miglior stima di disponibilità, in uno studio di selezione delle prede da parte di un branco di lupi, è basata proprio sulla conta delle tracce degli ungulati documentate lungo le tracce dei lupi. Nonostante i limiti della metodologia applicata in questo studio, i dati ricavati sono importanti perché rivelano differenze nella disponibilità relativa degli ungulati. Quindi ciascuno dei territori considerati presenta particolari condizioni ecologiche che lo rendono diverso dagli altri. Queste informazioni, oltre che definire meglio i rapporti alimentari del lupo con le sue prede (selezione, tassi di predazione,...), possono essere utili anche per studi sulla selezione dell'habitat invernale del lupo in rapporto ai patterns di distribuzione dei diversi ungulati.

L'analisi del comportamento di selezione del lupo è stata effettuata solo per un numero ridotto di branchi. La scelta dei branchi è stata effettuata in base alla rappresentatività del campione di escrementi raccolto per ogni branco, al numero e alla qualità delle sessioni di conta delle tracce di ungulati.

5.2 La dieta del lupo sulle Alpi Occidentali

Numerosi studi condotti in Nord America (Fritts & Mech 1981, Ballard et al. 1987, Huggard 1993, Marquard-Petersen 1998) e in Europa (Voight 1976, Jedrzejewski et al 1992, Ciucci 1994, Okarma 1995, Ciucci et al. 1996, Meriggi e Lovari 1996, Poulle et al. 1997, Jedrzejewski et al 2000,2002, Smietana 2005) hanno documentato il grande utilizzo di ungulati selvatici da parte del lupo. Il consumo degli ungulati domestici è altrettanto ben documentato (Salvador & Abad 19887, Cuesta et al. 1991, Fico et al. 1993, Meriggi et al. 1996, Poulle et al. 1997, Vos 2000). Numerosi studi effettuati in Italia in territori e stagioni diverse, hanno mostrato importanti differenze nelle abitudini alimentari del lupo, probabilmente dovuti alla disponibilità delle prede presenti (Meriggi et al 1991, Boitani 1992, Meriggi et al 1996, Capitani 2004).

Il territorio interessato da questo studio, comprendente la porzione piemontese delle Alpi Occidentali e parte dell'Appennino alessandrino, risulta caratterizzato da un'alta ricchezza e densità di ungulati selvatici. Nel comparto alpino, sono presenti sei specie: camoscio, capriolo, cervo, cinghiale, stambecco e muflone (Bassano et al. 1995). Nell'area appenninica tre specie: capriolo, cinghiale e daino. Inoltre, la presenza sugli alpeggi, da maggio a settembre, di ungulati domestici, rende questo territorio particolarmente ricco di potenziali prede per i lupi. Nelle cinque stagioni di studio e in tutte le aree considerate, infatti, la dieta del lupo risulta essere composta quasi esclusivamente da ungulati e gli ungulati selvatici prevalgono ampiamente sui domestici. L'abbondanza e disponibilità di queste tipologie di prede, condiziona quindi sia l'uso di altre categorie alimentari che l'ampiezza di nicchia trofica del lupo (Meriggi et al 1996). L'importanza di rifiuti, frutta, uccelli e piccoli mammiferi documentato in passato in alcune aree sud-europee dove gli ungulati non sono abbondanti (Boitani 1982) è da relazionarsi a povere condizioni ecologiche (Meriggi et al 1991, Mattioli et al 1995). Il lupo è l'unico grande carnivoro presente sul territorio di studio. L'orso è stato sterminato nei primi anni del XIX secolo, mentre la linca, presente sul versante francese del Mercantour, è stato oggetto di alcune segnalazioni mai confermate. La volpe non sembra essere un competitore del lupo (Macdonald et al 1980, Reig e Jedrzejewski 1988) anche se è documentata sia l'attività di "scavenging" sulle carcasse di ungulati predati dal lupo (Reig e Jedrzejewski 1988) che la predazione su capriolo in inverni particolarmente abbondanti di precipitazioni nevose (Ciampichini 2006). Sul territorio non sono stati osservati cani randagi ma ci sono cani padronali vaganti che in molti casi hanno attaccato il bestiame domestico (Tropini e Dalmaso 2005, Orlando e Dalmaso 2007). Si può concludere quindi che sul territorio oggetto di studio il lupo, per ciò che riguarda le risorse alimentari, non ha importanti competitori (ad esclusione dell'uomo).

Le differenze tra aree, branchi e stagioni risultano quasi sempre statisticamente significative. Fattori come la riproduzione, l'uso del territorio o le dinamiche interne a una popolazione di prede seguono trend stagionali e quindi probabilmente anche l'utilizzo e la selezione della preda da parte del lupo risultano influenzate dalla stagionalità (Pole 2004). Altri fattori importanti sono l'altezza del

manto nevoso (Huggard 1993, Jedrzejewski et al 2002), il numero di lupi nel branco (Hayes 2000), la disponibilità di prede alternative (Dale et al 1994). Da notare che le differenze emerse dall'analisi della dieta riguardano non tanto il tipo di prede consumate, quanto piuttosto le reciproche quantità. Il lupo, nonostante una più ampia possibilità di scelta, sembra focalizzarsi su poche specie (Okarma 1995) e, anche in presenza delle stesse categorie alimentari, tende a differenziare la propria dieta in relazione alle condizioni ambientali, alla relativa abbondanza e alla vulnerabilità delle prede stesse (Capitani *et al.* 2004,). Nel territorio interessato da questo studio si nota infatti una differenza nell'utilizzo delle prede a seconda dell'area considerata: nell'area Torino la specie più utilizzata è il cervo, nelle aree Alpi Marittime-Val Varaita e VCO è il camoscio e nelle aree Alpi Liguri e Borbera-Capanne di Marcarolo è il cinghiale.

In Europa centrale, in sistemi multi-preda, la principale preda del lupo è il cervo (Jedrzejewski et al 2000, 2002, Smietana 2005). Variazioni nella densità e vulnerabilità di questo ungulato, determinano poi il maggiore o minore utilizzo di altri ungulati (Jedrzejewski et al 2000) come il capriolo o il cinghiale. La vulnerabilità del cervo dipende dall'età, dal sesso, dalle condizioni fisiche, dal periodo dell'anno, dall'altezza del manto nevoso (Jedrzejewski et al 2000, 2002, Smietana 2005). I piccoli dell'anno hanno dimensioni inferiori agli adulti, sono meno offensivi e hanno poca esperienza e le condizioni fisiche degli adulti peggiorano sostanzialmente nel tardo inverno e in primavera (Smietana 2005). Tutti questi fattori possono spiegare l'utilizzo dei piccoli dell'anno in estate e la maggior presenza di cervo in inverno rispetto all'estate, situazione che si riscontra in quasi tutti i branchi delle aree Torino, Alpi Marittime-Val Varaita e Alpi Liguri.

A differenza di quanto riportato da Jedrzejewski et al (2000, 2002) il capriolo, nel territorio di questo studio, è molto utilizzato dal lupo pur in presenza di elevate densità di cervi (Valle Susa e Chisone). La specie compare nella dieta senza particolari variazioni tra estate e inverno e costituisce, in tutte le aree considerate (ad eccezione dell'area VCO), la seconda categoria alimentare più importante. Nell'area Torino si assiste però ad una diminuzione graduale dell'utilizzo del capriolo nei tre inverni di studio, a favore del cervo.

Numerosi studi sulla dieta del lupo, effettuati in Italia in ambiente appenninico, evidenziano il cinghiale come la preda selvatica più importante , (Mattioli et al 1995, Meriggi e Lovari 1996, Schenone et al 2004). L'elevato utilizzo del cinghiale può essere dovuto a diversi fattori: la costituzione di gruppi di grandi dimensioni facilmente contattabili dal predatore, nascite distribuite lungo tutto l'anno, individui sub-adulti costretti a lasciare i gruppi matriarcali in coincidenza con le nuove nascite, divenendo così più facilmente predabili (Schenone et al 2004). Inoltre l'attività venatoria in autunno-inverno, può creare un'elevata disponibilità di capi feriti e non recuperati che possono essere predati facilmente dai lupi o consumati come carcasse (Schenone et al 2004). Nonostante il fatto che la robusta struttura corporea e l'attivo comportamento di difesa, facciano del cinghiale una preda difficile e pericolosa per il lupo (Okarma 1995), secondo Jedrzejewski et al (2002), il cinghiale, in mancanza del cervo, costituisce la preda alternativa più importante del lupo. Questa condizione si realizza nelle aree Alpi Liguri e Borbera-Capanne di Marcarolo, territori con abbondanti popolazioni di cinghiali dove il cervo è presente solo con piccole popolazioni o addirittura assente. L'utilizzo del cinghiale, in Europa orientale, interesserebbe poi soprattutto i piccoli e i giovani dell'anno come predazione attiva e gli adulti nei casi di scavenging (Jedrzejewski et al 2002). Il cinghiale risulterebbe inoltre più sensibile dei cervi all'altezza del manto nevoso (Okarma 1995), il che aumenterebbe la sua vulnerabilità nella stagione invernale. In questo studio le occorrenze di cinghiale nella dieta del lupo, nelle aree Alpi Liguri e Borbera-Capanne di Marcarolo, aumentano proprio in questa stagione.

L'area Alpi Liguri presenta una caratteristica alternanza annuale nell'utilizzo del capriolo e del cinghiale. Il capriolo è risultata la specie più utilizzata nell'inverno 9901, 0102, 0304 e 0506 mentre il cinghiale lo è stato negli inverni 0203, 0405 e 0607. Molti studi affermano che il lupo, come altri grandi predatori, ha una risposta ritardata alla variazione della densità delle sue prede, per cui continua a predare una determinata specie nonostante questa abbia iniziato a decrescere. Questo comportamento di inerzia, non spiega quindi l'alternanza annuale di utilizzo delle due prede e comunque non sono note in questi anni le dinamiche delle popolazioni dei due ungulati sul territorio di studio. Una possibile

spiegazione potrebbe essere la variazione dell'altezza del manto nevoso (Ciampichini 2006, Guerriero 2007). Il capriolo, in presenza di molta neve, risulterebbe infatti più svantaggiato del cinghiale nella locomozione e quindi più facilmente predabile. Nel territorio del branco Pesio, dai dati delle precipitazioni nevose mensili registrate negli inverni dal 9900 al 0607, si può notare proprio una corrispondenza tra maggior utilizzo del capriolo e altezza della neve al suolo per gli inverni 0304 e 0506, dove si è registrata un'altezza media della neve molto più elevata rispetto agli inverni 0203, 0405 e 0607. Per gli anni dal 1999 al 2002, questa alternanza è presente ma meno netta.

Il camoscio è una specie alpina ben adattata alla neve e alla topografia accidentale delle vallate alpine. Si può assumere che questa specie non sia facilmente cacciabile dal lupo in ragione della sua abilità a rifugiarsi in zone rocciose poco accessibili (Poule 1997). Questo potrebbe spiegare, nelle aree Torino e Alpi Liguri, il minor utilizzo del camoscio nel periodo invernale, quando altri ungulati, come cervo, capriolo e cinghiale, risultano più facilmente predabili a causa della copertura nevosa che limita gli spostamenti. Un altro fattore potrebbe essere il basso grado di sovrapposizione spaziale tra gli habitat invernali del lupo e del camoscio. Studi di selezione dell'habitat invernale dei lupi condotti sul territorio di studio (Rughetti 2004, Boeri 2006, Colombo 2007) hanno rilevato che durante questa stagione i lupi tendono a stare a quote generalmente più basse rispetto all'estate, utilizzando di frequente i fondovalle nei loro spostamenti. Di conseguenza il tasso di incontro tra lupo e camoscio risulterebbe più basso rispetto a quello che il predatore avrebbe nei confronti dei cervidi, con i quali maggiore è la sovrapposizione degli areali invernali (Kunkel, 1997). Il decremento nell'utilizzo del camoscio nel periodo invernale è documentato anche dagli studi effettuati negli anni passati sul territorio (Marucco 2003, Avanzinelli 2003, Capitani 2004, Guerriero 2007) e nel vicino massiccio montuoso del Mercantour (Polle, 1997). Questo decremento non è però presente a livello dell'area Alpi Marittime-Val Varaita, dove il camoscio è la specie più utilizzata dal lupo. Il consumo di camoscio, in quest'area, potrebbe essere messo in relazione oltre che all'ampia distribuzione e grande abbondanza della specie (solo nel Parco Naturale Alpi

Marittime, il numero minimo di animali censiti negli ultimi anni è risultato sempre al di sopra delle 4000 unità) anche all'elevato utilizzo di carcasse di animali morti sotto le valanghe (Ricci 2003, Marucco 2003). Su tutto il territorio alpino le valanghe sono considerate infatti la principale causa di mortalità del camoscio. L'attitudine del lupo a cibarsi di carcasse di animali trovati morti è stata ampiamente documentata anche in studi condotti in Nord America ed Europa (Frenzel 1974, Potvin et al 1988, Huggard 1993, Jedrzejewski et al 2002).

La presenza sporadica dello stambecco nella dieta del lupo è probabilmente spiegabile considerando che la specie è abbastanza localizzata (Valle Gesso, Val Varaita) e poco abbondante. Inoltre il basso grado di sovrapposizione spaziale con l'habitat del predatore (lo stambecco predilige i versanti rocciosi e impervi) renderebbe minimi i tassi di incontro con il lupo determinando una bassa probabilità di predazione (Huggard 1993).

Il muflone, che costituisce la preda principale del lupo nel Mercantour (Pouille et al 1997) è consumato molto poco sul versante italiano, probabilmente a causa della scarsa abbondanza e della sua presenza localizzata a poche aree in Valle Gesso, Valle Varaita e Val Chisone.

Il daino, presente solo nel territorio dell'area Borbera-Capanne di Marcarolo, non ha una grande importanza nella dieta, nonostante sia una specie alloctona mancante di un comportamento antipredatorio efficiente e quindi più vulnerabile alla predazione. Lo scarso utilizzo della specie è forse da mettere in relazione con la sua distribuzione, limitata alla sola Valle Spinti, e con l'abitudine dei lupi a utilizzare cinghiale e capriolo in ambiente appenninico.

La presenza, nella dieta, dei giovani dell'anno (0-6 mesi) nell'area Alpi Liguri (32%) e nell'area Alpi Marittime-Val Varaita (22,36%) è superiore a quella riscontrata nello stesso territorio negli anni 2002-2004: 12% nel totale delle due aree (Ciampichini 2006). Nell'area Torino risulta invece inferiore (19,77%) a quella registrata negli anni 2001-2002: 76% (Avanzinelli 2003; questo valore si riferisce però alla classe di età 0-1 anno). Le occorrenze di giovani riguardano soprattutto

capriolo e camoscio. Il cervo è presente solo nell'area Torino e Alpi Liguri; in quest'ultima, nell'estate 05, su quattro occorrenze totali della specie, tre sono di giovani dell'anno. Ciò potrebbe essere indizio di un maggior utilizzo dei piccoli di questa specie piuttosto che di grossi adulti (Huggard 1992, Smietana 2005). I piccoli di cinghiale, altrove importanti nella dieta del lupo (Meriggi et al 1996, Jedrzejewski et al 2000, Jedrzejewski et al 2002, Capitani 2004), sono stati registrati solo nell'area Torino e con sole due occorrenze, nonostante il cinghiale sia la principale specie utilizzata nelle aree Alpi Liguri e Borbera-Capanne di Marcarolo. Contrariamente a questo studio, secondo Okarma (1995) e Jedrzejewski et al (2002), le classi giovani di cinghiale sarebbero le più utilizzate dai lupi. L'utilizzo estivo delle classi giovani di prede, potrebbe essere relativo alla necessità, da parte dei lupi, di modificare le proprie abitudini di caccia nei periodi pre-post parto. La presenza dei cuccioli, infatti, influenza i pattern di distribuzione spaziale e temporale del branco (Harrington e Mech 1982). Le classi giovani di prede, oltre a essere più vulnerabili, permettono ai lupi di cacciare anche individualmente e di diminuire il tempo utilizzato nel procacciarsi il cibo (Capitani et al 2004). Possibili spiegazioni al basso utilizzo dei giovani dell'anno, nel territorio di studio, possono essere dovute al minor apporto energetico di questa categoria alimentare: studi condotti in Nord America e in Europa indicano infatti una media di consumo di cibo giornaliero per singolo lupo di 5,4 Kg o 5,6 Kg (Peterson & Ciucci 2003). Considerando la dimensione stessa dei branchi (spesso di cinque, sei individui) nel corso dei tre anni di studio, l'utilizzo delle classi di ungulato >1 anno garantirebbe un maggior apporto di carne pro capite nel tempo e una minor spesa energetica nell'attività della caccia. Secondo Ballard et al. (1987) il lupo utilizza molto la categoria giovani dell'anno nel periodo invernale. Purtroppo però, a causa della muta del pelo che avviene a sei mesi dalla nascita, risulta molto difficile dal solo esame dei peli e delle ossa trovate negli escrementi di lupo, riscontrare questo utilizzo.

I piccoli mammiferi (roditori, lagomorfi, mustelidi) compaiono solo sporadicamente nella dieta del lupo, sia in estate che in inverno e costituiscono probabilmente delle categorie alimentari secondarie rispetto agli ungulati selvatici (Salvador e Abad 1987, Potvin et al 1988, Mattioli et al 1992, Marquard-Petersen

1998). Essi possono integrare la dieta quando vi sia scarsità di prede di grandi dimensioni (Fuller 1989, Schenone 2004). Cibarsi di una preda di maggiori dimensioni significa, infatti, ottenere una maggiore quantità di cibo, che si traduce in un rapporto costi-benefici ben più vantaggioso (Marquard-Petersen 1998), nonostante il maggior sforzo di caccia. La grande varietà di ungulati nel territorio di studio, sembra quindi soddisfare pienamente le richieste di cibo da parte dei lupi. Analogo discorso vale per uccelli, bacche e semi.

Gli ungulati domestici, se presenti nei territori dei lupi, divengono parte della loro dieta (Mattioli 1992, Brangi et al 1992, Ciucci et al 1996, Vos 2000, Capitani et al 2004, Schenone et al 2004) e assumono un'importanza sempre maggiore al diminuire della disponibilità di ungulati selvatici (Brangi et al 1992, Meriggi et al 1996, Vos 2000, Schenone et al 2004). Secondo la teoria del foraggiamento ottimale (Stephen e Krebs 1986), i lupi dovrebbero utilizzare maggiormente gli ungulati domestici a causa di una serie di particolari condizioni che ne aumenterebbero la vulnerabilità: alte concentrazioni in aree accessibili e confinate (alto tasso di incontro col predatore) e perdita della maggior parte degli istinti anti-predatori (facilità di cattura) (Brangi et al 1992, Linnel 1999). Ciò nonostante, il disturbo dell'uomo può rendere i domestici delle prede meno convenienti rispetto agli ungulati selvatici (Brangi et al 1992). Le predazioni sui domestici sarebbero quindi piuttosto influenzate dalle locali tecniche di conduzione (Schenone 2004) e dalle misure di protezione che pastori e allevatori mettono in atto per tenere lontani i lupi (cani da guardiania, ricoveri notturni, presenza del pastore sugli alpeggi assieme agli animali). Come documentato anche in altri studi condotti sull'Appennino (Brangi et al 1992) e sulle Alpi (Poule 1997, Ricci 2003, Marucco 2003, Ciampichini 2006, Guerriero 2007), la presenza degli ungulati domestici nella dieta del lupo, in tutte le cinque aree di studio, risulta comunque maggiore nella stagione estiva che invernale, in relazione alla loro presenza sugli alpeggi e quindi alla alta disponibilità sul territorio. La specie più utilizzata è la capra e secondariamente la pecora nonostante quest'ultima sia numericamente più numerosa sugli alpeggi (Tropini 2005, Orlando e Dalmaso 2007). La vacca compare solo saltuariamente. A seguito di un censimento dei domestici monticanti effettuato in provincia di Cuneo nel 2005, il confronto tra i dati di utilizzo e di

disponibilità, indica che la specie selezionata è quella caprina (Tropini, 2005). La sua maggiore vulnerabilità potrebbe dipendere dalla tendenza a pascolare nelle zone più ricche di arbusti e in posizione marginale rispetto al gregge. Inoltre essendo presente sugli alpeggi come specie collaterale, abbinata all'allevamento predominante dei bovini e degli ovini, viene più facilmente trascurata dal pastore in termini di sorveglianza (Tropini 2005). La specie bovina risulta la meno colpita, forse per la particolare efficacia del comportamento di difesa antipredatorio delle vacche, che scoraggerebbe i lupi dall'attaccarle (Vos 1999, Chavez 2005). Negli ultimi anni però le occorrenze di questa specie nella dieta del lupo sono aumentate rispetto ai precedenti studi (Ricci 2003, Marucco 2003, Avanzinelli 2003, Cimpichini 2006, Guerriero 2007). Si è assistito infatti ad un aumento degli attacchi rivolti a bovini in alpeggio (Orlando 2007), soprattutto a inizio estate, nel periodo dei parti, e rivolti ai vitelli prima del loro insediamento nella mandria. L'utilizzo dei vitelli è documentato anche in altri studi condotti in Italia (Meriggi et al 1991, Brangi et al 1992, Meriggi et al 1996, Schenone 2004). L'area Borbera-Capanne di Marcarolo risulta l'area con il maggior consumo di domestici, sia in estate che in inverno. Qui si registra anche il maggior consumo di bovini. Questo può essere dovuto a diversi fattori tra i quali le locali condizioni climatiche che permettono un periodo di monticazione più lungo e la mancanza di opportune strategie di difesa dal predatore da parte degli allevatori; l'allevamento brado è infatti ancora molto diffuso. L'area Torino fa registrare la più bassa presenza di domestici nella dieta, sia nel periodo estivo che in quello invernale, quando la porzione degli stessi, nella dieta, diventa irrilevante. Queste evidenze fanno emergere la forte specializzazione dei branchi di quest'area verso gli ungulati selvatici.

Durante la stagione invernale la presenza del bestiame su tutto il territorio di studio è pressoché nulla. Le occorrenze di domestici nella dieta invernale del lupo, possono essere spiegate soprattutto con l'attività di "food catching" (Mech 1970, Fuller e Keith 1980, Ballard et al 1987, Weaver 1993, Jedrzejewski et al 2002), che consiste nel cibarsi di animali precedentemente uccisi e sotterrati, o con l'attività di "scavenging" (Ballard et al 1987, Fuller 1989, 1991, Huggard 1993, Jedrzejewski et al 2002) che consiste nel disotterramento e consumo di animali morti per cause diverse dalla predazione. Nelle aree Torino e Alpi Marittime-Val Varaita, si riscontra un leggero aumento delle proporzioni di domestici nell'inverno

0607 rispetto ai precedenti inverni: questo potrebbe essere causato dalle particolari condizioni climatiche che hanno caratterizzato quella stagione. Le temperature molto al di sopra delle medie mensili e l'assenza di neve, hanno consentito infatti un prolungamento della stagione di pascolo con conseguente aumento degli attacchi del lupo sul bestiame (Orlando 2007).

Dall'analisi della dieta e delle carcasse di ungulati selvatici ritrovate nei tre inverni di studio si nota una corrispondenza nelle percentuali di utilizzo delle stesse categorie alimentari solo in alcuni casi: nell'area Alpi Liguri per gli inverni 0506 e 0607, nell'area Alpi Marittime-Val Varaita per gli inverni 0405 e 0506 e nell'area Torino per il solo inverno 0506. Interessante notare che nell'area Alpi Marittime-Val Varaita (ma nel solo territorio del branco Stura), nell'inverno 0405, la seconda specie più utilizzata, come carcassa, risulta il cervo ($n=3$ su un totale di 9 carcasse), con una percentuale uguale all'utilizzo di carcasse di cervo nell'area Torino. Nell'area Borbera-Capanne di Marcarolo il daino, come carcassa, è presente con frequenze più che quadruplicate rispetto alla occorrenze nella dieta. La causa della parziale differenza tra il risultato della dieta e quello del ritrovamento delle carcasse predate e consumate dal lupo può essere dovuto al fatto che il ritrovamento delle carcasse è influenzato dai settori monitorati, mentre l'analisi della dieta tramite gli escrementi consente un campione più casuale e probabilmente più realistico (Marucco et al 2005).

Le differenze che emergono dall'analisi della dieta a livello dei singoli branchi possono essere dovute ad una molteplicità di elementi: diversa abbondanza delle popolazioni di prede nelle diverse zone (Litvaitis *et al.* 1996), diversa topografia, diversa dimensione dei branchi (Ballard *et al.* 1987, Schmidt & Mech 1997) e disponibilità di prede alternative (Dale *et al.* 1995). Differenze nella dieta tra branchi anche di una stessa area sono frequenti (Fuller e Keith 1980). Si può tuttavia evidenziare che branchi limitrofi presentano tra loro minori differenze. I tre branchi presenti nel territorio dell'area Alpi Liguri sono accomunati da un elevato utilizzo del cinghiale, evidente soprattutto nel branco Casotto, dove questa specie è la più utilizzata sia in estate che in inverno. Il capriolo è utilizzato

soprattutto in inverno e il camoscio in estate. Gli ungulati domestici sono molto utilizzati sia nel periodo estivo (44,73% nell'estate 05, nel branco Pesio) sia in quello invernale (44,44% nell'inverno 0405 nel branco Tanaro). La caratteristica alternanza nell'utilizzo del capriolo e del cinghiale descritta precedentemente è particolarmente evidente nel branco Pesio.

I branchi dell'area Alpi Marittime-Val Varaita, sono invece caratterizzati da un elevato utilizzo del camoscio e del capriolo in tutte le stagioni. Nella dieta del branco Varaita compare il muflone, nel branco Stura-bassa lo stambecco. In questo branco, nell'inverno 0607, si è registrato un notevole aumento del consumo di cervo a discapito del camoscio e del capriolo. Nello stesso inverno, dai dati delle sessioni di snow-tracking, è stato possibile documentare un ampliamento del territorio del branco che ha interessato sia la parte alta della Valle Stura (occupata precedentemente dal branco alta Valle Stura) che il suo versante sinistro orografico. Nell'inverno 0405 le occorrenze di cervo sono risultate maggiori nel branco alta Valle Stura rispetto al branco bassa Valle Stura; inoltre il versante sinistro orografico della alta-media Valle Stura è area di rifugio invernale per gli ungulati. La variazione della dieta del branco bassa Valle Stura nell'inverno 0607 potrebbe quindi essere messa in relazione col cambiamento territoriale.

I branchi dell'area Torino sono caratterizzati da un elevato utilizzo di cervo e secondariamente di capriolo. Il camoscio è importante soprattutto nel periodo estivo. Nel branco Bardonecchia si assiste ad una caratteristica alternanza tra capriolo e cervo come specie principale che trova riscontro anche nelle stagioni precedenti questo studio, a cominciare dall'inverno 9901 (Marucco et al 2005). Nella dieta dei branchi delle aree Alpi Marittime-Val Varaita e Torino, si nota una scarsissima presenza di cinghiale, nonostante questa specie sia presente sul territorio (Bassano et al 1995). Questa evidenza è in linea con quanto sostenuto da Jedrzejewski et al (2002), secondo il quale il cinghiale è una preda secondaria del lupo e diviene molto importante solo in mancanza dei cervidi. Ballard et al (1987) rivelano che branchi più numerosi possono predare animali di dimensioni maggiori, mentre Schmidt e Mech (1997) smentiscono tale tesi. In questo studio, la preda di maggiori dimensioni è il cervo. Dalle stime sul numero di lupi nei tre inverni analizzati e nei branchi che utilizzano questa specie, non si nota alcuna particolare relazione tra questi due fattori.

Per mettere meglio in luce il comportamento alimentare del lupo sul territorio di studio, è stato sviluppato un discorso di selezione sulle quattro principali specie di ungulato presenti: capriolo, camoscio, cervo e cinghiale. La selezione delle prede è la rappresentazione non-casuale, delle prede disponibili, osservata nella dieta (Chesson 1978). Nella complessità delle dinamiche ambientali, la selezione delle prede può avvenire a diversi livelli (Huggard 1993, Kunkel 1997). Le specie preda possono avere diversi gradi di sovrapposizione di habitat con i predatori, i predatori possono ricercare determinate specie di prede, le prede possono presentarsi al predatore come singoli individui o come gruppo (Huggard 1993). Inoltre, dopo aver incontrato una particolare specie preda, la selezione può essere generata dalla decisione del predatore di attaccare la preda o meno (Huggard 1993).

L'analisi del comportamento di selezione del lupo sul territorio di studio ha rilevato sia l'importanza del cervo come specie principale nell'alimentazione del predatore (branchi Stura-bassa, Varaita, Chisone e Gran Bosco), sia l'importanza del cinghiale come specie alternativa (branco Pesio). Il capriolo, invece, nonostante la sua diffusa presenza nella dieta del lupo, e la sua abbondanza nei territori dei branchi (presenta infatti gli indici di transetto più alti tra le quattro specie di ungulati considerati, in quattro territori sui cinque considerati), sembra essere utilizzato sempre al di sotto della disponibilità. Molti studi sulla selezione e i tassi di predazione del lupo in Europa (Jedrzejewski 1992, Okarma 1995, Jedrzejewski 2000, 2002) riportano una selezione positiva del cervo e una selezione negativa per il cinghiale, specie che diviene sempre più importante al diminuire della densità dei cervi. Considerare in termini di predazione l'importanza delle diverse specie nella dieta in base all'analisi dei soli escrementi può essere però fuorviante, a meno che non si conosca la disponibilità media di carcasse nel territorio, in modo da apportare fattori di correzione alle proporzioni rilevate nelle feci (Ciucci 1994). Oltre che di consumo eventuale di carcasse, si può parlare anche di mortalità compensatoria, dove in condizioni ambientali avverse gli animali si possono indebolire fino a morire o essere facilmente preda dei lupi (Frenzel 1974). In questo caso l'impatto del predatore in realtà non influisce sulla densità della specie perché tali individui sono destinati a far parte di quella popolazione comunque annualmente perduta (Marucco et al. 2008). Un discorso di selezione

non può essere quindi affrontato unicamente in relazione alla disponibilità delle prede, perché la vulnerabilità, influenzata da molti fattori (altezza della neve al suolo, topografia, comportamento antipredatorio) può giocare un ruolo fondamentale (Frenzel 1974).

In generale, considerando sia le aree che tutti i branchi nelle stagioni di studio, le differenze nella dieta risultano statisticamente significative in quasi tutti i confronti. Branchi di una stessa area hanno di norma differenze meno accentuate rispetto a branchi di aree diverse. Questo potrebbe essere dovuto alla distribuzione delle prede sul territorio, per cui branchi confinanti avrebbero tassi di incontro più frequenti con lo stesso tipo di preda. In estate, le differenze risultano meno significative rispetto alla stagione invernale e la nicchia trofica risulta, in generale, più ampia. Inoltre, i valori di nicchia trofica invernali risultano minori quando sono calcolati sulla base delle proporzioni di utilizzo di tutte le categorie alimentari riscontrate nella dieta, piuttosto che dei soli ungulati. Queste evidenze rilevano una maggiore specializzazione su specie diverse durante il periodo invernale e provano che la dieta del lupo in ambiente alpino è specializzata nell'utilizzo di ungulati di medie-grandi dimensioni, soprattutto selvatici. Il lupo è un carnivoro generalista, con un comportamento alimentare flessibile e opportunistico. Tuttavia in presenza di grandi ungulati, questi vengono utilizzati maggiormente (Petersen & Ciucci 2003). In uno studio effettuato in Val Susa (Capitani 2004), riguardante il branco Gran Bosco, è risultato un indice di nicchia trofica (indice di Hulbert) di 0,2, quindi una dieta altamente specializzata, in questo caso verso il cervo. È interessante notare inoltre come i valori di nicchia trofica calcolati con l'indice di Levin's e con l'indice di Hulbert siano difficilmente confrontabili tra loro: per i cinque branchi considerati, i valori sono diversi e non proporzionali, perché cambia anche la loro disposizione nell'ordine crescente di nicchia trofica.

L'indice di Levin's non considera la possibilità che le diverse risorse varino in abbondanza (Krebs 1998). I dati sulla disponibilità degli ungulati, ricavati in questo studio, rivelano invece differenze notevoli nelle proporzioni relative delle diverse specie in tutti i territori considerati. Secondo Hulbert (1978), molti studi di ecologia dovrebbero considerare il fatto che alcune risorse sono molto abbondanti e comuni e altre non comuni o rare. Quindi l'utilizzo delle risorse dovrebbe essere riferito alla loro

disponibilità. Uno studio preliminare sulla disponibilità delle risorse risulta quindi fondamentale per poter scegliere quale misura di nicchia trofica utilizzare.

Al di là di alcune somiglianze riscontrabili nella dieta delle diverse aree e dei diversi branchi, appare chiaro come non si possano fare troppe generalizzazioni. Come già accennato, l'abbondanza di una fonte di cibo, collegata di necessità alle caratteristiche ecologiche di un'area, può infatti non essere direttamente collegata con la sua disponibilità (Litvaitis *et al.* 1996). Le dinamiche di predazione del lupo sono regolate da una serie di fattori molto più complessi, quali per esempio l'età, le condizioni fisiche e la vulnerabilità delle diverse specie preda, nonché la plasticità dei lupi stessi nel passare da una preda all'altra (Hayes *et al.* 2000, Jedrzejewsky *et al.* 2002). I risultati ottenuti evidenziano l'importanza degli studi sulla dieta, condotti per lunghi periodi e abbinati a stime di abbondanza delle popolazioni delle prede e del predatore. Solo in questo modo infatti, è possibile mettere in luce le relazioni preda-predatore e definire i tipi di risposta funzionale e numerica del predatore al variare della disponibilità delle prede stesse, in sistemi caratterizzati da una grande disponibilità di diverse prede. L'influenza di molti fattori sulle abitudini alimentari del lupo è confermata anche dagli indici di nicchia trofica e dal confronto tra utilizzo e disponibilità degli ungulati, che suggeriscono la presenza di differenti pattern di alimentazione (Capitani 2004) a seconda del territorio considerato. Quindi una generalizzazione sulla dieta del lupo sulle Alpi non è possibile in quanto sembra che ogni branco si adatti a condizioni particolari, sviluppando diete diverse sia negli anni che in territori diversi. Le abitudini alimentari del lupo nel suo areale meridionale, sembrano comunque essere molto simili a quelle nel suo areale settentrionale (nord America e nord Europa), dove i lupi utilizzano un numero ristretto di prede medio-grandi in relazione alla loro abbondanza e disponibilità (Huggard 1993, Jedrzejewska *et al.* 1994).

6. CONCLUSIONI

In sintesi, si possono mettere in evidenza le seguenti conclusioni:

- 1) La dieta dei lupi nel territorio della regione Piemonte è rappresentata principalmente da ungulati selvatici. Le specie più utilizzate sono il capriolo, e il camoscio. Localmente, risultano molto importanti il cinghiale e il cervo.

- 2) La dieta dei lupi varia a seconda dell'area o dei branchi considerati e delle stagioni. Ogni branco si adatta a condizioni particolari, sviluppando diete diverse sia negli anni che in territori diversi. Branchi adiacenti presentano maggiori somiglianze nella dieta. In generale gli ungulati selvatici rappresentano la porzione principale della dieta.
- 3) La nicchia trofica del lupo risulta maggiore in estate che in inverno. La dieta del lupo risulta specializzata nell'utilizzo di ungulati di medie-grandi dimensioni, soprattutto selvatici.
- 4) L'analisi del comportamento di selezione del lupo ha rilevato sia l'importanza del cervo come specie principale sia l'importanza del cinghiale come specie alternativa. Il capriolo, nonostante la sua diffusa presenza nella dieta del lupo, sembra essere utilizzato sempre al di sotto della disponibilità.

7. BIBLIOGRAFIA

Andelt, W.F., Kie, J.G., Knowlton, F.F. & Cardwell, K. (1985).- Variation in coyote diets with season and successional changes in vegetation. *J. Wild. Manage.* 51(2): 273-277.

Ansorge, H., Kluth, G. & Hane, S. (2006).- Feeding ecology of wolves *Canis lupus* returning to Germany. *Acta Theriologica* 51 (1): 99-106.

Avanzinelli, E. et al. (2003).- Monitoraggio estensivo del lupo in provincia di Torino. In *Relazione Finale 2002, Progetto Lupo Piemonte*. 132-218.

Bassano, B., Boano, G., Meneguz, P.G., Mussa, P.P & Rossi, L. (1995). – I selvatici delle Alpi Piemontesi, biologia e gestione. Regione Piemonte, EDA, Torino.

- Ballare, W. B., Withman, J. S. & Gardener, C. L. (1987). – Ecology of an exploited wolf population in south-central Alaska. *Wildlife Monographs* 98: 75-81.
- Barabino, A., Bassano, B. & Grignolino S. (2001) - Monitoraggio delle popolazioni di ungulati. In *Relazione finale Interreg Italia-Francia 1994-1999* . 213-233.
- Beier, P. & Cunningham, C. (1996). - Power of track surveys to detect changes in cougar populations. *Wildlife Society Bulletin*, 24(3): 540-546.
- Bergerud, T. A., and Elliot, J.P. (1998). - Wolf predation in a multiple-ungulate system in northern British Columbia. *Can. J. Zool.* 76: 1551-1569.
- Bertotto, P., Luccarini, S. (1999) – Indagine sulla popolazione di lupo in Alta Val di Susa e Val Chisone. In *Relazione finale interna Provincia di Torino, 1997-1999*.
- Boeri, M. (2007). – Comportamento di marcatura del lupo sulle Alpi Sud - Occidentali. Tesi di laurea. Università degli Studi di Padova.
- Boitani, L. (1982). – Wolf management in intensively used areas of Italy. In *Wolves of the world. Perspectives of behaviour, ecology and conservation*. F.H.Harrington and P.C. Pacquet, eds. Noyes, Park Ridge: 158-172.
- Boitani, L. (1983). – Wolf and dog competition in Italy. *Acta Zool. Finn.* 174: 259-264.
- Boitani, L. (1984).- Genetic considerations on wolf conservation in Italy. *Boll. Zool.* 51: 367-373.
- Boitani, L. (1992). - Wolf research and conservation in Italy. *Biological Conservation*. 61: 125-132.
- Boitani, L. & Ciucci, P. (1998).- An Action Plan for the Conservation of the Wolf in Europe. Seminar on Action Plans for Large Carnivores. Council of Europe.
- Boitani, L., De Biaggi, E. (2003). – Introduzione e sintesi del rapporto. In *Relazione finale, Progetto Lupo Piemonte (aggiornamento al 31 dicembre 2002)*.
- Boitani, L. (2005). – Introduzione. In *Rapporto 2005, Progetto Lupo – Regione Piemonte*.
- Boyd, D., Ream, R., Pletscher D.H. and Fairchild, M. W., (1994). Prey taken by colonizing wolves and hunters in the Glacier National Park area. *J. Wild. Manage.* 58: 289-295.
- Brangi, A., Rosa P. & Meriggi A. (1991). Predation by wolves (*Canis lupus* L.) on wild and domestic ungulates in Northern Italy. *Ongulés/ Ungulates* 91: 541-543.
- Brunetti, R. (1984).- Distribuzione storica del lupo in Piemonte, Valle d’Aosta e Canton Ticino. *Riv. Piem. St. Nat.* 5:7-22.

- Cagnolaro, L. Rosso, D., Spagnesi, M. & Venturi, B. (1974).- Inchiesta sulla distribuzione del lupo in Italia e nei Canton Ticino e Grigioni (Svizzera). *Ric. Biol. Selv.* 59: 1-75.
- Capitani, C., Bertelli, I., Varuzza, P. & Scandura, M. Apollonio, M. (2004).- A comparative analysis of wolf (*Canis lupus*) diet in three different italian ecosystems. *Mamm. Biol.* 69: 1-1-10.
- Chavez, A.S. & Gese, E.M. (2005).- Food Habits of Wolves in Relation to Livestock Depredations in Northwestern Minnesota. *Am. Midl. Nat.* 154: 253-263.
- Chesson, J. (1978).- Measuring preference in selective predation. *Ecology* 59: 211-215.
- Ciampichini, C. (2006).- Ecologia alimentare del lupo sulle Alpi Liguri e Marittime. Tesi di laurea. Università degli studi di Roma "La Sapienza".
- Ciucci, P. (1994).- Movimenti, attività e risorse del lupo (*Canis lupus*) in due aree dell'Appennino centro-settentrionale. Tesi di dottorato. Università di Roma "La Sapienza".
- Ciucci, P. & Boitani, L. (1998).- Wolf and dog depredation on livestock in central Italy. *Wildl. Soc. Boll.* 26: 504-514.
- 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., Raganella Pelliccioni, E., Rocco, M. & Guy, I. (1996).- A comparison of scat-analysis methods to asses the diet of the wolf *Canis lupus*. *Wild. Biol.* 2: 37-48.
- Ciucci, P., Tosoni, E. & Boitani, L. (2004).- Assesment of the point-frame method to quantify wolf *Canis lupus* diet by scat analysis. *Wildl. Biol.* 10: 149-153.
- Corbett, L.K. (1989).- Assessing the diet of dingoes from feces: a comparison of 3 methods. *J. Wildl. Manage.* 53(2): 343-346.
- Cuesta, L., Barcena, F. Palacios, F. & Reig, S. (1991).- The trophic ecology of the Iberian Wolf (*Canis lupus signatus* Cabrera, 1907). A new analysis of stomach's data. *Mammalia*, t. 55, No. 2: 239-254.
- Dale, B.W., Adams, L.G. & Bowyer, R.T. (1994).- Functional response of wolves preying on barren-ground caribou in a multiple-prey ecosystem. *J. Anim. Ecol.* 63: 644-652.
- Dale, B.W., Adams L.D. & Bowyer R.T. (1995).- Winter wolf predation in a multiple ungulate prey system. In Carbyn L. N., Fritts S.H., & Seip D.R. editors. *Ecology and conservation of wolves in a changing world*. Canadian Circumpolar Institute, University of Alberta, Edmonton, Canada pp. 223-230.
- De Biaggi, E. (2005). – Premessa. In *Rapporto 2005, Progetto Lupo – Regione Piemonte*.
- Debrot, S., Fivaz, G., Mermoud, C., Weber, J.-M. (1982).- Atlas des poils de mammifères d'Europe. *Institut de Zoologie de l' Université de Neuchâtel*.

D'Eon, R.G. (2001). - Using snow-track surveys to determine deer winter distribution and habitat. *Wildl. Soc. Bull.* 29: 879-887.

D'Eon, R.G. et al (2006). - Ground-based Inventory Methods for Ungulate Snow-track Surveys. *Addendum to Ground-based Inventory Methods for Selected Ungulates: Moose, Elk and Deer. Standards for Components of British Columbia's Biodiversity No. 33a.*

Dorsot, J., Favarger, C., Hainard, R., Paccaud, Q., Rougeot, P.C., Schaer, J.P., Veyret, P. (1987).- Guida del naturalista nelle Alpi. Zanichelli.

Eberhardt, L.L. 1978. Appraising variability in population studies. *Journal of Wildlife Management*, 42(2): 207-238.

Fabbri, E. et al (2007). – From the Appennines to the Alps: colonization genetics of the naturally expanding Italian wolf (*Canis lupus*) population. *Molecular Ecology*. 16: 1661-1671.

Fico, R., Morosetti, G., Giovannini, A. (1993). - The impact of predators on livestock in the Abruzzo region of Italy. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 12(1): 39-50.

Floyd, T.J., Mech, L.D. & Jordan, P.A. (1978).- Relating wolf scat content to prey consumed. *J. Wildl. Manage.* 42(3): 528-532.

Frenzel, L.D. (1974). – Occurrence in food in moose of wolves as revealed by scat analysis: a review of North American studies. *Nat. Can.* 101: 467-479.

Fritts, S.H. & Mech, L.D. (1981).- Dynamics, movements and feeding ecology of a newly protected wolf population in northwestern Minnesota. *Wildl. Monogr.* 80: 1-79.

Fuller, T.K. (1991).- Effect of snow depth on wolf activity and prey selection in north central Minnesota. *Can. J. Zool.* 69: 283-287.

Fuller, T. K. (1989).- Population dynamics of wolves in north-central Minnesota. *Wildl. Monogr.* 105: 1-41.

Fuller, T.K. and Keith, L.B. (1980).- Wolf population dynamics and prey relationships in northeastern Alberta. *J. Wildl. Manage.* 44(3): 583-602

Gasaway, W.C., Boertje, R.D., Grangaard, D.V., Kelleyhouse, D.G., Stephenson, O.R. & Larsen, D.G. (1992). – The role of predation in limiting moose at low densities in Alaska and Yukon and implications for conservation. *Wildlife Monographs*. 120: 1-59.

Gese, E.R. & Mech, L.D. (1991).- Dispersal of wolves (*Canis lupus*) in northeastern Minnesota, 1969-1989. *Can. J. Zool.* 69: 2946-2955.

- Gibbs, J.P. (2000). - Monitoring Populations. . *In* L. Boitani and T.K. Fuller, editors. *Research techniques in animal ecology. Controversies and consequences*. Columbia University Press, New York.
- Guerriero, M. (2007).- Ecologia alimentare del lupo (*Canis lupus*) nelle Alpi sud-occidentali. Tesi di laurea. Università degli studi di Torino.
- Hayes, R.D. & Harestad, A.S. (2000).- Wolf functional response and regulation of moose in the Yukon. *Can. J. Zool.* 78(1): 60-66.
- Hayes, R.D., Baer, A.M., Wotschikowsky, U. & Harestad, A.S. (2000).- Kill rate by wolves on moose in the Yukon. *Can. J. Zool.* 78(1): 49-59.
- Hayward, G.D., Miquelle, G.D., Smirnov, E.N. & Nations, C. (2002). – Monitoring Amur tiger populations: characteristics of track surveys in snow. *Wildlife Society Bulletin*, 30(4): 1-10.
- Harrington, F.H. & Mech, L. D. (1982). – An analysis of howling response parameters useful for wolf pack censusing. *Journal of Wildlife Management*. 46: 686-693.
- Hulbert, S.H. (1984). – Pseudoreplication and the design of ecological Field Experiments. *Ecological Monographs* 54(2): 187-211.
- Huggard, D.J. (1993).- Prey selectivity of wolves in Banff National Park. I. Prey species. *Can. J. Zool.* 71: 130-139.
- Huggard, D.J. (1993).- Prey selectivity of wolves in Banff National Park. II. Age, sex and condition of elk. *Can. J. Zool.* 71: 187-211.
- Huggard, D.J. (1993).- Effect of snow depth on predation and scavenging by wolves. *J. Wildl. Manage.* 57(2): 382-388.
- Jedrzejewski, W., Jedrzejewski, B., Okarma, H., Schmidt, K., Zub, K. & Musiani M. (2000).- Prey selection and predation by wolves in Bialowieza Primeval Forest, Poland. *J. Mamm.* 81: 197-212.
- Jedrzejewski, W., Schmidt, K., Theuerkauf, J., Jedrzejewska, B., Selva, N., Zu, K. & Szymura, L. (2002).- Kill rates and predation by wolves on ungulate populations in Bialowieza primeval forest (Poland). *Ecology* 83(5): 1341-1356.
- Jedrzejewski, W., Jedrzejewski, B., Okarma, H., & Ruprecht, A.L. (1992).- Wolf predation and snow cover as mortality factors in the ungulate community of the Bialowieza National Park, Poland. *Oecologia* 90: 27-36.
- Jedrzejewska, B., Okarma, H., Jedrzejewski, W., & Milkowski L. (1994).- Effects of exploitation and protection on forest structure, ungulate density and wolf predation in Bialowieza Primeval Forest, Poland. *J. Appl. Ecol.* 31: 664-676.

- Johnson, H.D. (1996). - Population Analysis. *In* T. Bookhout, editor, *Research and management techniques for wildlife and habitats*, 254-274. Washington, D. C.: The Wildlife Society, Bethesda, Maryland.
- Kirby, D.K., Boitani, L. & Ruiz, R. (...).- A project of economic-ecological analysis of wolf-livestock interactions in Spain.
- Kauhala, K. & Helle, P. (2000). – The interactions of predator and hare populations in Finland - a study based on wildlife monitoring counts. *Ann. Zool. Fennici* 37: 151-160.
- Krebs. C.J. (1998). - Ecological Methodology. Addison-Welsey Educational, Menlo Park.
- Kunkel, K.E. (1997). – Predation by wolves and other large carnivores in northwestern Montana and southeastern British Columbia. Page 272. University of Montana, Missoula.
- Kunkel, K.E., Ruth, T.K., Pletscher, D.H. & Hornocker, M.G. (1999). – Winter prey selection by wolves and cougars in and near Glacier National Park, Montana. *Journal of Wildlife Management* 63: 901-910.
- Lancia, R.A., Nichols, J.D. & Pollock, K.H. (1996). – Estimating the Number of Animals in Wildlife Populations. *In* T. Bookhout, editor, *Research and management techniques for wildlife and habitats*, 215-253. Washington, D. C.: The Wildlife Society, Bethesda, Maryland.
- Linnell, J.D.C., Odden, J., Smith, M.E., Aanes, R. & Swenson, J.E. (1999).- Large carnivores that kill livestock: do "problem individuals" really exist? *Wild. Soc. Bull.* 27: 698-705.
- Litvaitis, J.A.(2000).- Investigating Food Habits of Terrestrial Vertebrates. *In* L. Boitani and T.K. Fuller, editors. *Research techniques in animal ecology. Controversies and consequences*. Columbia University Press, New York.
- Livatis, J.A., Titus, K. & Anderson, E.M. (1996).- Measuring vertebrate use of terrestrial habitats and foods. *In* T. Bookhout, editor, *Research and management techniques for wildlife and habitats*, 254-274. Washington, D. C.: The Wildlife Society, Bethesda, Maryland.
- Macdonald, D.W., Boitani, L. & Barasso, P. (1980).- Foxes, wolves and conservation in the Abruzzo mountains. *Biogeographica*, Vol. 18.
- Manly, B.F. J. (1974).- A model for certain types of selection experiments. *Biometrics* 30: 281-294.
- Manly, B.F. J. (1998).- Randomization, bootstrap and Monte Carlo methods in biology. Chapman & Hall, London, United Kindom.
- Marquard, U. & Petersen (1998).- Food habits of artic wolves in Greenland. *J. Mamm.* 79(1): 236-244.

- Marucco, F. (2003).- Wolf ecology in the Western Alps: analysis with non-invasive 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. (2003).- Monitoraggio intensivo dei lupi nelle Alpi Liguri. In *Relazione Finale, Progetto Lupo-Regione Piemonte*. 84-131.
- Marucco, F. et al. (2005).- Stato, distribuzione e dieta del lupo in regione Piemonte. In *Rapporto 2005, Progetto Lupo-Regione Piemonte*.
- Marucco F. et al. (2007). - Il monitoraggio del lupo sul territorio regionale. In *Rapporto 2007, Progetto Lupo-Regione Piemonte*.
- Marquard-Petersen, U. (1998). – Food habits of arctic wolves in Greenland. *Journal of Mammalogy*. 79: 236-244.
- Mattioli, L., Apollonio, M., Mazzarone, V., & Centofanti, E. (1995). – Wolf food habitus and wild ungulate availability in the Foreste Casentinesi National Park, Italy. *Acta Theriologica*. 40: 387-402.
- Mech, L.D. & Boitani, L. (2003).- Wolves: behaviour, ecology and conservation. University of Chicago Press.
- Mech, L.D. & Peterson, R.O. (2003).- Wolf prey-relations. In Mech, L.D. & Boitani, L. editors. *Wolves: behaviour, ecology and conservation*. University of Chicago Press: 131-161.
- Mech, L. D. (1999).- Alpha status, dominance and division of labor in wolf packs. *Can. J. Zool.* 77: 1196-1203.
- Mech, L. D., Wolf, P. C. & Packard, J. M. (1999).- Regurgitative food transfer among wild wolves. *Can. J. Zool.* 77: 1192-1195.
- Mech, L.D., Meier, T.J., Burch, J.W. & Adams, L.G. (1995).- Patterns of prey selection by wolves in Denali national Park, Alaska. In Carbyn L. N., Fritts S.H., & Seip D.R. editors. *Ecology and conservation of wolves in a changing world*. Canadian Circumpolar Institute, University of Alberta, Edmonton, Canada. pp. 231-243.
- Meriggi, A., Brangi, A., Matteucci, C. & Sacchi, O. (1996).- The feeding habits of wolves in relation to large prey availability in northern Italy. *Ecography* 19: 287-295.
- Meriggi, A., Rosa, P., Brangi, A. & Matteucci, C. (1991).- Habitat use and diet of the wolf in northern Italy. *Acta Theriologica* 36 (1-2): 141-151.
- Messier, F. (1985).- Solitary living and extraterritorial movements of wolves in relation to social status and prey abundance. *Can. J. Zool.* 63: 239-245.

Muller S. (2006).- Diet composition of wolves (*Canis lupus*) on the Scandinavian peninsula determined by scat analysis. University of Munich (Germany).

Okarma, H., Jedrzejewska, B., Jedrzejewski, W., Krasinski, A. & Milkowski, L. (1995).- The role of predation, snow cover, acorn crop, and man-related factors on ungulate mortality in Bialowieza Primeval Forest, Poland. *Acta Theriologica* 40(2): 197-217.

Orlando, L., Dalmaso, S. (2007). – Il monitoraggio dei danni ai domestici e le attività di prevenzione. In *Rapporto 2007, Progetto Lupo – Regione Piemonte*.

Peterson, R.O. & Ciucci, P. (2003).- The wolf as a carnivore. In Mech, L.D. & Boitani, L. editors. *Wolves: behaviour, ecology and conservation*. University of Chicago Press: 104-130.

Pole, A.P., Gordon, I.L., Gormann, M.L. & MacAskill, M. (2004).- Prey selection by African wild dogs (*Lycaon pictus*) in southern Zimbabwe. *J. Zool., Lond.* 262: 207-215.

Poole, K.G., Park, B. & Mowat, G. (2000). - Deer winter range habitat use along the Arrow Lakes, southeastern British Columbia, 1999-2000. Timberland Consultants.

Poole, K.G. & Mowat, G. (2002). – Ungulate Habitat Selection in Tembec's Creston Operating Area, Winter 2001-2002; Interim Report. Aurora Wildlife Research.

Poole, K.G. & Mowat, G. (2002). - Ungulate Winter Range Delineation on the Harrop Procter Community Forest, 2001-2002. Aurora Wildlife Research.

Post, E., Peterson, R. O., Stenseth, N. Ch. & McLaren, B. E. (1999).- Ecosystem consequences of wolf behavioural response to climate. *Nature* 401: 905-907.

Potvin, F., Jolicoeur, H. and Huor, J. (1988). Wolf diet and prey selectivity during two periods for deer in Quebec: decline versus expansion. *Can. J. Zool.* 66: 1274-1279.

Pouille, M-L., Carles, L. & Lequette, B. (1997).- Significance of ungulates in the diet of recently settled wolves in the Mercantour mountains (southeastern France). *Rev. Ecol. (Terre Vie)* 52: 357-368.

Randi, E., Francisci, F. & Lucchini, V. (1995).- Mitochondrial DNA restriction-fragment-length polymorphism in the Italian wolf (*Canis lupus*) population. *J. Zool. Syst. Evol. Research* 33: 97-100.

Regione Piemonte-Assessorato Parchi (1992).- Parchi e riserve del Piemonte, ambiente e itinerari. L'Arciere.

Reig, S. & Jedrzejewski, W. (1988).- Winter and early spring Food of some carnivores in the Bialowieza National Park, eastern Poland. *Acta Theriol.* Vol. 33, 5: 57-65.

Reynolds, J.C., & Aebischer, N.J. (1991).- Comparison and quantification of carnivore diet by faecal analysis: a critique, with recommendations, based on a study of the Fox *Vulpes vulpes*. *Mammal Rev.* Volume 21, No. 3, 97-122.

Ricci, S. (2003).- Monitoraggio estensivo del lupo in provincial di Cuneo. In *Relazione Finale, Progetto Lupo Piemonte*.14-83

Rughetti, M. (2004). – Selezione dell'habitat e dei percorsi invernali dei lupi delle Alpi Liguri. Tesi di laurea. Università degli Studi di Roma "La Sapienza".

Salvador, A. & Abad, P. L. (1987).- Food habits of a wolf population (*Canis lupus*) in León province, Spain. *Mammalia*, t. 51, No.1.

Schenone, L., Aristarchi, C. & Meriggi, A. (2004).- Ecologia del lupo (*Canis lupus*) in provincia di Genova: distribuzione, consistenza, alimentazione e impatto sulla zootecnia. *J. Mamm.* (n.s.) 15 (2): 13-30.

Schmidt, P.A. & Mech, L.D. (1997).- Wolf pack size and food acquisition. *Am. Nat.* Vol. 150: 513-517.

Schwarz, C.J. & Seber, A.F. (1999). – Estimating Animal Abundance: Review III. *Statistical Science*, Vol. 14, No. 4: 427- 456.

Scott, B. M. V. & Shackleton, D. M. (1980).- Food habits of two Vancouver Island wolf packs: a preliminary study. *Can. J. Zool.* 58: 1203-1207.

Smietana, W. (2005).- Selectivity of wolf population on red deer in the Bieszczady Mountains, Poland. *Acta Theriologica* 50: 231-237.

Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. (2000).- Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. *W.H. Freeman and Company*, San Francisco.

Spaulding, R., Krausman, P.R. & Ballard, W.B. (2000).- Observer bias and analysis of gray wolf diets from scats. *Wild. Soc. Bull.* 28(4): 947-950.

Stephen, D.W. & Krebs, J.R. (1986).- Foraging theory. Princeton University Press, Princeton.

Stephens, P.A., Zaumyslova, O.Yu., Miquelle, D.G., Myslenkov, A.I. & Hayward, G.D. (2006). *Animal Conservation* 9: 339-348.

Teerink, B.J. (1991).- Hair of west-european mammals. *Cambridge University Press*.

Thomas, D.L. & Taylor, R.J. (1990). – Study designs and tests for comparing resource use and availability. *Journal of Wildlife Management.* 54: 322-330.

Tosoni, E. (2002).- Il lupo nel Parco Nazionale del Pollino: ecologia, metodi di quantificazione e strategia di campionamento della dieta. Tesi di laurea. Università degli studi di Roma "La Sapienza".

Traves, J.L. (1983).- An assesment of quantity of prey consumed by wolves trough analysis of scats. M.A. Thesis, Northern Michigan University, Marquette.

Treves, A., Jurewicz, R.R., Naughton-Treves, L., Rose, R.A., Willging, C. & Wydeven, A.P. (2002).- Wolf depredation on domestic animals in Wisconsin, 1976-2000. *Wild. Soc. Bull.* 30: 231-241.

Tropini, A. & Dalmaso, S. (2005). – Il monitoraggio e la prevenzione dei danni da canide sul bestiame domestico in regione Piemonte. In *Rapporto 2005, Progetto Lupo – Regione Piemonte*.

Vilà, C., Urios, V. & Castroviejo J. (1994).- Use of faeces for scent marking in Iberian wolves (*Canis lupus*). *Can. J. Zool.* 72: 374-377.

Voigt, D.R., Kolenosky, G.B. & Pilmott, D.H. (1976).- Changes in summer foods of wolves in central Ontario. *J. Wildl. Manage.* 40(4): 663-668.

Vos, J. (2000).- Food habits and livestock depredation of two Iberian wolf packs (*Canis lupus signatus*) in the north of Portugal. *J. Zool.Lond.* 251: 457-462.

Weaver, J.L. (1993).- Refinig the equation for interpreting prey occurrence in gray wolf scats. *J. Wild. Manage.* 57(3): 534-538.

Windeberg L.A & Mitchell C.D. (1990).- Winter diets of coyotes in relation to prey abundance in southern Texas. *J. Mamm.* 71(3): 439-447.

Zimen, E., Boitani, L. (1975). – Number and distribution of wolves in Italy. *Zeitschrift feur Saeugetierkunde*, 40: 102-112.

