

# il lupo

IN PROVINCIA DI AREZZO

A cura di  
Marco Apollonio e Luca Mattioli



Provincia di Arezzo

**LB**  
Le Balze

## Referenze fotografiche

Graziano Capaccioli: Figure 3.10, 3.11, 4.2, 5.4, 5.13, 8.2, 8.9, 9.12, 10.19 e pagine 6, 10, 148  
 Graziano Tortelli: Figura 4.3  
 Roberto Zaffi e Luciano Piazza: Figure 4.8, 5.10, 7.13, 10.17? e pagine 86, 114, 130, 154  
 Corpo Forestale dello Stato di Arezzo: Figura 6.6 e pagina 66  
 Elisa Avanzinelli: Figura 5.18  
 Claudia Capitani: Figure 2.1, 4.6, 5.2, 5.3, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 6.8, 10.4b e pagine 44  
 Andrea Gazzola: Figure 10.1, 10.4a, 10.5a, 10.7, 10.8, 10.9  
 Mirco Geri: Figura 5.23  
 Paolo Lamberti: Figura 5.20  
 Alessia Viviani: Figure 1.1, 4.4, 4.5, 5.21, 10.5b e pagine 28, 102

Foto di copertina: Graziano Capaccioli

Grafica: Margherita Barucci

Impaginazione: Cristina Bruzzichelli

## Indice

### IL LUPO IN PROVINCIA DI AREZZO

1) IL CENTRO STUDI DI CASA STABBI E LA LINEA EDITORIALE SULLA CONSERVAZIONE E GESTIONE DELLA FAUNA Roberto Vasai . . . . .	7
2) UN PROGETTO PER UNA SPECIE PRIORITARIA Gabriele Chianucci . . . . .	11
3) IL TERRITORIO DELLA PROVINCIA DI AREZZO Luca Mattioli . . . . .	15
4) IL LUPO: UN PREDATORE SOCIALE ED ADATTABILE Alessia Viviani, Andrea Gazzola, Massimo Scandura . . . . .	29
5) METODI DI STUDIO Claudia Capitani, Paolo Lamberti, Massimo Scandura . . . . .	45
6) DISTRIBUZIONE E DINAMICA DI POPOLAZIONE DEL LUPO IN PROVINCIA D'AREZZO Claudia Capitani . . . . . <i>Hanno contribuito al contenuto di questo capitolo:</i> L. Mattioli, A. Viviani, M. Scandura, L. Mauri, P. Lamberti, A. Gazzola, M. Apollonio, E. Avanzinelli, F. Benvenuti, D. Giustini, S. Marsili, A. Vanni, M. Alboni, A. Colombo, M. Gemignani, M. Geri	67
7) LO STUDIO GENETICO: IL CONTRIBUTO DEL DNA Massimo Scandura . . . . . <i>Hanno contribuito al contenuto di questo capitolo:</i> M. Alboni, M. Apollonio, E. Avanzinelli, F. Benvenuti, C. Capitani, S. Cappelli, D. Del Chiaro,	87

M.F. Di Benedetto, A. Gazzola, M. Geri, D.  
Giustini, L. Iacolina, P. Lamberti, S. Marsili, L.  
Mattioli, A. Vanni, A. Viviani.

8) RAPPORTO PREDA-PREDATORE:  
IL SISTEMA DELL'ALPE DI CATENAIA  
Paolo Lamberti, Marco Alboni . . . . . 103  
*Hanno contribuito al contenuto di questo capitolo:*  
M. Apollonio, C. Capitani, A. Gazzola, L.  
Mattioli, L. Mauri, M. Scandura, A. Viviani, V.  
Viviani, nonché numerosi studenti in tesi appartenenti a diverse università italiane per gli studi radiotelemetrici e molti volontari per le catture e i censimenti di ungulati.

9) ECOLOGIA TROFICA  
Claudia Capitani . . . . . 115  
*Hanno contribuito al contenuto di questo capitolo:*  
L. Mattioli, M. Apollonio, E. Avanzinelli, I. Bertelli,  
A. Gazzola, P. Lamberti, A. Viviani, M. Alboni, A.  
Colombo, V. Viviani

10) IL LUPO E L'ATTIVITÀ ZOOTECNICA  
Andrea Gazzola . . . . . 131  
*Hanno contribuito al contenuto di questo capitolo:*  
il Servizio Veterinario dell'ASL n. 8 di Arezzo  
(ed in particolare il Dr. Fabio Parca, il Dr.  
Francesco Luccaccini ed il Dr. Ferdinando Rosi),  
M. Apollonio, L. Mattioli e M. Scandura.

11) CONCLUSIONI DEI CURATORI  
Marco Apollonio e Luca Mattioli . . . . . 149

**Bibliografia . . . . . 155**

## 1. Il Centro Studi di Casa Stabbi e la linea editoriale sulla conservazione e gestione della fauna

Roberto Vasai

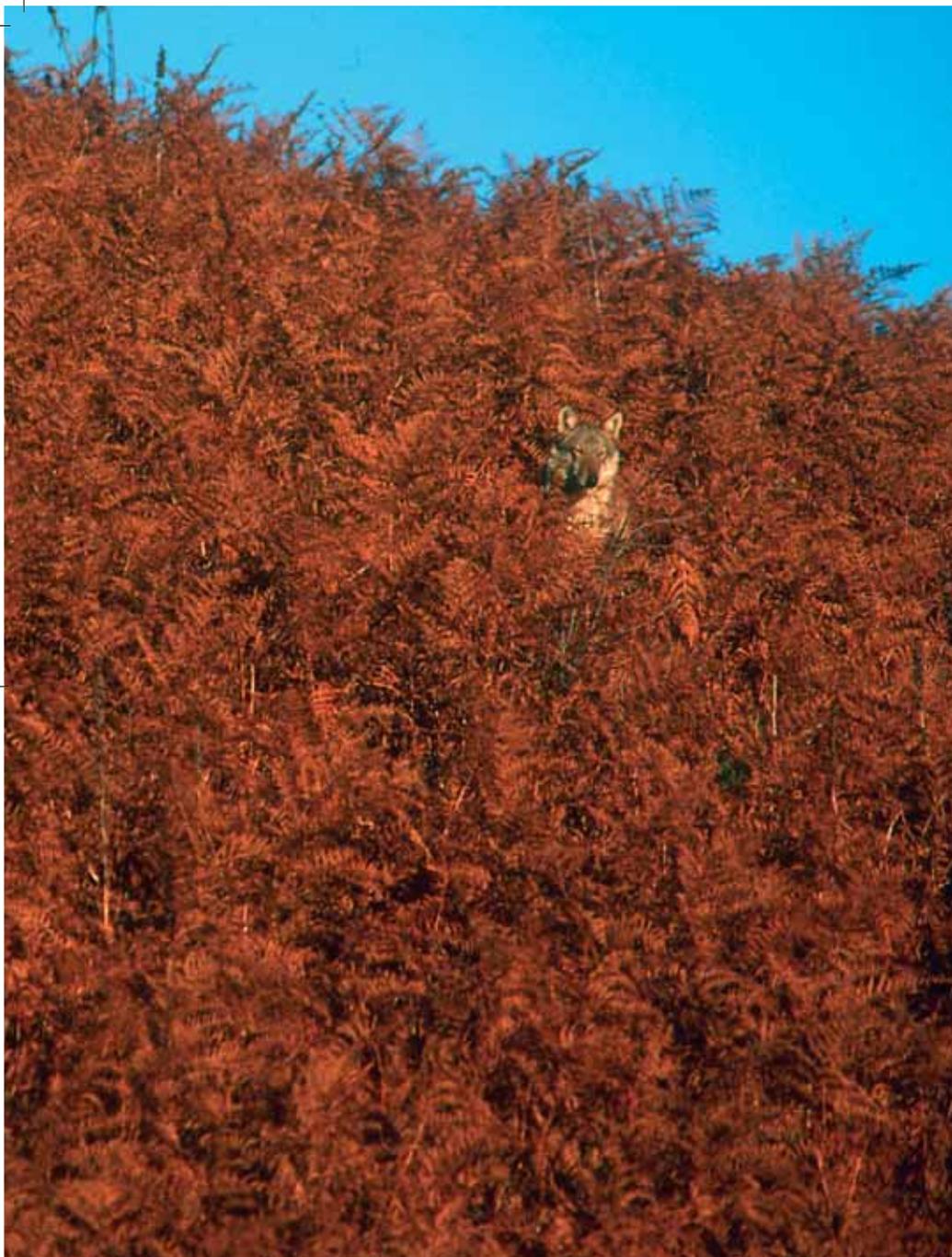
Il centro studi di Casa Stabbi è il frutto di un impegno "antico" della Provincia di Arezzo nel settore della tutela e corretta gestione della fauna, secondo una linea di piena attuazione delle normative di settore (L.R. n° 3/94 "Protezione fauna omeoterma ed esercizio venatorio"; L.R. n° 56/2000 "Attuazione della Direttiva Habitat"). Il primo passo è stato mosso nel 1997, quando la Provincia di Arezzo nell'ambito della revisione della propria pianificazione faunistico-venatoria ha istituito, in collaborazione con le Comunità montane del Casentino, della Valtiberina e del Pratomagno, con la Del. C.P. n° 140/1997 cinque Oasi di protezione faunistica nei principali complessi forestali appartenenti al Patrimonio agricolo forestale regionale, di cui una nel complesso forestale "Alpe di Catenaia".

Queste aree rappresentano uno degli elementi di maggior pregio naturalistico oltrechè paesaggistico della Provincia, per la loro collocazione strategica nei principali complessi montuosi e forestali, caratterizzati da elevata biodiversità e dalla presenza di importanti entità zoologiche e ambientali da preservare. Di particolare interesse è il sistema preda-predatore costituito dagli ungulati selvatici, in primo luogo capriolo e cinghiale, e dai relativi predatori, quali l'aquila, la volpe e soprattutto il lupo che è l'unica specie di mammifero esistente nella Provincia la cui conservazione è stata individuata come obiettivo prioritario dalla Direttiva CEE 92/43 "Habitat", recepita successivamente dalla Regione Toscana con L.R. n. 56/2000.

Ben prima della promulgazione della leg-

ge, la quale prevede il monitoraggio obbligatorio delle specie di interesse prioritario da parte delle Province competenti per territorio, la Provincia di Arezzo, a partire dal 1998, ha avviato un progetto di ricerca sull'intero territorio provinciale in collaborazione con il Prof. Marco Apollonio, Direttore del Dipartimento di Zoologia e Genetica Evoluzionistica dell'Università di Sassari e membro del Centro Interuniversitario per la Ricerca sulla Selvaggina (C.I.R.S. e M.A.F.) di Firenze, incentrato sullo studio della consistenza, la dinamica e la struttura di popolazione del lupo nelle oasi di protezione della Provincia. A tale progetto ha aderito la Regione Toscana con un supporto importante e continuo, mentre il Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio, Servizio Conservazione della Natura, attraverso una specifica convenzione ha riconosciuto il progetto come "iniziativa di elevato contenuto scientifico e vicina agli obiettivi di tutela e di monitoraggio delle specie di interesse comunitario così come definiti dalla direttiva 92/43/CEE e dal D.P.R. n° 357 dell'8/9/1997" e si è impegnato a dare il proprio patrocinio alle attività di ricerca.

L'avvio di questo primo progetto ha subito evidenziato l'esigenza, al fine di consentire un ottimale sviluppo degli studi, di realizzare una struttura che svolgesse le funzioni essenziali di Centro studi, ovvero di fulcro intorno al quale creare ed organizzare ulteriori azioni di ricerca e di divulgazione ambientale, e di foresteria, ovvero alloggio-permanente per il personale ricercatore impegnato nei progetti ubicato vicino o all'interno delle aree di studio.



Attraverso l'approvazione di un protocollo di intesa tra la Provincia di Arezzo, la Comunità Montana del Casentino ed il Comune di Chitignano, è stato individuato in "Casa Stabbi", ubicata nel complesso forestale regionale dell'Alpe di Catenaiola, comune di Chitignano, la struttura ideale per lo scopo. Grazie ad un forte impegno per la ristrutturazione da parte della Provincia di Arezzo, ad un ulteriore finanziamento della Comunità Europea nell'ambito del progetto Docup 2000-2006 Ob.2, ed alla concessione in uso da parte della Comunità Montana della struttura di proprietà regionale per gli scopi del progetto, è stato possibile realizzare il "Centro studi e di documentazione ambientale sulle oasi di protezione della Provincia di Arezzo-Casa Stabbi". Il centro è dotato di una foresteria in grado di ospitare in pianta stabile un gruppo di 10 persone tra ricercatori e studenti, e di un secondo polo didattico dedicato alla realizzazione di iniziative formative a carattere residenziale, in grado di ospitare fino a 30 persone. Il centro ha già accolto master post-laurea e esercitazioni di campo di corsi universitari in materia di conservazione e gestione della fauna, ed è in progettazione un Master europeo sulla conservazione e gestione delle popolazioni animali da realizzare in collaborazione tra il Gruppo di ricerca del Prof. Marco Apollonio, la Provincia di Arezzo e gruppi di ricerca stranieri.

Dal primo progetto di studio sul lupo il centro nel corso degli anni ha assunto un ruolo di volano per ulteriori progetti, dallo studio sul sistema preda-predatore nell'Alpe di Catenaiola, a quello sulle relazioni tra ungulati selvatici e rinnovazione forestale, alla verifica delle tecniche di censimento del capriolo, creando una rete di collaborazione tra soggetti diversi, pubblici e privati, di grande interesse nel panorama nazionale: Regione Toscana, ARSIA, Istituto sperimentale per la selvicoltura di Arezzo, Comunità

Montana Casentino, Unione regionale cacciatori dell'Appennino, Ambiti territoriali di caccia AR 1, AR 2 e AR 3, Federcaccia Provinciale di Arezzo.

Presso il centro è stata ubicata anche una importante stazione di rilevamento della qualità dell'aria, parte di una rete di rilevamento realizzata dalla Regione Toscana.

Ma "Casa Stabbi" non ha solo il polmone della ricerca e dello studio: vuole respirare anche con quello della divulgazione e della documentazione nei settori della gestione e conservazione ambientale. Per sviluppare al meglio questa seconda dimensione, Provincia di Arezzo e ARSIA Toscana, agenzia leader nel settore della sperimentazione e divulgazione, hanno stipulato un protocollo di intesa, tra i cui elementi qualificanti vi è la realizzazione di una specifica linea editoriale comune che consenta una divulgazione più ampia dei risultati scientifici dei progetti realizzati presso il centro, e fino ad oggi pubblicati in specifiche riviste specializzate, per lo più in lingua straniera, aprendo possibilità ulteriori di dialogo con il mondo della scuola e della divulgazione ambientale di base.

L'orizzonte di azione è quello di un continuo scambio tra i due livelli "locale" e "globale" interpretati come ricchezze complementari: il radicamento nel territorio e l'attenzione alle problematiche gestionali locali si coniuga e si arricchisce con il confronto con situazioni diverse su scala nazionale ed internazionale, e mette a disposizione "in rete" i risultati della propria azione.

Questo volume sul lupo in Provincia di Arezzo è il primo contributo di questa nuova iniziativa, a cui, ne seguiranno altri. Vuole essere uno strumento che raccoglie lo stato delle conoscenze su questa affascinante e complessa specie accumulate in quasi dieci anni di faticose ricerche. Cerca di realizzare il difficile compromesso tra rigore scientifico e divulgazione, in modo da poter raggiunge-

re il più elevato numero di persone interessate alla materia: dai ricercatori agli addetti alla gestione, dagli operatori forestali e agricoli ai cacciatori e agli ambientalisti, fino ad arrivare al mondo della scuola ed alle comunità locali.

Ci auguriamo di essere riusciti nell'intento. Il mio più sentito ringraziamento va a tutte le numerosissime persone che hanno dato un contributo alla realizzazione di tutto questo.

Fig. 1.1 - Veduta del Monte Foresto nell'Alpe di Catenaiola, ripresa dal crinale della fonte di S. Francesco





## 2. Un progetto per una specie prioritaria

Gabriele Chianucci

Il lupo è una specie che da sempre ha attratto l'attenzione dell'uomo, con motivazioni spesso diverse e contrastanti. Alcuni la definiscono una "specie bandiera", come a sostenere che il grande interesse di cui è oggetto sia la conseguenza del significato che da sempre ha avuto nell'immaginario collettivo, più che del suo intrinseco valore biologico ed ecologico. Ma non è così.

Il lupo è una specie emblematica, da un lato, dei processi di grande trasformazione socio-economica e quindi ambientale che hanno interessato il territorio appenninico dal dopoguerra ad oggi, e dall'altro, dell'evoluzione e della crescita di attenzione verso le problematiche della conservazione della biodiversità nel suo complesso e delle sue espressioni più minacciate che si è registrata negli ultimi decenni.

Nel periodo tra gli anni '50 e '70 la specie ha toccato in Italia il suo minimo storico, sia per consistenza della popolazione che per dimensione dell'areale di distribuzione (Apollonio et al., 2004). La presenza del lupo in Provincia di Arezzo in quegli anni è stata oggetto di discussione e di opinioni contrastanti tra gli esperti. Per Cagnolaro ed altri autori la specie non si è mai estinta completamente, ma è riuscita a mantenere un piccolo contingente costituito da individui isolati o piccoli gruppi. Per altri (Zimen e Boitani, 1975) il lupo in quei decenni non era più presente nel tratto dell'appennino tosco-romagnolo e sopravviveva in un areale frammentato nel centro-sud Italia, al di sotto dell'area dei Monti Sibillini. Testimonianze dirette di personale di questa amministrazione

(Innocenti A., comunicazioni personali) e i risultati di recenti indagini genetiche (Scandura et al., 2001) sembrano confermare la prima ipotesi. Quale sia stato il recente passato del lupo in quest'area, di certo il suo status ha conosciuto una forte evoluzione negli ultimi 20 anni, e possiamo senza dubbio affermare che il territorio della Provincia di Arezzo ha giocato un ruolo importante nel processo di conservazione di questo carnivoro nell'appennino centro-settentrionale. Due sono i fattori strategici che hanno favorito questo processo di recupero, oltre al più generale processo di abbandono della collina-montagna e conseguente ri-naturalizzazione di molte aree: da una parte un forte incremento della presenza e consistenza degli ungulati selvatici, in particolare del cinghiale e del capriolo; dall'altra la presenza di una rete di aree protette, in parte storiche ed in parte di recente costituzione, conseguenza dell'esistenza di importanti aree demaniali ma anche di una precisa pianificazione territoriale che le ha sapute valorizzare e proteggere.

Nel corso degli anni '70, veniva avviata la reintroduzione del cinghiale in Provincia di Arezzo, così come in altre province limitrofe. Nel decennio successivo, il rapido accrescimento dei pochi individui immessi, unito alla progressiva espansione delle popolazioni di capriolo, daino e cervo, originatasi dall'area delle Foreste Casentinesi, creava le condizioni favorevoli in varie parti del territorio provinciale per una inversione di tendenza nella dinamica di popolazione del lupo, innescata dal nuovo status di protezio-

ne della specie e dalla messa al bando delle esche avvelenate.

L'esistenza di aree protette, o comunque in regime di bandita di caccia, distribuite lungo l'area appenninica ed i principali rilievi secondari, rafforzavano questo processo, grazie all'offerta di aree di rifugio scarsamente disturbate ed ad un'ulteriore azione di incremento delle popolazioni di ungulati selvatici dovuta all'adozione di innovative scelte gestionali.

Alla fine degli anni '80 la presenza del lupo lungo la dorsale appenninica, dal Monte Falterona e dalle Foreste Casentinesi fino all'Alpe della Luna ed al Comune di Sestino, era ormai una certezza documentata dal numero crescente di carcasse attribuite alla specie che venivano rinvenute nella Provincia e aree contermini, ma poco si sapeva sull'effettivo stato della specie. Sono di quegli anni le prime indagini condotte da pochi appassionati pionieri nell'area delle Riserve naturali biogenetiche Casentinesi (Crudele, 1988; Centofanti e Crudele, 1993), seguite da un primo studio organico sulla specie condotto nella stessa area dal Prof. Marco Apollonio a partire dal 1993, ma nessuna indagine effettiva esisteva al di fuori dell'area del neocostituito Parco Nazionale.

La Provincia di Arezzo con Deliberazione del Consiglio Provinciale n° 140 del 29/7/1996 ha istituito, durante la fase di revisione del proprio Piano Faunistico Venatorio, cinque oasi di protezione ai sensi dell'art. 10 comma 8) lett. A) della L. 11 febbraio 1992, n. 157 "Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio".

Tali oasi sono state realizzate sui principali rilievi montani del territorio provinciale, interessati in buona parte da complessi forestali di proprietà pubblica di elevato valore ambientale, ed integrano la vicina area protetta del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna

costituendo una rete di zone di protezione unica nel panorama della Regione Toscana.

Come indicato nella relazione tecnica generale di corredo alla delibera di istituzione, uno degli obiettivi di questo atto di programmazione era quello di "...favorire, o mantenere dove già esistente, un equilibrio tra predatori (lupo, aquila), prede (ungulati selvatici) e ambiente che realizzi gli obiettivi della conservazione (finalità istitutiva delle oasi e della stessa L. 157/92) ad un costo economico sostenibile...", migliorando le condizioni di protezione e lo status di popolazione in particolare del lupo, che è, tra i mammiferi, l'unica specie prioritaria di interesse comunitario, ai sensi della Dir, CEE 92/43 "Habitat" e del D.P.R. 8 settembre 1997 n. 357 "regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE...", la cui conservazione necessita di misure rigorose.

Le oasi di protezione del Pratomagno, dell'Alto Tevere e dell'Alpe della Luna, sono inoltre completamente o parzialmente ricadenti entro i confini dei Siti di interesse comunitario (SIC 74 IT 5170006 (AR) Alta valle del Tevere; SIC 78 IT 51700010 (AR) Alpe della Luna; SIC 79 IT 51700011 (AR) Pascoli montani e cespuglieti del Pratomagno) individuati ed approvati dalla regione Toscana con Deliberazione del Consiglio Regionale 10 novembre 1998, n. 342 al fine di costituire la rete di aree protette denominata "natura 2000" in attuazione della direttiva "habitat".

Con l'obiettivo di avviare il monitoraggio dello stato di conservazione del lupo previsto all'art. 7 del D.P.R. 357/97, e con due anni di anticipo rispetto alla promulgazione della L.R. 56/2000, la quale prevede il monitoraggio obbligatorio delle specie di interesse prioritario da parte delle Province competenti per territorio, la Provincia di Arezzo nel 1998, ha stipulato una convenzione con il Prof. Marco Apollonio, Direttore del Dipartimento di Zoologia e Genetica

Evoluzionistica dell'Università di Sassari e membro del Centro Interuniversitario per la Ricerca sulla Selvaggina (C.I.R.S.e M.A.F.) di Firenze, finalizzata allo studio della consistenza, della dinamica e della struttura di popolazione del lupo nelle oasi di protezione della Provincia. Il progetto, basato sia su tecniche di indagine tradizionali quali il wolf howling, la tracciatura su neve e la ricerca di escrementi, sia sulle recenti tecniche di genetica non invasiva mediante l'analisi del DNA, si prefiggeva di raccogliere alcune informazioni di base utili a definire i seguenti aspetti:

- valutazione della presenza e consistenza del lupo nelle differenti aree del comprensorio provinciale e comunque all'interno delle cinque oasi di protezione montane;
- valutazione della struttura di popolazione e della composizione dei branchi;
- valutazione del tasso di scomparsa e/o avvicinamento di individui e/o branchi nelle diverse aree;
- determinazione dell'entità del flusso genico tra branchi;
- valutazione della variabilità genetica della popolazione.
- risultati ottenuti dai primi sei anni di indagine hanno consentito di delineare un quadro molto interessante che ha confermato la grande importanza delle oasi di protezione al fine del mantenimento di una popolazione vitale di questo grosso predatore nel territorio della provincia di Arezzo e delle province limitrofe (Firenze, Forlì, Pesaro), nonché livelli di densità analoghi a quelli dell'area delle Foreste Casentinesi.

Incoraggiati dalle indicazioni ottenute nei primi anni di ricerca e dall'adesione al progetto da parte del Servizio Conservazione della Natura del Ministero dell'Ambiente, la Provincia di Arezzo nel 2001 ha dato avvio ad una seconda linea di ricerca, con l'obiettivo di approfondire, questa volta limitatamente all'area di studio dell'Alpe di

Catenaia, e con l'impiego, fra le altre, di tecniche radio-telemetriche attraverso la marcatura radio degli animali, le relazioni tra la dinamica delle popolazioni di cinghiale e di capriolo, la predazione naturale ed il prelievo venatorio, in modo da elaborare un modello generale di gestione e conservazione di queste specie di ungulati applicabile per il sistema integrato costituito dal territorio a gestione programmata (ATC) e dalle oasi di protezione. Anche questo progetto viene realizzato in collaborazione con il gruppo di ricerca del Prof. Apollonio ed è inserito in una più ampia iniziativa di ricerca europea rappresentata da gruppi provenienti da sette diversi paesi.

Un elemento determinante per il successo di questi progetti è stata la collaborazione fornita dall'URCA (Unione regionale cacciatori dell'Appennino) provinciale di Arezzo, che ha garantito il personale e l'organizzazione necessari per lo svolgimento delle battute di cattura e partecipazione al monitoraggio del lupo su scala provinciale, fornendo preziose informazioni mediante osservazioni dirette, rinvenimento di segni di presenza, di predazioni o rilevamento di ululati, durante lo svolgimento delle uscite di caccia o delle annuali operazioni di censimento. Questo gruppo di 1500 volontari, che operano su una superficie di circa 1800 Km<sup>2</sup>, costituisce una rete di rilevamento di eccezionale importanza che ha consentito in molti casi di individuare nuove aree di colonizzazione o di confermare informazioni precedentemente raccolte. La partecipazione del mondo venatorio al progetto lupo non si è limitata alla sola URCA, ma ha coinvolto anche le squadre di cinghialai che hanno partecipato alla raccolta di importanti dati su prelievo venatorio e strutture di popolazione di cinghiali: tutto questo ha avuto come conseguenza positiva una sensibilizzazione ai temi della conservazione dei carnivori e della convivenza tra predazione naturale e gestio-

ne venatoria dei cacciatori interessati.

L'integrazione tra i dati del progetto provinciale di monitoraggio del lupo e quelli sul sistema preda-predatore in Alpe di Catenaia, con quelli provenienti dalla gestione degli ungulati selvatici mediante il sistema della

"caccia di selezione", relativi alla disponibilità di queste prede, consentirà nel prossimo futuro una valutazione su scala provinciale del rapporto tra lupo e prede naturali, unica nel panorama di ricerca italiano.

Fig. 2.1 - Veduta dei rilievi sopra Montelabreve con sullo sfondo l'Alpe della Luna



### 3. Il territorio della provincia di Arezzo

Luca Mattioli

#### 3.1. Inquadramento geografico e morfologico

La Provincia di Arezzo si estende su una superficie di 323.000 ha circa, suddivisa in 39 comuni. Come recita il suo motto "Intra Tevero et Arno", gran parte del territorio è compreso nei bacini idrografici di rilievo nazionale dei fiumi Arno e Tevere, mentre porzioni minori ricadono nel bacino idrografico del fiume Marecchia e Conca (comuni di Badia Tedalda e Sestino), e porzioni minime interessano i bacini idrografici del fiume Metauro e del fiume Ombrone.

Il territorio della provincia è collocato lungo la dorsale appenninica, ed è suddivisibile grossolanamente dal punto di vista geografico in quattro grandi vallate principali, per buona parte delimitate da confini naturali:

- il Casentino, coincidente con l'omonimo sottobacino idrografico, che comprende l'alto corso del fiume Arno fino all'altezza della confluenza del canale maestro della Chiana;
- il Valdarno superiore, costituito dal sottobacino del fiume Arno posto a valle della confluenza della Chiana e fino al confine con la Provincia di Firenze;
- la Val di Chiana, individuabile nel territorio di alimentazione del canale maestro della Chiana, dal confine con la Provincia di Siena fino alla confluenza con l'Arno;
- la Valtiberina comprendente la quota parte del bacino idrografico del fiume Tevere, al quale si aggiungono per comodità anche le parti dei bacini idrografici del fiume

Marecchia e del fiume Foglia.

Il capoluogo di Provincia è collocato quasi nel baricentro geografico, vicino al punto in cui le acque del canale maestro della Chiana confluiscono in quelle dell'Arno, punto di incontro di tre vallate.

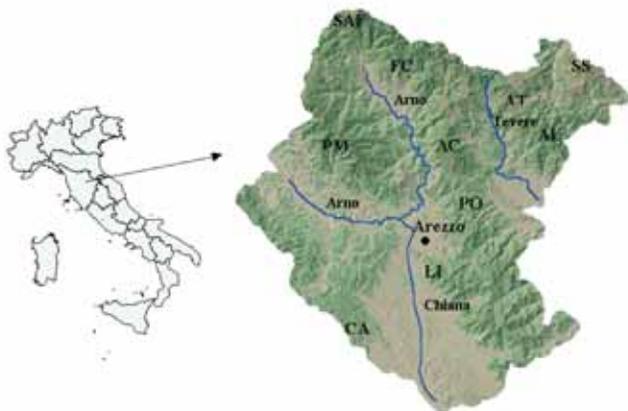
L'analisi del territorio dal punto di vista del paesaggio è molto più complessa e per un'analisi di dettaglio può essere consultata la relazione urbanistico-territoriale dell'Arch. G.F. Di Pietro di corredo al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale.

Si può solo accennare che la Provincia di Arezzo è interessata da due sistemi principali di paesaggio della Toscana, l'Appennino e le conche intermontane, suddivisi a loro volta in 13 sub-sistemi territoriali, 5 montani, 3 collinari e 5 conche intermontane.

L'orografia è caratterizzata da numerosi sistemi montuosi, che come vedremo sono in stretta relazione con la distribuzione e la presenza del lupo (Fig. 3.1). Il più importante è costituito dal tratto della dorsale appenninica che divide la Provincia di Arezzo da quelle di Firenze, Forlì e Pesaro, e rappresentato dal sistema montuoso del Falterona, di Camaldoli, dell'alta valle dell'Archiano (Poggio Baralla) e del Corsalone, dall'alta valle del Tevere (Monte Nero e Monte Zucca) e dall'Alpe della Luna.

Collegati alla dorsale appenninica, ma da essa distinguibili, vi sono alcuni importanti sistemi montuosi secondari quali il massiccio del Pratomagno, l'Alpe di Catenaia, il Sasso di Simone e Simoncello.

L'orografia della Provincia è completata dai restanti sistemi montuosi situati a mag-

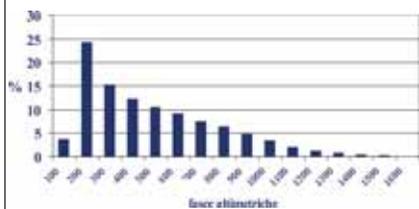


**Fig. 3.1.** Carta dei sistemi montuosi di maggiore importanza per la distribuzione del lupo in Provincia di Arezzo. Abbreviazioni: AC = Alpe di Catenia, AL = Alpe della Luna, AT = Alto Tevere, CA = Chiana, FC = Foreste Casentinesi, LI = Monte Lignano, PM = Pratomagno, PO = Alpe di Poti, SAF = Monte Falterona SS = Sasso di Simone e Simoncello.

giore distanza dalla dorsale appenninica principale e perciò di minore altezza: i Monti del Chianti e l'alta val d'Ambra, l'Alpe di Poti ed il sistema montano che divide la val di Chiana dal bacino del Tevere e costituito dall'alta valle del Cerfone, del Nestore, della Minima e Minimella, nei comuni di Arezzo, Castiglion Fiorentino e Cortona.

Lo sviluppo delle diverse fasce altimetriche è rappresentata nella Figura 3.2. La maggior parte del territorio (57,1 %) è situato ad una quota > 400 mt, ed il 7,4 % è situato sopra i 1000 mt.

**Fig. 3.2:** sviluppo delle fasce altimetriche in Provincia di Arezzo



### 3.2. Uso del suolo

La prevalenza dei sistemi di paesaggio della collina e della montagna si associa ad una elevata percentuale di aree boscate.

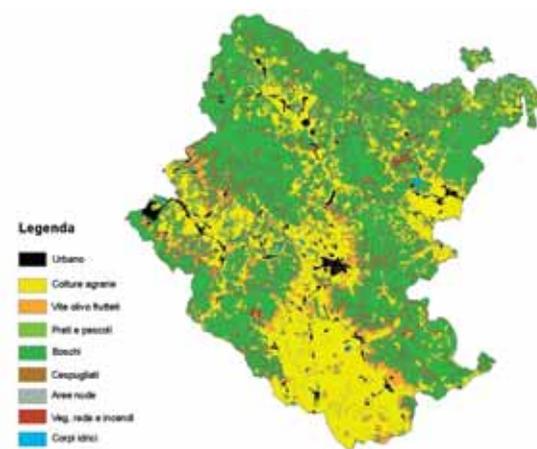
Elaborando i dati della Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) in scala 1:10.000, le aree classificate come bosco o macchia ammontano al 51,0 % del territorio. Dato analogo è fornito dai dati dell'Inventario Forestale Toscano (I.F.T.) in cui le formazioni boscate compresi gli arbusteti occupano il 52,0 % della superficie e da quelli del CORINE land cover (52,1 %).

Sempre dai dati dell'IFT si ha che in Provincia di Arezzo le colture agrarie di tipo arboreo (vite, olivo e frutteti) occupano il 7,0 % della superficie, i pascoli ed i prati stabili il 9,5% e gli altri coltivi il 25,8%.

Secondo i dati CORINE i valori sono rispettivamente pari a 4,3 %, per le colture arboree, 5,0% per i prati-pascoli e 32,9 % per le altre aree coltivate.

Le tipologie indicate nella tavola n° 3.1 sono state ottenute per aggregazione di categorie di uso del suolo diverse tra i due sistemi informativi: 26 categorie per il CORINE e

**Fig. 3.3:** Carta semplificata dell'uso del suolo della Provincia di Arezzo: elaborazione dai dati del CORINE Land Cover



42 categorie per l'IFT. In particolare l'IFT utilizza un maggior grado di dettaglio per la descrizione delle aree forestali o ad esse assimilabili, mentre il CORINE presenta più categorie per i sistemi colturali. Le differenze tra i valori di copertura delle singole tipologie derivano, oltre che dai diversi sistemi di rilevamento (a terra per aree campione l'IFT, da telerilevamento il CORINE), anche dalle diverse categorie utilizzate.

Nonostante queste differenze, confrontando le due principali aggregazioni costitui-

te da boschi-cespugliati e aree colturali (pascoli, prati e colture), si ottengono valori molto simili: 52-54 % per le prime e 42% per le seconde.

La distribuzione di queste diverse categorie di uso del suolo è illustrata nella Figura 3.3.

Le aree boscate presentano maggiore diffusione e continuità nelle aree dove sono ubicati i principali sistemi montuosi, quali tutto il Casentino, il Pratomagno valdarnese, l'alta valle del Tevere. Le aree colturali hanno

**Tabella 3.1** - Uso del suolo della Provincia di Arezzo elaborato dai dati del CORINE Land Cover e dell'Inventario Forestale Toscano (I.F.T.).

Tipologia di uso	CORINE (%)	IFT (%)	Tipologia di uso
Urbano	2,07	3,78	Urbano
Colture agrarie arboree	4,38	7,16	Colture agrarie arboree
Praterie pascoli e prati stabili	4,96	9,45	Pascoli, pascoli cespugliati e prati stabili
Altre colture agrarie	32,88	25,65	Altre colture agrarie
Boschi	52,11	52,01	Boschi e arbusteti
Cespuglieti, vegetaz rada e incendi	2,95	0,09	Cespuglieti e macchia
Rocce e greti	0,17	0,35	Nudo
Bacini acqua e paludi	0,17	1,08	Bacini acqua, formazioni palustri e di ripa
Aree estrattive	0,31	0,42	Aree estrattive
<b>Totale</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>Totale</b>

**Tabella 3.2** - Distribuzione percentuale delle diverse tipologie forestali in Provincia di Arezzo (elaborazione dai dati dell'Inventario Forestale Toscano).

Tipologia forestale	Diffusione (% su bosco)
Abetina	1,5
Pino nero	2,3
Altre conifere	1,7
Faggio	7,0
Castagno	11,8
Cerro	10,0
Roverella	11,5
Carpino nero	0,4
Leccio	0,3
Latifoglie miste	21,6
Misto conifere latifoglie	7,0
Macchia mediterranea	0,2
Arbusteti	7,5
Rinnovazione e incendi	17,0
<b>Totale</b>	<b>100,0</b>

**Fig. 3.4:** Classificazione dei comuni della Provincia di Arezzo in fasce altimetriche (collina e montagna) secondo i dati ISTAT.



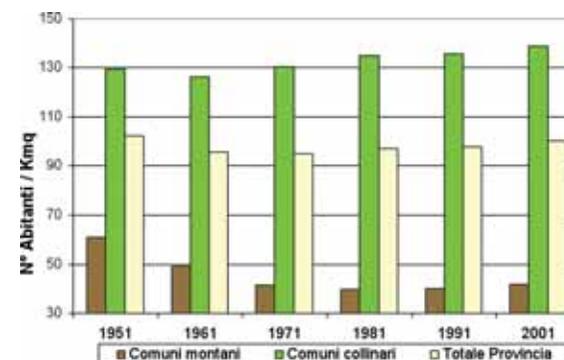
### 3.3 Popolazione umana e aree urbanizzate

Dai dati ISTAT relativi al censimento della popolazione 2001, la Provincia di Arezzo ha una popolazione di circa 323.000 abitanti residenti che vivono su una superficie di circa 3230 Km<sup>2</sup>. La densità abitativa è quindi di 100 abitanti/km<sup>2</sup>, o se si preferisce di 1 abitante/ettaro.

Se facciamo riferimento alla classificazione ISTAT dei comuni in fasce altimetriche (Fig. 3.4), la distribuzione della popolazione appare molto diversa tra i comuni montani e quelli collinari.

Nei comuni classificati come collinari dai dati dell'ultimo censimento del 2001 vive l'83,4 % della popolazione residente della Provincia, a fronte di una superficie del 60,2 %. Di conseguenza, i comuni collinari presentano una densità di abitanti nel 2001 che è 3,3 volte superiore a quella delle aree montane, con 138 abitanti/Km<sup>2</sup> rispetto a 42 abitanti/Km<sup>2</sup> (Fig. 3.5).

**Fig. 3.5:** andamento della popolazione residente della Provincia di Arezzo, suddiviso per fascia altimetrica la classificazione ISTAT, negli ultimi 50 anni



Questo divario nel corso dei decenni si è rafforzato in conseguenza del progressivo spostamento di popolazione tra queste aree: nel 1951 il rapporto tra le densità di abitanti delle due aree era pari soltanto a 2,1. Infatti se si analizza l'andamento della figura si può rilevare che la popolazione residente complessiva della Provincia non ha subito forti variazioni e dopo una sensibile flessione nei due decenni 1951-1971, ha gradualmente recuperato per riportarsi nel 2001 su valori vicini a quelli del 1950.

L'andamento tra le due aree collinari e montane è stato invece inverso, con un progressivo spopolamento dei comuni montani a favore di quelli collinari.

Oltre alla densità abitativa si possono prendere in considerazione altri indicatori per valutare il livello di antropizzazione del territorio, come la densità di infrastrutture stradali e ferroviarie e quella degli insediamenti abitativi e produttivi.

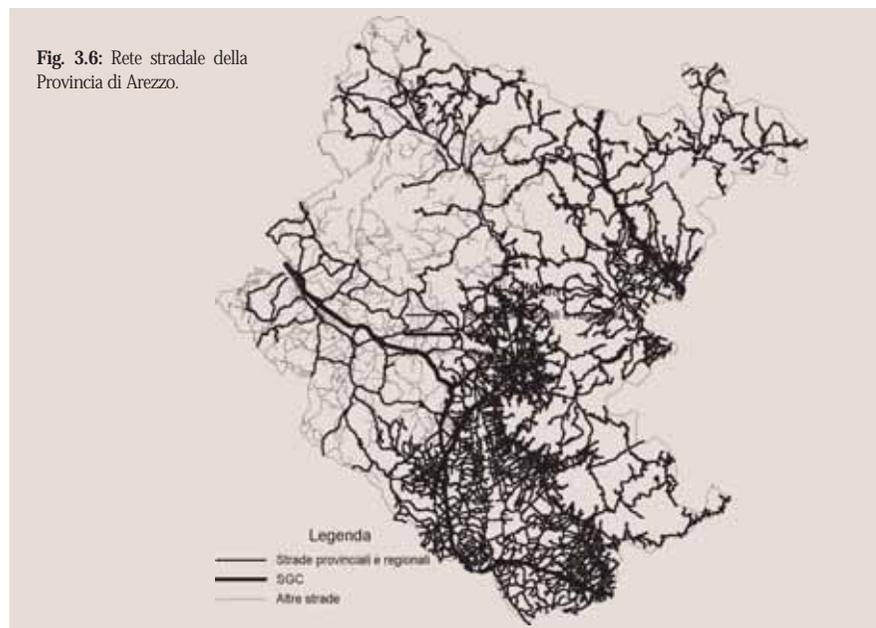
Elaborando le informazioni contenute nella banca dati del SIT della Provincia di Arezzo con il sistema ARCGIS 9.0 si è ottenuta una densità stradale media per la Provincia di Arezzo di 3,3 km/km<sup>2</sup> considerando tutte le strade carrozzabili di qualsiasi ordine, dalle autostrade alle strade forestali (Fig. 3.6).

Le strade asfaltate (strade di grande comunicazione, strade provinciali e regionali e comunali), che sono quelle con maggiore traffico veicolare, hanno uno sviluppo medio di 0,9 km/km<sup>2</sup>, circa la metà di quello delle restanti strade non asfaltate (2,4 km/km<sup>2</sup>).

Come la densità abitativa, anche la quantità di strade e ferrovie è differenziata geograficamente nella Provincia. Nelle aree collinari c'è un terzo di strade in più rispetto alle aree montane e le strade asfaltate sono più diffuse: la densità complessiva è pari 3,8 Km/km<sup>2</sup> di cui 1,0 km/km<sup>2</sup> di asfaltate e 2,8 km/km<sup>2</sup> di altre strade. In montagna i valori sono rispettivamente di 2,6 km/km<sup>2</sup>, 0,8 km/km<sup>2</sup> e 1,9 km/km<sup>2</sup>.

Per effettuare una stima aggiornata dello sviluppo delle superfici urbanizzate in Provincia di Arezzo si sono utilizzati i dati contenuti nel Piano faunistico venatorio provinciale 2000-2005. Tali superfici sono state stimate utilizzando gli strati degli edifici della CTR in scala 1:10.000 ed un buffer di 20 mt intorno a ciascun edificio che tenesse conto delle pertinenze quali giardini, piazzali e strade.

Il calcolo delle superfici occupate dalle strade è stato realizzato considerando le



seguenti larghezze per ciascuna tipologia di strade:

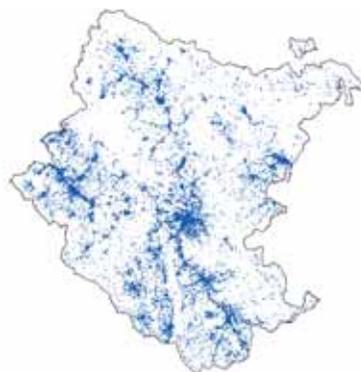
Strade di grande comunicazione:	14 mt
Strade regionali e provinciali:	6 mt
Strade comunali:	4 mt
Altre strade carrozzabili e ferrovie:	2 mt

Le porzioni di strade e ferrovie comprese entro le aree urbanizzate occupate da edifici ed altri immobili sono state decurtate dal conteggio.

Complessivamente le superfici urbanizzate così stimate ammontano a 19.500 ha, pari al 6,0 % della superficie territoriale della Provincia. Nei comuni collinari queste aree occupano il 7,6 % del territorio contro il 3,7 % dei comuni montani, con un'incidenza circa doppia rispetto a questi ultimi.

La distribuzione delle aree edificate è illustrata nella figura 3.7.

**Fig. 3.7:** Distribuzione delle aree edificate della Provincia di Arezzo.



### 3.4 Aree destinate alla protezione della fauna

La localizzazione ed estensione di aree destinate alla protezione della fauna è un fat-

tore di cruciale importanza ai fini di una efficace strategia di conservazione dei predatori in generale e del lupo in particolare.

Le fonti normative da cui discende l'istituzione di queste aree, come già illustrato nell'introduzione, sono tre:

- L. 11 febbraio 1992 n. 157 "norme per la protezione della fauna omeoterma e per il prelievo venatorio";

- L. 6 dicembre 1991 n. 394 "Legge quadro sulle aree protette";

- Direttiva 92/43/CEE del 21 maggio 1992 "Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche" (direttiva "Habitat").

In base alla legge 157/92 le Province istituiscono le oasi di protezione, le zone di protezione lungo le rotte di migrazione, le zone di ripopolamento e cattura e le zone di rispetto venatorio.

Le aree protette ex lege 394/91 sono invece i Parchi Nazionali e le Riserve naturali dello Stato e della Regione. In applicazione della direttiva habitat la Regione Toscana ha inoltre individuato i Siti di interesse comunitario e regionale che entreranno a far parte di "Natura 2000" che è una rete di aree di conservazione di habitat e specie su scala europea.

La legge 157/92 prevede che le zone con finalità di protezione debbano interessare almeno il 20 % e non più del 30 % della superficie agro-forestale di ogni Provincia, per garantire un equilibrio tra le esigenze della conservazione e del razionale sfruttamento della fauna selvatica.

In Provincia di Arezzo queste aree occupano una superficie complessiva di circa 62.000 ha, ripartita tra le diverse tipologie come indicato nella tabella n° 3.3 e distribuite nel territorio provinciale come da figura 3.8. Tale valore corrisponde a circa il 20 % della SAF (21,6 % considerando anche aree di minor interesse come i fondi chiusi), ovvero è attestato sul livello più basso dell'inter-

**Tabella 3.3** - Zone destinate alla protezione della fauna in Provincia di Arezzo

Istituti di tutela della fauna	Superficie (Km <sup>2</sup> )	% su SAF
Oasi di protezione (OAF)	105,8	3,5
Zone di protezione (ZPM)	79,5	2,6
Zone di protezione urbana (ZPU)	70,9	2,3
Zone di ripopolamento e cattura (ZRC)	155,7	5,1
Zone di rispetto venatorio (ZRV)	24,0	0,8
Riserve naturali regionali (RP)	50,1	1,6
Aree protette statali (PN + RN)	142,9	4,7
<b>TOTALE</b>	<b>628,9</b>	<b>20,6</b>

vallo, ma oltre alla quantità è importante considerare la qualità delle zone protette.

Più della metà di queste, circa 32.000 ha pari al 10 % del territorio provinciale, sono ubicate nei complessi montuosi ad elevato indice di boscosità che costituiscono aree di grande interesse naturalistico per la loro elevata biodiversità e per lo scarso livello di impatto antropico. In gran parte si trovano all'interno dell'area costituita dai comuni montani.

Di questo 10 % di territorio di elevata qualità fa parte il sistema delle oasi di protezione faunistica istituito dalla Provincia di Arezzo con la Del. C.P. n° 140 del 1996 che interessa 10.500 ha suddivisi nelle cinque oasi del Pratomagno, Alpe di Catenaia, Alpe della Luna, Alto Tevere e Monte Modina, con superfici comprese tra 460 e 5370 ha. Gran parte di queste superfici (81,3 %) appartengono al patrimonio agricolo forestale regionale e sono costituite da boschi di alto fusto di grande pregio naturalistico.

Alle oasi si aggiunge il sistema delle Riserve naturali istituite dalla Regione su proposta della Provincia nell'ambito del 1° e 2° Programma regionale delle Aree naturali protette. Si tratta di 7 Riserve di cui due sono ubicate nelle aree umide di Ponte Buriano e Penna e della Valle dell'Inferno e Bandella lungo il corso del Fiume Arno, mentre le



**Fig. 3.8:** Zone destinate alla protezione della fauna esistenti in Provincia di Arezzo (escluse le zone di ripopolamento e cattura e le zone di rispetto venatorio)

restanti riserve del Sasso di Simone, dell'Alpe della Luna, Monte nero, Monti Rognosi e Bosco di Montalto, sono ubicate in aree collinari e montane a formare un sistema complementare ed integrato con quello delle oasi di protezione.

Terza categoria sono le zone di protezione lungo le rotte di migrazione istituite anche queste dalla provincia in attuazione della Direttiva 79/409 CEE sulla protezione degli uccelli e della L.157/92. Queste aree sono di dimensioni più ridotte rispetto alle precedenti, ma hanno ugualmente una elevata importanza per la loro collocazione in una fascia altimetrica più bassa e soprattutto in comuni caratterizzati da scarsità di altri istituti di protezione. Tra queste merita sottolineare il gruppo di zone del monte Lignano, Casteldernia, Sant'Egidio, Ranchetto, Girifalco, Scopetone e Monte Dogana, ubicate nei comuni di Arezzo, Castiglion Fiorentino e Cortona, che costituiscono l'unica rete di aree di protezione esistenti in questi Comuni.

Il sistema di protezione della fauna è completato dalle aree protette statali, di cui la più importante è il Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi-Monte Falterona e Campigna che si estende in Provincia di Arezzo per circa 13.770 ha sul medio ed alto versante appenninico del Casentino, nei comuni di Pratovecchio, Stia, Poppi, Bibbiena e Chiusi della Verna. A questo si aggiungono circa 500 ha suddivisi in 5 riserve naturali statali ubicate quasi interamente nel comune di Pieve S.Stefano.

Queste aree in cui a vario titolo esistono diversi livelli di tutela della fauna, formano già oggi una rete di grande importanza per la conservazione della fauna vertebrata e del lupo.

### 3.5 Distribuzione e consistenza degli ungulati selvatici

Un fattore molto importante per la distribuzione potenziale dei grossi carnivori in generale, e del lupo in particolare, è la disponibilità di prede selvatiche. Le correlazioni esistenti tra ungulati selvatici e lupo saranno approfondite nei successivi capitoli relativi al monitoraggio ed al rapporto preda-predatore.

In questo paragrafo ci limiteremo ad illustrare lo status relativo alla consistenza e distribuzione degli ungulati selvatici nel territorio provinciale.

In provincia di Arezzo sono presenti cinque specie di ungulati selvatici, tutte appartenenti all'ordine degli artiodattili, di cui quattro specie di ruminanti ed una specie di suiforme.

I ruminanti sono il capriolo (*Capreolus capreolus L.*), il Cervo (*Cervus elaphus L.*) ed il Daino (*Dama dama L.*) appartenenti alla famiglia dei cervidi, ed il muflone (*Ovis orientalis musimon Gmelin*) appartenente

alla famiglia dei bovidi. A queste specie si aggiunge il Cinghiale (*Sus scrofa L.*) che appartiene alla famiglia dei suidi.

Ciascuna di queste popolazioni ha avuto una storia diversa per origine ed evoluzione nel tempo, che può essere descritta soltanto sommariamente.

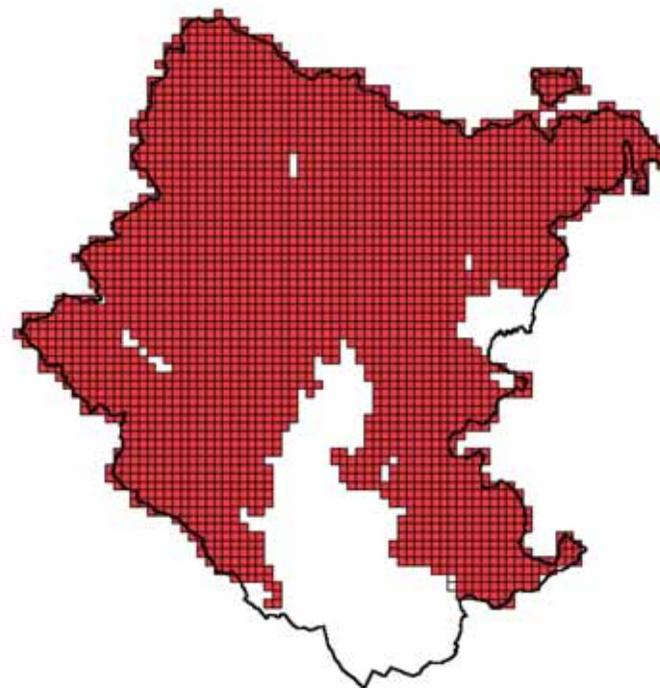
Le specie più ampiamente distribuite ed abbondanti e che quindi caratterizzano maggiormente la disponibilità trofica per il lupo nel territorio provinciale sono il capriolo ed il cinghiale.

La popolazione di capriolo attuale si è originata per progressiva dispersione di soggetti provenienti dall'area delle Foreste Casentinesi. L'origine esatta di questo nucleo

è controversa: alcuni autori sostengono che il capriolo delle Foreste Casentinesi debba essere considerato indigeno e che non si sia mai completamente estinto in quest'area (Crudele 1988). È tuttavia documentata l'immissione di alcuni soggetti di origine alpina in due diverse occasioni, nel 1933 e nel 1950-51, con soggetti di probabile origine alpina (Crudele G., op. cit.). I risultati di recenti indagini sulle caratteristiche genetiche del capriolo in Toscana non hanno tuttavia evidenziato la presenza di aplotipi riconducibili al capriolo italiano, presenti al contrario nell'area della maremma, nelle province di Grosseto e Siena (Randi et al. 2004).

L'areale attuale di distribuzione interessa

**Fig. 3.9:** Distribuzione del capriolo (*Capreolus capreolus L.*) in Provincia di Arezzo



l'81% della provincia. La popolazione ha praticamente colonizzato tutto la superficie potenzialmente adatta alla specie, con recenti tentativi di insediamento anche in aree marginali con copertura boscata o cespugliata assente o quasi, sia in Valdichiana che nella pianura di Anghiari-Sansepolcro (Fig. 3.9). La densità è invece abbastanza variabile con un gradiente decrescente dall'area appenninica, spostandosi verso i Monti del Chianti e quelli di Cortona-Castiglion Fiorentino. La consistenza totale in tarda primavera prima delle nascite è stimabile in 40.000 soggetti.

Il cinghiale presenta una distribuzione praticamente sovrapponibile a quella del capriolo anche se, in conseguenza di una maggiore mobilità della specie e di aree vita-

li di maggiori dimensioni, sono più frequenti episodi di dispersione in aree coltivate lontano dalle aree boscate.

Produrre stime attendibili per questa specie è molto difficile date le grandi difficoltà di censimento. Tuttavia sulla base delle statistiche disponibili per la Provincia di Arezzo, sia relative agli abbattimenti annuali, che ai risultati ottenuti con il sistema delle battute su aree campione effettuate dall'URCA provinciale e dalla Provincia, è possibile stimare una consistenza media in maggio dopo le nascite di circa 16.000 soggetti, relativa al periodo 2000-2004. Questo valore è una stima minima certa calcolata sulla base dei dati conosciuti dei distretti di gestione che assommano a circa 1500 Km<sup>2</sup>; la consistenza complessiva è sicuramente più elevata ma

**Fig. 3.10** - Il capriolo è la specie di ungulato più abbondante nella Provincia di Arezzo.



**Fig. 3.11** - Gruppo di femmine di cervo ripreso nell'area delle Foreste Casentinesi.

di difficile valutazione a causa della difficoltà di stima dei flussi esistenti tra territorio gestito e aree protette.

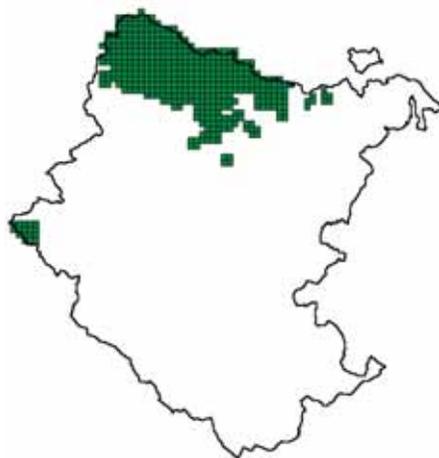
Il cervo è presente con una sola vera popolazione che interessa l'appennino nell'alta valle del Casentino e del Tevere. L'area delle colline di Cavriglia-Castelnuovo dei Sabbioni è interessata marginalmente da un nucleo di cervi che gravitano prevalentemente nelle limitrofe province di Siena e Firenze, con erratismi per lo più stagionali nel versante aretino (Fig. 3.12). Il nucleo segnalato nel 1991 nell'AFV Badicroce si è estinto.

La popolazione appenninica si è originata da reintroduzioni effettuate prima dall'amministratore granduca Carlo Siemoni dopo il 1838 e successivamente reiterate dopo il periodo bellico tra il 1950 ed il 1960 dall'Azienda di stato per le foreste demanali con 11 soggetti di provenienza alpina ed europea (Crudele G., op. cit.).

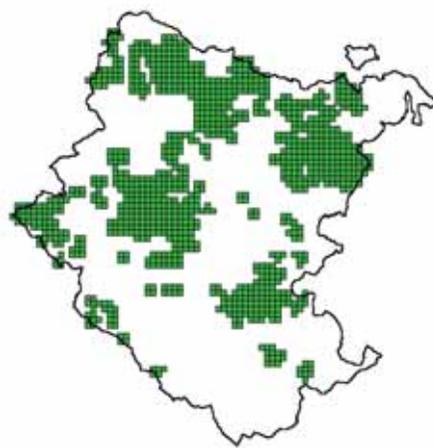
Dopo un lungo periodo iniziale caratte-

rizzato da un lento accrescimento che aveva portato la popolazione a raggiungere circa un centinaio di effettivi agli inizi degli anni 80 (Mazzarone 1986), nel 1989 si stimavano nella sola provincia di Arezzo circa 280 capi distribuiti su circa 13.500 ha (Mazzarone et al. 1989). Nei 15 anni successivi la popolazione ha raggiunto una consistenza di circa 1100 capi nel 2004 distribuita in maniera non uniforme su un areale complessivo di circa 38000 ha. Le densità primaverili variano a seconda dei settori da 0,9 a 6,5 capi/100 ha. L'espansione dell'areale prosegue, anche se lentamente, verso il Pratomagno lungo una direttrice che tocca Gualdo e il passo della Consuma, verso l'Alpe della Luna toccando il Monte Zucca e verso l'Alpe di Catenaia.

Il daino è presente in buona parte del territorio boscato della Provincia, con una distribuzione a chiazze che deriva dalle modalità con cui questa specie è stata introdotta



**Fig. 3.12:** Distribuzione del cervo (*Cervus elaphus L.*) in Provincia di Arezzo



**Fig. 3.13:** Distribuzione del daino (*Dama dama L.*) in Provincia di Arezzo



**Fig. 3.14:** Distribuzione del muflone (*Ovis orientalis musimon Gmelin*) in Provincia di Arezzo

specie evolutasi in assenza di predatori, ed in contesto ambientale come quello appenninico notevolmente diverso dall'optimum ecologico per la specie.

Tutte le colonie sono state il frutto di operazioni di immissione operate da soggetti sia pubblici che privati in concomitanza con le immissioni di daino.

L'areale di distribuzione appare stazionario o in contrazione. La consistenza della colonia di Lignano ha conosciuto un massimo di circa 280 capi nel 1997 per ridursi progressivamente a 150 capi nel 2004, con un crollo sotto i 50 capi nel successivo 2005. Le densità corrispondenti sono passate da 10 a 1,3 capi/kmq.

La colonia dei Monti del Chianti, analogamente a quanto visto per il daino, occupa un'area transfrontaliera con le limitrofe province di Siena e Firenze. Il numero di soggetti è oscillato da un massimo di 81 nel 1999 ad un minimo di 23 nel 2005, con densità di 18-5,1 capi/kmq.

nel territorio (Fig. 3.13).

La specie infatti è stata immessa in un arco di tempo compreso tra gli anni '50 e gli anni '80 in numerose località sia per iniziative di privati in aziende faunistiche venatorie, che di enti pubblici come il Corpo forestale dello stato, l'ASFD o gestori di aree faunistiche attrezzate. I centri di origine principali sono stati cinque a cui si possono ricondurre le cinque principali aree di distribuzione attuale, e precisamente:

- Alto Casentino: Riserve Biogenetiche Casentinesi e ex AFV Falterona;
- Valdarno superiore e versante Pratomagno: Loc. Roveraia (Co. Montana Pratomagno), AFV Setteponti;
- Monti del Chianti: area faunistica attrezzata Cavriglia;
- Alta valle del Tevere e Alpe della Luna: Loc. Germagnano (ex ASFD);
- Alta valle del Cerfone-Minima e Minimella: AFV Badicroce

Il daino è stato rilevato negli ultimi anni anche in numerose altre località a conferma-

re il processo di espansione in atto che probabilmente porterà all'unione dei sub-areali esistenti.

La consistenza complessiva è difficile da stimare per una specie con un pattern di distribuzione così discontinuo. Nelle aree principali comunque, dove vengono effettuati censimenti primaverili a vista nei distretti di gestione e in alcune AFV, si stima una consistenza di circa 1240 capi corrispondente ad una densità di 3,9 capi/kmq.

Nell'intera provincia, sulla base del rapporto all'osservazione tra capriolo e daino, si stima che siano presenti ulteriori 350 capi per una consistenza complessiva di 1910 daini.

Nei primi anni '90 esistevano in Provincia di Arezzo quattro colonie di muflone: Riserve biogenetiche casentinesi, Pratomagno valdarnese, AFV Badicroce-Monte Lignano, Monti del Chianti-Cavriglia. Le prime due si sono estinte, e le restanti due sono in fase di forte riduzione numerica, in particolare quella di Badicroce-Monte Lignano.

La causa più accreditata per questo pattern di dinamica di popolazione è proprio l'impatto della predazione del lupo su una

**Tabella 3.4** - Riepilogo dei valori relativi alla dimensione degli areali, consistenze e densità delle cinque specie di ungulati in Provincia di Arezzo. Le densità sono riferite alle superfici gestite, non sempre coincidenti con le dimensioni dell'areale, costruito su tutte le segnalazioni.

Specie	Dimensioni areale (kmq)	Copertura della Provincia di Arezzo (%)	Consistenza stimata (media 2000-2004) (n° capi)	Densità media 2000-2004 (n° capi/kmq)
Capriolo	2813	80,8	40.600	17,3
Cervo (a)	440	12,6	1.100	4,4
Daino (b)	1095	31,4	1.910	3,3
Muflone	82	2,3	240	6,5
Cinghiale (c)	3000	86,2	16.000*	10,7*
			7.580**	4,9**
<b>Totale/media</b>			<b>64.250</b>	

(a) Media ottenuta con il metodo del bramito

(b) La densità del daino è calcolata sui sub-areali delle popolazioni principali

(c) Stime minime riferite alla sola superficie dei distretti di gestione: circa 15.000 kmq

\* Valori Post nascita in maggio \*\* Valori Pre nascita



foto????

## 4. Il lupo: un predatore sociale ed adattabile

Alessia Viviani, Andrea Gazzola, Massimo Scandura

### 4.1 Introduzione

Il lupo è una specie affascinante, in grado di stimolare l'immaginazione e di indurre forti emozioni negli uomini. La storia recente della specie e la sua distribuzione sono stati profondamente influenzati dall'interazione con la specie umana. Il fatto di rappresentare per gli uomini un competitore diretto, che minaccia le greggi e si nutre di selvaggina, ha costituito per il lupo la principale fonte di problemi.

### 4.2. Evoluzione e sistematica

Le prime testimonianze di carnivori risalgono a circa 60 milioni di anni fa, quando l'emisfero settentrionale era abitato dai Creodonti, animali di grossa taglia, plantigradi e pentadattili, con lunghe code folte, dente ferino ed encefalo ben sviluppato. Nell'Eocene (circa 55 milioni di anni fa) comparve un carnivoro molto simile agli attuali canidi, appartenente al genere *Miacis* (famiglia Miacidi), caratterizzato dalla presenza di denti carnassiali, specializzati nel tranciare la carne. Tra 30 e 40 milioni di anni fa si ebbe la separazione tra le linee evolutive degli Ursidi e dei Canidi, e fece la sua comparsa il predecessore di questi ultimi, *Cynodictis*, con formula dentaria uguale a quella del lupo attuale, ma taglia più piccola e corpo allungato. È però solo 15-30 milioni di anni fa che si raggiunsero le caratteristiche del lupo attuale, con la comparsa dei generi *Cynodesmus* e *Tomarctus*, dotati di zampe

lunghe, piedi allungati e compatti, dito intermedio vestigiale nelle zampe posteriori e molto ridotto in quelle anteriori, coda corta e proporzioni corporee che si avvicinavano a quelle dei canidi attuali. Si ritiene che proprio da *Tomarctus*, a partire da 15 milioni di anni fa, si siano originati sia il lupo che la volpe attuali. La prima specie del genere *Canis* avrebbe fatto la sua comparsa durante il tardo Miocene (5-9 milioni di anni fa). Da questo momento in poi si assisterebbe alla speciazione, iniziata probabilmente in Nord America, di tutte le forme attuali (lupo, coyote, sciacallo). Sia le analisi genetiche che morfometriche suggeriscono un'evoluzione durante il Pliocene e l'inizio del Pleistocene della forma attuale, che già 1 o 2 milioni di anni fa (con la specie *C. etruscus*) si sarebbe presentata molto simile ai lupi di oggi.

La specie *Canis lupus* (Linnaeus 1758) è un mammifero placentato appartenente all'ordine dei Carnivori, famiglia dei Canidi, che presenta le tipiche caratteristiche dovute all'adattamento ad una dieta basata su grosse prede selvatiche: lunghi canini e carnassiali dotati di aree trancianti, sistema digerente semplice e arti possenti e slanciati atti alla corsa. I Canidi si distinguono dagli altri carnivori, oltre che per il numero dei denti (42), per la lunga coda, per gli arti digitigradi e per la presenza di sole quattro dita nell'arto posteriore.

Nel genere *Canis* attualmente sono comprese, oltre al lupo (*Canis lupus*), altre 6 specie selvatiche: il coyote (*C. latrans* Say, 1832), lo sciacallo dorato (*C. aureus* Linnaeus, 1758), lo sciacallo dalla gualdrap-

pa (*C. mesomelas* Schreber, 1755), lo sciacallo striato (*C. adustus* Sundevall, 1847), il lupo abissino o sciacallo del Simien (*C. simensis* Rüppel, 1869), il lupo rosso (*C. rufus* Bailey, 1905). La classificazione di quest'ultima specie nordamericana è stata a lungo dibattuta e solo recentemente approfondite analisi genetiche e morfometriche sembrerebbero aver risolto l'enigma, dimostrandone l'autenticità come specie a sé stante (Nowak 2003).

Il lupo è stato riconosciuto anche come progenitore selvatico del cane domestico, al quale è stato attribuito lo status di sottospecie domestica del lupo (*C. l. familiaris* Wilson e Reeder, 1993). Si stima che l'origine della forma domestica risalga a circa 15.000 anni fa (Savolainen et al. 2002).

Dalla vastità geografica dell'areale, consegue una forte variabilità fenotipica per quanto riguarda peso, colore, dimensioni, tra le popolazioni che occupano aree geograficamente ed ecologicamente distinte. Da ciò è derivata una tendenza, in passato, a riconoscere numerose varianti, fino ad arrivare alla distinzione di 24 sottospecie in Nord America e 8 in Eurasia (Mech 1970). Attualmente, però, a seguito di studi basati su differenze morfologiche e molecolari, la tassonomia della specie a livello intraspecifico è stata rivista. Nowak (1995), mediante un'analisi multivariata di misure craniometriche, ha distinto solamente 5 sottospecie nel continente americano (*C. l. arctos*, *C. l. occidentalis*, *C. l. nubilus*, *C. l. baileyi* e *C. l. lycaon*) e 5 in quello eurasiatico (*C. l. albus*, *C. l. communis*, *C. l. lupus*, *C. l. cubanensis*, *C. l. pallipes*). Altre 4 sottospecie (*arabs*, *hattai*, *hodophilax* e *lupaster*) del Vecchio Mondo sono state aggiunte in una recente revisione (Nowak 2003). In virtù della sua divergenza dalle altre popolazioni europee, evidenziata dalla presenza di dentatura meno tranciante, da minori dimensioni corporee e da differenze nella colorazione del

mantello, la popolazione italiana di lupo è stata in passato proposta come sottospecie a sé stante (*C. l. italicus* Altobello, 1921). Dopo una lunga controversia, anche alla luce delle indagini genetiche effettuate (Vilà et al. 1999, Randi et al. 2000), questa classificazione è stata di recente riconsiderata come valida (Nowak e Federoff 2002). Con quella italiana, le sottospecie di *Canis lupus* esistenti riconosciute da Nowak ammonterebbero complessivamente a 15.

Nonostante notevole sia stato in passato lo sforzo teso a classificare al meglio le diverse forme di lupo a livello intraspecifico, il valore del concetto stesso di sottospecie è stato di recente duramente criticato, e in sua vece trova sempre maggior seguito, soprattutto in campo conservazionistico, il concetto di unità evolutivamente significativa ESU (Moritz 1994).

### 4.3. Genetica

Dai pochi studi molecolari sul lupo svolti fino ai primi anni '90, tesi a stimare la variabilità genetica delle popolazioni, si è passati negli anni seguenti ad un fiorire di indagini che hanno viste impiegate tecniche sempre più moderne e che hanno riguardato temi sempre più diversi della biologia di questa specie. I primi studi sulla variabilità genetica in popolazioni naturali di lupo si sono basati su polimorfismi enzimatici. Ricerche di questo tipo sono state svolte anche sulla popolazione italiana (Randi et al. 1993, Lorenzini e Fico 1995). Come in altre specie di canidi, i livelli di variabilità misurati con questi marcatori sono risultati medio-bassi. L'analisi del DNA mitocondriale (mtDNA) è stata usata per la ricostruzione di alberi filogenetici, in cui vengono tracciate le relazioni ancestrali tra le odierne popolazioni. Il mtDNA ha portato alla scoperta di una massiccia introgressione di materiale genetico

dal coyote al lupo in Nord America, attribuibile a fenomeni di ibridazione (Wayne et al. 1992). Nel continente euroasiatico è stata messa in evidenza un'elevata divergenza tra le popolazioni riconducibile ad un alto grado di frammentazione dell'areale. Al contrario, le popolazioni nordamericane sono risultate più omogenee, fatta eccezione per quella messicana. Questo tipo di analisi ha inoltre permesso di scoprire che la popolazione italiana presenta un solo aplotipo mitocondriale (non condiviso da altre popolazioni), ossia tutti gli individui in essa sarebbero derivati da un'unica femmina (Vilà et al. 1999, Randi et al. 2000). Più di recente l'analisi è stata estesa a regioni nucleari con alti tassi di mutazione (minisatelliti e microsattelliti).

Questi marcatori, grazie ai loro alti livelli di polimorfismo, hanno permesso di raggiungere una maggiore risoluzione nella conoscenza delle relazioni tra le popolazioni e della loro struttura genetica. In Nord America ad esempio è stato possibile studiare indirettamente l'entità del flusso di individui tra le popolazioni saggiando il differenziamento genetico tra di esse (Roy et al. 1994, Forbes e Boyd 1997). Questi studi, uniti ai risultati di studi radiotelemetrici, hanno dimostrato come in queste aree i lupi tendano a disperdersi su lunghe distanze. L'esistenza di barriere geografiche o la specializzazione per un determinato tipo di preda può però portare le popolazioni di lupi a divergere (Carmichael et al. 2001). L'indagine genetica è stata utilizzata in particolare per studiare popolazioni di interesse conservazionistico, come in Europa quella scandinava e quella italiana. Entrambe le popolazioni hanno subito dei recenti colli di bottiglia che hanno avuto come effetto una pronunciata riduzione della variabilità genetica (Flagstad et al. 2003, Lucchini et al. 2004). La storia recente della popolazione scandinava è stata ricostruita grazie ad un

accurato studio della natura genetica dei lupi attuali e di quelli presenti in passato nella penisola, che ha combinato le informazioni ottenute con diversi marcatori genetici (mtDNA, microsattelliti autosomici e del cromosoma Y - Vilà et al. 2001, Flagstad et al. 2003). Analogamente, gli studi condotti sulla popolazione italiana hanno messo in luce gli effetti genetici di un prolungato isolamento (Randi et al. 2000, Lucchini et al. 2004), e hanno permesso di verificare l'origine dei lupi responsabili della recente colonizzazione delle Alpi italiane e francesi (Scandura et al. 2001).

Un ulteriore impulso alle ricerche molecolari su questa specie è stato dato nell'ultimo decennio dalla possibilità di impiegare sistemi di campionamento non-invasivi, quali feci, urina, peli e altro materiale biologico, la cui raccolta non richiede il contatto con l'animale, che vengono utilizzati come fonte di DNA per l'analisi. Ricerche di questo tipo sono state impiegate con successo per il riconoscimento individuale finalizzato alla stima della consistenza di popolazione (Creel et al. 2003) ed alla verifica della composizione dei branchi (Lucchini et al. 2002).

### 4.4. Distribuzione

Nei secoli scorsi la distribuzione di questa specie poteva dirsi *olartica circumpolare*: si estendeva in un'area compresa tra il 20° e l'80° parallelo nord; includeva il nord America, Europa e Asia fino ad arrivare al Giappone.

Analizzando la distribuzione attuale si possono rilevare una riduzione della densità e una frammentazione dell'areale nelle zone più meridionali: le persecuzioni metodiche e reiterate hanno portato, nella seconda metà del novecento all'estinzione del lupo in gran parte dei territori occupati in passato, tra i quali l'Europa settentrionale e centrale (ad

eccezione dei paesi scandinavi) e gran parte dell'America. Dagli anni '80, però, grazie alle campagne di sensibilizzazione e a provvedimenti anche a carattere legislativo, si è avuta una lenta e naturale ricolonizzazione di porzioni dell'areale pregresso.

Oggi la specie risulta diffusa con continuità in Asia, Canada, Alaska mentre negli Stati Uniti, dopo aver subito nel tempo notevoli fluttuazioni, è circoscritta ad aree nelle quali si è avuta una ricolonizzazione spontanea o nelle quali è stato reintrodotta (Parco Nazionale di Yellowstone, Idaho).

Per quanto riguarda l'Europa non sono mai stati effettuati programmi di reintroduzione, così, quello che vediamo oggi, è il frutto di una espansione naturale. Il lupo attualmente è presente nei paesi scandinavi, Danimarca, Portogallo, Spagna, Italia e sta lentamente ricolonizzando la porzione alpina della Francia. È presente in Grecia, nei paesi della ex-Jugoslavia e in tutta l'Europa orientale (Boitani 2003).

In Italia la specie risultava ampiamente diffusa sull'intera penisola fino alla metà dell'Ottocento. Venne sterminata sulle alpi negli anni '20 (Brunetti 1984) e in Sicilia negli anni '40 (Cagnolaro et al. 1974).

Negli anni '50 la distribuzione appariva continua lungo tutta la catena appenninica ma subì un'ulteriore drastica riduzione durante il ventennio che seguì il secondo conflitto mondiale (Cagnolaro et al. 1974).

Così, agli inizi degli anni '70, era costituita da pochi nuclei dislocati in modo frammentario lungo la dorsale appenninica (Zimen e Boitani 1975).

Negli anni che seguono si assiste ad una graduale espansione ed oggi (Fig. 4.1) il lupo è presente dall'Aspromonte fino alle Alpi Occidentali, nelle zone collinari tirreniche tra Lazio settentrionale e Toscana centro-meridionale e, nell'ultimo decennio, la specie è finalmente ricomparsa nelle alpi piemontesi (AA.VV. 2005)



Fig. 4.1 - Distribuzione del lupo in Italia

## 4.5. Morfologia

### 4.5.1. Mantello

La colorazione del mantello del lupo è assai variabile. Nelle diverse aree geografiche si trovano differenti gradazioni di colore e, in certe zone, anche all'interno di una stessa cucciolata, gli individui possono presentare colorazione diversa. Le tonalità prevalenti sono: bianco, argento, grigio, crema, marrone, rossiccio e nero e si riscontrano anche bandeggi su zampe, testa, collo e fianchi. In alcune regioni (Canada, Alaska) si trovano individui monocromatici bianchi o neri.

In Italia la colorazione tipica (Fig. 4.2) è grigio-fulva, con tonalità tendenti al marrone-rossiccio nel periodo estivo. Le regioni addominale e ventrale, e le superfici interne degli arti, sono di tonalità più chiare, tendenti al color crema. Sono presenti evidenti bandeggi scuri che tendono al nero nella regione dorsale, sulla punta della coda e delle orecchie, sugli arti anteriori. Nella

parte inferiore del muso è presente una evidente mascherina facciale bianca.

È stata a lungo dibattuta la questione dell'esistenza di lupi neri in Italia (Fig. 4.3) poiché nel resto d'Europa non ne sono mai stati segnalati. Secondo alcuni autori si tratta del prodotto di incrocio tra lupi e cani (Boitani 1992), mentre attualmente si ritiene che l'esistenza del fenotipo col mantello nero, di per sé, non indichi necessariamente fenomeni di ibridazione (Apollonio et al. 2004a).

La frequenza con cui si presenta il fenotipo scuro si aggira intorno al 20-25%. Da un recente studio risulta che su 192 lupi avvistati in provincia di Arezzo dal 1984 al 2004, 42 avevano mantello nero (21,9%) e, su 26 individui rinvenuti morti, 6 mostravano fenotipo nero (23,1%) (Apollonio et al. 2004a).

L'aspetto del mantello può variare in spessore e lucentezza a seconda sia dello stato di salute e di nutrizione dell'animale, sia dello stato di muta; ogni anno, infatti, si ha la caduta primaverile e la ricrescita, in autunno, del pelo invernale. Il mantello invernale è caratterizzato da una maggiore percentuale di "borra", che garantisce l'isolamento termico, rispetto alla "giarra", che ricopre il pelo sottostante; nel complesso appare più folto e consente di sopportare le basse temperature.

### 4.5.2. Dimensioni e peso

Il peso del lupo varia con la latitudine, seguendo la regola di Bergman, cosicché gli individui adulti di peso maggiore (fino ad 80 kg) sono presenti nelle regioni più settentrio-

Fig. 4.2 - Soggetto giovane di femmina con mantello tipico ripreso in natura (Per gentile concessione di Graziano Capaccioli)





**Fig. 4.3.** Raro caso di documentazione di un soggetto di lupo con mantello nero fotografato nell'area delle Foreste Casentinesi (Per gentile concessione di Tortelli Graziano)

nali (Siberia, Canada, Alaska, con eccezione delle zone artiche).

In Italia il peso di un maschio adulto oscilla mediamente tra 25 e 35 kg e difficilmente supera 45 kg. Le femmine sono di dimensioni ridotte: la loro taglia è di circa il 20% inferiore rispetto a quella dei maschi (Ciucci e Boitani 1998a). I dati raccolti in Provincia di Arezzo rientrano in questo range di peso: i pesi misurati sono di  $32,8 \pm 1,7$  kg ( $n = 6$ ) per i maschi adulti, e  $29,3 \pm 3,7$  kg ( $n = 4$ ) per le femmine adulte (Mattioli et al. in prep.)

La lunghezza del corpo varia tra 110 e 148 cm, coda esclusa. L'altezza al garrese misura tra 50 e 70 cm.

La corporatura è snella e robusta; gli arti anteriori sono lunghi, appaiono compressi nello stretto torace e presentano il gomito ruotato all'interno mentre le zampe sono ruotate all'esterno: ciò permette alle zampe anteriore e posteriore dello stesso lato di muoversi sulla stessa linea. Questa struttura

garantisce movimenti agili, veloci, e l'andatura al trotto.

La postura è digitigrada: l'arto anteriore presenta 5 dita delle quali il primo non arriva a terra, mentre l'arto posteriore ne ha solamente 4. Ogni dito è munito di un polpastrello calloso e di un'unghia robusta non retrattile; posteriormente si trova un grosso cuscinetto plantare di forma lobata.

#### 4.5.3. Caratteristiche della testa

La testa si presenta ampia, con muso allungato che termina con un callo nasale nudo; gli occhi si trovano in posizione frontale ed hanno pupilla rotonda; le orecchie sono di forma triangolare con base slargata e sono lunghe mediamente 10-11 cm.

A prima vista il cranio di un lupo appare molto simile a quello di un cane di grossa taglia, ma osservandolo bene se ne ricavano alcune differenze. È largo, robusto, caratterizzato da un lungo rostro e da una evidente ossificazione della scatola cranica. È dotato



**Fig. 4.4.** - Cranio di lupo

di massicce ed ampie arcate zigomatiche e una notevole cresta sagittale, che consentono l'attacco dei potenti muscoli masseteri e temporali.

L'angolo orbitale (l'angolo acuto definito

dall'intersezione delle tangenti alla sommità del cranio e all'arcata zigomatica) misura tra i  $40^\circ$  e i  $45^\circ$ , conferendo al cranio di lupo un aspetto più schiacciato e affusolato (Fig. 4.4). Questo carattere è distintivo rispetto a varie razze canine in cui invece è mediamente  $53^\circ/60^\circ$  (ad eccezione delle razze più primitive nelle quali arriva a  $50^\circ/52^\circ$ ).

La bulla timpanica, che nel cane è piccola, compressa e nel complesso atrofizzata, nel lupo è larga, convessa e sferica.

La dentatura riflette le abitudini predatorie. Un adulto ha 42 denti con formula dentaria I 3/3, C 1/1, P 4/4, M 2/3; particolarmente taglienti sono i denti ferini, P4 e M1, che sono specializzati per la triturazione di grossi pezzi di carne e per le parti più dure. I denti definitivi sostituiscono quelli di latte tra la 16-esima e 26-esima settimana.

**Fig. 4.5** - Il lupo appoggia le zampe anteriori e posteriori lungo un'unica linea



#### 4.5.4. Distinzione lupo-cane

Negli avvistamenti brevi e fugaci, spesso il lupo è confuso con razze canine. Tuttavia esistono caratteri peculiari che li distinguono sui quali l'osservatore esperto può concentrare l'attenzione. In generale la coda del lupo è corta circa 1/3 della lunghezza corporea (30-35 cm), tenuta in posizione perpendicolare rispetto al terreno, mentre quella del cane è lunga e tenuta spesso arricciata. Un altro carattere distintivo è costituito dall'andatura: nel lupo le zampe anteriori e posteriori si muovono sulla stessa linea (Fig. 4.5), mentre il cane posiziona le zampe posteriori in mezzo alle impronte delle anteriori. Il lupo ha ghiandole precaudali che sono atrofizzate nella maggior parte delle razze canine.

I tratti che meglio distinguono il lupo dal cane, restano comunque quelli del cranio. Oltre alle già menzionate differenze, sono caratteri peculiari, la fronte sfuggente del lupo a cui si contrappone una fronte più marcata nel cane (stop frontale), e i denti ferini meno sviluppati in quest'ultimo.

#### 4.6. Socialità

Il lupo ha una struttura sociale basata sul branco: un gruppo di individui che si spostano, cacciano, si nutrono, riposano insieme, in libera associazione ma uniti l'uno con l'altro da vincoli sociali (Mech 1970).

Anche se esistono casi di predazione su grossi mammiferi portate a termine da individui singoli, si ritiene che la struttura del branco rappresenti, nei carnivori sociali, un adattamento selettivo finalizzato alla caccia di animali di grossa taglia.

Secondo Mech (1970) quattro sono i fattori principali che determinano le dimensioni del branco:

- il numero minimo di lupi necessario a localizzare ed uccidere la preda in modo

efficiente

- il numero massimo di lupi che può essere sfamato con la preda
- il numero di individui nel branco con cui ogni lupo può stabilire legami sociali
- il grado di competizione sociale che ogni individuo può sopportare.

Da studi successivi (Schmidt e Mech 1997) è l'ipotesi della *kin selection*, che propone una spiegazione al fenomeno della tendenza dei lupi a vivere in branco: gli adulti investono sui figli attraverso la condivisione del cibo in esubero e attraverso l'insegnamento, in modo da massimizzare l'efficienza energetica nell'eredità genetica. Gli autori basano la loro ipotesi su tre considerazioni:

- solitamente un branco è composto dalla coppia parentale con figli di 1-3 anni (Mech 1970)

- l'efficienza di caccia di due individui è elevata anche su grandi mammiferi

- i membri di una coppia acquisiscono più cibo per lupo rispetto ad un branco di 3-4 individui

La disponibilità di prede è un ulteriore fattore di regolazione del branco in quanto influenza direttamente il tasso di sopravvivenza e la produttività, indirettamente l'intensità della competizione tra i membri del gruppo (Zimen 1976).

Le dimensioni del branco sono abbastanza variabili: mediamente in Italia si riscontrano branchi di 2-7 individui, mentre in altre aree sono stati osservati branchi più consistenti: sono del tutto eccezionali avvistamenti di gruppi particolarmente numerosi (36 individui registrati da Rausch (1967) in Alaska).

Le variazioni nelle dimensioni dei gruppi possono essere spiegate in termini di differenti tassi di mortalità, riproduzione e in base all'età media a cui gli individui vanno in dispersione.

L'unità del branco viene mantenuta dai legami sociali che possono rafforzarsi in cir-

costanze particolari quali il corteggiamento e l'accoppiamento di due individui, l'allevamento di una cucciolata da parte degli adulti, la crescita e lo sviluppo dei piccoli in compagnia dei conspecifici (Mech 1970).

Oltre alla coppia parentale e i figli dei precedenti 1-3 anni, solo eccezionalmente nel branco è accettato un lupo non imparentato (Mech et al. 1998).

Numerosi studi condotti in cattività hanno descritto la struttura sociale del branco come una gerarchia lineare di dominanza che interessa i componenti di entrambi i sessi (Zimen 1976; Van Hooff e Wensing 1987) le cui relazioni individuali sono regolate da una serie di comportamenti ritualizzati che determinano una riduzione dell'aggressività ed assicurano intesa e integrazione funzionale tra i componenti del gruppo (Mech 1970). Questo comporta differenze di ruoli e di posizioni all'interno del branco.

Il rango superiore è occupato da due individui di sesso opposto, detti *coppia alfa*, che sono gli unici che si riproducono e che dominano sugli altri membri, a loro volta distinti in *beta*, *gamma*, ecc.. Fox (1975) sostiene che lo stato di individuo *alfa* sia innato o comunque determinato precocemente; a questa idea Mech (1999) contrappone la possibilità che qualunque lupo possa salire al rango *alfa* nel momento in cui si riproduce e ogni individuo del branco, potenzialmente, abbia capacità riproduttiva.

In realtà in natura il branco è costituito da un limitato numero di individui strettamente imparentati. Si tratta di una vera e propria famiglia costituita da un padre, una madre e dai figli di cucciolate successive. L'immagine del branco come insieme di individui legati da una rigida gerarchia lineare si tramuta in nucleo familiare unito da una complessa rete di legami.

Nonostante il forte carattere sociale tipico della specie, i lupi possono vivere per periodi più o meno lunghi in condizione

"solitaria". Si tratta di vecchi individui cacciati dal branco (reietti) o giovani in dispersione che si sono distaccati dall'unità familiare alla ricerca di un nuovo territorio e di un compagno/a per riprodursi (Mech et al. 1998). Questi individui possono muoversi ai margini del territorio seguendo a distanza il branco, cibandosi di carcasse abbandonate senza lasciare tracce evidenti del proprio passaggio.

#### 4.7. Ciclo Riproduttivo

Il lupo raggiunge la maturità sessuale intorno al secondo anno di età anche se in cattività sono noti casi di femmine riproduttive già dall'età di 10 mesi.

Esiste una sola fase riproduttiva annuale strettamente legata a fattori climatico-ambientali e latitudinali: tra gennaio-febbraio per le latitudini più basse fino ad aprile per le latitudini più elevate (Mech 1970). In Italia gli accoppiamenti hanno luogo nel periodo compreso tra febbraio e marzo; le potenzialità riproduttive dipendono dallo stato nutrizionale dell'animale (Boertje e Stephenson 1992). Nel periodo invernale è possibile trovare tracce su neve di essudati uterini della femmina che precedono, di qualche settimana, la fase di estro che dura in media dai 3 ai 5 giorni (Mech 1970).

Circa tre settimane prima della nascita dei piccoli (Füller 1989), la femmina ricerca il luogo adatto a partorire e realizza la tana dove generalmente attende il parto. Spesso la tana è costituita da una cavità naturale ricavata in un tronco o in un anfratto roccioso, ma possono anche essere utilizzate tane abbandonate di altri mammiferi quali istrici o volpi.

Attraverso uno studio condotto in Minnesota (Ciucci e Mech 1992) è stato rilevato che la scelta della localizzazione della tana avviene in base a diversi fattori quali:

- la tradizione (una femmina può usare per anni successivi lo stesso ricovero)
- la disponibilità e distribuzione delle risorse
- l'influenza dei branchi vicini
- la dimensione del territorio.

Da varie ricerche emerge un legame tra posizione della tana e ampiezza del territorio: in territori vasti la tana è centrale, in modo da minimizzare le distanze tra i vari punti, mentre la disposizione è casuale nel caso di territori poco estesi.

Una caratteristica ricorrente è la posizione isolata e vicina ai corsi d'acqua.

Alla fine della gestazione, che dura circa 9 settimane, nascono in media 6 piccoli. La dimensione della cucciolata e la sopravvivenza dei piccoli nel primo anno di vita è correlata alla disponibilità di prede (Keith 1983). La riproduzione è generalmente prerogativa di una sola coppia: la coppia *alfa*. Attraverso meccanismi di controllo sociale, infatti, viene ridotta la possibilità che altri individui all'interno del branco, benché fisiologicamente maturi, si riproducano. In questo modo sono disponibili e possono concentrare le proprie energie per aiutare la coppia dominante nella cura della prole, aumentando così le probabilità di sopravvivenza dei piccoli.

I cuccioli alla nascita pesano circa 500 grammi (Rutter e Pimlott 1968) sono sordi e ciechi. Nelle prime tre settimane di vita si nutrono esclusivamente di latte materno mentre, in seguito, ricevono il cibo predigerito e rigurgitato non solo dalla madre ma anche da altri componenti del branco (maschio *alfa* e adulti ausiliari) (Mech et al. 1999). Solo intorno ai 40 giorni di età i nuovi nati sono in grado di nutrirsi da soli.

Studi di radiotelemetria condotti nel Minnesota (Harrington e Mech 1982a) hanno dimostrato che nonostante la loro inettitudine, i piccoli sono lasciati soli anche per il 12-20 % della giornata. Si allontanano

definitivamente dalla tana solo dopo 7-8 settimane dalla nascita: a questo punto l'intero branco sposta la maggior parte delle attività in aree di limitate dimensioni denominate *rendez-vous sites* dove avviene la fase finale dello sviluppo dei piccoli. Se non subentrano condizioni di disturbo, gli *home sites* (tane e *rendez-vous sites*) possono essere riutilizzati negli anni successivi. In autunno i *rendez-vous sites* vengono abbandonati: in questa fase i piccoli presentano già capacità fisiche adatte a seguire gli adulti negli spostamenti.

#### 4.8. Territorialità

Il lupo, quando caccia prede stanziali, è territoriale ed ogni branco tende ad occupare un territorio difendendolo attivamente dall'intrusione di eventuali conspecifici estranei (Mech 1970).

Il territorio occupato dal branco comprende: le aree di caccia, di riproduzione e di spostamento. È difeso attraverso marcature acustiche come l'ululato, che permette una comunicazione a distanza (Harrington e Mech 1983), e visivo-olfattive come urine e fatte che costituiscono chiari messaggi chimici e visivi che permangono nel tempo (Rothman e Mech 1979). Questi mezzi per la delimitazione del territorio consentono di ridurre al minimo la possibilità di un incontro diretto tra individui estranei. Incontri tra individui di territori limitrofi sono rari, ma quando avvengono sono causa di scontri fisici in cui i lupi possono rimanere feriti o uccisi.

Spesso i territori di branchi confinanti sono parzialmente sovrapposti; si creano così delle *buffer zones*: aree a cuscinetto frequentate da entrambi i branchi in momenti diversi. In queste zone aumenta il tasso di marcatura (Mech 1994).

Le dimensioni del territorio variano in

base alla disponibilità e distribuzione delle risorse, alla densità intraspecifica, dimensioni del branco, periodo del ciclo biologico ed alterazione del paesaggio per cause antropiche.

Popolazioni di lupo che si nutrono principalmente di specie migratrici, rappresentano casi eccezionali, poiché non rispettano la condizione di territorio stabile nel senso di territorio difeso attivamente. In Nord America, per esempio, esistono popolazioni di lupo che compiono lunghi spostamenti, con escursioni extraterritoriali rilevanti, per seguire le migrazioni di specie preda come caribù (*Rangifer tarandus caribou*) e bisonte (*Bison bison*) (Carbyn 1997).

Al contrario, in Europa centrale e nel Caucaso la distribuzione uniforme e continua della specie preda principale del lupo, il cervo (*Cervus elaphus*), può contribuire a determinare le minori dimensioni degli *home range* (80-200 kmq) (Okarma et al. 1998).

L'utilizzo del territorio varia nell'anno in relazione alla distribuzione stagionale delle prede e delle fasi riproduttive del lupo.

I territori si ampliano molto in inverno, quando è più difficile la ricerca del cibo. In estate, invece, l'attività del branco è maggiormente concentrata intorno agli *home sites* (il sito della tana e i *rendez-vous*) per accudire i piccoli. I *rendez-vous* sono una sorta di punti di ritrovo in cui i cuccioli, non ancora capaci di seguire gli adulti negli spostamenti, aspettano il loro ritorno.

Nel periodo delle nascite, così, il territorio si restringe: la femmina dominante, nei primi due mesi di vita dei cuccioli, limita gli spostamenti ad un'area ridotta rispetto a quella utilizzata in inverno e l'attività del branco è caratterizzata da movimenti radiali di individui singoli o in coppia che si dipartono dagli *home sites* e che generalmente vi fanno ritorno dopo un giorno (Okarma et al. 1998).

A partire da ottobre i piccoli sono in grado di seguire gli adulti e lasciano gli *home sites*; l'abbandono non è definitivo ma graduale. In inverno il branco si muove, caccia e si riposa utilizzando uniformemente e ciclicamente l'intero territorio.

#### 4.9. Dispersione

Si definisce dispersione natale il movimento di un animale dal sito di origine a quello di riproduzione o al luogo dove si sarebbe potuto riprodurre nel caso in cui avesse incontrato un compagno (Howard 1960).

I fattori che determinano la dispersione nel lupo sono: la competizione per le risorse e la competizione per il partner (particolarmente elevata nel periodo riproduttivo). Ne consegue una limitazione dell'imbreding grazie alla dispersione dei "geni" parentali. È un processo dinamico e graduale, caratterizzato da una serie di spedizioni solitarie alternate a fasi di ricongiungimento col branco (Gese e Mech 1991).

Solitamente la tendenza ad abbandonare il branco si manifesta nei giovani di 2-3 anni (Fritts e Mech 1981). La maggior parte dei lupi va in dispersione nei periodi da febbraio ad aprile e da ottobre a novembre, percorrendo distanze che variano dagli 8 ai 354 km (Gese e Mech 1991) con punte massime registrate in Nord America di 670 e 886 km percorsi (Van Camp e Gluckie 1979, Fritts 1983).

In Italia sono noti il caso di un individuo che ha percorso circa 90 km in poco più di una settimana, tra il Massiccio della Maiella e il Parco Nazionale d'Abruzzo (Boitani 1986) e il più recente e noto caso di "Ligabue", un lupo investito a Parma, curato e munito di radiocollare, che ha percorso 217 km spostandosi dall'Appennino parmenese alle Alpi Occidentali (Ciucci et al. 2005).

## 4.10. Comunicazione

### 4.10.1. Marcatura odorosa

Si tratta di una forma di comunicazione olfattiva attraverso la quale un lupo lascia il proprio odore in una posizione strategica, ben visibile affinché altri conspecifici possano in seguito ispezionarla (Mech 1970). Kleiman (1966) definisce "marcatura odorosa" l'attività di rilascio di sostanze odorose che:

- è orientata verso particolari oggetti sconosciuti
- è stimolata da elementi noti del paesaggio o da oggetti e odori sconosciuti
- è ripetuta frequentemente sullo stesso oggetto.

Le informazioni olfattive possono essere rilasciate sotto varie forme: urina, feci, secre-

zioni della ghiandola anale, raspate.

Per quanto riguarda la marcatura con l'urina si possono distinguere diverse modalità di urinazione (Asa et al. 1985):

- con la gamba posteriore alzata, o RLU (raised-leg urination)
- in piedi, o STU (standing urination)
- accovacciata, o SQU (squatting urination), col dorso leggermente concavo e le zampe posteriori piegate
- a gamba flessa, o FLU (flexed-leg urination), con la zampa posteriore flessa e leggermente piegata sotto il corpo.

Si ritiene che non tutte siano vere e proprie marcature. Si considerano marcature solo nel caso in cui vengano rilasciate piccole quantità di urina su oggetti preferibilmente verticali scelti dopo una accurata ispezione olfattiva (Asa et al. 1990), siano deposte

lungo strade e sentieri in posizione strategica (es. incroci) e consentano un evidente e duraturo segnale sia olfattivo che visivo, soprattutto in inverno, in presenza di copertura nevosa. (Fig. 4.6)

Da studi effettuati in cattività è stato osservato che solo gli individui maturi e dominanti, sia maschi sia femmine, urinano con la gamba alzata (Woolpy 1968). Lupi sessualmente immaturi e di rango subordinato ricorrono solitamente alla postura SQU (Rothman e Mech 1979).

In natura, è stato visto che la RLU e la FLU sono le posture tipiche rispettivamente del maschio e della femmina alfa, e che la frequenza delle RLU aumenta prima e durante la stagione riproduttiva (Asa et al. 1990).

La marcatura assolve un ruolo fondamentale nel mantenimento del territorio e nelle zone di confine tra territori di branchi diversi, ne è stata riscontrata una più elevata frequenza.

Nelle coppie di recente formazione, durante il periodo del corteggiamento e subito dopo la riproduzione, è stato osservato un aumento del tasso di deposizione di urina ed un aumento della doppia marcatura (due urine sovrapposte deposte dai membri della coppia). Sembra si tratti di un modo per rafforzare il legame della coppia e consentire la sincronizzazione sia fisiologica che comportamentale degli individui, al fine del successo riproduttivo (Peters e Mech 1975; Rothman e Mech 1979).

Il ruolo della marcatura fecale non è stato ancora definitivamente chiarito perché il ricorso ad essa non prevede posture stereotipate e le feci non sono sempre fisiologicamente disponibili (Asa et al. 1985). Le secrezioni delle ghiandole anali associate alle fatte, sono generalmente prerogativa del maschio *alfa*, anche se tutti gli individui del branco possono rilasciarla. Ryon e Brown (1990) sostengono che i componenti volatili di queste secrezioni possano dare un'infor-

mazione sul sesso e sullo stato ormonale dell'individuo.

Peters e Mech (1975) considerano marcature le fatte deposte in punti strategici e ben visibili, nei pressi degli incroci o su oggetti rialzati come cespugli o tronchi, quelle associate ad urina o raspata effettuate dallo stesso individuo e quelle ritrovate in alte concentrazioni accumulate nei mesi. La marcatura fecale può facilitare anche la memorizzazione dei percorsi all'interno del territorio, aiutando l'animale a ritrovare le vie già percorse. Più semplicemente la loro distribuzione potrebbe rispecchiare l'abitudine dei lupi di spostarsi lungo piste. Rothman e Mech (1979) hanno osservato che individui solitari defecavano costantemente al di fuori delle piste, probabilmente per ridurre la probabilità di essere rintracciati dal branco occupante il territorio.

Le fatte rinvenute nei siti di *rendez-vous sites* o vicino ad una preda, sembra abbiano solo significato fisiologico (Peters e Mech 1975).

La marcatura fecale sostituisce la marcatura con urina nei periodi o nelle regioni in cui manchi adeguata copertura nevosa: la marcatura con urina è priva di messaggio visivo e quindi di minor intensità rispetto alla marcatura fecale Vilà et al. (1994).

La raspata è un segnale sia visivo che olfattivo, in quanto lo sfregamento delle zampe sul terreno provoca il rilascio di sostanze contenute nelle ghiandole del cuscinetto plantare. Solitamente la raspata è effettuata dagli individui della coppia *alfa* e si pensa abbia funzione di comunicazione all'interno del branco, probabilmente per il mantenimento dello stato di dominanza (Peters e Mech 1975).

### 4.10.2. Comunicazione vocale

Le espressioni vocali svolgono ruoli fondamentali nella comunicazione tra conspecifici sia all'interno del branco che tra branchi

Fig. 4.6. - Esempio di marcatura di lupo con urina



diversi. Joslin (1966) ha identificato e codificato quattro tipi diversi di espressioni vocali: il ringhio, l'abbaiato, l'uggiolo e l'ululato.

Il ringhio è caratterizzato da una frequenza compresa tra i 250 e i 1500 Hz. È un vocalizzo aspro e profondo e rappresenta un segnale di minaccia o allarme; è una forma comunicativa che ristabilisce ed aumenta le distanze, sia fisiche che sociali (Harrington e Mech 1978a) ed è frequentemente associato a posture di dominanza.

L'abbaiato, con una frequenza che oscilla tra i 320 e i 904 Hz, può costituire la parte terminale di un ululato, può essere un segnale di localizzazione o sollecitazione (Rutter e Pimlott 1968) o un sintomo di tensione sociale (Boscagli 1985). È piuttosto raro.

L'uggiolo, caratterizzato da una frequenza fondamentale che ha massimo utilizzo intorno ai 3500 Hz, è di frequente utilizzato in contesti non aggressivi tra i vari membri del branco; può costituire un mezzo per ridurre le distanze (Harrington e Mech 1978a), spesso per richiedere cure, come nel caso dei cuccioli nei confronti degli adulti.

L'ululato è un suono continuo che può durare tra 0,5 e 11 secondi. Ha una frequenza fondamentale, per gli individui adulti, compresa tra i 150 e i 780 Hz che garantisce la comunicazione a lunga distanza grazie

alla capacità che hanno i vocalizzi a bassa frequenza di superare gli ostacoli (Harrington e Mech 1978a, 1978b), mentre le altre vocalizzazioni sono udibili a distanze non superiori a circa 200 m (Joslin 1966).

Quest'ultima forma di comunicazione riveste così un ruolo specifico nella difesa del territorio e nel mantenimento dei contatti tra gli individui dello stesso branco.

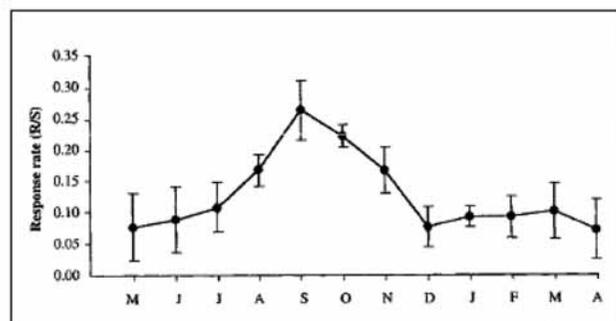
Udire un ululato spontaneo in natura è raro. Le ore durante le quali l'ululato è più frequente sono quelle tra il tramonto e le prime ore della notte e all'alba (Gazzola et al. 2002).

Attraverso la tecnica del wolf-howling, si è visto, sia nel caso di animali in cattività (Zimen 1971), sia in natura (Gazzola et al. 2002), che la tendenza ad ululare segue un andamento stagionale: durante il periodo riproduttivo si ha un aumento della aggressività, sia all'interno di uno stesso branco sia tra branchi diversi, fattore che determina un aumento rilevante delle risposte (Harrington e Mech 1979); nel periodo compreso tra maggio e giugno è stata rilevata la minore frequenza di risposta, dovuta alla riluttanza da parte degli adulti ad ululare in presenza dei cuccioli, che in questo periodo hanno una età inferiore ai due mesi e sono vulnerabili (Joslin 1967).

Nel mese di luglio, invece, il tasso di risposta aumenta (Fig. 4.7), grazie anche al contributo dei piccoli che iniziano a vocalizzare (Mech 1970).

Alcuni autori hanno dimostrato la presenza di caratteristiche specifiche negli ululati che permettono il riconoscimento individuale ed è stata evidenziata la capacità del lupo di riconoscere

Fig. 4.7 - Andamento mensile del tasso di risposta dei lupi (tratto da Gazzola et al. 2002)



gli ululati familiari da quelli estranei (Tooze et al. 1990). L'ululato riveste sicuramente un ruolo importante nella comunicazione a distanza, non solo tra gli individui di uno stesso branco ma anche tra individui di branchi distinti. All'interno del branco l'ululato ha la funzione di aggregare e di coordinare i vari componenti per eventi quali partenze, riunioni, movimenti dentro il territorio stesso (per esempio durante la caccia) (Harrington e Mech 1978a). Nel caso di comunicazione tra branchi diversi, l'ululato ha la funzione di controllo del territorio attraverso il quale il branco afferma la presenza-possesso in tempo reale evitando incontri con branchi vicini (Harrington e Mech 1979).

La reazione ad un ululato dipende dalla relazione costi-benefici: attraverso la risposta vocale può essere evitato l'incontro accidentale con un altro branco, ma allo stesso tempo viene rivelata la posizione del branco esponendolo al rischio di essere attaccato;

ritirarsi in silenzio può essere in molte situazioni il comportamento più conveniente. Se nel territorio sono presenti prede uccise o i cuccioli, è probabile che il branco risponda senza allontanarsi: in questo caso il tasso di risposta aumenta in relazione al grado di freschezza delle prede e allo sviluppo dei piccoli (Harrington e Mech 1979). Altri fattori che possono influenzare la risposta sono le dimensioni del branco, in quanto più il branco è numeroso, più facilmente risponderà a ululati estranei, e la presenza o meno del maschio *alfa*, il quale è l'unico individuo che risponde singolarmente e che dà inizio all'ululato corale. L'ululato comunque non è solo una forma di comunicazione: ha anche un significato di "cerimonia" corale che rinsalda i vincoli che uniscono il gruppo. I lupi ululano dopo una caccia terminata con una preda o quando un individuo torna dopo un lungo periodo di assenza (Harrington e Mech 1979).

Fig. 4.8 - Ululato corale ha funzione di coesione e coordinamento tra gli elementi del branco (per gentile concessione di Roberto Zaffi e Luciano Piazza)





## 5. Metodi di studio

Claudia Capitani, Massimo Scandura, Paolo Lamberti

### 5.1 Monitoraggio

#### 5.1.1. Introduzione

Lo studio della popolazione di lupo della Provincia d'Arezzo è stato condotto essenzialmente con metodi non invasivi, quali i transetti standard, lo snow-tracking il wolf-howling, l'analisi molecolare, e la raccolta d'informazioni provenienti dai componenti del Corpo di Polizia Provinciale, del Corpo Forestale dello Stato, della Comunità Montana nonché da cacciatori e ambientalisti (Figura 5.1).

Dal 2002 è stata distribuita un'apposita

scheda ai cacciatori di selezione a cervidi e bovini per la segnalazione della presenza del predatore. Ciò ha consentito di approfondire le conoscenze nelle aree non protette, soprattutto quelle poste a quote inferiori, più vicine alle aree urbane.

Per mezzo di un software GIS (Mapinfo Professional 5.0), le localizzazioni di tutti i segni di presenza sono state riportate su una mappa digitale, e sovrapposte a una griglia di tre km per lato. Quindi, l'areale di presenza della specie è stato ricostruito considerando tutte le celle in cui ricadeva almeno una localizzazione.

Fig. 5.1 - Diagramma dei metodi non invasivi utilizzati nello studio del lupo in Provincia di Arezzo e relativo utilizzo per l'indagine.



### 5.1.2. Transetti

In questo studio è stata individuata una rete di transetti che si è evoluta nel tempo seguendo lo sviluppo del progetto di monitoraggio, con un aumento progressivo della superficie monitorata e una contemporanea riduzione della frequenza di monitoraggio (Figura 5.2).

La rete si sviluppa soprattutto lungo le dorsali principali e secondarie dei massicci montuosi, e in particolare ha interessato il sistema delle principali aree protette.

I transetti sono costituiti essenzialmente da percorsi standardizzati (cioè mantenuti costanti ed eseguiti in modo periodico), per una media di 3700 km annui dal 1998 al 2000, e 1200 km annui da 2001 al 2005. Nel 2002 e nel 2003 è stato eseguito inoltre uno speciale "lupo-transect", un percorso di circa 220 km che si snoda sui principali crinali della provincia, effettuato tra aprile e maggio di ciascun anno. Ai percorsi standardizzati si aggiungono dei percorsi che, invece, sono effettuati in modo occasionale e pertanto forniscono informazioni non standardizzate (in media circa 100 km all'anno dal 2003).

I transetti sono finalizzati al rilevamento dei segni di presenza della specie, quali escrementi (detti fatte) (Fig. 5.2), tracce (Fig. 5.3), peli, e, nei casi più fortunati, l'osservazione diretta (Fig. 5.4). In particolare, le fatte ritrovate sono state utilizzate per l'analisi della dieta.

### 5.1.3. Snow-tracking

Lo snow-tracking è una tecnica che consiste nella ricerca e nel rilevamento di piste di impronte su neve. Una nevicata fresca è quindi l'elemento di partenza per lo svolgimento di questa attività. In caso di nevicata abbondanti, si tende a far passare almeno 24 ore per dare tempo agli animali di muoversi maggiormente, e rendere più probabile il ritrovamento delle piste. Dopo alcuni giorni dalla nevicata, però, a causa dei numerosi



Fig. 5.2 - Escremento di lupo rinvenuto lungo un transetto



Fig. 5.3 - Impronte di lupo su fango



Fig. 5.4 - L'incontro con il lupo è spesso fugace: giovane soggetto di lupo ripreso in natura, allarmato dalla presenza dell'operatore (per gentile concessione di Graziano Capaccioli)

passaggi di animali di diverse specie, le tracce diventano confuse e difficili da individuare o seguire.

Il primo passo di questa tecnica è il riconoscimento di una traccia di lupo.

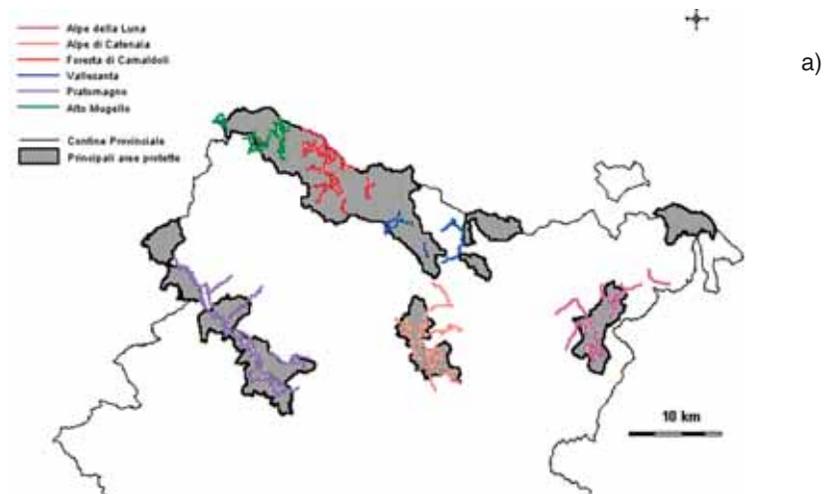
Il lupo ha andatura digitigrada e possiede cinque dita negli arti anteriori, di cui uno non tocca a terra, e quattro nei posteriori. Ogni dito ha un grosso cuscinetto plantare, e un'unghia non retrattile, che infatti è spesso visibile nelle tracce (Fig. 5.6).

La singola impronta non permette di distinguere il lupo da un cane di dimensioni simili, mentre lungo una pista è possibile osservare la tipica andatura del lupo al trotto: impronta posteriore sovrapposta all'anteriore, impronte disposte su un unico asse e regolari. Talvolta il lupo corre al galoppo, lasciando una traccia "a Y", oppure cammina lentamente, ma raramente assume l'andatura scomposta che invece ha generalmente il cane (Fig. 5.7).

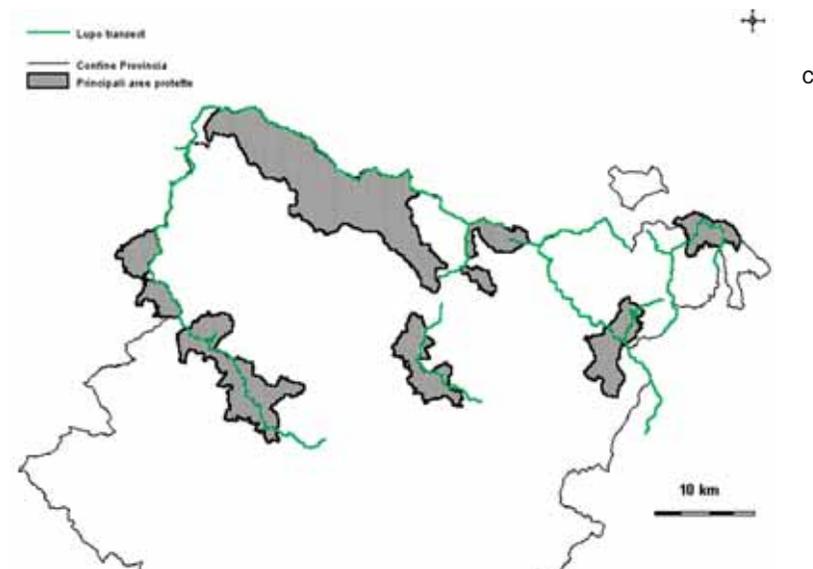
Nei tratti in cui una pista si divide è possibile contare il numero d'individui che la compongono (Fig. 5.8), e confrontando le piste rinvenute in giorni differenti si giunge ad una stima del minimo numero d'individui che compongono ciascun branco.

In genere, il rilevamento delle tracce viene effettuato in contemporanea su più aree. In questo modo è possibile individuare il minimo numero di branchi distinti che occupano aree limitrofe.

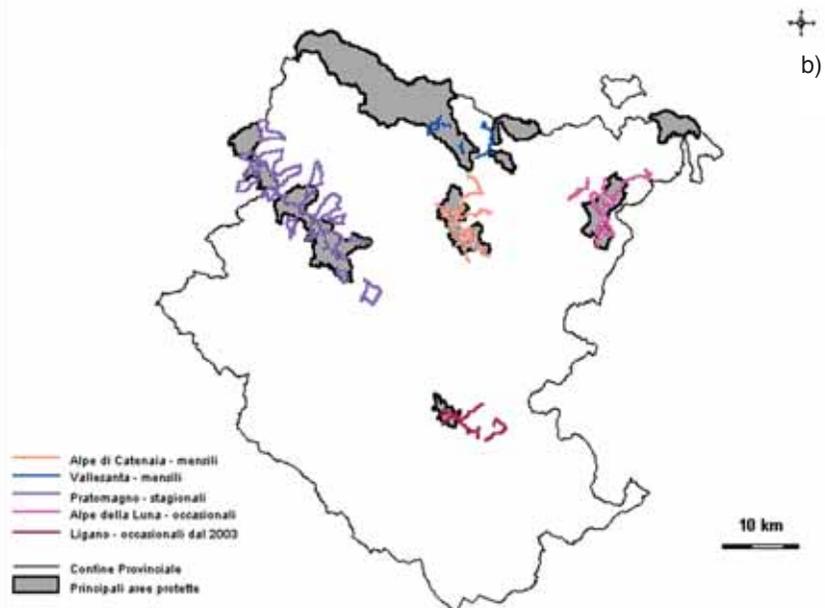
Lungo le piste viene registrata la presenza di marcature odorose, quali urine e fatte, e visive, le raspate. Le fatte sono raccolte per essere sottoposte a analisi molecolare, così come i peli o le tracce di sangue (dovute a ferite o, solo nelle femmine, all'estro) rinvenute sulla traccia. La raccolta di campioni durante lo snow-tracking è importante per due motivi: 1) poiché la resa dell'analisi molecolare è legata allo stato di conservazione del campione, i campioni trovati su



a)



c)



b)

**Fig. 5.5** - Percorsi di monitoraggio della presenza del lupo effettuati dalla Provincia d'Arezzo dal 1998 al 2000 (a), e dal 2001 al 2005 (b), e "lupo-transect" (c).

neve garantiscono un maggiore successo dell'analisi; 2) la tipizzazione dei campioni rinvenuti lungo piste su neve consente di determinare i movimenti spaziali dei singoli individui e di individuare le aggregazioni tra più individui.

Infine, questa tecnica consente di integrare lo studio della dieta del lupo con le informazioni provenienti dal ritrovamento delle predazioni (Fig. 5.9).

#### 5.1.4. Wolf-howling

Nel lupo l'ululato è una forma di comunicazione a distanza con la funzione di coesione all'interno del branco e di controllo del territorio nei confronti dei branchi limitrofi.

La tecnica del wolf-howling consiste nell'emissione di un ululato, effettuato a voce o registrato, al fine di stimolare una risposta da



**Fig. 5.6** - Impronta di lupo nella neve

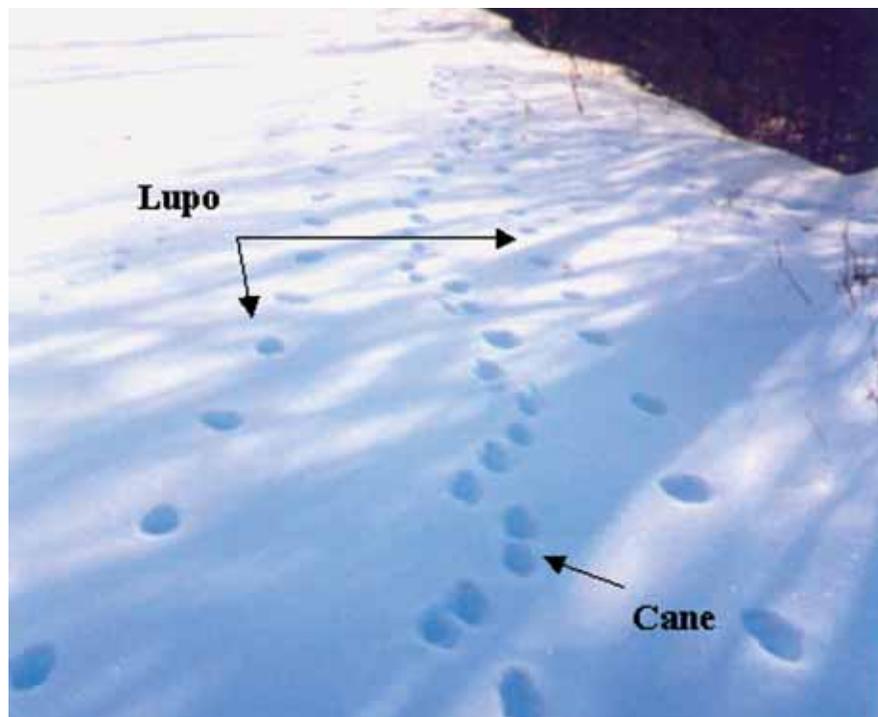


Fig. 5.7 - Tracce di lupo e di cane su neve, a confronto

parte dei lupi.

Il censimento col wolf-howling è realizzato in estate, quando la presenza dei cuccioli produce:

- l'incremento del tasso di risposta
- la stanzialità dei branchi nei dintorni dei siti di allevamento dei piccoli (*home sites*).

Il censimento è condotto "a saturazione", secondo la tecnica descritta da Harrington e Mech (1982b). Per coprire l'intero areale di distribuzione della specie, questo viene suddiviso in settori che possono essere considerati separati sulla base di tutte le informazioni raccolte precedentemente. Per due o tre notti consecutive alcuni equi-

paggi (da 2 a 4) composti da almeno due operatori censiscono in contemporanea ogni area. In tal modo si possono attribuire a branchi distinti le risposte dei nuclei con cuccioli ottenute in località differenti durante la stessa notte o in notti successive, e si può valutare il minimo numero di branchi presenti nel territorio censito (Apollonio et al. 2004b).

Le risposte ottenute sono registrate con una strumentazione opportuna (Fig. 5.10) (Gazzola et al. 2002) e analizzate con un apposito software (Avisoft SA LAB PRO 3.0), che elabora un sonogramma associato alla traccia sonora (Figura 5.12), la cui analisi consente di stimare il minimo numero



Fig. 5.8 - Separazione degli individui lungo una pista di lupi in prossimità di un punto di marcatura

d'individui che compongono il coro e di determinare la presenza dei piccoli nel branco e quindi il suo successo riproduttivo.

Nell'area di distribuzione del lupo è stata individuata una rete di punti di emissione degli ululati per il censimento col wolf-howling, il cui numero è cresciuto nel tempo e ha raggiunto un totale di 327 punti di emissione, corrispondenti a una superficie monitorata di circa 1190 km<sup>2</sup> (Fig. 5.11).

## 5.2. Studio dell'ecologia alimentare

Lo studio del comportamento alimentare del lupo si è basato essenzialmente sull'analisi del contenuto degli escrementi raccolti nelle aree di studio. Il protocollo di analisi degli escrementi, basato su studi precedenti (Mattioli et al. 1995, Ciucci et al. 1996), prevede diverse fasi:

- Sterilizzazione, in stufa a 70° per 6-10 ore
- Lavaggio e filtraggio con setaccio (0,46 e 0,28 mm)
- Separazione delle componenti macroscopiche e microscopiche. Sono conservati



Fig. 5.9 - Predazione di lupo su ariete di muflone



Fig. 5.10 - Il wolf-howling consiste nell'emissione di una registrazione di ululato di lupo mediante apparecchio di amplificazione (Foto L. Piazza e R. Zaffi)

Fig. 5.12 - Esempio di sonogramma di ululato di individuo singolo (risposta ravvicinata).

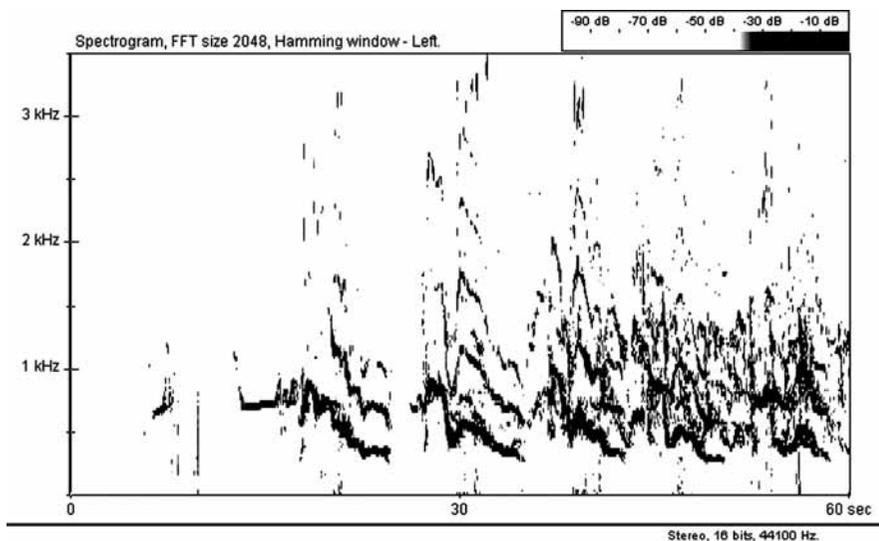
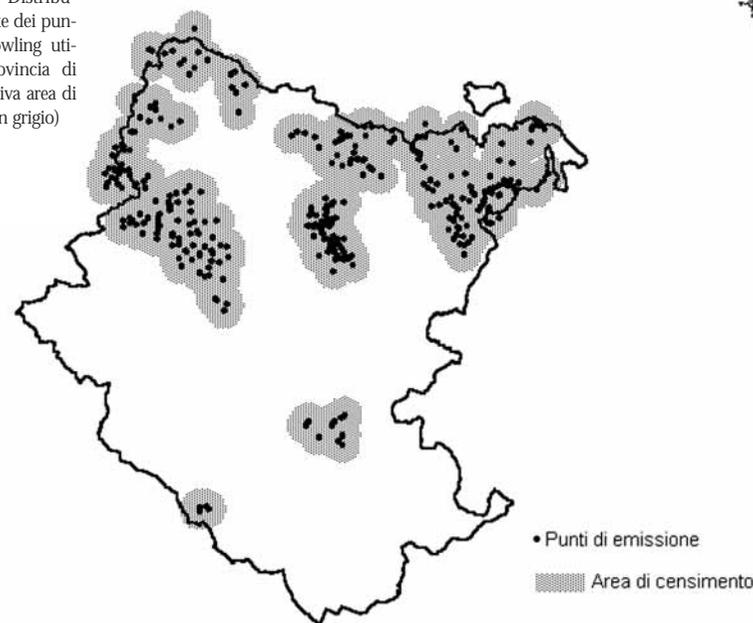


Fig. 5.11 - Distribuzione della rete dei punti di Wolf-howling utilizzati in Provincia di Arezzo e relativa area di censimento (in grigio)



solo i residui di peli, ossa, frutta e componente vegetale (quando la notevole quantità faceva supporre che fosse stata ingerita volontariamente).

- Disidratazione in stufa a 70° per circa 8-12 ore.

- Attribuzione di una classe di volume a ognuna delle componenti rilevate per ciascuna fatta, utilizzando le seguenti categorie: 0-5%, 5-25%, 25-50%, 50-75%, 75-100%. Gli elementi presenti in misura <5% sono stati considerati come "tracce" e non computati.

L'identificazione dei peli delle prede è stata effettuata, nella maggior parte dei casi, dal confronto con una collezione di riferimento. Attraverso una lente d'ingrandimento 10x sono stati valutati lunghezza, forma, dimensioni e colorazione dei peli. Il pelo del cinghiale ha consistenza cornea, è traslucido

e tende a sfrangiarsi all'apice; lo spessore e la lunghezza variano secondo le classi d'età e delle parti del corpo ma generalmente le sue setole sono ben riconoscibili. Il pelo di cervide è facilmente distinguibile per le dimensioni, l'apice sottile, le bande caratteristiche, l'opacità; alcuni peli, poi, sono ondulati. Il riconoscimento tra le diverse specie di cervidi risulta più difficile in quanto le differenze di diametro, tonalità del colore e del bandeggio sono minime. Ciascuna specie però presenta alcuni peli caratteristici che possono essere diagnostici. Le caratteristiche del pelo sono influenzate dalle variazioni stagionali, in quanto gli ungulati presentano un mantello estivo e uno invernale con peli diversi per forma e colore: è necessario, quindi, tenerne conto e prestare attenzione nei periodi di muta. Un altro fattore di variazione è l'età dell'animale. Infatti, i pic-



Fig. 5.13 - Confronto tra "striato" e adulto di cinghiale (in alto) e tra piccolo e adulto di capriolo in estate (in basso)

coli di cinghiale fino al terzo-quarto mese di vita presentano striature caratteristiche (Fig. 5.13); nei mesi successivi raggiungono una colorazione rossastra che mantengono fino

alla muta dell'estate successiva. I piccoli di cervide presentano inizialmente un tipico mantello bruno con macchie bianche, detto "pomellato" (Fig. 5.13). Caprioli e daini,

dopo le prime settimane di vita, mutano e assumono la tipica colorazione estiva, simile a quella degli adulti, sebbene i peli siano più sottili; i cerbiatti invece mutano più lentamente, passando però direttamente al mantello invernale.

Anche le ossa contenute negli escrementi possono essere riconosciute dal confronto con collezioni di riferimento. I frammenti di ossa, zoccoli e denti, se identificabili, forniscono indicazioni sull'età dell'animale, in base alle loro dimensioni e al loro grado di sviluppo. Essi rappresentano l'unico fattore discriminante nel periodo in cui i piccoli assumono una colorazione del mantello del tutto simile a quella degli adulti.

In alcune occasioni si rende necessario ricorrere all'analisi del pelo al microscopio ottico e al confronto delle caratteristiche della *cortex* e della *medulla* con un atlante specifico (Debrot et al. 1982). Quando l'identificazione certa non è possibile si preferisce ricorrere alla categoria degli "indeterminati".

Per valutare l'utilizzo delle diverse componenti specifiche sono stati calcolati i seguenti indici:

- **frequenza assoluta di comparsa** = n° di escrementi in cui compare una determinata categoria alimentare/ n° totale di escrementi x 100,

- **volume medio %** = somma di tutti i volumi relativi a una determinata categoria alimentare/ n° totale di escrementi x 100.

Infine, nello studio condotto nelle Foreste Casentinesi, è stata calcolata la **biomassa relativa** e il **numero relativo delle prede (NRP)** consumate utilizzando l'equazione di regressione di Floyd et al. (1978):

$$Y = 0,38 + 0,02 \times X,$$

dove **Y** rappresenta la massa (kg) di preda per ciascuna fatta e **X** il peso medio della preda. Moltiplicando il valore di **Y** per il volume totale assoluto di ciascuna componente specifica si ottiene la biomassa consu-

mata di quella componente, corrispondente al n° di fatte analizzate. Dividendo la biomassa per il peso medio della preda si ottiene il numero di prede consumate, che può essere poi riferito al numero di prede totali (numero relativo di prede).

Il peso medio delle prede è stato calcolato dalla frequenza di ciascuna classe di peso e di età nelle diverse stagioni (bimestri o quadrimestri a seconda dell'ampiezza del campione) in modo da ottenere valori stagionali sia di biomassa sia di numero relativo di prede consumate (= biomassa / peso medio della classe specifica).

Per stabilire se ci fossero differenze nell'uso delle specie di ungulati selvatici rispetto alla loro disponibilità, la proporzione di ciascuna specie osservata nella dieta (come n° relativo di prede e volume medio %) è stata confrontata con quella stimata nella comunità di ungulati (selezione inter-specifica). Allo stesso modo, la proporzione d'uso delle diverse classi di età nella dieta è stata confrontata con la struttura di popolazione stimata per ciascuna specie (selezione intra-specifica). Il grado, il segno e la significatività della selezione sono stati calcolati attraverso l'**indice di Manly** e gli **intervalli di confidenza con la correzione di Bonferroni** (Manly et al. 2002). L'indice di Manly indica selezione positiva per i valori maggiori di 1 e negativa per i valori inferiori all'unità. La significatività statistica dell'indice prevede che gli intervalli di confidenza attorno al valore di **w** non contengano il valore 1. Per confrontare il grado di selezione tra le diverse specie si utilizza l'indice standardizzato  $\beta$  che varia da 0 a 1 ed è calcolato per ciascuna categoria dal rapporto tra l'indice **w** della categoria e la somma degli indici **w** di tutte le categorie.

La dieta del lupo è stata valutata sia su scala annuale sia su scala stagionale, suddividendo l'anno in periodi diversi a seconda delle finalità e delle specie preda considera-

te, secondo il ciclo biologico della specie preda principale (il cinghiale) che va da Marzo a Febbraio dell'anno successivo. Per l'analisi stagionale della dieta sono stati utilizzati quattro trimestri: Marzo-Maggio (primavera), Giugno-Agosto (estate), Settembre-Ottobre (autunno) e Dicembre-Febrero (inverno). Per l'analisi della selezione intraspecifica sono state adottate suddivisioni diverse: per il cinghiale si sono confrontati sei periodi bimestrali mentre per il capriolo tre quadrimestri, in entrambi i casi individuati a partire dal mese di Gennaio.

### 5.3. Analisi genetica

La diffusione dei metodi genetici ad altri campi di applicazione, favorita dall'avvento di nuove e potenti tecniche molecolari, ha interessato nell'ultimo decennio anche lo studio delle popolazioni animali. Sia la zoologia che la gestione faunistica hanno beneficiato enormemente dell'apporto di questo mezzo innovativo, che si è andato ad aggiungere ai tradizionali metodi d'indagine.

Il DNA, la cosiddetta 'molecola della vita', rappresenta infatti un enorme pacchetto d'informazioni, contenente le istruzioni per la costruzione ed il corretto funzionamento di un intero organismo vivente. La principale caratteristica di questa molecola è di essere 'unica', cioè di differire da individuo a individuo. Dato che entrambi i genitori contribuiscono in pari misura al DNA di un individuo, ne consegue che quanto maggiore è il grado di parentela tra due individui, tanto più simile sarà il loro patrimonio genetico. Tutti gli studi che prevedono l'analisi del DNA si basano sull'esame di differenze genetiche, che possono presentarsi a livelli tassonomici diversi (specie, popolazione, individuo). È infatti questa variabilità che consente di discriminare tra ciò che è simile e ciò che è dissimile, ed in virtù di ciò, classificare quanto è oggetto d'indagine. Da que-

sto punto di vista, il DNA non si comporta tutto allo stesso modo, ma lungo la molecola esistono regioni più o meno variabili.

Essendo quello della variabilità un aspetto chiave di ogni investigazione genetica e non essendo materialmente possibile analizzare l'intera molecola, un passaggio cruciale di ogni studio è rappresentato dalla scelta delle regioni del DNA da prendere in esame.

Il DNA o acido desossiribonucleico è un lungo polimero formato da due filamenti avvolti tra loro a formare un'elica. Entrambi i filamenti possiedono la stessa struttura, basata su una successione di unità dette nucleotidi, ciascuna costituita da uno zucchero (desossiribosio), una base ed un gruppo fosforico (Fig. 5.14). Mentre zucchero e fosfato si ripetono identici in tutti i nucleotidi, la base può presentarsi in quattro forme distinte: adenina (A), timina (T), citosina (C) e guanina (G). Quando si parla di 'sequenza del DNA' ci si riferisce alla successione di basi che compone una data regione (ad es. ACCGAT).

Negli animali esistono due tipi di DNA: il DNA nucleare o genomico, riunito a formare i cromosomi presenti nel nucleo di ogni cellula, ed il DNA mitocondriale (mtDNA), presente all'interno di organuli cellulari detti mitocondri, preposti alla respirazione di ogni cellula (Fig. 5.15). All'interno di queste molecole esistono regioni definite codificanti e regioni non-codificanti: le prime contengono le istruzioni per la produzione delle proteine e sono raggruppate a formare i 'geni'. Entrambi i tipi di DNA risultano utili per studiare la diversità genetica in popolazioni animali. La variabilità genetica si origina come conseguenza di fenomeni di 'mutazione', ossia di modificazioni nella sequenza del DNA. Quando queste modificazioni interessano i geni, ciò può tradursi in una variabilità nella composizione aminoacidica delle proteine, che può alterarne la struttura e persino la funzione. Quanto maggiori sono le

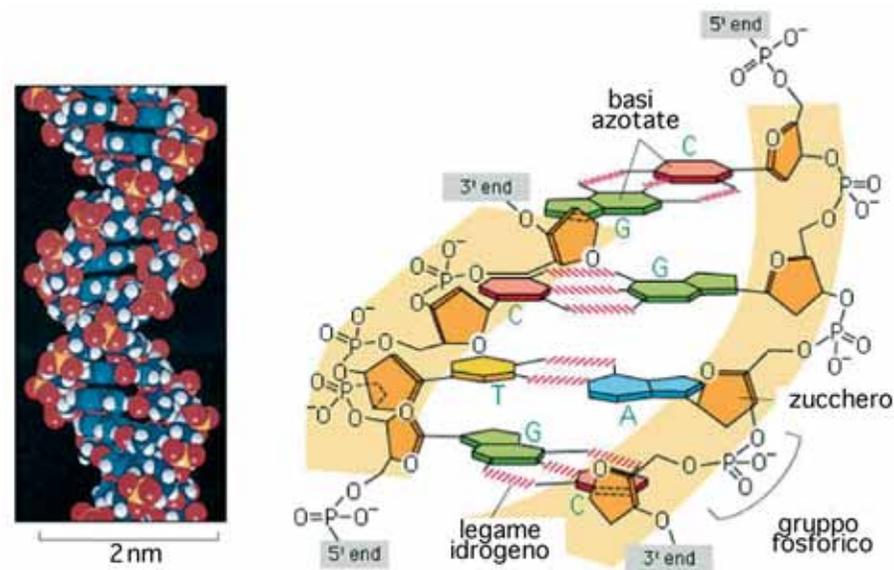


Fig. 5.14 - Struttura di una molecola di DNA.

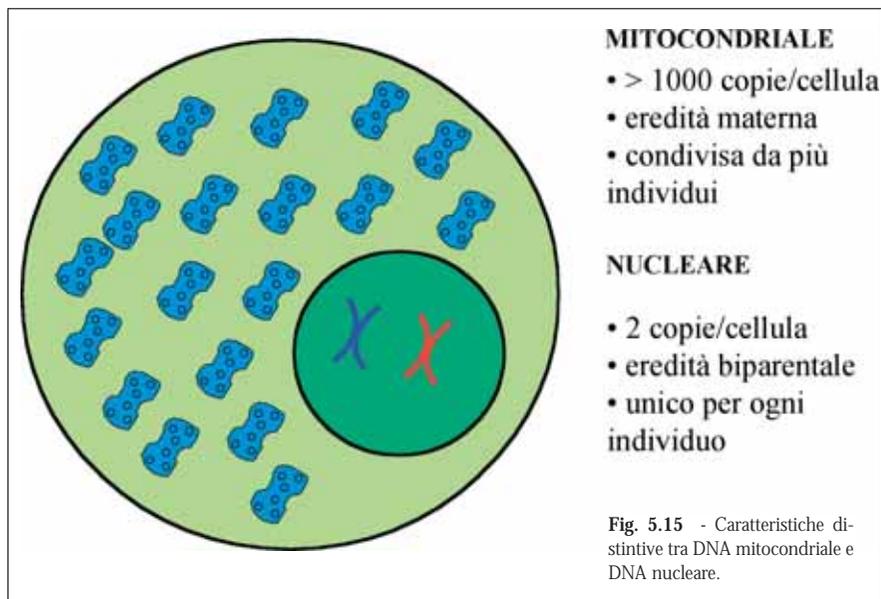
alterazioni generate da una mutazione, tanto minore è la probabilità che essa si trasmetta alle generazioni successive. Questo grazie all'azione epurante della selezione naturale che sfavorisce gli organismi che recano alterazioni gravi al loro patrimonio genetico. Viceversa le regioni non-codificanti del DNA non risentono di questo effetto e pertanto tendono ad accumulare mutazioni. Allorché le differenze generate dalle mutazioni vengono mantenute, la regione interessata diviene 'polimorfica', ossia per essa vengono ad esistere più varianti nella popolazione.

Questo discorso vale sia per il DNA nucleare sia per quello mitocondriale, dove sono presenti sia regioni codificanti, meno variabili, che regioni non-codificanti, più variabili. Nel mtDNA, ad esempio, i livelli maggiori di variabilità si riscontrano a livello di una regione non-codificante, denominata D-loop per la sua conformazione spaziale,

che viene comunemente utilizzata come regione di riferimento (regione di controllo) nello studio delle popolazioni animali (Moritz et al. 1987). Il DNA mitocondriale inoltre, a differenza della controparte nucleare, viene trasmesso per via materna, in quanto l'embrione riceve in eredità i propri mitocondri dalla sola cellula uovo.

I massimi livelli di polimorfismo sono tuttavia stati riscontrati in regioni ripetitive presenti nel DNA nucleare di tutti gli organismi superiori (Tautz 1989). Tali regioni, denominate microsatelliti, sono caratterizzate dal fatto di possedere una breve sequenza (di 2-6 nucleotidi) che si ripete in tandem un certo numero di volte (Fig. 5.16).

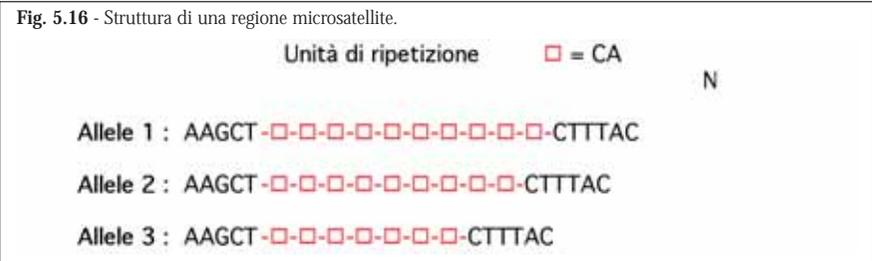
Ogni microsatellite si presenta nel genoma in due copie, dette **alleli**, una in ciascuno dei due cromosomi omologhi. L'intervento di una mutazione modifica il numero di ripetizioni, producendo una diffe-



renza misurabile nella lunghezza totale della regione. È così che si origina il polimorfismo dei microsatelliti. Un individuo **omozigote** presenterà lo stesso numero di ripetizioni su entrambi i cromosomi omologhi. Viceversa in un **eterozigote** il numero di ripetizioni sarà maggiore su un cromosoma e minore nell'altro. La combinazione di alleli posseduta da un individuo in un dato microsatellite viene comunemente chiamata **genotipo**. Mentre diversi microsatelliti possono condividere la stessa unità di ripetizione (per es. CA), ciascuno di essi è contraddistinto dalle regioni esclusive che precedono e seguono la serie di ripetizioni. Inoltre le sequenze di queste regioni risultano spesso specie-specifiche, per cui lo stesso microsatellite potrà ad esempio essere individuato nel lupo e nel cane (stessa specie), ma non nel maiale.

In generale vale il principio secondo cui le differenze genetiche tra due individui sono tanto più grandi quanto più alto è il livello

tassonomico che li comprende entrambi (famiglia > genere > specie > popolazione). In virtù di ciò, individui della stessa specie condividono mediamente oltre il 99 % del loro DNA. A ciò si aggiunga che le differenze genetiche tra due individui sono minori quanto maggiore è il loro grado di imparentamento. Di conseguenza, per evidenziare differenze genetiche individuali in una popolazione con alti livelli di consanguineità si deve necessariamente ricorrere a marcatori genetici altamente polimorfici. In questo senso i microsatelliti rappresentano le regioni ideali su cui basare tali studi ed è per questo che essi sono divenuti nell'ultimo decennio uno strumento chiave nello studio delle popolazioni animali. Combinando più regioni (o loci) microsatelliti è infatti possibile ottenere un profilo individuale unico nella popolazione: è quello che con termine inglese viene chiamato 'DNA fingerprinting' (riferendosi all'analogia con le impronte digitali).



Un'ulteriore caratteristica dei microsatelliti è che si tratta di marcatori bi-parentali: vale a dire che delle due copie (alleli) una discende dal padre ed una dalla madre. Grazie a ciò essi si prestano benissimo ad essere impiegati anche in test di paternità e maternità.

Un grosso vantaggio offerto dai microsatelliti è rappresentato dal fatto di essere piccole

regioni di DNA, per le quali risulta applicabile una tecnica che ha rivoluzionato il mondo della biologia molecolare. Si tratta della reazione a catena della polimerasi, meglio nota come PCR (Watson et al. 1994). Questa tecnica, sfruttando l'azione controllata di un enzima, consente di riconoscere e moltiplicare una specifica regione di DNA (**locus**).

**Fig. 5.17** - Schema della reazione a catena della polimerasi (PCR), modificato da Hartl (1995)

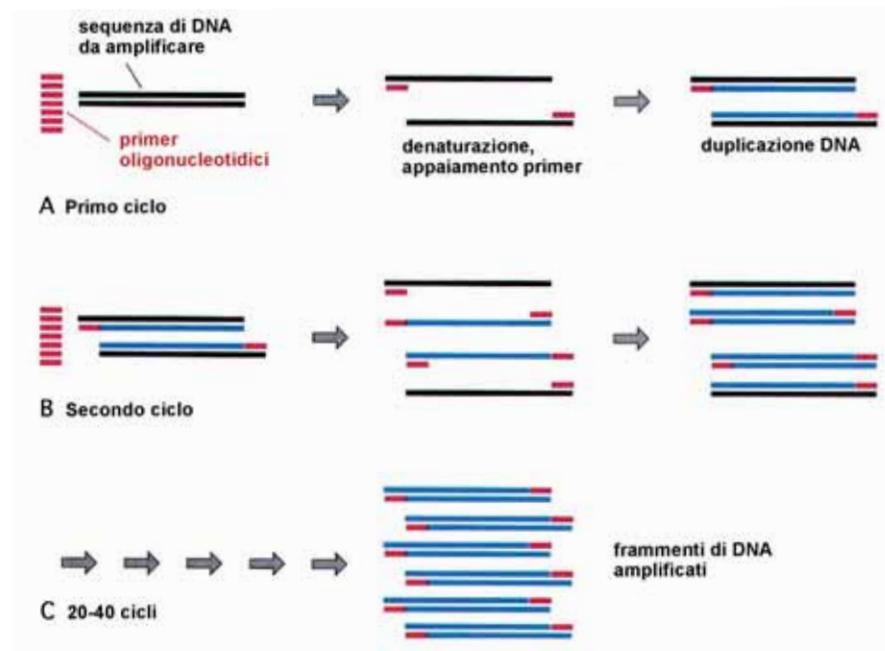




Fig. 5.18 - Ritrovamento di peli su neve

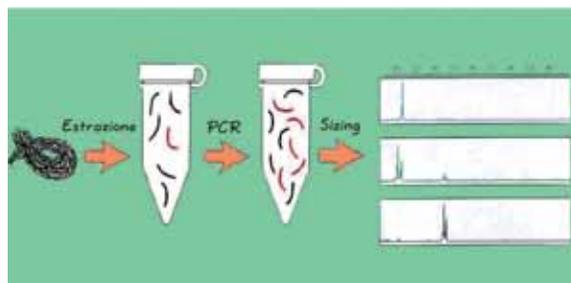
Una schematizzazione di questa reazione è mostrata in Fig 5.17. Grazie a questo passaggio è possibile 'pescare' da una grande miscela di acidi nucleici una specifica sequenza di interesse, anche se presente in quantità minime, e di renderla analizzabile con una serie di altre tecniche. Ciò apre la strada all'impiego di una vasta gamma di materiali biologici di seconda scelta come escrementi, peli, urina, saliva, tracce ematiche ecc. come fonti di DNA da sottoporre ad analisi. Questo materiale ha la caratteristica di essere reperibile in natura senza richiedere la cattura o l'uccisione della specie studiata. È per questo che un campionamento basato sulla raccolta di tale materiale biologico viene definito **non-invasivo** (Morin e Woodruff 1996).

Nello studio della popolazione di lupo

della provincia di Arezzo, non essendo prevista la cattura di esemplari di lupo, le analisi genetiche si sono basate su un campionamento non-invasivo di escrementi, peli e resti ematici trovati su neve (Fig. 5.18). Oltre a campioni di questo tipo, sono stati analizzati anche esemplari rinvenuti morti nel territorio provinciale o nelle sue immediate vicinanze.

Tutti i campioni sono stati conservati in freezer (-18°C) o in flaconcini contenenti etanolo assoluto, fino al momento dell'analisi. La maggior parte del campionamento è avvenuto nei mesi invernali, sia perché le condizioni di conservazione al suolo risultavano migliori, sia perché il loro rinvenimento su neve permetteva di associare il dato genetico ad informazioni di altra natura (impronte, predazioni, ecc.). Lo schema del protocollo di analisi è riportato in Fig. 5.19. Il DNA, dopo essere stato opportunamente isolato dai tessuti, è stato sottoposto a ripetute PCR allo scopo di amplificare le regioni prescelte. Dieci differenti microsatelliti, sviluppati nel cane ed in parte già sperimentati nel lupo, sono stati selezionati per gli scopi di questa ricerca. Gli alleli relativi a ciascun locus sono stati poi determinati, misurando la lunghezza dei frammenti di DNA amplificati (*sizing*), mediante l'impiego di un sequenziatore automatico (strumento così chiamato perché solitamente usato per determinare la sequenza in basi del DNA). Una

Fig. 5.19 - Rappresentazione schematica del metodo di analisi dei campioni di lupo.



volta determinata la coppia di alleli per ciascuno dei loci esaminati, si è pervenuti alla definizione del genotipo individuale, identificativo di ciascun animale campionato nell'area di studio. L'insieme dei genotipi ottenuti è stato usato nelle successive elaborazioni.

La scarsa qualità e quantità del DNA estratto dai campioni ottenuti in modo non-invasivo rende necessari specifici accorgimenti per assicurare che tutti gli alleli posseduti da un individuo (e soltanto essi!) vengano correttamente amplificati e misurati. La possibilità di incorrere in errori durante l'analisi è stata approfonditamente studiata ed uno specifico protocollo è stato sviluppato per poter giudicare l'affidabilità dei genotipi ottenuti (Scandura et al. 2006). Così, per ciascun campione, una singola regione è stata analizzata fino a 7 volte e molti genotipi ritenuti dubbi al termine dell'analisi sono stati esclusi dalle elaborazioni.

Considerato che le regioni analizzate si presentano anche in altre specie di canidi, è stato necessario in primo luogo verificare l'attribuzione al lupo dei campioni raccolti in modo non-invasivo. Escrementi e peli di cani o volpi, anch'essi presenti nel territorio, possono infatti assomigliare molto a quelli di lupo, ed anche il riconoscimento delle impronte eventualmente associate al campione può in condizioni non ottimali risultare problematico. Per queste ragioni, l'unico sistema realmente affidabile è rappresentato dall'esame genetico, basato nel nostro caso sulle differenze di alleli riscontrate nei loci microsatelliti.

Oltre ad ottenere un 'codice genetico' individuale (*molecular tag*), si è proceduto anche alla determinazione del sesso per via genetica dei campioni analizzati. Come per i microsatelliti, anche in questo caso si è fatto uso della tecnica della PCR per l'amplificazione del DNA. In questo caso la regione da amplificare era però costituita da un tratto di

DNA presente nel cromosoma Y. Dato che quest'ultimo si riscontra solo negli individui di sesso maschile, l'avvenuta amplificazione costituisce l'elemento diagnostico che consente di discriminare tra i due sessi: campioni + (presenza di amplificato) sono di sesso maschile, campioni - (assenza di amplificato) sono di sesso femminile. L'impiego di escrementi per questo tipo di analisi è reso problematico dal fatto che in essi è presente DNA appartenente a più specie di mammiferi (lupo e prede), e, non essendo l'amplificazione specifica per il lupo, c'è il grosso rischio di risalire al sesso di individui diversi da quello che ha prodotto l'escremento. Per questa ragione, la diagnosi del sesso è stata condotta soltanto su campioni di tessuto, sangue e peli.

Studiare la variabilità genetica di una popolazione significa indagare, su un determinato numero di loci, il rapporto tra individui eterozigoti ed individui omozigoti. Questo è determinato dall'equilibrio esistente tra tasso di mutazione (insorgenza spontanea di nuovi alleli), tasso di migrazione (ingresso nella popolazione di nuovi genotipi) e deriva genetica (variazione delle frequenze alleliche dovuta esclusivamente a fattori casuali). Il primo passo verso la conoscenza della struttura genetica di una popolazione di lupi è costituito dall'analisi preliminare della variabilità genetica presente al suo interno. Questo dato viene ottenuto misurando il grado di **eterozigosità**, cioè la proporzione di individui eterozigoti nella popolazione, e confrontandolo con i valori di eterozigosità ottenuti per altre popolazioni o riferibili alla specie nel suo insieme.

All'interno di una popolazione animale difficilmente gli individui si accoppiano in modo del tutto casuale e gli scambi genetici avvengono in modo uniforme nello spazio.

Ne risulta che la diversità genetica riscontrabile in una popolazione non è ripartita omogeneamente al suo interno, o, come

si usa dire con termine tecnico, esiste sempre un certo grado di **struttura genetica** della popolazione. Investigare tale struttura equivale a dire verificare l'esistenza di unità distinte al suo interno (sottopopolazioni) e misurare il loro rispettivo grado di divergenza.

L'ausilio di software GIS, ha consentito anche di studiare la ricorrenza degli individui (genotipi) sul territorio e di valutarne gli eventuali spostamenti.

## 5.4. Studio del rapporto preda-predatore

### 5.4.1. Metodi di cattura

Sia i caprioli che i cinghiali sono stati catturati in diversi periodi dell'anno e muniti di

radio-collare con sensore di mortalità (TELEVILT, Svezia) o di marche auricolari trasmettenti con sensore di mortalità (ATS, U.S.A.). Alcuni individui di cinghiale molto giovani (sotto i 3 mesi di età) sono stati marcati solo con marche auricolari con codice di riconoscimento, non provviste di trasmettente.

I caprioli sono stati catturati esclusivamente con il metodo delle reti a caduta (Fig. 5.20). Le battute di cattura si sono svolte nel marzo del 2002, 2003 e 2004. La realizzazione delle catture è stata possibile grazie alla collaborazione tra Provincia di Arezzo, U.R.C.A., Università di Sassari e Comunità Montana del Casentino; hanno partecipato nel corso dei diversi anni tutti i collaboratori del Prof. Apollonio, la Polizia Provinciale di Torino, il C.F.S. di Tarvisio, il Dott. Ezio

Fig. 5.20 - Cattura di capriolo con il metodo delle reti a caduta



Fig. 5.21 - Cinghiali catturati in un chiusino

Ferroglio, il Dott. Marco Caviglioli e numerosi studenti volontari provenienti da diversi Atenei italiani.

Lo svolgimento di queste attività ha richiesto l'utilizzo di diverse campate di rete, ciascuna lunga 25 o 50 metri e alta 3, disposte l'una accanto all'altra per formare un fronte di cattura lungo da 300 a 1700 metri, a seconda delle occasioni.

Le reti sono state appese ai tronchi degli alberi, o a pali precedentemente piantati, ad una altezza di circa 2 metri in modo che la rete assumesse la forma di sacca. I battitori, muovendosi contemporaneamente, costringono gli animali presenti nell'area di battuta a scappare. Una volta che l'animale urta la rete, questa si libera dai supporti cadendogli sopra.

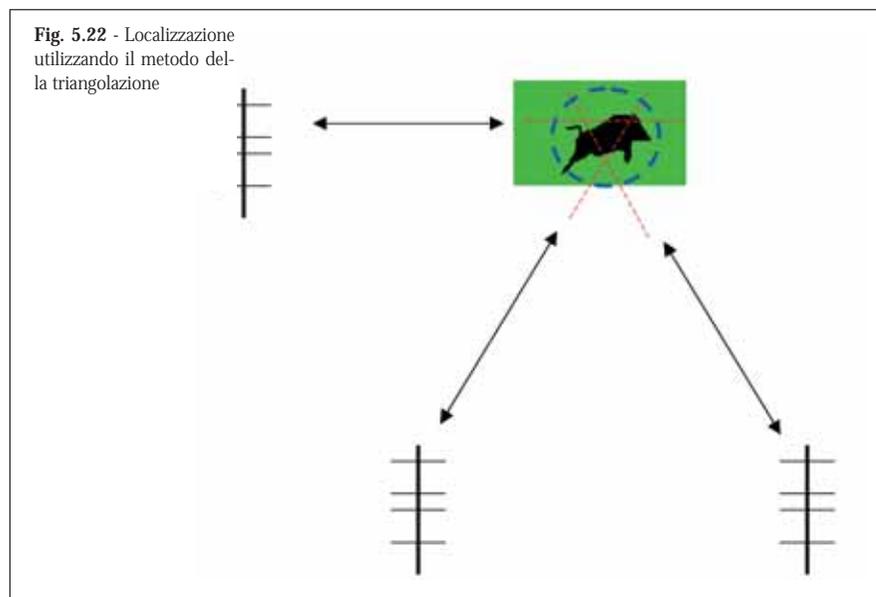
L'individuo rimane impigliato, e una volta catturato viene immediatamente immobilizzato da un gruppo di operatori che, oltre a rilevare i dati biometrici (sesso, età, peso, lunghezza totale, altezza al garrese, etc.), gli applicano il radio-collare e lo rilasciano nel giro di pochi minuti.

I cinghiali sono stati catturati, oltre che con il metodo sopra descritto, anche utilizzando chiusini e gabbie di cattura appositamente costruiti con la collaborazione della Comunità Montana del Casentino e delle guardie della tenuta di San Rossore (Fig. 5.21). All'interno e all'esterno di queste strutture veniva depositato del mais come metodo di foraggiamento per abituarli alla frequentazione di appositi siti.

Gli individui adulti sono stati muniti di radio-collare ed i sub-adulti e i piccoli di marche auricolari.

### 5.4.2. Radio - Tracking

La tecnica del radio-tracking permette di ricevere un segnale radio a frequenza nota e georeferenziarlo (Cochran e Lord 1963). Attraverso una metodica raccolta dati è possibile calcolare le dimensioni dell'home range degli individui oggetto di studio, l'uso dell'habitat e le interazioni intra e interspecifiche. Inoltre, grazie ad un sensore di mortalità applicato a ciascun radio-collare, è pos-



sibile indagare la causa di morte di ogni individuo.

Il segnale radio viene emesso ad intermittenza da un apparecchio trasmittente applicato all'animale, tale segnale è captato a distanza da un'antenna direzionale, collegata ad un sistema ricevente in grado di demodulare il segnale e renderlo così rilevabile dal ricercatore sotto forma sonora e visiva. L'intensità del suono e l'attivazione della lancetta di un amperometro o di un led luminoso rendono valutabile la direzione di provenienza. Le frequenze usate per questo studio sono comprese tra 151 e 152 Mhz, cui corrispondono lunghezze d'onda di circa 2 metri, in funzione della lunghezza dell'antenna. Tali frequenze presentano lo svantaggio di essere attenuate da ostacoli superiori ai 2 metri, ma hanno il vantaggio di essere poco sensibili alle condizioni meteorologiche (Kenward 1987). Sono state utilizzate radio riceventi di due tipi: RX-89-HE e RX-

98-HE, collegate attraverso un cavo coassiale all'antenna, una YAGI a 4 elementi in alluminio lunga 1 metro. L'antenna riceve il segnale con massima intensità e chiarezza se puntata verso la direzione della sorgente d'emissione. L'ambiente montano, come quello del Casentino, non è facile per la telemetria, poiché la propagazione del segnale radio può essere disturbata dalla fitta vegetazione del bosco, dalle pareti rocciose, dalle valli strette che attenuano o riflettono le onde radio. È stato necessario ovviare a questo problema scegliendo adeguate posizioni di rilevamento, poste ad una quota elevata e preferibilmente lontane da alberi o strutture di natura orografica o antropica che potessero distorcere il segnale.

Per ogni animale sono state effettuate in media 10 localizzazioni mensili utilizzando punti di rilevamento precedentemente scelti e testati (Kenward 1987). Ciascuna localizzazione è stata eseguita con il metodo della

triangolazione: due operatori hanno rilevato contemporaneamente la direzione di provenienza del segnale radio, l'accuratezza del rilevamento è tanto più elevata quanto minore è la distanza tra operatori e animali, mantenendo una distanza limite per non disturbare il loro comportamento.

Per ridurre al minimo l'errore associato alla localizzazione le postazioni di rilevamento dei due operatori devono essere scelte in modo che formino con l'animale un triangolo rettangolo (Fig. 5.14) (Heezen e Tester 1967, Springer 1979).

Questo metodo è stato testato mediante prove ripetute con un radio-collare collocato in posizione non nota ai rilevatori ed i risul-

tati ottenuti si sono rivelati affidabili; l'errore medio su ogni localizzazione è stato stimato in  $\pm 50$  metri, per distanze tra trasmettente e operatore comprese tra 500 e 1000 metri. In considerazione di tali "errori", la localizzazione, non è puntiforme ma viene rappresentata da un triangolo che costituisce un "intorno di probabilità" in cui è presente l'animale. (Kenward 1987, White e Garrott 1990).

Il sensore di mortalità applicato a ciascun radio-collare, è stato controllato ogni 2-3 giorni e non appena il segnale di mortalità si attivava, l'animale veniva localizzato e stabilita la causa di morte (Mech 1967, Heisey e Fuller 1985, Kunkel e Mech 1994).

**Fig. 5.23** - Il capriolo è una delle due specie di ungulati oggetto di studio nell'area dell'Alpe di Catenaiola





## 6. Distribuzione e dinamica di popolazione del lupo in provincia di Arezzo

Claudia Capitani

### 6.1. Introduzione

La presenza del lupo in Provincia di Arezzo, a partire dalla fine degli anni '70, è stata testimoniata con continuità dal ritrovamento di individui morti (Cagnolaro et al. 1974). Il monitoraggio di questa specie è iniziato dal 1988 nell'area delle Foreste Casentinesi e della Riserva Biogenetica della Lama (Centofanti e Crudele 1993), incentrato in particolare sul rilevamento dei segni di presenza e sulla raccolta degli escrementi per l'analisi della dieta.

Successivamente il monitoraggio è stato esteso a tutta la porzione dell'Appennino tosco-romagnolo che fa attualmente parte del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, M.te Falterona e Campigna, in particolare nel versante toscano. Dal 1998, in seguito all'istituzione da parte della Provincia d'Arezzo di cinque Oasi di Protezione, distribuite lungo i rimanenti principali crinali montuosi della provincia (Pratomagno, Alpe di Catenaia, Monte Modena, Alto Tevere, Alpe della Luna), il monitoraggio è stato esteso all'intero sistema di aree protette presente nella porzione settentrionale della provincia, che, oltre al Parco nazionale e alle oasi, comprende anche alcune Riserve Naturali Regionali (Montenero, Alpe della Luna, Sasso di Simone). Infine, sono state incluse in questo sistema di rilevamento anche la Riserva Biogenetiche di Vallombrosa e la Foresta di S. Antonio, che si trovano in Provincia di Firenze ma fanno parte dell'unico complesso montuoso del Pratomagno (Figura 6.1). A

partire dalla primavera del 2000 il monitoraggio all'interno del Parco nazionale è stato interrotto. Negli ultimi due anni, invece, l'area di studio ha incluso anche alcune zone della porzione meridionale del territorio provinciale, in seguito all'espansione dell'areale occupato dalla specie. In questo capitolo saranno presi in considerazione in particolare i risultati dello studio ottenuti dal 1998 ad oggi, in quanto forniscono un quadro complessivo più completo della dinamica dell'intera "popolazione" della provincia d'Arezzo. Per alcuni argomenti specifici, invece, si farà riferimento all'intero set di dati disponibile dal 1988 al 2005.

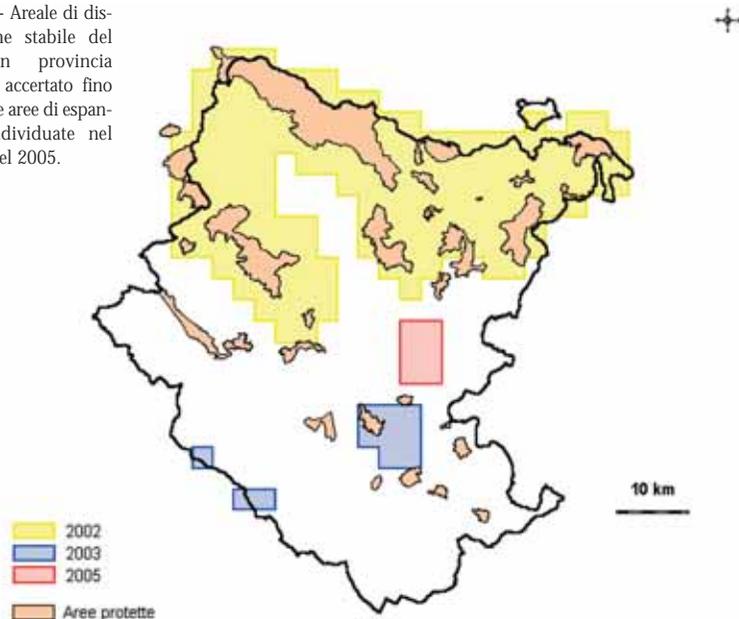
### 6.2. Distribuzione della specie

La distribuzione della specie è stata monitorata attraverso la ricerca e l'identificazione di segni di presenza quali fatte, impronte su fango o su neve, ululati spontanei e soprattutto indotti, e più raramente osservazioni casuali; inoltre è stata in parte validata dall'analisi genetica (vedi capitolo Metodi).

Dal 1998 al 2005, sono state rilevati più di 5000 escrementi e circa 1000 km di piste su neve; sono state ottenute 220 risposte al wolf-howling, e i lupi sono stati osservati in 226 occasioni.

Fino al 2002, la distribuzione dei segni di presenza del lupo in tutta l'area indagata suggeriva che la specie occupasse interamente il Casentino, gran parte della Valtiberina e il versante destro del Valdarno

**Fig. 6.1** - Areale di distribuzione stabile del lupo in provincia d'Arezzo accertato fino al 2002, e aree di espansione individuate nel 2003 e nel 2005.



superiore, ad esclusione delle aree più antropizzate dei fondovalle (Figura 6.1).

Nell'estate del 2003, a seguito del ritrovamento di una grossa quantità di fatte in un'area collinare -montuosa a sud di Arezzo, e di segnalazioni da parte dei cacciatori di selezione, è stata accertata tramite il wolf-howling la presenza di un nuovo nucleo riproduttivo nella zona del M. Lignano.

Nell'autunno dello stesso anno, nell'area del Chianti aretino a confine con la Provincia di Siena il recupero di due soggetti morti (tra cui un cucciolo) è stato immediatamente seguito da opportune operazioni di verifica, che hanno portato a verificare la presenza di un altro gruppo con cuccioli.

I due rami neo-formati sono stati monitorati fino all'inverno 2005, ma secondo alcune segnalazioni individui isolati sarebbero stati presenti sin dal 2001. La specie, pertanto, sembrerebbe in grado di stabi-

lirsi anche in situazioni dove l'incontro con l'uomo (e di conseguenza lo scontro) può essere molto più frequente rispetto a quanto avviene nel resto dell'areale di distribuzione provinciale.

L'areale della specie accertato, infine, si è recentemente esteso all'area di Poti, lungo il crinale che intercorre tra l'Alpe di Catenaiola e il M. Lignano. In questa zona nell'estate 2004 sono stati segnalate impronte su sabbia attribuibili al lupo ed è stato avvistato un soggetto. Successivamente durante l'inverno 2004-2005, sono state rilevate piste su neve di due lupi, associate a un'intensa attività di marcatura, che farebbero pensare a una coppia neo-formata.

L'areale di distribuzione attuale, quindi, sembra interessare buona parte della provincia, per un totale di almeno circa 1640 kmq. Tale valore può essere considerato una stima minima, considerato che per le aree neo-

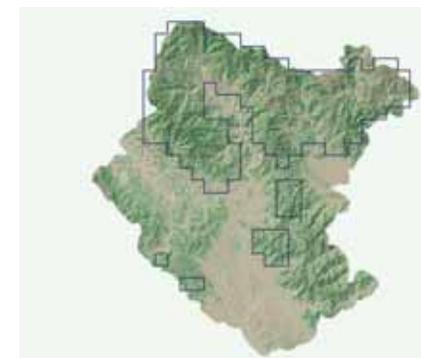
colonizzate le informazioni ottenute sono ancora limitate nello spazio.

La distribuzione del lupo è strettamente associata a quella delle aree protette. In particolare, la superficie protetta compresa nel range del lupo è pari a circa 333 kmq, rappresentando il 23% dell'areale stimato (Tabella 6.1).

Questo valore è leggermente superiore a quello calcolato per l'intera provincia di Arezzo (circa 19,8 %), ma la distribuzione del territorio protetto nell'area occupata dal lupo è molto differente dalla restante parte della provincia, in quanto l'areale del lupo comprende le aree protette di dimensioni maggiori (in media 16,0 kmq nell'areale del lupo contro 6,7 kmq al di fuori di esso).

Un altro elemento associato alla distribuzione del lupo è la copertura boschiva, rappresentata prevalentemente da boschi di latifoglie decidue, e risultata pari a circa il 64% dell'areale di presenza stimato (Figura 6.2, Tabella 6.2), superiore alla media provinciale pari a circa il 50%.

Il lupo è presente quasi sull'intero range altitudinale disponibile; il suo areale, infatti, è compreso tra i 185 m e i 1650 m s.l.m., ma



**Fig. 6.2** - Areale di distribuzione del lupo sovrapposto alla carta geomorfologica della provincia di Arezzo, in cui sono evidenziati i rilievi e la copertura forestale.

rispetto al disponibile sono utilizzate con maggiore frequenza le fasce di quota tra i 500 e i 1400 m e con minor frequenza quelle <500 m (Figura 6.3).

L'areale di distribuzione del lupo comprende attualmente 23 comuni della Provincia d'Arezzo, includendo in pratica tutti i comuni classificati come montani dall'ISTAT ed alcuni comuni collinari (Anghiari, Arezzo, Castiglion Fiorentino,

**Tabella 6.1** - Istituti di tutela e gestione della fauna previsti dal PFV 2001-2005 della Provincia di Arezzo, compresi nell'area di distribuzione del lupo. (Abbreviazioni: PN = Parco Nazionale; OAF = Oasi di protezione; RP = Riserva Naturale Regionale; ZPM = Zone di protezione lungo le rotte di migrazione; ZRV = Zona di Rispetto Venatorio; ZPU = Zona di protezione urbana; RS = Riserva Naturale Statale; AFV = Azienda Faunistica Venatoria; ATV = Azienda Agrituristica Venatoria; AAC = Aree Addestramento Cani).

Istituto di tutela della fauna	Superficie (Kmq)	%	Istituto di gestione della fauna	Superficie (Kmq)	%
PN	138,0	9,9	AFV	55,6	4,0
OAF	106,1	7,6	ATV	17,2	1,2
RP	36,7	2,6	AAC	10,7	0,8
ZPM	28,0	2,0	Altro	1,2	0,1
ZRV	12,7	0,9			
RS	4,6	0,3			
ZPU	4,4	0,3			
Altro	3,8	0,2			
<b>Totale complessivo</b>	<b>333,3</b>	<b>23,3</b>	<b>Totale complessivo</b>	<b>84,8</b>	<b>6,1</b>

**Tabella 6.2** - Uso del suolo nell'area di distribuzione del lupo, sulla base dell'IFT (Inventario Forestale Toscano, unità di riferimento: celle di 400m per lato, controllo al suolo 1999).

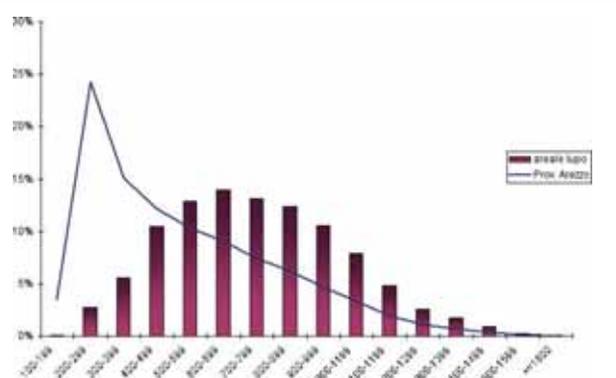
Categoria di uso del suolo	Sup (kmq)	% nell'areale di distribuzione
Latifoglie	880,02	53,56
Conifere	90,15	5,49
Misto conifere-latifoglie	84,76	5,16
Arbusteti	83,46	5,08
Cespuglieti, pascolo cespug. /arborato	78,08	4,75
Pascolo	161,69	9,84
Aree coltivate	222,3	13,53
Area urbana	29,08	1,77
Altro	24,66	1,50

Cortona, Lucignano e M.S.Savino). In questi comuni, la densità di abitanti è risultata in media di 74 abitanti per kmq nel Censimento ISTAT del 2001. La maggior parte degli abitanti, comunque, è distribuita nei fondovalle o sulle pendici montuose, mentre al di sopra dei 1000 metri il territorio è quasi disabitato per buona parte dell'anno. La densità di strade asfaltate e la densità di centri abitati all'interno dell'areale di distribuzione sono pari a 0,6 km/kmq e 0,013 kmq/kmq, rispettivamente, e risultano inferiori alla media del territorio provinciale (densità di strade: 3 km/kmq; densità di centri abitati: 0,04 kmq/kmq).

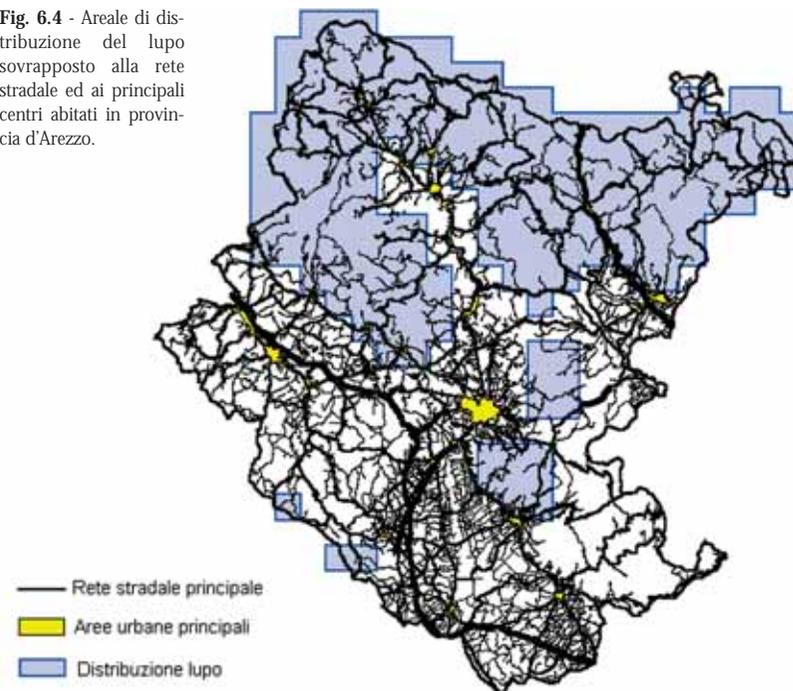
Sulla base delle localizzazioni estive dei

branchi con cuccioli, è stata stimata la distanza media tra gli home sites di branchi adiacenti, per ognuno degli anni disponibili. Il valore medio tra gli anni è risultato pari a 11,1 ± 1,8 km. Questo dato sembra essere correlato alla densità media dei lupi e quindi al livello di saturazione del territorio. Infatti, il valore osservato è basso rispetto a quanto riscontrato in alcune aree nordamericane a bassa densità di lupi (45 km in Alaska, densità 0,7 lupi/100 km<sup>2</sup>, Ballard e Dau 1983), ma è di poco inferiore rispetto al valore medio ottenuto in Polonia, dove le densità locali di lupo sono comparabili con quelle della provincia d'Arezzo (14 km, densità 2,2 lupi/100 km<sup>2</sup>, in Jedrzejewski et al. 2004a).

**Fig. 6.3** - Importanza relativa delle fasce altitudinali nell'areale di distribuzione del lupo accertato fino al 2005 (barre verticali) e in tutta la provincia di Arezzo (linea).



**Fig. 6.4** - Areale di distribuzione del lupo sovrapposto alla rete stradale ed ai principali centri abitati in provincia d'Arezzo.



### 6.3. Densità e dinamica

Dall'integrazione dei dati di censimento ottenuti col wolf-howling in estate, e con lo snow-tracking in inverno, è stato stimato il numero d'individui presenti ogni anno. Con queste tecniche è possibile evidenziare soprattutto gli individui che appartengono a branchi riproduttivi, mentre difficilmente consentono d'individuare i lupi solitari, cioè quegli individui che sono in fase di dispersione o sono stati allontanati dal branco, e che quindi possono occupare un'area solo temporaneamente per poi muoversi alla ricerca di un nuovo territorio.

Dai dati raccolti sul numero di lupi presente ogni anno e dalla stima delle dimensioni dell'areale di distribuzione, è stato cal-

colato un valore di densità in estate pari in media a circa 3 lupi per 100 kmq (Tabella 6.3).

Dal quadro d'insieme dei sette anni di monitoraggio sul lupo in provincia di Arezzo emerge che la struttura della popolazione è caratterizzata da un numero elevato di branchi di piccole dimensioni. Inoltre, sia la densità sia il numero medio di individui che compongono ciascun branco non hanno evidenziato variazioni né tendenze significative nel corso degli anni.

Il valore di densità ottenuto è risultato più elevato rispetto ad alcune aree nord-americane e nord-europee, ma paragonabile a quanto riscontrato nella foresta di Bialowieza, in Polonia (Tabella 6.4).

Analizzando singolarmente la dinamica

**Tabella 6.3** - Numero di branchi, densità e dimensioni medie dei branchi dal 1998 al 2004. La densità estiva rappresenta una stima minima del numero d'individui presenti in un dato anno biologico, rapportato alla superficie di distribuzione stimata in quell'anno. (\* due branchi del PNFC non monitorati).

Anno	N° branchi monitorati	Densità annua massima (n°lupi/100 kmq)	Dimensione media del branco in estate (n°lupi/branco)	Dimensione media del branco in inverno (n°lupi/branco)
1998	7	2,1	4,2	3,4
1999	9	2,9	5,0	4,0
2000	10	3,0	4,3	3,8
2001	11	3,7	5,5	5,0
2002	9*	3,7	5,7	4,7
2003	10*	2,5	4,7	3,4
2004	10*	3,0	5,2	3,9
<b>Media</b>	<b>9,4</b>	<b>3,0</b>	<b>4,9</b>	<b>4,0</b>

dei branchi per i quali sono state raccolte maggiori informazioni (Figura 6.5), e considerando il numero massimo d'individui riscontrato ogni anno, osserviamo che questo valore è variato da un minimo di 3 individui a un massimo di 6. Possiamo inoltre notare che anche la mortalità riscontrata per la maggior parte dei branchi è concentrata nei mesi autunno-invernali.

La distribuzione alternata degli eventi di riproduzione e mortalità determina l'andamento annuale del numero di lupi presenti. A questi si aggiunge il fenomeno della dispersione, che di solito ha un bilancio negativo. Infatti, il flusso generato dagli individui giovani che si allontanano dal branco per andare alla ricerca di un nuovo territorio è maggiore di quello degli che entrano a far parte di un branco stabile. Senza l'ausilio della radio-telemetria risulta difficile rilevare eventi di migrazione, ma l'analisi molecolare può fornire utili informazioni su questo aspetto (vedi capitolo 7).

La mortalità a carico sia dei membri del branco sia degli individui dispersi sembra comunque avere un ruolo preponderante nel limitare l'incremento numerico della popolazione indotto dagli eventi di riproduzione.

Nell'area dell'Alpe della Luna si suppone l'esistenza di due branchi con una forte sovrapposizione territoriale e un elevato grado

di parentela, determinato in base alle analisi genetiche. Questa ipotesi è stata confermata in alcuni anni in cui sono state ottenute risposte contemporanee di due branchi con cuccioli, in localizzazioni distinte.

Per altri anni, però, non è stato possibile verificare con certezza la presenza di entrambi i branchi. Questo risultato potrebbe essere riconducibile a un caso di *pack splitting*, ovvero la divisione di un branco in due distinte unità riproduttive, in cui permane un alto grado di sovrapposizione spaziale tra i due branchi.

Nel Bialowieza National Park (Polonia), Jedrzejewski et al. (2004b) hanno verificato questo tipo di evento in uno dei branchi monitorati. Il branco originario e il branco neofornato, costituito da un cucciolo femmina della coppia dominante e da un individuo non imparentato accettato nel branco, condividevano una buona percentuale del territorio, sebbene i siti di riproduzione fossero distinti.

#### 6.4. Successo riproduttivo

Gli eventi di riproduzione nei diversi branchi sono stati verificati principalmente con la tecnica del wolf-howling in estate, dal momento che è possibile discriminare le fre-

**Tabella 6.4** - Confronto con i valori di densità e dimensioni dei branchi riscontrati in altre aree europee e nord-americane. N = numero (medio) di lupi rilevati.

Anni di studio	Area di Studio	Densità invernale (lupi/100kmq)	Dimensioni del branco in inverno	N	Riferimento bibliografico
1998-2005	Provincia di Arezzo	2,3	4,0	43	Capitani et al. (in prep)
1993-2000	Foreste Casentinesi	4,7	4,2	32	Apollonio et al. 2004b
1990-1999	Parco Orecchiella (LU)	-	3,7	8	Ciucci et al. 1999
1985-1996	Bialowieza National Park	2,3	4,4	32	Jedrzejewski et al. 2000
1978-1998	Scandinavia	0,1	6	38	Wabakken et al. 2001
1967-1993	Minnesota nord-orientale	2,8	5,8	198	Mech 1973, 1986, Meche Nelson 2000, Peek et al. 1976, Fuller 1989a
1959-1994	Isle Royale, Michigan	4,4	5,8	135	Jordan et al. 1967, Peterson 1977, Peterson e Page 1988
1988-1992	Algonquin Park, Ontario	2,7	6	44	Forbes e Therberge 1995
1983-1988	Yukon meridionale	0,8	5,8	103	Hayes et al. 1991
1980-1984	Quebec (alta densità di prede)	1,4	5,7	11	Messier 1985
1986-1991	Wisconsin nord-orientale	1,8	2,6	40	Wydeven et al. 1995
1987-1991	Voyageurs Park, Minnesota	3,3	5,5	23	Gogan et al. 2000
1958-1965	Ontario centro-orientale	3,8	5,9	54	Pimlott et al. 1969
1980-1986	Minnesota centro-settentrionale	3,9	6,7	33	Fuller 1989a
1985-1986	Yukon centro-occidentale	0,7	4,6	5	Sumanik 1987
1987-1991	Alaska nord-occidentale	0,6	8,6	34	Ballard et al. 1997
1980-1984	Quebec (bassa densità di prede)	0,8	3,7	16	Messier 1985
1975-1979	Pukaskwa Park, Ontario	1,2	3,8	39	Bergerud et al. 1983
1969-1972	Jasper park, Alberta	0,8	11,5	4	Carbyn 1974
1975-1980	Alberta nord-occidentale	2,4	6	22	Bjorge e Gunson 1989
1989-1994	Yukon centro-orientale	0,6	6,8	146	Hayes e Harestad 2000
1945-1972	Alaska centro-meridionale	0,7	7,5	59	Ballard et al. 1987
1976-1981	Penisola del Kenai, Alaska	1,4	9,8	65	Peterson et al. 1984

quenze di vocalizzo degli adulti da quelle dei piccoli; più raramente, invece, la riproduzione è stata accertata grazie all'avvistamento dei cuccioli in estate o in periodi successivi.

Nel periodo 1998-2004, è stato possibile accertare la riproduzione in media nel 74%

dei branchi monitorati, con variazioni tra gli anni dal 67 all'86%. (Tab. 6.5).

Considerando i singoli branchi, il maggior successo riproduttivo è stato riscontrato per i branchi dell'area della Foresta di Camaldoli e dell'Alpe di Catenaia (100%

**Tabella 6.5** - Successo riproduttivo, calcolato come percentuale di gruppi riprodotti sul totale di quelli presenti ogni anno.

Anni	'98	'99	'00	'01	02	'03	'04
Successo riproduttivo (%)	86	67	70	82	78	67	70
N° di branchi	7	9	10	11	9	10	10

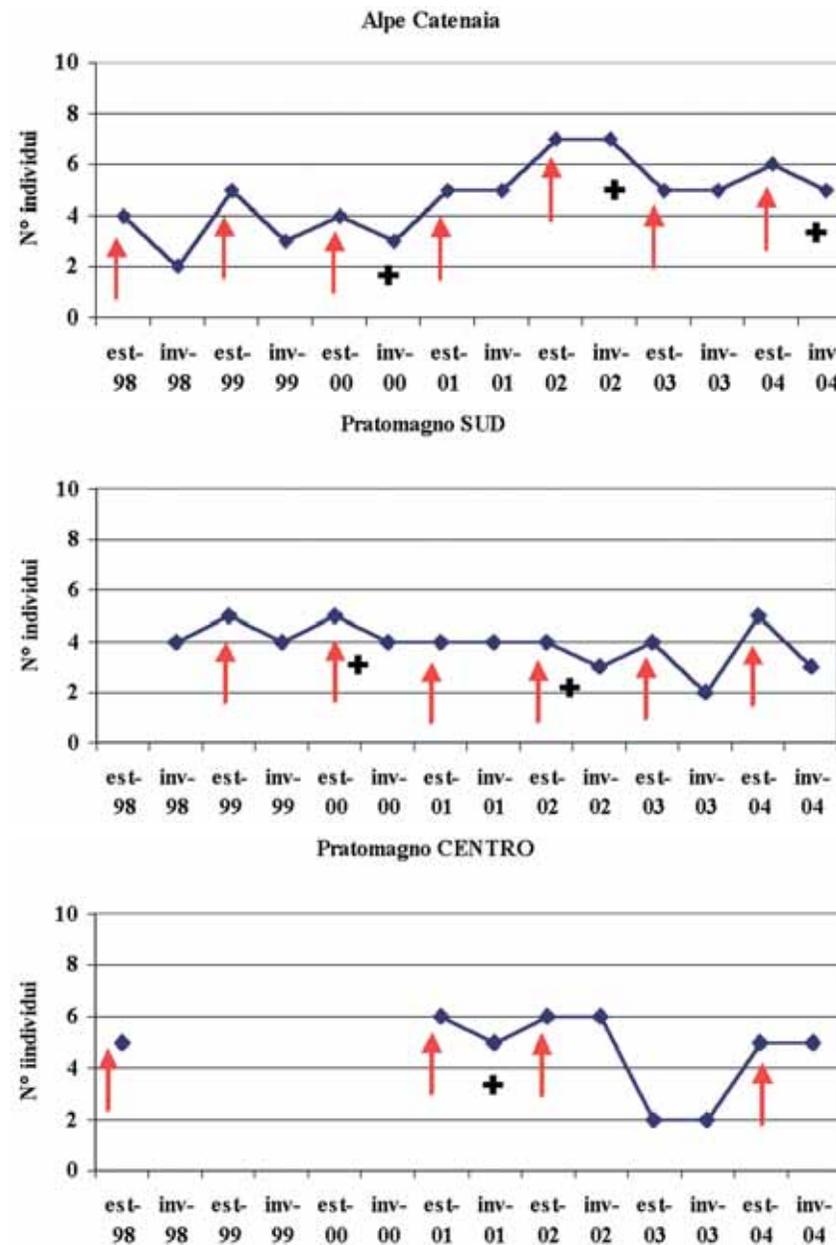
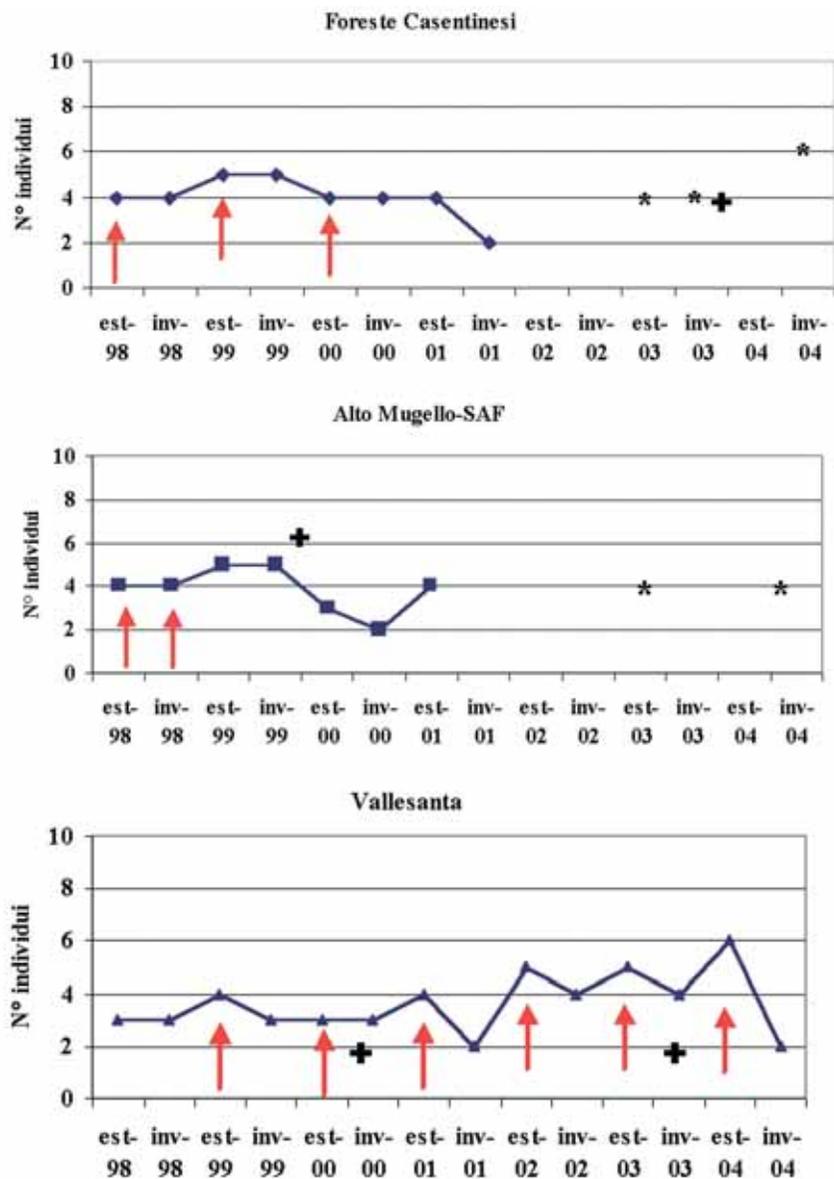


Fig. 6.5 a-i - Dinamica dei branchi più intensamente monitorati dal 1998 al 2005. Con la freccia rossa sono indicati gli eventi di riproduzione accertata, con la croce nera, invece, quelli di mortalità; l'asterisco indica la presenza segnalata.

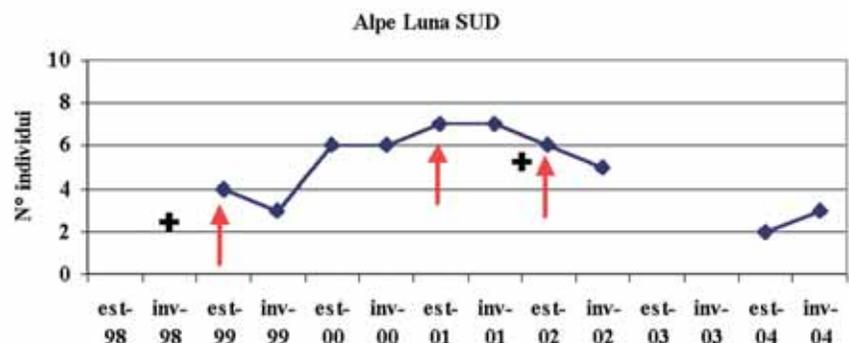
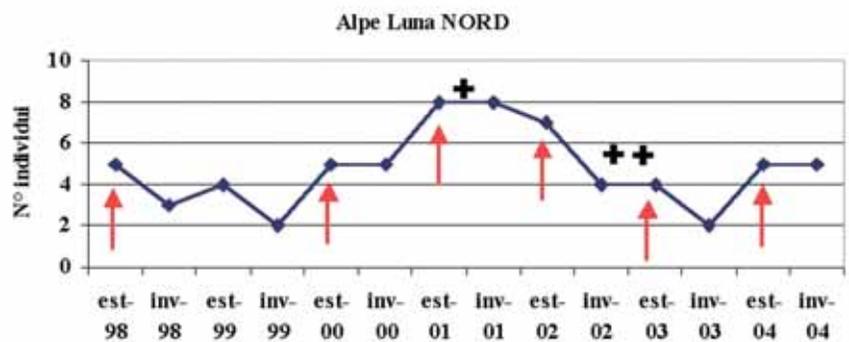
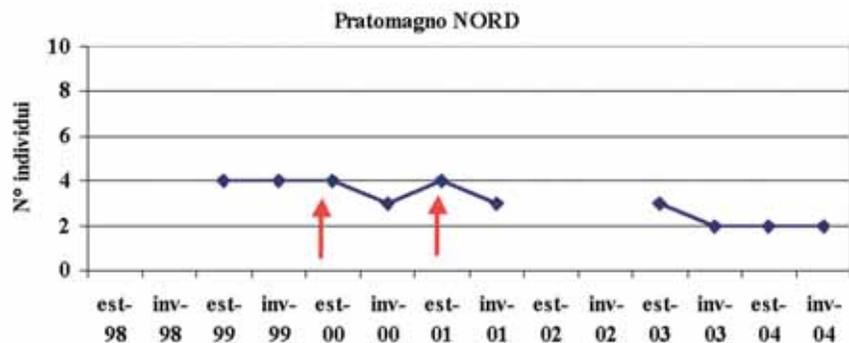


Fig. 6.6 - Tana di lupo realizzata all'interno di un tronco cavo di castagno. Visione dall'esterno (foto in alto), e dell'interno (foto in basso) con quattro cuccioli (Per gentile concessione del Corpo Forestale dello Stato, Arezzo).

### 6.5. Aree di parto e allevamento dei piccoli

In ambiente appenninico nessuno studio è stato pubblicato finora sulle caratteristiche dei siti di parto del lupo. Le uniche due tane rinvenute nell'area di studio in tutto il periodo di monitoraggio sono state localizzate in una cavità naturale delle rocce e in un grosso castagno cavo (Fig. 6.6). In una base cava di castagno è stata inoltre trovata una cucciolata di quattro soggetti affetti da rogna che sono stati curati e recuperati.

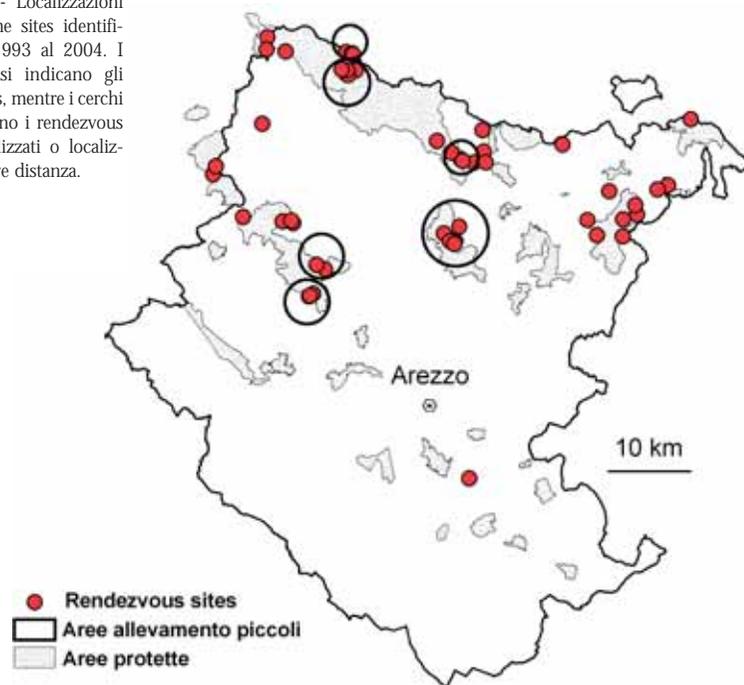
In questo studio è stata però approfondita l'analisi della selezione e del pattern d'uso dei siti dove sono allevati i piccoli una volta abbandonata la tana, i *rendezvous sites* (Capitani et al., in stampa). Le localizzazioni estive dei branchi con cuccioli sono state ottenute con la tecnica del wolf-howling e per osservazione diretta. Dal 1992 al 2004 sono state ottenute 109 localizzazioni, di cui la maggior parte da risposte al wolf-howling (n = 81), e in minima parte da osservazioni dirette (n = 28). Attraverso le localizzazioni delle risposte di branchi con cuccioli ottenute da Giugno a Settembre sono stati individuati 44 rendezvous sites.



degli anni monitorati). Anche nell'area della Vallesanta e del Pratomagno sud, il successo riproduttivo dei branchi è stato elevato, maggiore dell'80%.

Nell'area dell'Alpe della Luna è stata verificata la riproduzione in almeno un branco ogni anno, e due nel 2001 e nel 2002.

**Fig. 6.7** - Localizzazioni degli home sites identificati dal 1993 al 2004. I punti rossi indicano gli home sites, mentre i cerchi racchiudono i rendezvous sites riutilizzati o localizzati a breve distanza.



L'analisi dei fattori ambientali che influenzano la selezione dei rendezvous sites è stata condotta mediante un confronto tra la loro distribuzione spaziale e quella di un ugual numero di localizzazioni casuali ricadenti nell'area monitorata. Per il confronto si è scelto di considerare dei plots di 200 m di raggio intorno ai punti, all'interno dei quali sono state calcolate variabili come la quota, la pendenza, l'esposizione, il tipo di vegetazione e il grado di copertura, la distanza dal bordo delle aree protette, dai centri abitati e dalle strade, suddividendo quest'ultime in strade asfaltate, strade non asfaltate e sentieri. Inoltre è stato valutato per i diversi branchi il grado di riutilizzo dei siti e le variazioni della loro distribuzione spaziale nel tempo.

Utilizzando un modello di regressione logistica per la determinazione dei fattori che influenzano la scelta dei rendezvous sites, la distanza dalle aree protette è risultata essere uno dei fattori critici di maggior rilievo. Osservando la distribuzione dei rendezvous sites (Fig. 6.7), è evidente la stretta associazione con le aree protette, dove non è praticata l'attività venatoria.

Infatti il 77,7% delle localizzazioni ricade all'interno di queste aree, e un ulteriore 28% entro una distanza di 0,5 km dal loro confine. In totale, i rendezvous sites localizzati in una fascia di 0,5 km all'interno o all'esterno del confine delle aree protette sono risultati il 57%. La scelta delle aree protette potrebbe essere legata a diversi elementi. Uno di questi è l'assenza di attività venato-

ria. Sebbene in estate la caccia non sia praticata neppure al di fuori delle aree protette, gli individui che si riproducono potrebbero scegliere queste aree sulla base dell'esperienza fatta durante il resto dell'anno. Infatti, la mortalità da arma da fuoco durante la stagione venatoria è la principale causa di morte per gli adulti. Inoltre, all'interno delle aree protette la bassa densità di strade e di centri abitati garantiscono un minor impatto delle attività umane sulla specie. Infine, le aree protette rappresentano un rifugio non solo per il predatore ma anche per le sue prede, gli ungulati selvatici. In particolare, la densità del cinghiale, che in genere rappresenta la specie preda principale, è inferiore nelle aree non protette, in quanto la specie è soggetta a un forte prelievo.

Al contrario il capriolo raggiunge una maggiore densità all'esterno delle aree protette, dove è presente una struttura forestale favorevole per la specie e l'impatto dell'attività venatoria è relativamente basso. Proprio i nuovi nati di questa specie rappresentano in estate la preda principale del lupo in quest'area. Pertanto, la disponibilità di risorse trofiche sembra avere un ruolo secondario rispetto alla ricerca di protezione nella selezione delle aree protette.

Tuttavia, la localizzazione dei siti in prossimità del loro confine potrebbe rappresentare un compromesso efficace tra questi due fattori d'influenza.

Altri fattori sono risultati importanti per la scelta dei siti di riproduzione quali la copertura boschiva e la distanza dalle strade asfaltate e dai centri abitati. I rendezvous sites sono risultati distribuiti quasi esclusivamente nelle aree di bosco, 31 casi su 44, e il grado di copertura boschiva maggiore del 70% è risultato selezionato positivamente. Questi siti non sono mai stati localizzati in aree aperte. Studi effettuati in Nord America hanno descritto i rendezvous sites come aree a copertura variabile, da radure a aree semia-

perite a aree chiuse (Ballard and Dau 1983, Fuller 1989b). Per quanto riguarda il ruolo dell'impatto antropico, la distanza dalle strade asfaltate e dai centri abitati influenza la distribuzione dei siti di riproduzione, mentre la distanza dalle strade forestali e dai sentieri non sembra avere alcun effetto.

Analogamente, Theuerkauf et al. (2003), nella Bialowieza Primeval Forest (Polonia), hanno verificato che i branchi monitorati selezionavano siti di tana e di rendezvous lontani dai centri abitati e dalle strade con maggior traffico veicolare.

L'utilizzo di uno stesso rendezvous site per due anni consecutivi è stato verificato solo in quattro branchi (Fig. 6.7), quelli dell'Alpe di Catenaia, delle Foreste Casentinesi, del Pratomagno sud e della Vallesanta. Quest'ultimo, tuttavia, in tutti gli altri anni in cui è stato monitorato (ben 10!), ha sempre occupato posizioni diverse tra loro e localizzate in varie parti del territorio, con una distanza media di 3,3 km.

Al contrario, i branchi dell'Alpe di Catenaia, delle Foreste Casentinesi e del Pratomagno sud hanno mostrato un tendenza a selezionare siti a stretta distanza l'uno dall'altro. Per il branco dell'Alpe di Catenaia tutti i siti localizzati dal 1999 al 2003 ricadevano nella stessa valle, a una distanza media di  $0,4 \pm 0,2$  km.

Successivamente, invece, il branco è stato localizzato in un'altra area. Per il branco delle Foreste Casentinesi sono state individuate due aree di allevamento dei piccoli utilizzate per molti anni, rispettivamente nella prima e nella seconda parte dell'estate. Il branco del Pratomagno sud, infine, ha utilizzato alternativamente due vallate. Nella prima sono stati localizzati due rendezvous sites utilizzati in quattro anni, a una distanza di 0,4 km. Nella seconda valle invece sono stati individuati due siti più distanti, circa 1,2 km. Una tendenza simile a utilizzare la stessa parte del territorio durante la stagio-

ne di allevamento dei piccoli è stata evidenziata anche per il branco del Pratomagno centro. Nell'Alpe della Luna, invece, durante tutto il periodo di monitoraggio sono stati individuati siti diversi ogni anno, a una distanza media di  $3,3 \pm 1,7$  km.

Gli elementi che potrebbero avere influenzato il diverso pattern di utilizzo dei rendezvous sites sono molti, tra cui la persistenza della coppia parentale, la disponibilità di prede, il disturbo antropico.

Grazie all'indagine molecolare, è stato possibile verificare in due casi l'influenza della persistenza degli individui alfa, ottenendo però risultati contrastanti. Infatti, nel branco dell'Alpe di Catenaia, l'utilizzo di un'unica breeding area per cinque anni è coinciso con la persistenza del maschio alfa, mentre il cambiamento dell'area di riproduzione avvenuto nel 2004 sembrerebbe associato con un "cambio al vertice" del branco. Al contrario, nell'area dell'Alpe della Luna la persistenza del potenziale capo branco per almeno 4 anni non è stata associata ad alcuna fedeltà ai siti di riproduzione.

Da alcuni dati relativi a cucciolate osservate o rinvenute nelle prime settimane dopo le nascite potremmo dedurre che la dimensione media della cucciolata sia di circa 4 piccoli e che le nascite avvengano tra la fine di Aprile e l'inizio di Maggio.

Attraverso l'analisi delle risposte ottenute in estate è stato possibile stimare il numero minimo di cuccioli presenti e unendo questo dato alle informazioni relative agli avvistamenti è stata ottenuta una stima del numero medio di cuccioli presenti a fine estate, pari a  $2,5 \pm 0,7$  cuccioli per branco.

## 6.6. Mortalità

Per l'analisi di questo parametro sono stati presi in considerazione tutti i dati disponibili dal 1988.

Nel periodo 1988-2005 sono stati rinvenuti 43 lupi morti in provincia di Arezzo, per una media di circa 2,5 soggetti all'anno. In base alla stima del numero medio d'individui censiti ogni anno, la mortalità riscontrata rappresenta circa il 5,4% della popolazione. Si tratta di una stima minima, in quanto il ritrovamento degli animali morti è un evento abbastanza casuale e certamente sottostimato, in particolare quando la morte avviene per cause naturali e interessa i cuccioli.

Alla casualità del ritrovamento e all'intensità dello sforzo di ricerca è legato, almeno in parte, l'andamento fluttuante del numero di ritrovamenti rappresentato in Figura 6.9. È stata evidenziata una tendenza alla crescita che ha raggiunto il culmine negli anni 2002 e 2003. Negli ultimi due anni invece si è verificato di nuovo un calo.

Per 24 individui morti dal 1998 ad oggi è stata effettuata l'analisi del DNA per determinarne la provenienza in base al confronto con gli altri genotipi identificati in tutto il territorio monitorato.

Quasi tutti gli individui analizzati sono stati attribuiti ai branchi conosciuti, evidenziando come non si trattasse di animali in dispersione provenienti da aree al di fuori della provincia, ma facessero parte della popolazione "stabile" monitorata (Fig. 6.10). Inoltre, se si escludono i casi di cadaveri "traslocati" dall'uomo, gli individui deceduti sono sempre stati ritrovati abbastanza vicini alla propria area di provenienza. Questi risultati sono molto interessanti per la comprensione del fenomeno della dispersione, in quanto supporterebbero l'ipotesi basata sull'indagine genetica che il flusso di individui sia piuttosto basso tra le diverse zone della provincia (vedi Cap. 7). Inoltre, il fatto di non avere trovato possibili individui in dispersione all'interno dei territori dei branchi stabili, dove si concentra maggiormente il monitoraggio, non esclude la loro presenza ma anzi suggerisce che essi tendano ad occupare aree più marginali.



Fig. 6.8 - Cucciolo di lupo ucciso per colpo di arma da fuoco

La causa di morte è stata accertata per circa il 70% dei lupi rinvenuti (Fig. 6.11). Tra questi, più dei due terzi ( $n = 22$ ) sono stati volontariamente uccisi dall'uomo. Inoltre, per altri 7 individui la morte è stata causata

involontariamente dall'uomo, quasi esclusivamente per investimento. La morte naturale è stata riscontrata, invece, in un unico caso dovuto a rogna. È ragionevole supporre che la probabilità di ritrovare un animale morto

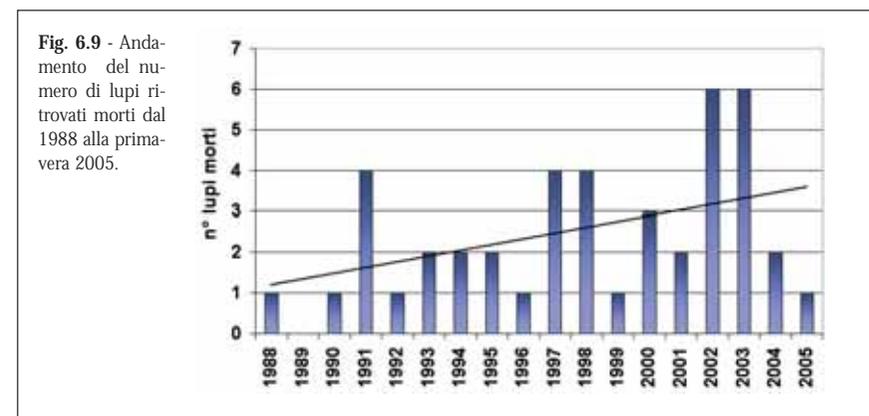
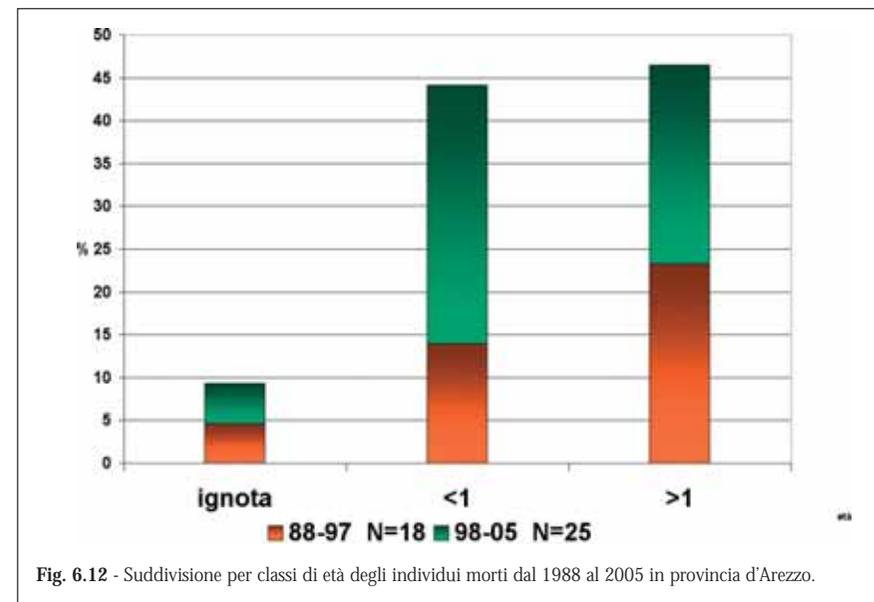
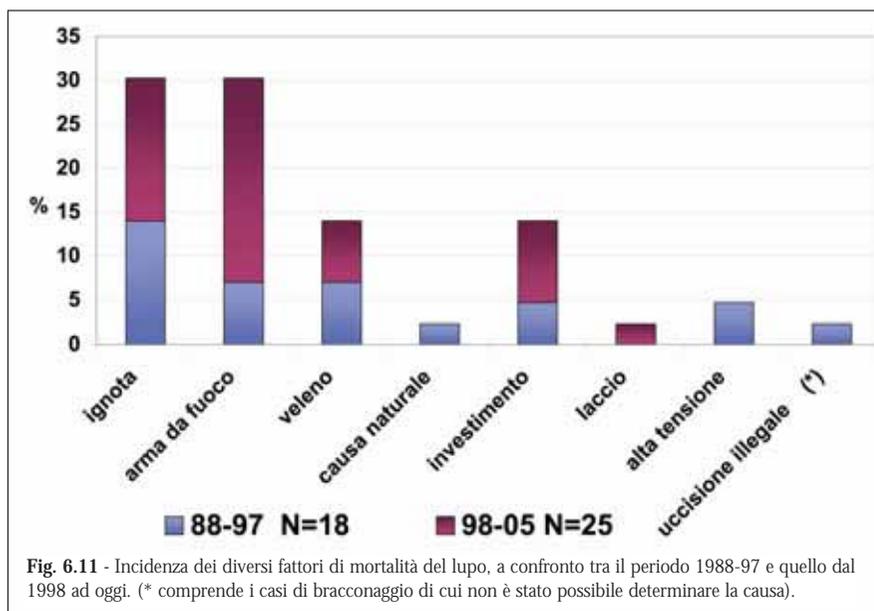
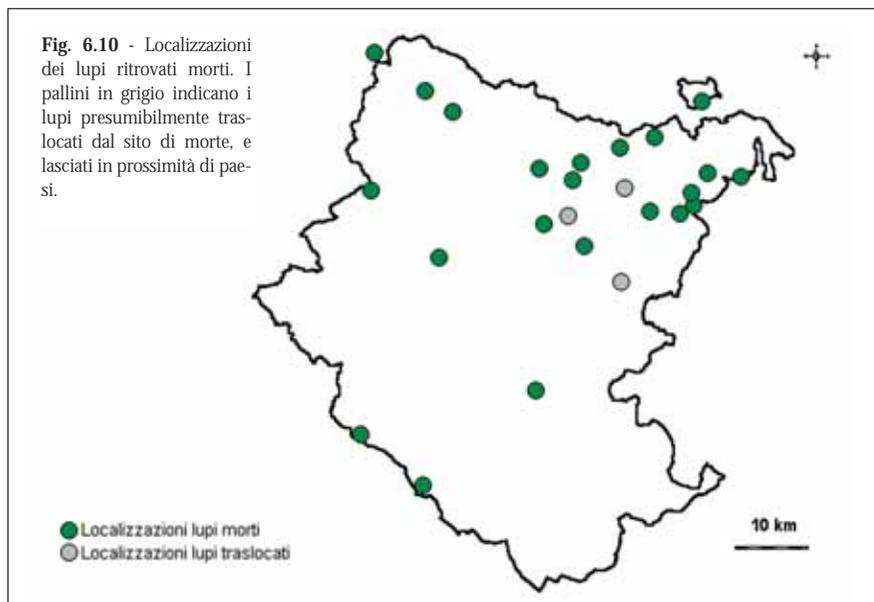


Fig. 6.9 - Andamento del numero di lupi ritrovati morti dal 1988 alla primavera 2005.

DISTRIBUZIONE E DINAMICA DI POPOLAZIONE DEL LUPO IN PROVINCIA DI AREZZO



per cause naturali sia inferiore rispetto a quella di individui investiti oppure uccisi volontariamente.

Tuttavia, nel caso delle uccisioni illegali, ci possono essere due atteggiamenti opposti: da un lato quello di chi "vuol dimostrare qualcosa", quindi *fa ritrovare* il cadavere o parti di esso, e dall'altra quello, forse prevalente, di chi invece vuole nascondere la prova di un reato punibile dalla legge. Pertanto, l'impatto del bracconaggio potrebbe essere ancora più elevato di quanto riscontrato.

Confrontando i dati fino al 1998, relativi al periodo precedente l'istituzione delle oasi, con quelli successivi fino al presente, si può notare un aumento della mortalità da arma da fuoco nel periodo recente e, più in generale, un incremento dell'impatto dei fattori legati all'uomo dal 56 al 72 %. La classe d'età degli individui morti è stata verificata in circa il 90% dei casi, dei quali i giovani del-

l'anno costituivano circa la metà, sebbene la percentuale di cuccioli trovati morti sia aumentata dal 1998, mentre è diminuita quella degli adulti (Fig. 6.12).

Nel campione di 32 individui per i quali il dato era disponibile, la sex ratio è risultata perfettamente paritaria tra gli individui <1 anno, e invece spostata a favore dei maschi tra gli adulti (65 % di maschi contro 35% di femmine).

Le uccisioni illegali hanno rappresentato complessivamente la maggior parte della mortalità sia per gli adulti sia per i giovani, sebbene in misura quasi doppia negli adulti (Fig. 6.13). In effetti, analizzando singolarmente le diverse cause, il fattore di mortalità principale per i giovani è risultato essere l'investimento da auto, mentre per gli adulti le ferite da arma da fuoco. Inoltre, i giovani sono risultati più facilmente vittime del veleno.

Infine, un altro risultato interessante

DISTRIBUZIONE E DINAMICA DI POPOLAZIONE DEL LUPO IN PROVINCIA DI AREZZO

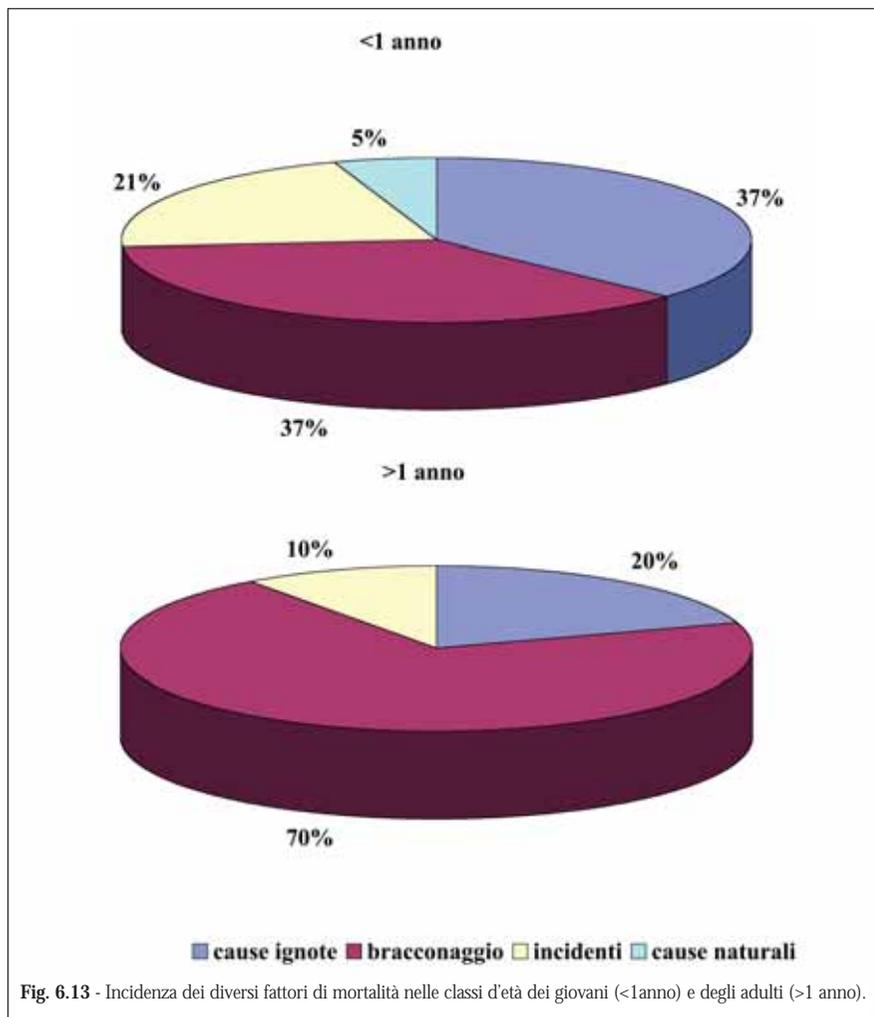


Fig. 6.13 - Incidenza dei diversi fattori di mortalità nelle classi d'età dei giovani (<1anno) e degli adulti (>1 anno).

riguarda la distribuzione temporale delle morti (Fig. 6.14).

La mortalità più elevata è stata riscontrata, infatti, durante i mesi da ottobre a dicembre, in particolare per gli adulti. In questo periodo, che coincide con la stagione venatoria, si sono concentrate le morti da ferita

d'arma da fuoco, 11 casi su 13, di cui 10 erano individui adulti.

Per i giovani, invece, in Settembre e Novembre si sono concentrati gli eventi di investimento, probabilmente legati alla loro inesperienza nelle prime fasi di vita nomadica.

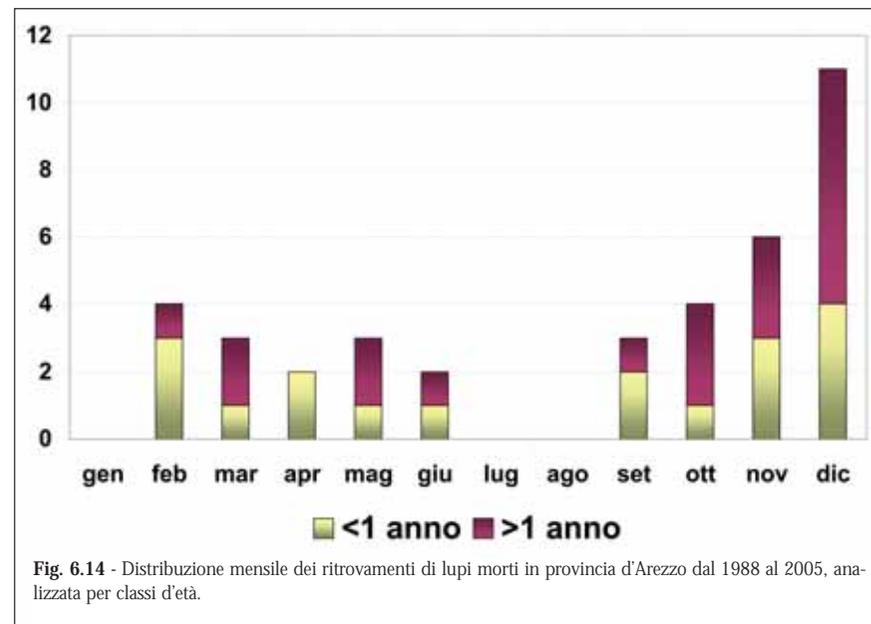


Fig. 6.14 - Distribuzione mensile dei ritrovamenti di lupi morti in provincia d'Arezzo dal 1988 al 2005, analizzata per classi d'età.

Fig. 6.15 - Veduta di Poggio Monterano nell'Alpe della Luna ripresa da Sasso Aguzzo





## 7. Lo studio genetico: il contributo del Dna

Massimo Scandura

### 7.1. Successo di raccolta e di analisi

Oltre ai lupi ritrovati morti nel territorio provinciale (o in aree limitrofe) e ad un singolo caso di prelievo di sangue effettuato su un lupo rinvenuto ferito e sottoposto a cure veterinarie nel settembre 2000, la maggior parte dei campioni analizzati (93%) erano rappresentati da materiale biologico attribuibile al lupo e raccolto durante le attività di campo (campionamento non invasivo, vedi capitolo 5).

La raccolta è stata concentrata nei mesi invernali ed in particolare durante l'attività di snow-tracking, per due principali ragioni: 1) per il migliore stato di conservazione dei campioni, 2) per la quantità di informazioni associabili al dato genetico (numero di lupi, rotte di spostamento, ecc.). Lo sforzo di ricerca si è concentrato maggiormente nelle principali aree protette, Oasi di protezione provinciali e Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, e nelle zone ad esse adiacenti (Fig. 7.1).

Sia il DNA ottenuto dalle carcasse (in via di decomposizione), sia quello ottenuto con la raccolta non invasiva, risultano in alcuni casi troppo degradati o in quantità insufficiente per poter essere amplificati; pertanto non tutti i campioni analizzati hanno prodotto genotipi utilizzabili. Inoltre i genotipi ottenuti sono stati sottoposti ad una procedura appositamente sviluppata per valutarne la qualità, al termine della quale soltanto quelli realmente affidabili sono stati impiegati per le elaborazioni. Le rese dell'analisi sono riportate in Tabella 7.1.

A fronte di 498 campioni analizzati 177 (36%) hanno prodotto genotipi utilizzabili. La bassa resa è largamente dipendente dal fatto che oltre la metà dei campioni era rappresentata da materiale fecale, per il quale solo 1 campione su 4 è stato analizzato con successo, e pressoché un terzo era costituito da peli, per i quali 1 campione su 3 ha prodotto un genotipo rispondente agli standard di qualità prefissati.

Le maggiori percentuali di successo sono state ottenute per i campioni di migliore qualità, rappresentati da quelli prelevati direttamente all'animale (sia vivo che morto); tra i campioni non-invasivi spicca però la validità dei campioni di sangue ritrovati su neve, alla cui modesta percentuale di insuccesso contribuisce il fatto che alcuni di essi sarebbero poi stati attribuiti a specie non amplificabili (vedi sotto). L'impiego di questo tipo di campioni è stato descritto per la prima volta nel corso di questo studio (Scandura 2005).

I campioni derivanti dalla raccolta non invasiva potevano essere stati erroneamente attribuiti al lupo ed appartenere invece a cani o volpi (soprattutto peli ed escrementi) o anche a specie preda (sangue su neve). È stata pertanto verificata per via genetica la specie di appartenenza. Otto genotipi (9,3%, di cui 5 ottenuti da escrementi, 2 da peli e 1 da sangue) sono risultati di cane, 4 (4,6%) invece sono stati attribuiti alla volpe (1 escremento e 3 peli).

Nonostante l'esiguità dei numeri, questo risultato offre una preziosa indicazione, e cioè che le feci di lupo possono essere più facilmente confuse con quelle di cane (pro-

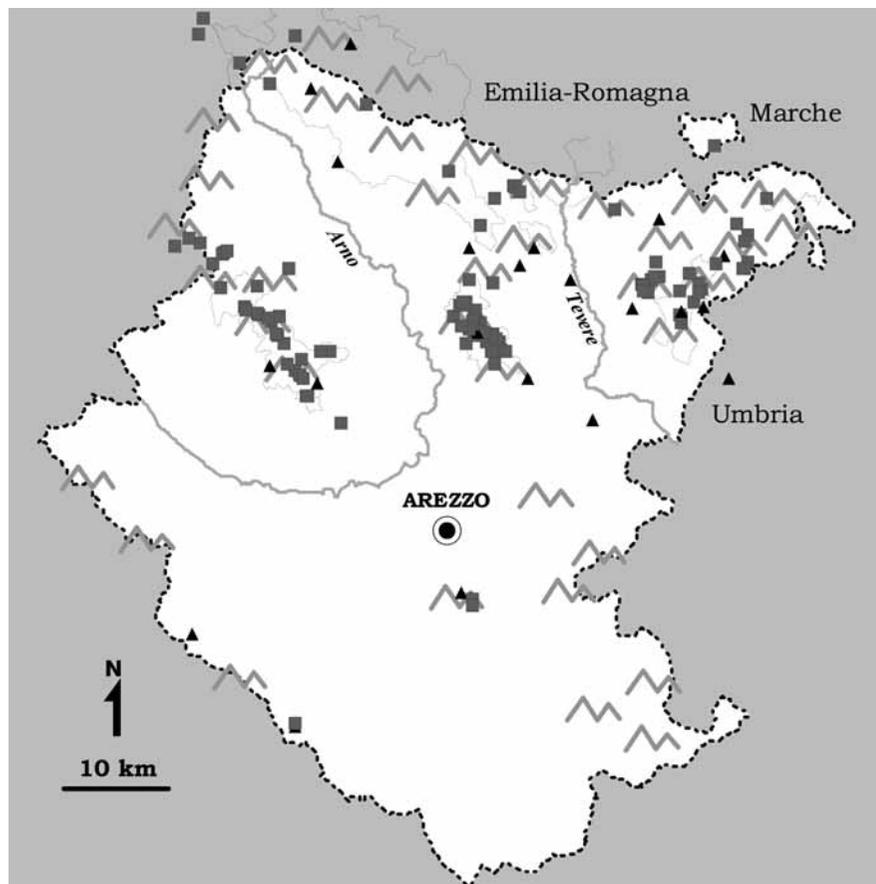


Fig. 7.1- Distribuzione dei campioni analizzati con successo nel territorio della provincia di Arezzo e nelle aree limitrofe e raccolti tra il 1991 e il 2005. I quadrati si riferiscono ai campioni ottenuti in modo non invasivo, i triangoli alle carcasse di lupo ritrovate.

tabilmente a causa delle dimensioni), mentre i peli possono esserlo con quelli di volpe. Tra i campioni di sangue su neve, quattro (11%) sono stati attribuiti ad ungulati (3 cinghiali e 1 capriolo).

In questi casi, è facile immaginare che il lupo, che aveva prodotto la pista d'impronte seguita, trasportasse bocconi di prede, da cui

sarebbe gocciolato il sangue rinvenuto. L'analisi di 10 regioni microsatelliti del DNA ha prodotto un profilo (genotipo multilocus) che è risultato unico per ogni lupo nella popolazione.

Complessivamente i lupi identificati geneticamente dall'inizio del progetto sono stati 74. Di essi, 9 sono risultati dall'analisi di

Tabella 7.1 - I 'numeri' delle analisi effettuate a partire dal 1998 su campioni biologici raccolti in provincia di Arezzo e nelle aree limitrofe.

Tipologia di campioni	N° campioni analizzati	N° profili microsatelliti utili	% successo	N° genotipi individuali ottenuti	% genotipi attribuiti al lupo	N° lupi identificati
<b>Lupi morti</b>						
Muscolo / cute	19	17	89%	17	100%	17
Peli	14	12	86%	12	100%	12
<b>Lupi vivi</b>						
Sangue (prelievo)	1	1	100%	1	100%	1
Resti ematici su neve	35	24	69%	18	94%	17
Peli	157	54	34%	25	80%	20
Escrementi	272	69	25%	37	84%	31
<b>Totale</b>	<b>498</b>	<b>177</b>	<b>36%</b>	<b>86</b>	<b>86%</b>	<b>74</b>

esemplari morti negli anni precedenti (1991-1997) e dei quali era stato conservato un campione. I restanti 65 genotipi derivano invece dall'analisi dei campioni raccolti tra il 1998 ed il 2004. Per 58 individui si è potuti risalire al sesso; di essi 32 erano maschi e 26 femmine (1M : 0,8F).

Ogni campione analizzato poteva essere attribuito ad un individuo già tipizzato in precedenza oppure presentarsi come un genotipo nuovo. Di conseguenza, dei genotipi ottenuti, alcuni sono risultati dall'analisi

di più (2-15) campioni (n = 23), altri di un unico campione (n = 42). Ogni genotipo ottenuto è risultato in media dall'analisi di 2,4 campioni. In Fig. 7.2 viene rappresentato l'andamento del numero di genotipi identificati nel corso dello studio in relazione al numero di campioni analizzati con successo. Il 2002 è stato l'anno in cui sono state raccolte un maggior numero di dati, ma è anche l'anno in cui è risultato maggiore il tasso di ricampionamento.

Ogni anno all'incirca 3 individui su 4

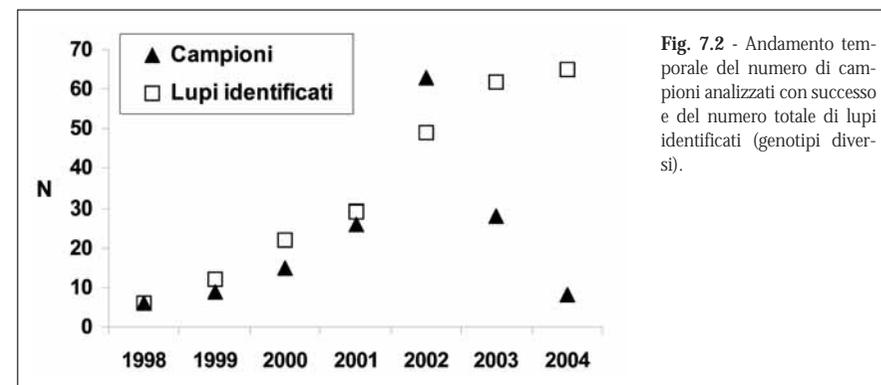
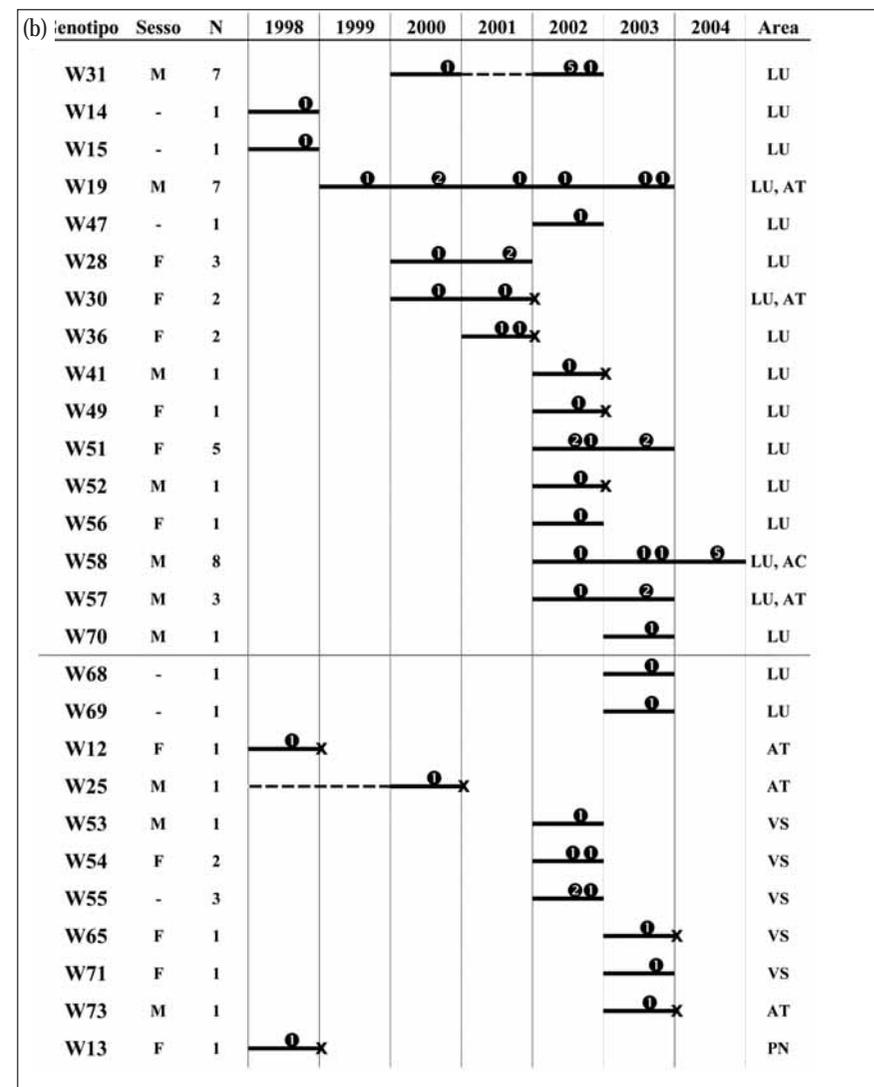
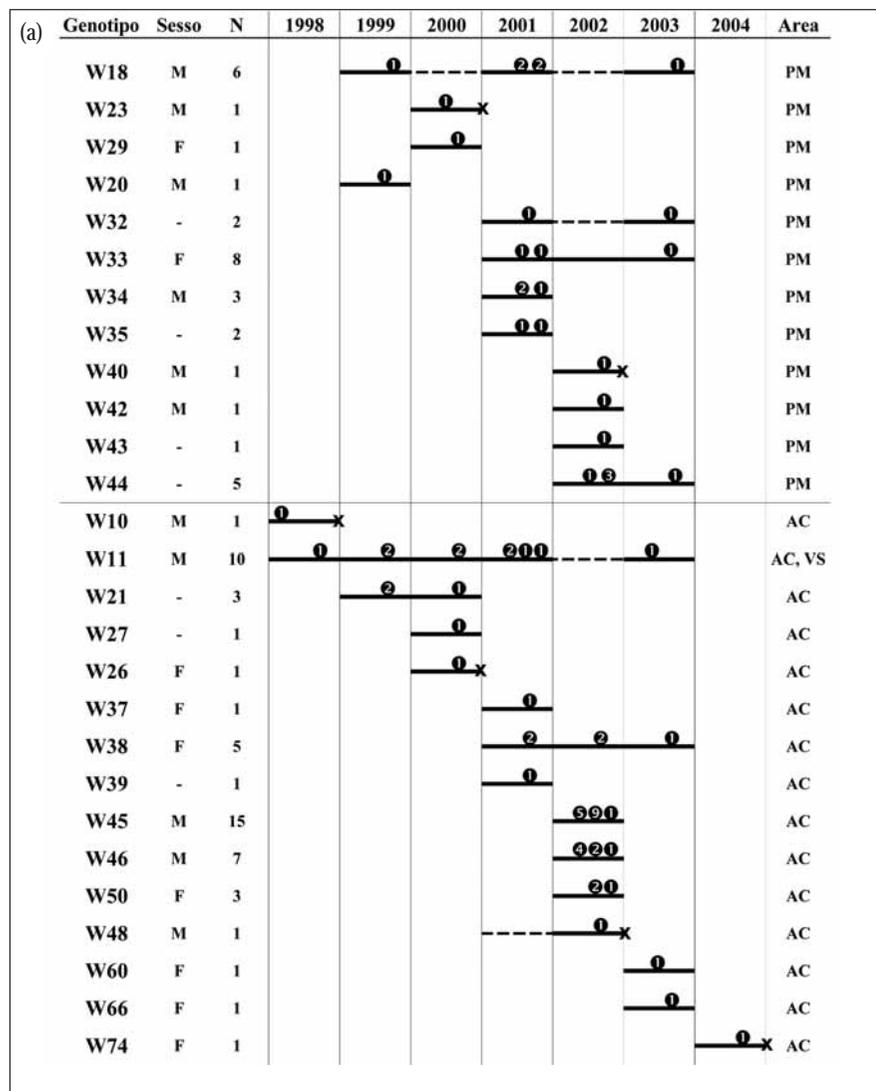


Fig. 7.2 - Andamento temporale del numero di campioni analizzati con successo e del numero totale di lupi identificati (genotipi diversi).



erano di nuova identificazione, cioè non erano risultati dalle analisi degli anni precedenti. Nelle Figure 7.3a, 7.3b, e 7.3c sono riportati tutti i genotipi rilevati dal 1998, con la loro ricorrenza nel tempo. I lupi identi-

cati sono risultati presenti per un minimo di 1 fino ad un massimo di 6 anni consecutivi (vale a dire l'intera durata del progetto).

Soltanto 23 individui, una volta identificati per la prima volta, sono stati poi ricam-

pionati in altre occasioni, e di questi solo 14 in anni successivi a quello del primo campionamento.

Questo equivale a dire che, escludendo i soggetti rinvenuti morti, ovviamente non

ricampionabili, circa la metà (49%) dei lupi sono stati ricampionati in almeno un'altra occasione, ma solo il 30% dei lupi lo è stato in anni successivi.

In Fig. 7.4 è riportata anno per anno (da

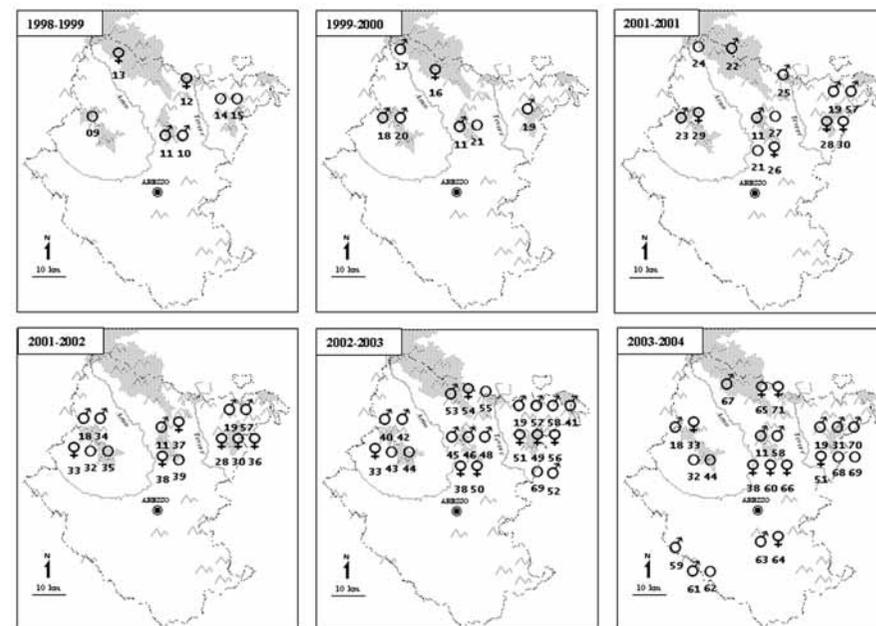
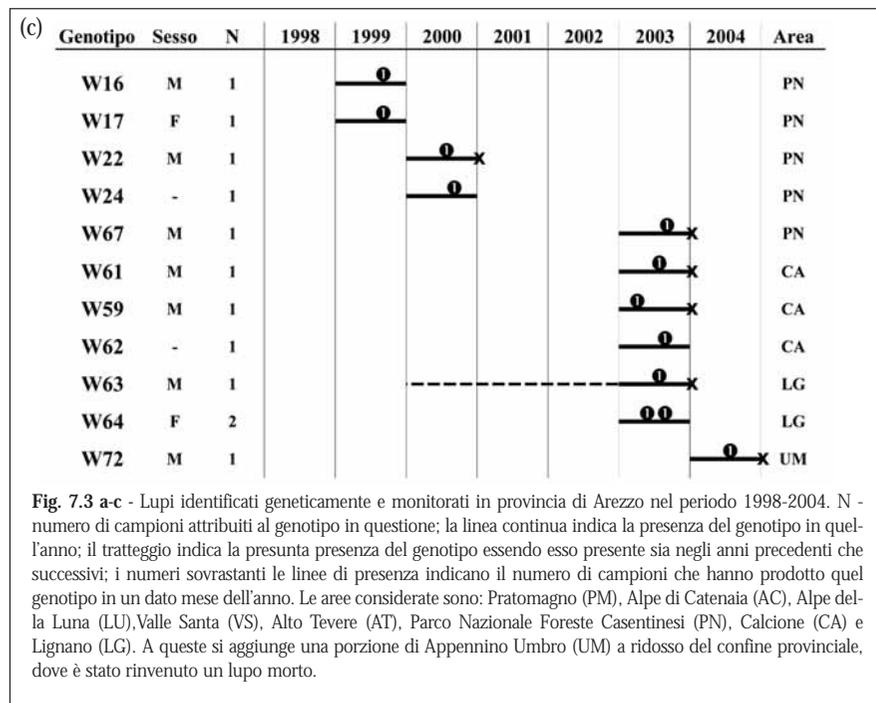


Fig. 7.4 - Distribuzione spaziale dei lupi identificati dal 1998 al 2004 in provincia di Arezzo. Per ciascun individuo è riportato il sesso, se diagnosticato, e un numero che si riferisce ai codici in Fig. 7.3.

maggio 1998 ad aprile 2004) la distribuzione spaziale dei lupi identificati geneticamente.

## 7.2. Variabilità e relazioni con altre popolazioni

Come anticipato nel capitolo 5, per valutare lo stato di salute di una popolazione da un punto di vista genetico, si usa calcolare il grado di diversità riscontrato tra gli individui della popolazione. Il parametro che esprime questa variabilità è la cosiddetta eterozigosità (cioè la proporzione di individui eterozigoti nelle regioni di DNA analizzate). Per la popolazione di lupi della provincia di Arezzo è stato calcolato un valore di eterozio-

gosità osservata ( $H_O$ ) pari a 0,608 ed un valore atteso ( $H_E$ ) pari a 0,643. Questi due valori sono stati confrontati con quelli ottenuti per altre popolazioni di diverse aree geografiche (Tab. 7.2), ed è risultato che la provincia di Arezzo si colloca come valori tra l'Abruzzo, che rappresenta un'area di presenza storica della specie in Italia, e le aree alpine di recente colonizzazione (provincia di Torino e Francia). Si tratta in definitiva di valori che possono essere considerati medi per la specie, le cui popolazioni, pur subendo colli di bottiglia o trovandosi in condizioni di isolamento geografico, non risultano spesso soggette ad impoverimento genetico.

Sulla base delle frequenze alleliche è stato possibile valutare quanto la popolazio-

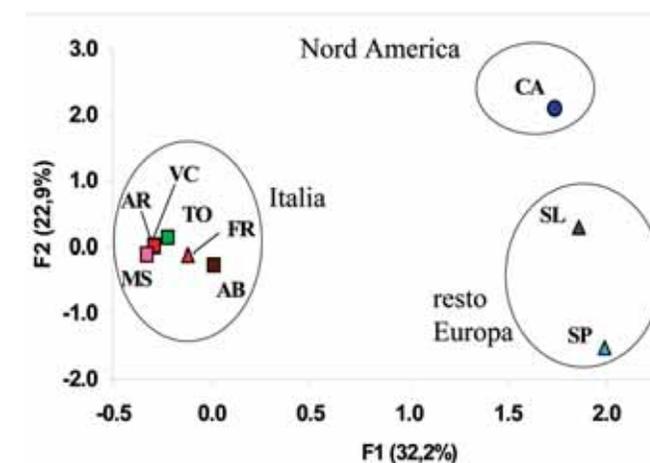


Fig. 7.5 - Differenziazione genetica tra popolazioni di lupo, messo in evidenza attraverso l'Analisi Fattoriale delle Corrispondenze (AFC). AR - prov. di Arezzo, VC - Val di Cecina (Prov. di Pisa), MS - prov. di Massa Carrara, AB - Abruzzo, TO - prov. di Torino, FR - Francia, CA - Canada, SL - Slovacchia, SP - Spagna.

**Tab. 7.2** - Variabilità genetica riscontrata nella popolazione di lupi della provincia di Arezzo ed in altre popolazioni analizzate. N - numero di campioni analizzati, HE - eterozigosità media attesa, HO - eterozigosità media osservata, k - numero medio di alleli per locus.

Area	N	Loci	HE	HO	k
Arezzo - AR	74	10	0.643	0.608	6.0
Val di Cecina - VC	6	10	0.603	0.757	3.0
Abruzzo - AB	25	6	0.680	0.698	4.8
Torino - TO	14	10	0.476	0.579	2.6
Francia - FR	4	10	0.562	0.617	2.5
Spagna - SP	10	6	0.733	0.687	4.8
Slovacchia - SL	3	6	0.522	0.389	2.3
Canada - CA	8	6	0.564	0.563	3.5

ne aretina risultasse differenziata rispetto alle altre popolazioni di lupo che si trovano in Italia, Europa e Nord America.

La Figura 7.5 mostra come le popolazioni italiana e francese risultino molto simili geneticamente, essendosi quest'ultima costituita a partire dal 1992 per immigrazione naturale di lupi dal territorio italiano (Scandura et al. 2001, Valière et al. 2003). I lupi canadesi, centro-europei (slovacchi) e spagnoli risultano totalmente differenziati

geneticamente da quelli italiani, come conseguenza del prolungato isolamento geografico e genetico della popolazione italiana (Lucchini et al. 2004).

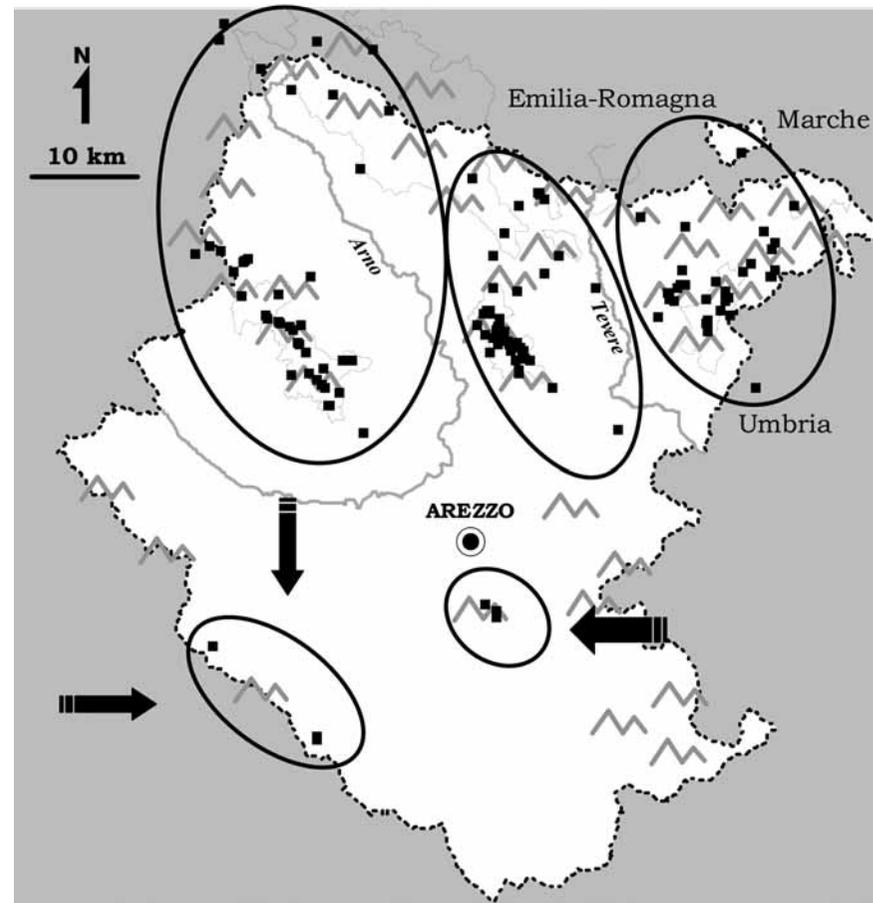
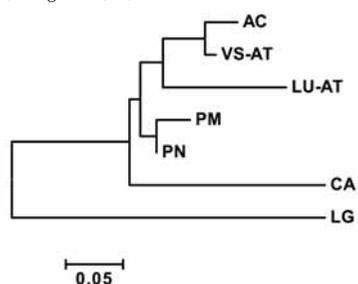
I lupi della provincia di Arezzo risultano quindi conformi al resto della popolazione italiana, pur differendo leggermente da quelli dell'Abruzzo, regione considerata una 'roccaforte' del lupo italiano.

### 7.3. Strutturazione geografica

Dato che i lupi, per la loro struttura sociale (branchi) e per le caratteristiche del territorio, non sono distribuiti omogeneamente nello spazio (vedi capitolo 6), esiste nella popolazione un certo grado di differenziamento genetico, dovuto alla distribuzione non casuale dei geni. Da un'analisi delle distanze genetiche tra i lupi campionati in diverse aree della provincia, è stata messa in evidenza l'esistenza di alcuni raggruppamenti, tra loro piuttosto differenziati (Figure 7.6 e 7.7).

Come si osserva nell'albero delle distanze genetiche, i nuclei di lupo presenti in Alpe di Catenaiola, in Valle Santa e nell'Alto Tevere (versante orografico destro) costituiscono il raggruppamento più uniforme dal punto di vista genetico. In virtù di questi risultati è

**Fig. 7.6** - Albero costruito col metodo del neighbour-joining usando un indice di distanza genetica basato sulla proporzione di alleli condivisi. I valori numerici esprimono il supporto statistico del raggruppamento alla loro destra. Le aree considerate sono: Pratomagno (PM), Alpe di Catenaiola (AC), Alpe della Luna - Alto Tevere (LU-AT), Valle Santa - Alto Tevere (VS-AT), Parco Nazionale Foreste Casentinesi (PN), Calcione (CA) e Lignano (LG).



**Fig. 7.7** - Aree geografiche individuate dall'analisi genetica. All'interno di ciascuna di esse i lupi presentavano caratteristiche genetiche simili.

stato possibile individuare cinque comprensori all'interno della provincia di Arezzo, all'interno dei quali i lupi appaiono condividere un pool genico comune (Fig. 7.7).

Le differenze riscontrate tra i lupi campionati nel 2003-2004 nelle aree del Calcione e di Lignano e le aree di presenza

stabile più a nord sono tali da indurre a ritenere che essi derivino almeno in parte dall'immigrazione di individui provenienti da aree esterne al territorio provinciale (province di Siena e Perugia), come indicato dalle frecce rosse in Fig. 7.7.

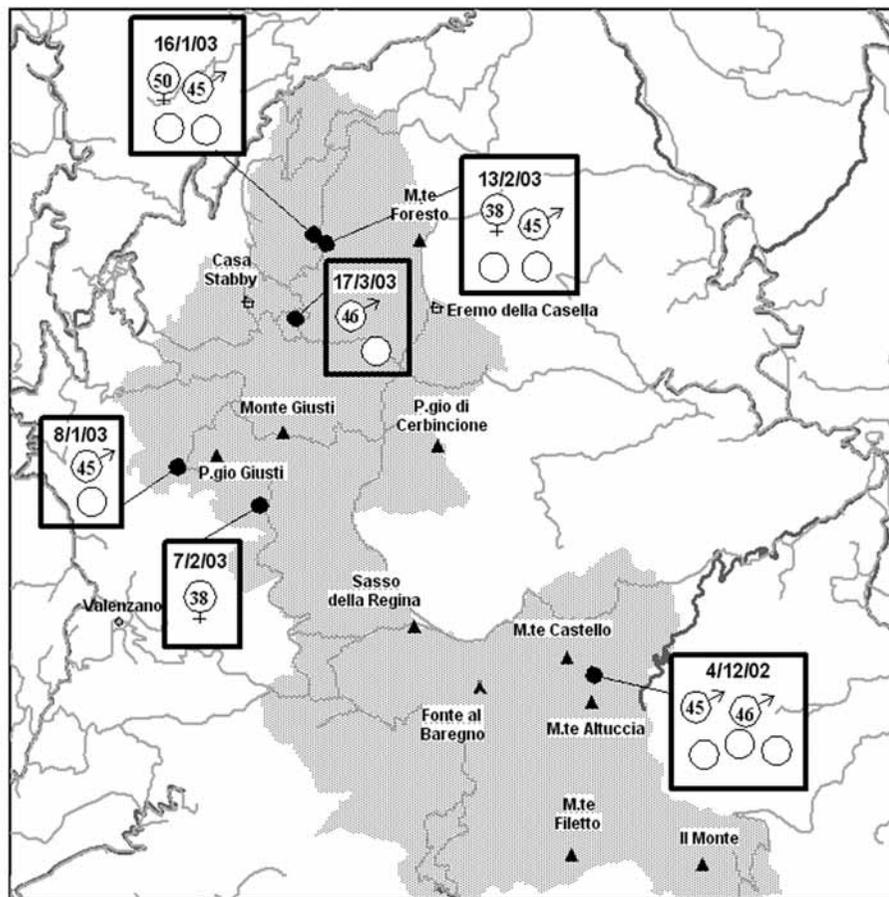


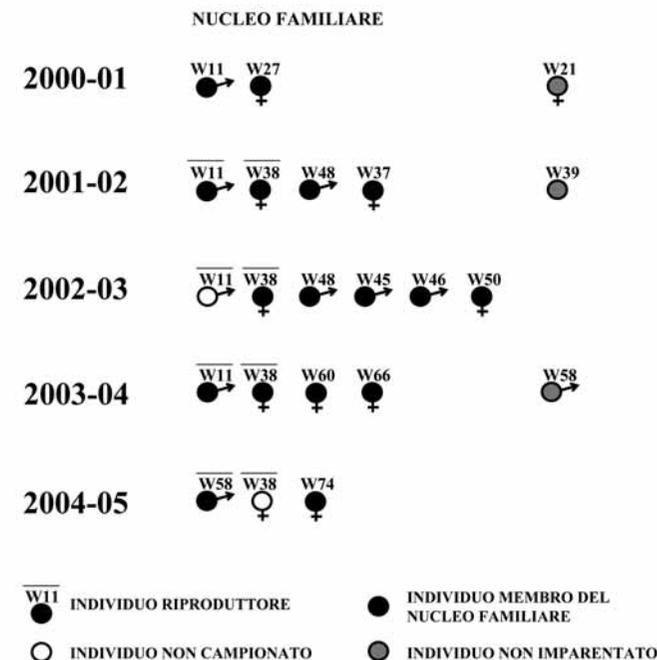
Fig. 7.8 - Lupi rilevati lungo 6 piste su neve nell'inverno 2002-03 in Alpe di Catenaiola. Il numero di individui rappresentati nei riquadri è quello stimato dalle impronte. Dall'analisi dei campioni ritrovati lungo le piste, alcuni individui sono stati identificati (contrassegnati con il relativo codice numerico). I cerchi vuoti indicano gli individui ritenuti presenti (stima dalle impronte), ma non campionati.

### 7.4. Struttura di un branco

Il monitoraggio estensivo all'interno della popolazione aretina ha fornito informazioni sulle relazioni genetiche che intercorrono su una scala geografica più ampia (sebbene piuttosto limitata per una specie come il

lupo). I limiti legati alla raccolta e all'analisi di campioni provenienti da un'area così vasta ha però impedito di conoscere in dettaglio la struttura dei singoli branchi. Questo è stato invece possibile per l'area intensiva di studio dell'Alpe di Catenaiola, dove si è concentrato un maggiore sforzo di campiona-

Fig. 7.9 - Individui caratterizzati geneticamente in Alpe di Catenaiola tra il 2000 e il 2005. Sono evidenziate le possibili relazioni di parentela tra i lupi presenti.



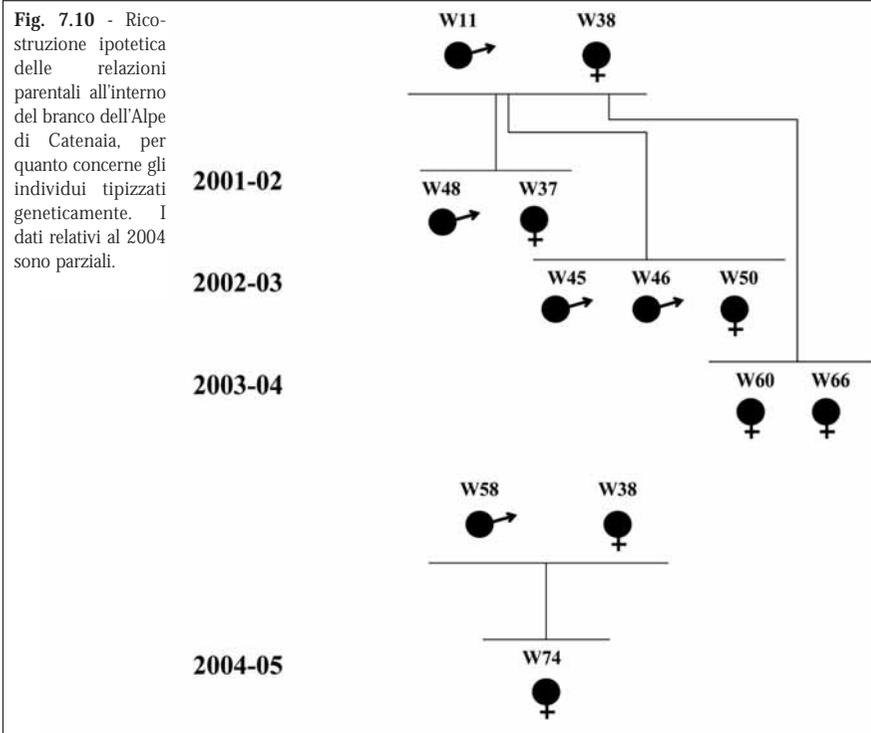
mento (vd. capitolo 9). In particolare l'attività di snow-tracking si è rivelata una preziosa fonte di informazioni, da incrociare poi con il dato genetico. Infatti, la stima del numero di individui rilevati lungo una pista su neve è stata combinata con i genotipi risultanti dall'analisi dei campioni raccolti lungo la stessa pista. Ciò ha consentito di ottenere informazioni sull'associazione di individui noti durante una stagione invernale. Un esempio di quanto detto è mostrato in Figura 7.8. Durante una stagione invernale (2002-03), gli individui identificati lungo sei diverse piste su neve erano raggruppati in modo tale da permettere di risalire alla verosimile composizione del branco (almeno 5 individui di cui 4 identificati: W38, W45, W46 e W50).

Alla luce di quanto ottenuto combinando

in questo modo le informazioni raccolte e dalla stima del grado di parentela tra gli individui tipizzati, è stato possibile risalire alla probabile composizione del branco dal 2000 in poi (Fig. 7.9)

In Fig. 7.10 viene ricostruita sulla base dei dati disponibili la probabile genealogia all'interno del branco avente il suo territorio nell'Alpe di Catenaiola. Il maschio W11, la cui presenza è stata rilevata ininterrottamente dal 1998 al settembre 2003, rappresenta con ogni probabilità il maschio dominante che si sarebbe accoppiato nel 2001 con la femmina W38, alla quale non risultava strettamente imparentato.

Trova conferma quindi l'opinione comune, ma raramente dimostrata, secondo la quale i branchi sarebbero costituiti da coppie



di individui non legati da vincoli di parentela (Smith et al. 1997).

Alcuni dei campioni attribuiti alla femmina W38, raccolti nel febbraio 2002, erano rappresentati da perdite ematiche rinvenute lungo una pista su neve. Si potrebbe trattare quindi di perdite legate allo stato di estro dell'individuo che poi si sarebbe riprodotto. La coppia W11-W38 si sarebbe riprodotta per almeno tre anni consecutivi (2001, 2002 e 2003), generando 8 degli individui campionati, uno dei quali (W48) è stato fatto rinvenire morto (la causa di morte era una fucilata!) lungo la strada provinciale nei pressi di Anghiari nel dicembre 2002.

Nell'inverno 2003-04, qualche mese dopo l'ultimo campionamento del maschio

W11, è stata rilevata per via genetica nel territorio del branco la presenza di un maschio (W58) campionato l'inverno precedente in Alpe della Luna. Nello stesso inverno è risultata ancora una volta presente la femmina W38, insieme alle due femmine W60 e W66. Il ritrovamento nel febbraio 2005 del cucciolo W74 ucciso (ancora una volta da una fucilata!) all'interno del territorio del branco, ha consentito di verificare che l'ultima coppia a riprodursi non era più stata quella composta da W11 e W38, ma che con ogni probabilità il maschio W58 era subentrato a W11. Questa ipotesi trova conferma nei successivi campionamenti del maschio W58 all'interno dell'area protetta nel febbraio e nel novembre 2004.

## 7.5. Territorialità e dispersione

I risultati dell'analisi genetica forniscono anche alcune indicazioni sul comportamento spaziale dei lupi all'interno della popolazione. Il basso tasso di ricampionamento e la limitata persistenza nel tempo dei genotipi rilevati lasciano immaginare una situazione in cui, al di fuori della coppia riproduttrice, gli altri individui restino per poco tempo all'interno del branco natale.

Ciò che si osserva inoltre sovrapponendo le localizzazioni dei singoli individui campionati è una sorprendente costanza spaziale dei lupi, che anche a distanza di un anno venivano ritrovati nelle medesime aree dell'anno precedente (Fig. 7.11). Questa fedeltà al territorio è associabile a quella ai siti di rendez-vous evidenziata nel corso del pre-

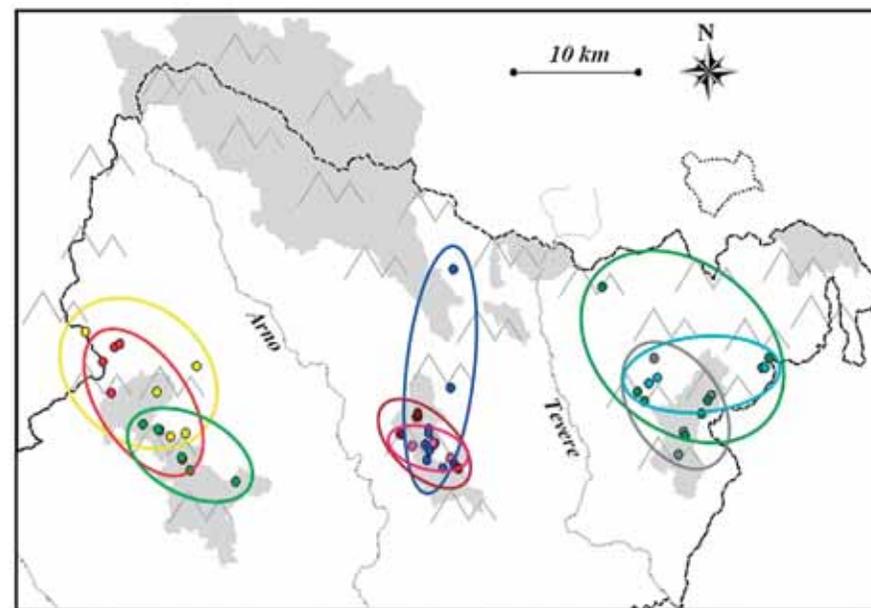
dente capitolo.

Si rilevano quindi due tendenze all'interno della popolazione: individui che scompaiono poco tempo dopo il loro primo campionamento e individui che persistono nel tempo ma che si mantengono confinati all'interno di aree di modesta estensione.

Questa rappresentazione è compatibile con un'ipotesi che vedrebbe la popolazione residente nella fascia montana della provincia come vicina alla saturazione. In essa i branchi avrebbero territori stabili ed alti tassi di riproduzione, grazie anche ad un ridotto ricambio dei riproduttori. I branchi, di dimensioni limitate rispetto ad altre aree di presenza della specie, sarebbero per lo più formati dalla coppia riproduttrice e dai giovani nati.

Questi tenderebbero a lasciare molto

Fig. 7.11 - Costanza nella localizzazione dei lupi identificati geneticamente. Ogni colore rappresenta le diverse localizzazioni di uno stesso individuo ottenute mediante tipizzazione dei campioni raccolti in modo non invasivo.



presto il branco (tra il primo e il secondo anno di vita) e, non trovando nell'area territori disponibili in cui stabilirsi, si spingerebbero lontano, fuori dall'area di indagine.

Durante i loro movimenti esplorativi finalizzati alla dispersione e alla creazione di un proprio nucleo familiare, i giovani lupi si esporrebbero a maggiori rischi, cadendo spesso vittime dell'impatto con veicoli o con le pallottole dei cacciatori. Ne è prova il fatto che la maggior parte dei lupi ritrovati morti nell'area di studio sono esemplari inferiori a 2 anni di età.

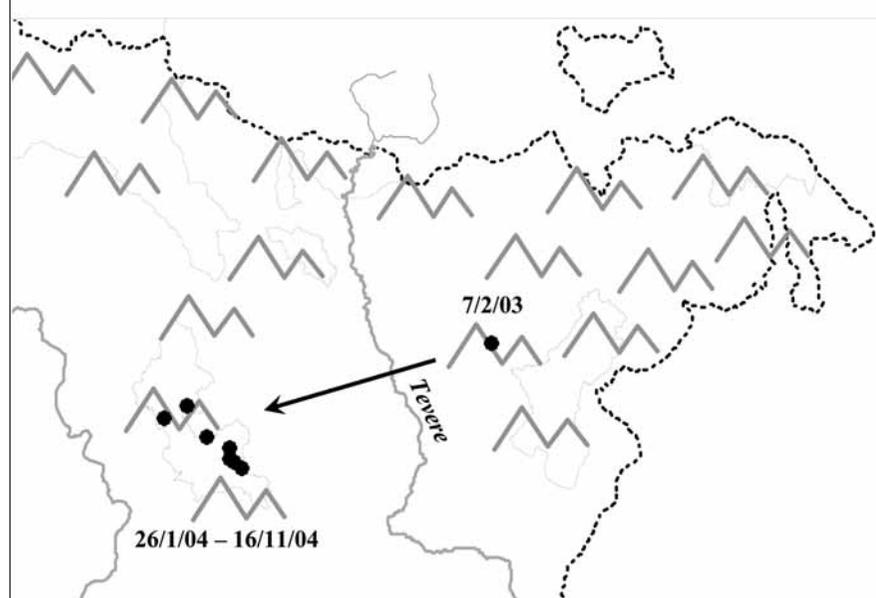
Questo scenario, ancora in larga parte da dimostrare, avrebbe dal punto di vista genetico come conseguenza un ridotto scambio di geni tra i branchi residenti nell'area di studio e quindi il locale differenziamento osservato tra i lupi presenti in aree geografiche distanti

anche pochi chilometri (Figure 7.6 e 7.7).

Ulteriore supporto all'interpretazione sopra riportata è dato dal limitato numero di casi in cui un individuo sia stato campionato in aree diverse della provincia di Arezzo. In un caso il maschio W11, probabilmente prima di divenire il maschio dominante, è stato rilevato più a nord nel territorio del branco della Valle Santa.

Questo spostamento è stato però interpretato come una temporanea incursione, essendo stato rilevato sia prima che dopo esclusivamente nel territorio dell'Alpe di Catenaiola. Il secondo caso, già menzionato sopra, è quello del maschio W58, campionato in Alpe della Luna nel febbraio 2003 e poi, dal gennaio 2004, nell'Alpe di Catenaiola (Fig. 7.12), dove, come detto, potrebbe aver rimpiazzato il maschio dominante.

**Fig. 7.12** - Spostamento dell'individuo W58, avvenuto tra gli inverni 2002-2003 e 2003-2004.



**Fig. 7.13** - Riprese di un branco di lupi (per gentile concessione di Roberto Zaffi e Luciano Piazza)





## 8. Rapporto preda-predatore: il sistema dell'Alpe di Catenaiia

Paolo Lamberti, Marco Alboni

### 8.1. Introduzione

Il lupo, come tutti i predatori di grandi dimensioni (almeno in rapporto alla zoonosi occupata), appartiene al livello più elevato nella piramide alimentare. L'interazione tra i predatori e le loro prede è da considerarsi come un sistema aperto, cioè variabile nel tempo e soggetto a numerose influenze.

In diversi studi, condotti in Nord America, è emerso che i lupi possono esercitare in alcuni casi la funzione di regolare e/o limitare le popolazioni delle loro prede (Peterson et al. 1998, White e Garrot 2005). La maggior parte degli autori (Sinclair 1989, Messier 1991) indica con il termine "regolare" la capacità di mantenere la popolazione preda ad una bassa densità (questo si verifica quando la predazione percentuale aumenta con l'aumentare della densità della popolazione preda); il termine "limitare" indica l'abbassamento del tasso di crescita della popolazione preda, ed avviene quando la predazione intesa come fattore di mortalità è di tipo densità-indipendente (ovvero la predazione percentuale non aumenta con l'aumentare della densità della popolazione preda, ma diminuisce).

In Europa le informazioni ottenute a riguardo sono ancora scarse, solo in Polonia sono state eseguite ricerche che hanno evidenziato in alcuni casi che il lupo non influisce realmente sulle popolazioni di ungulati selvatici (Glowacinski e Profus 1997), in altri sembra invece limitare ma non regolare le popolazioni delle loro prede (Jedrzejewski et al. 2002).

Questa relazione non è univoca, infatti è la densità stessa delle prede uno dei fattori più importanti nel determinare il numero di lupi presenti in una data zona.

La valutazione dell'impatto della predazione del lupo sulle popolazioni di ungulati selvatici è molto importante in quanto contribuisce, una volta stimate tutte le cause di mortalità a carico degli ungulati, ad una migliore gestione della fauna.

In Alpe di Catenaiia è stato indagato non solo l'impatto del lupo sulle prede, ma anche l'influenza che le attività antropiche, come ad esempio la caccia, esercitano su questo complesso sistema.

### 8.2. Dinamica del lupo in Alpe di Catenaiia

Uno studio intensivo sulla dinamica di popolazione del lupo in Alpe di Catenaiia è stato condotto tra l'estate del 2000 e l'estate del 2004. Durante questo periodo, un branco di lupi è risultato stabilmente presente nell'area. Il numero minimo di componenti del branco è stato determinato integrando tre diverse tecniche di indagine: il wolf-howling, lo snow-tracking e l'analisi molecolare di campioni biologici (le tecniche sono illustrate in dettaglio nel cap. 5).

Sono state effettuate circa 60 sessioni di attività di wolf-howling per un totale di 700 emissioni dalle quali state ottenute 80 risposte. Attraverso questa tecnica è stato possibile verificare che il branco si è ripro-

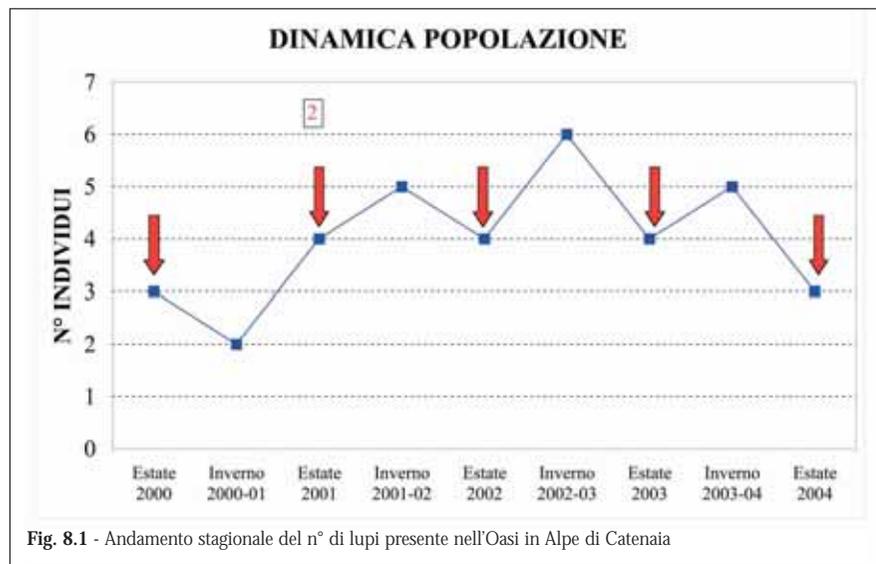


Fig. 8.1 - Andamento stagionale del n° di lupi presente nell'Oasi in Alpe di Catenaia

dotto tutti gli anni, generando sempre un minimo di 2 cuccioli ad eccezione dell'estate 2002 in cui questi sono risultati essere certamente 3 (vedi Fig. 8.1).

Utilizzando la tecnica dello snow-tracking durante il periodo invernale sono state rilevate 66 piste d'impronte su neve, che hanno consentito la tracciatura totale di 180 km di piste.

I dati integrati tra le diverse tecniche hanno evidenziato delle fluttuazioni demografiche del branco nel corso degli anni e delle stagioni. Infatti, il numero stimato di individui è variato da un minimo di 2 nel-

l'inverno 2000-01 ad un massimo di 6 nell'inverno 2002-03.

Le analisi genetiche su campioni biologici quali, escrementi, peli e resti ematici di lupo su neve, sembrano confermare e avvalorare i dati riscontrati mediante le altre tecniche (vedi Tab. 8.1).

### 8.3. Ungulati selvatici: densità e struttura di popolazione

In Alpe di Catenaia sono presenti due specie di ungulati selvatici: il capriolo

Tabella 8.1 - Numero di individui rilevati in Alpe di Catenaia mediante le diverse tecniche di indagine.

Metodo	2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004
Wolf-Howling	3	4	4	4	3
Snow-Tracking	2	5	6	5	/
Analisi Genetica	3	4	5	4	/
N° individui morti	/	/	1	/	/

(*Capreolus capreolus*) ed il cinghiale (*Sus scrofa*). Questi sono i due ungulati più consistenti e maggiormente diffusi su tutto il territorio della Provincia di Arezzo (vedi Cap. 3), ed in generale sono le due specie di ungulati selvatici che presentano l'areale di distribuzione più ampio in tutta la Toscana ed in tutta la penisola italiana. Entrambe le specie hanno visto aumentare la loro consistenza e l'areale di distribuzione sul territorio della Provincia di Arezzo negli ultimi anni.

In particolare, durante il periodo 2000-2004, sono stati effettuati censimenti annuali delle due popolazioni di ungulati selvatici nell'area di studio per stimare la loro consistenza. I valori di densità sono risultati piuttosto elevati per entrambe le popolazioni; nello stesso periodo anche la presenza del

lupo sulla stessa area si è stabilizzata. Volendo generalizzare, questa situazione potrebbe quindi essere "rappresentativa" di tutto il contesto preda-predatore nell'Appennino centro-settentrionale.

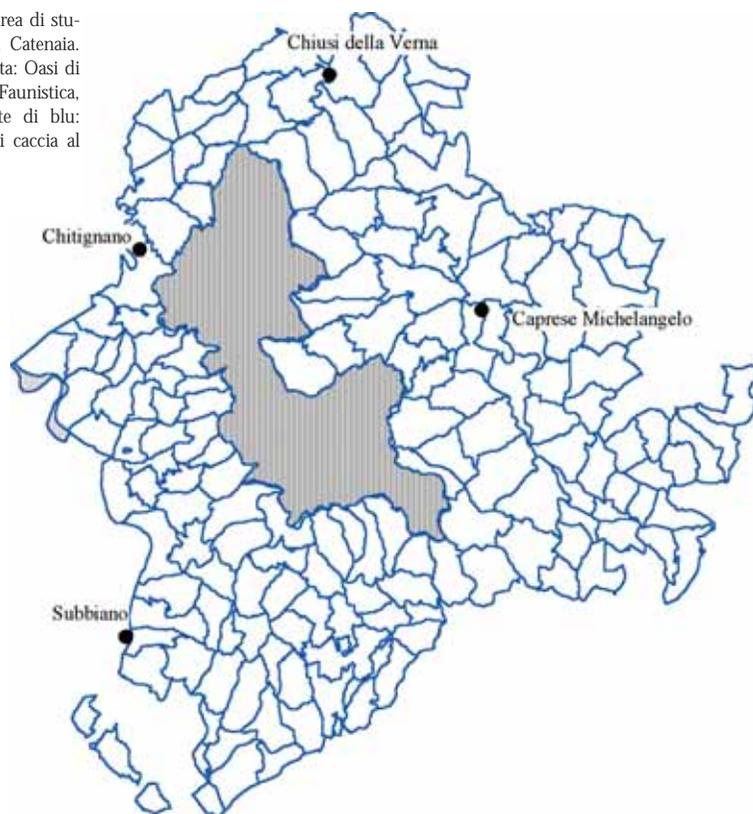
I censimenti sono stati eseguiti attraverso il metodo della battuta campione sia all'interno dell'Oasi di protezione faunistica, che si estende per 27 kmq, sia nell'area limitrofa a questa, equivalente a 143 kmq di area non protetta e quindi sottoposta ad attività venatoria.

Le attività di censimento, svolte nel periodo primaverile (dal 25 Aprile al 30 Maggio), sono state organizzate dalla Provincia di Arezzo in collaborazione con l'U.R.C.A. Provinciale di Arezzo ed il personale dell'Università di Sassari.

Fig. 8.2 - Il capriolo ed il cinghiale sono le due specie di ungulati presenti nell'Alpe di Catenaia.



**Fig. 8.3** - Area di studio Alpe di Catenaia. Area Colorata: Oasi di Protezione Faunistica. Aree bordate di blu: sottozone di caccia al capriolo



Le modalità di esecuzione sono quelle comunemente impiegate in questo tipo di operazioni: coloro che prendono parte alla battuta (*battitori*) si dispongono ordinatamente lungo il perimetro dell'area da censire, distanziandosi uniformemente e formando una sorta di poligono. Successivamente coloro che occupano un lato di tale poligono si muovono verso l'estremità opposta dell'area, mantenendo una disposizione il più possibile rettilinea; gli occupanti i rimanenti lati (*poste*) conservano invece la loro posizione e rilevano gli animali che, disturbati

dai battitori, fuoriescono dall'area.

Vengono contati e registrati anche i capi che attraversano e *rompono* il fronte di battuta. Al fine di evitare doppi conteggi ciascun partecipante riporta su apposita scheda soltanto i capi in uscita sul lato destro.

I valori di densità ( $n^\circ$  capi / superficie censita x 100 ha) sono stati calcolati annualmente sia all'interno dell'area protetta (non cacciabile), che all'esterno (cacciabile) per entrambe le specie. La stima della densità degli ungulati selvatici nell'intera area è stata ottenuta considerando che il valore di

**Tabella 8.2** - Densità ( $n^\circ$ capi/100ha di bosco) del capriolo e del cinghiale nell'area di studio Alpe di Catenaia

Anno	Densità capriolo		Densità cinghiale	
	area protetta	area cacciabile	area protetta	area cacciabile
2000	23.9	28.9	26.3	8.4
2001	15.8	37.3	0	13.8
2002	11	40.3	11.6	9.6
2003	12.9	44.6	31.9	30.1
2004	9.8	39.7	10.7	3.4
MEDIA	14.7	38.2	16.1	13.1
<b>MEDIA TOTALE</b>	<b>25.5</b>		<b>10.1</b>	

densità ricavato dai censimenti è riferibile unicamente alla superficie di bosco, la quale costituisce circa il 75% dell'area. La media totale indicata nell'ultima riga della Tabella 2 indica il valore della densità calcolata per tutta l'area di studio, considerando quindi l'area protetta, l'area cacciabile e l'area non boscata

Nel corso degli anni sono state utilizzate in totale 22 aree di battuta, di cui 5 all'interno dell'area protetta e 17 in quella sottoposta ad attività venatoria, per complessivi 670 ha di superficie censita. Il numero delle aree campione è variato nel corso degli anni tra 17 e 21.

I valori riferiti al capriolo sono da considerarsi affidabili, infatti, per le sue caratteristiche biologiche, il capriolo rappresenta l'unica specie di ungulato che ben si presta al censimento in battuta; mentre per una specie gregaria, quale il cinghiale, questo tipo di censimento può offrire valori solo indicativi. Infatti, si può notare come i valori nel corso degli anni siano risultati molto variabili.

Relativamente alla stima di densità media complessiva del capriolo, è stata osservata

una rilevante differenza tra quella ottenuta all'interno dell'area protetta e quella sottoposta ad attività venatoria. Tale fenomeno trova una spiegazione se si considera che, nel periodo in cui si sono svolti i censimenti (primavera), non si svolge attività venatoria ed i caprioli si distribuiscono in maniera più "omogenea" sul territorio (periodo dei parti per le femmine, territorialismo per i maschi) ed in maniera "proporzionale" alla produttività trofica dell'habitat. Infatti, l'Oasi di Protezione Alpe di Catenaia è situata ad una altitudine maggiore (700-1400 m s.l.m.) ed è caratterizzata prevalentemente da bosco ad alto fusto di cerro e faggio (meno produttivo), mentre l'area esterna ad essa, è caratterizzata da altitudini minori (400-800 m s.l.m.) ed il bosco è composto principalmente da ceduo di cerro e castagno (più produttivo).

Il dato relativo al cinghiale deve essere considerato meno accurato ed anzi bisogna considerare come la struttura sociale del cinghiale, che porta questa specie a costituire grossi gruppi, risulti senza dubbio problematica per l'uso di un tipo di censimento a campione, per il quale la distribuzione ideale

**Tabella 8.3** - Numero di caprioli e cinghiali osservati durante i transetti

	Giu 01-Mag 02	Giu 02-Mag 03	Giu 03-Mag 04	Giu 04-Dic 04
Caprioli osservati	421	483	160	104
Cinghiali osservati	500	336	166	88

**Tabella 8.4** - Numero di cinghiali abbattuti durante la stagione venatoria

Stagione venatoria	2002-03	2003-04	2004-05
Cinghiali abbattuti	581	859	300

dovrebbe essere quella uniforme e non quella aggregata. Peraltro l'adozione di questo metodo risulta un compromesso praticabile e compatibile con le possibilità operative attuali ed il tipo di contesto nel quale si opera.

È interessante notare come in tutti gli anni, tranne uno, le densità all'interno dell'Oasi risultino superiori a quelle esterne, dato che può essere messo in rapporto all'intensa pressione venatoria esercitata su questa specie.

La struttura di popolazione di entrambe le specie è stata valutata utilizzando osservazioni dirette ottenute attraverso percorsi campione. Da giugno 2001 a maggio 2003 sono stati svolti mensilmente undici transetti all'alba, per una lunghezza totale di 37 km. Da giugno 2003 a dicembre 2004 i transetti sono stati svolti con cadenza bimestrale. Durante i transetti sono stati osservati e riconosciuti la classe di sesso ed età degli individui o dei gruppi di individui contattati.

La struttura di popolazione del cinghiale è stata inoltre valutata attraverso l'analisi di un campione di cinghiali abbattuti, all'interno dell'area di studio, da sei squadre di caccia al cinghiale: Chitignano-Bobi1, Poggio d'Acona-Pipistrello, Calbenzano-Vogognano, Sommpiano, O.P.N., Catenaia. Di ogni individuo sono stati rilevati il sesso, il peso e stimata l'età attraverso l'analisi della dentatura.

Sono state utilizzate le seguenti classi:

**Capriolo**

maschio adulto: età superiore a 2 anni  
 maschio giovane: età tra 1 e 2 anni  
 femmina adulta: età superiore a 1 anno  
 piccoli (Juv): maschi e femmine di età inferiore a 1 anno

**Cinghiale**

verro: maschio di età superiore a 2 anni  
 scrofa: femmina di età superiore a 2 anni  
 sub-adulti: maschi e femmine di età compresa tra 1 e 2 anni  
 piccoli (Juv): maschi e femmine di età inferiore a 12 mesi

Per entrambe le specie è stata considerata anche la classe degli indeterminati qualora non fossero discriminati il sesso e l'età.

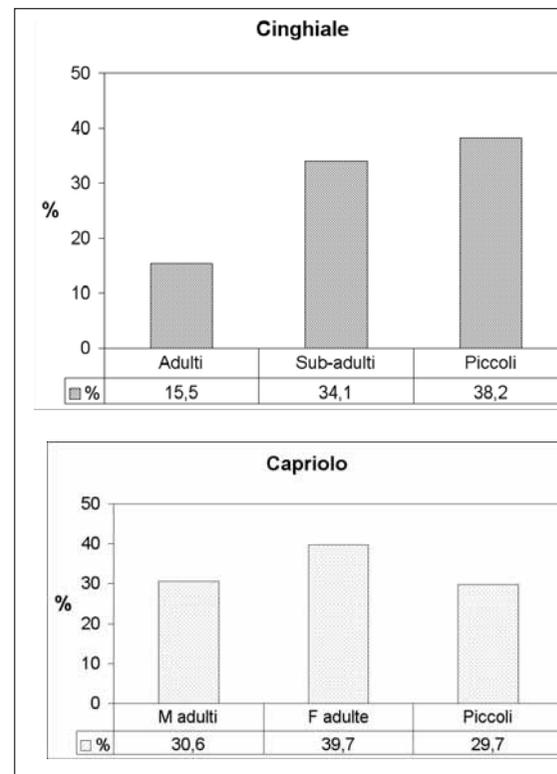
**8.4. Fattori di mortalità degli ungulati**

Il radio-tracking su caprioli e cinghiali, è stato molto importante sia per valutare la distribuzione spaziale delle prede nei diversi periodi dell'anno, sia per stimare l'incidenza delle diverse cause di morte degli animali muniti di trasmettente. È stato possibile calcolare la percentuale di animali morti annualmente sul totale del campione studiato (Fig. 8.5 e Fig. 8.7) e l'incidenza delle diverse cause di morte (Fig. 8.6 e Fig. 8.8).

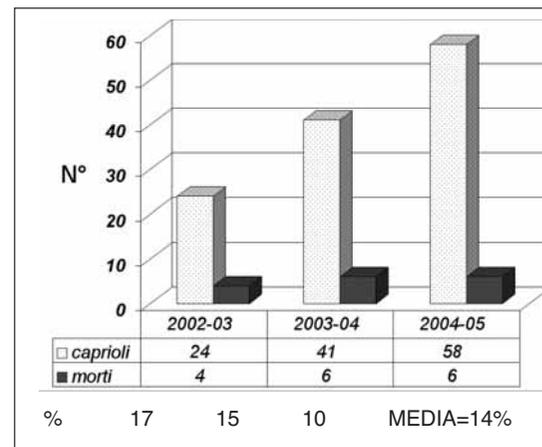
Le cause di mortalità degli ungulati selvatici rappresentano un aspetto molto importante nell'indagine del sistema preda-predatore. Sono stati confrontati i valori di mortalità riscontrati tra gli animali radio-collarati di entrambe le specie e utilizzati come possibile campione rappresentativo.

Sono stati presi in esame i seguenti fattori di mortalità:

- *predazione o consumo da parte del lupo*, dedotti dal ritrovamento di carcasse nelle quali erano presenti segni di attività predatoria (dimensioni e tipologie delle morsicature, tracce d'impronte su neve che compro-

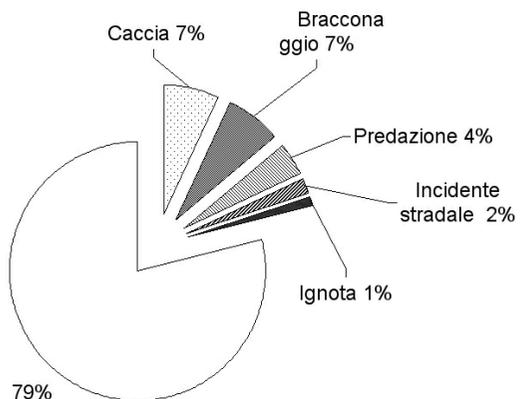


**Fig. 8.4.** - Struttura di popolazione del cinghiale derivata da abbattimenti tra Settembre e Gennaio, e del capriolo derivata da osservazioni su transetti tra Settembre e Marzo.



**Fig. 8.5.** Mortalità dei caprioli radio-collarati

**Fig. 8.6.** Incidenza percentuale delle diverse cause di mortalità nel campione di caprioli radio-collarati (tenendo conto della caccia di selezione)



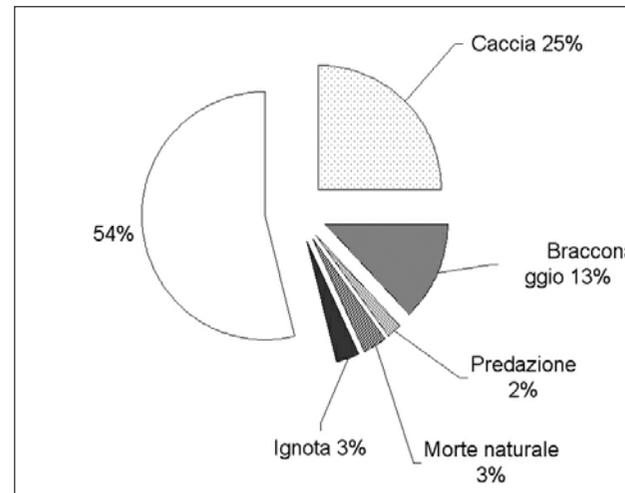
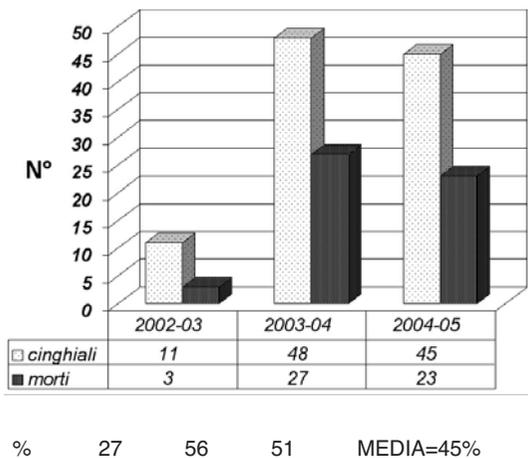
vavano la modalità di tale esecuzione etc.);

● *caccia*; va notato che, mentre nel caso del cinghiale gli accordi presi con i cacciatori delle squadre che operano nell'area di studio comprendeva l'abbattimento dei capi dotati di trasmettenti e la loro segnalazione e riconsegna, quelli relativi alla caccia di selezione al capriolo comprendevano il rispetto dei capi dotati di collare che però venivano

segnalati ogni volta che si presentavano di fronte ad un cacciatore di selezione in azione di caccia, consentendo quindi di calcolare l'impatto virtuale della caccia legale sulla specie.

- *bracconaggio*;
- *cause naturali* (malattia, deperimento);
- *incidente stradale*;
- *ignota* (quando la causa di morte non

**Fig. 8.7.** Mortalità dei cinghiali radio-marcati



**Fig. 8.8.** Incidenza percentuale delle diverse cause di mortalità nel campione di cinghiali radio-marcati

**Fig. 8.9.** Esempio di predazione di lupo su soggetto di cingiale



era chiaramente riconducibile ad una delle categorie sopra citate).

Per il capriolo si è riscontrata una mortalità media annuale del 14% (Fig. 8.5), a cui va aggiunta una mortalità media annua del 7% riconducibile alla caccia di selezione, che è programmata in termini di capi da abbattere. In questo modo si ottiene un valore medio annuale del 21%. Le cause più frequenti di mortalità sono state la caccia di selezione (7%) ed il bracconaggio (7%). La predazione del lupo non incide in maniera rilevante sulla popolazione (4%), ed anche i rimanenti fattori hanno evidenziato una scarsa influenza (Fig. 8.6).

La mortalità media annuale del cinghiale, considerando tre anni di dati, è risultata del 45% (Fig. 8.7). Il principale fattore di mortalità è stata l'attività venatoria (25%), seguita dal bracconaggio (13%); gli altri fattori, se con-

siderati singolarmente, incidono in misura trascurabile: la predazione del lupo solo il 2%, mentre la morte per cause naturali 3%, quest'ultima è stata riscontrata soprattutto sui giovani durante l'inverno del 2003-04 (Fig. 8.8).

### 8.5. Impatto del lupo sulle specie preda

Sulla base delle informazioni ottenute sulla dimensione del branco e sulla disponibilità delle due specie preda principali, capriolo e cinghiale, è stato valutato l'impatto del lupo sulla popolazione di ungulati selvatici. La valutazione del numero di capi predati annualmente da parte del branco è stata effettuata attraverso un semplice approccio matematico: sono stati utilizzati la formula sul consumo giornaliero per un sin-

Fig. 8. 10. Impatto del lupo sulle popolazioni di capriolo e cinghiale nell'area di studio

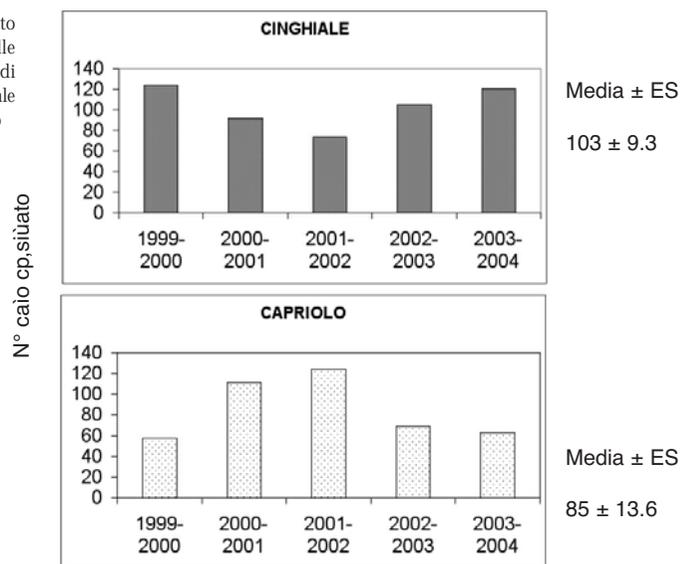
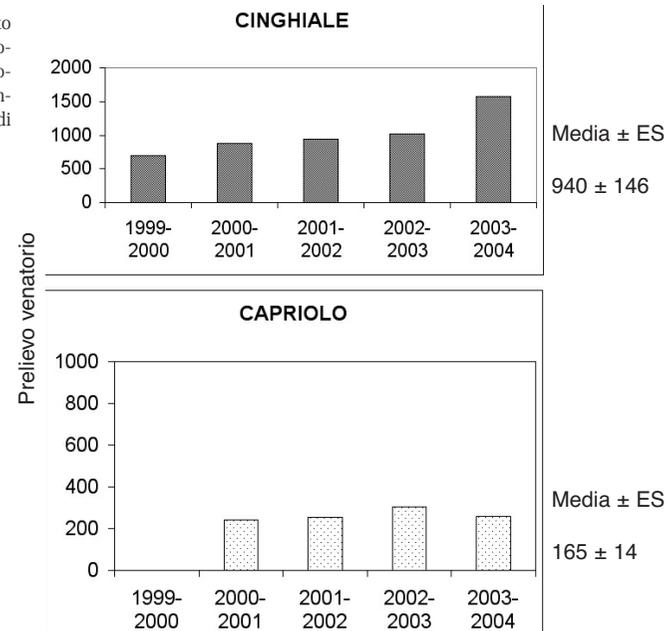


Fig. 8.11. Impatto dell'attività venatoria sulle popolazioni di capriolo e cinghiale nell'area di studio



golo lupo derivata dalla formula di Nagy (1987), che mette in correlazione il peso corporeo del predatore con il suo fabbisogno energetico giornaliero ( $FMR2 (kJ/d) = 2.58 W^{0.862}$ , dove W rappresenta il peso corporeo espresso in g.) ed il modello di biomassa di Ciucci et al. (2001) che considera il rapporto tra resti indigesti e la biomassa ingerita delle diverse specie preda ( $Y = 0,011X + 0,274$ , dove: X = peso medio della preda; Y = Kg. di biomassa ingerita per escremento raccolto).

Tuttavia questi risultati devono essere considerati approssimativi in quanto è molto difficile stimare il ruolo di predatori opportunisti quali i lupi all'interno di biocenosi complesse (Fuller 1989b, Okarma 1992, Glovacinski e Profus 1997).

È emerso che il branco di lupi preleva mediamente ogni anno circa 103 capi di cinghiale e 85 di capriolo (vedi Fig. 8.10).

Questi risultati suggeriscono che l'impatto del lupo in Alpe di Catenaia sulle popolazioni delle due specie di ungulati è relativamente modesto, tale cioè da non condizionare sensibilmente la dimensione della popolazione di capriolo e cinghiale; l'azione del predatore non è quindi sufficiente a garantire la regolazione delle popolazioni di ungulati selvatici in un tipico ambiente dell'Appennino centro-settentrionale.

Un aspetto che merita attenzione è il confronto tra l'impatto esercitato dal branco di lupi e quello dell'attività venatoria sulla popolazione di cinghiali. In particolare, l'impatto di quest'ultima è risultato circa 9 volte superiore a quello del predatore naturale (vedi Fig. 8.11). Questo dato dovrebbe ridimensionare, nella pubblica opinione, la percezione del lupo come "specie antagonista" all'attività venatoria.



## 9. Ecologia trofica

Claudia Capitani

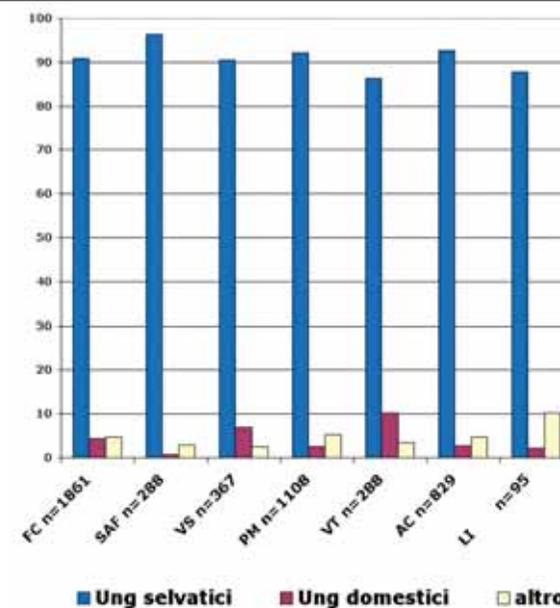
### 9.1. La dieta del lupo in Provincia d'Arezzo

La valutazione della dieta del lupo in Provincia d'Arezzo è stata condotta mediante l'analisi degli escrementi raccolti in sette aree della provincia stessa. Poiché non è stato possibile tracciare i confini netti del territorio di ogni branco, queste aree rappresentano delle unità di analisi, omogenee per collocazione geografica e caratteristiche ecologiche, che possono corrispondere al territorio di diversi branchi, da uno, come

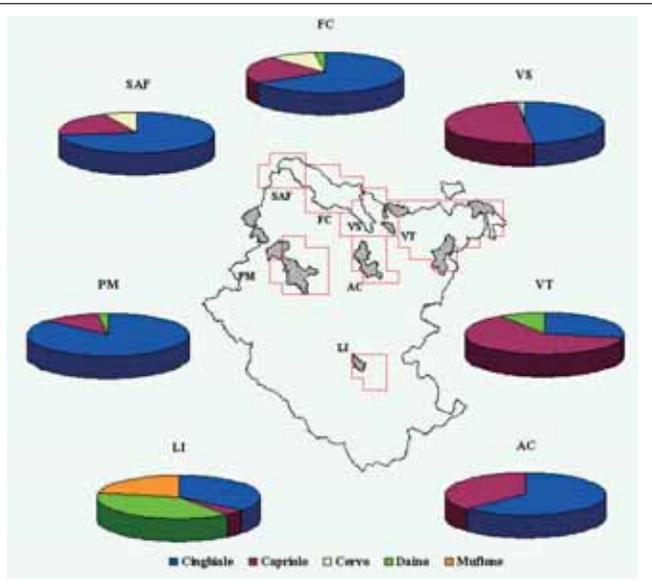
nel caso delle Foreste Casentinesi, a due-tre, come nel caso della Valtiberina.

Esaminando un totale di 4848 campioni, si è osservato che gli ungulati selvatici rappresentano la componente principale della dieta del predatore nella provincia (Figura 9.1) con un valore medio pari a circa il 91% del Volume Medio % (VMP), ed un range compreso tra l'86% e il 96% del VMP. Il bestiame domestico, invece, costituito soprattutto da pecore, ha rappresentato mediamente solo il 4,2% del VMP. Questo risultato è coerente con quanto osservato in altri studi sulla tendenza da parte del lupo a

**Fig. 9.1** - Uso di ungulati selvatici e domestici in sette unità di analisi di lupo della provincia d'Arezzo. Le sigle indicano (da sinistra a destra) le Foreste Casentinesi (FC), l'Alto Mugello (SAF), la Vallesanta (VS), il Pratomagno (PM), la Valtiberina (VT), l'Alpe di Catenaiola (AC) e il M. Lignano (LI).



**Fig. 9.2** - Utilizzo relativo delle diverse specie tra gli ungulati selvatici. In rosso sono evidenziate le unità di analisi (Le sigle delle aree come nella figura precedente).



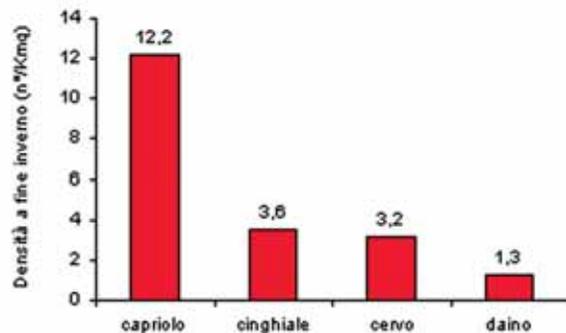
preferire gli ungulati selvatici ai domestici qualora i primi siano sufficientemente disponibili (Meriggi e Lovari 1996).

La restante parte della dieta è costituita prevalentemente da piccoli mammiferi, come la lepre e alcuni piccoli roditori, da vegetali e

da frutta. Raramente sono stati trovati resti di rifiuti all'interno degli escrementi.

A fronte di un pattern d'utilizzo degli ungulati selvatici rispetto ai domestici costante nelle sette unità di analisi, è stata riscontrata invece una notevole variabilità

**Fig. 9.3**- Densità media degli ungulati selvatici nelle Foreste Casentinesi, stimata a fine inverno prima delle nascite nel periodo dal 1988 al 1999 (Lovari et al. 2000; Orlandi L, Gualazzi S, Bicchi F relazione non pubblicata per il periodo 1999-2000; Amministrazione Provinciale di Arezzo relazione non pubblicata per il periodo 1989-1999).



nell'uso delle diverse specie di ungulati selvatici. Questo dato rispecchia la capacità plastica del lupo di adeguarsi a situazioni ambientali differenti ed è particolarmente interessante se si considera la dimensione relativamente piccola dell'intera area di studio.

Tra gli ungulati selvatici, la preda principale nella maggior parte dei casi è risultata il cinghiale, mentre di solito il capriolo rappresenta la specie secondaria (Figura 9.2).

Nelle aree con maggiore utilizzo del cinghiale, comunque, si passa da situazioni in cui la dieta è rappresentata quasi esclusivamente da questa componente, come in Pratomagno (79,2 % del VMP, Capitani et al., 2004), ad altre in cui invece la specie rappresenta una percentuale di poco superiore al 50%, come nell'Alpe di Catenaiola (53,8% del VMP, Lamberti P., 2004). In Vallesanta, le due specie hanno un ruolo pressoché paritario nella dieta del lupo, leggermente spostato a favore del capriolo.

In Valtiberina e Lignano è stata riscontrata una situazione del tutto diversa rispetto alle altre aree. Infatti, in Valtiberina la preda principale è il capriolo e anche l'uso del daino è risultato relativamente elevato, tanto

che i cervidi rappresentano circa il 62% del VMP contro il 24 % del cinghiale.

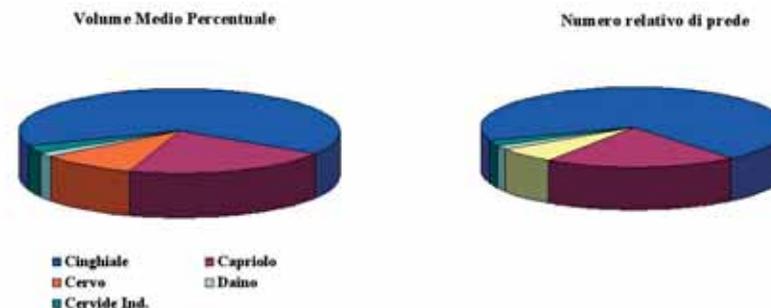
Nell'area di Lignano, invece, la preda principale è risultata il daino, con un proporzione d'uso poco superiore al cinghiale e al mufone, mentre è stato registrato un bassissimo utilizzo del capriolo (in accordo con la bassa densità della specie nell'area),

### 9.2. Uso e selezione delle prede in una comunità multi-specifica: il caso delle Foreste Casentinesi

Nel versante toscano delle Foreste Casentinesi è presente una ricca e abbondante comunità di ungulati selvatici di cui fanno parte il capriolo, il cinghiale, il cervo e il daino (Figura 9.3).

Il territorio è occupato da un branco di lupi che è stato monitorato fin dal 1988, ma più intensivamente dalla fine del 1992 all'Aprile 2000 (Centofanti e Crudele 1993, Apollonio et al. 2004b). La dieta di questo branco è stata analizzata nell'intero periodo di studio e valutata attraverso diversi indici di utilizzo (vedi metodi) in un campione di

**Fig. 9.4** - Proporzioni d'uso degli ungulati selvatici nella dieta del lupo nelle Foreste Casentinesi calcolate come Volume Medio Percentuale e Numero relativo di prede.



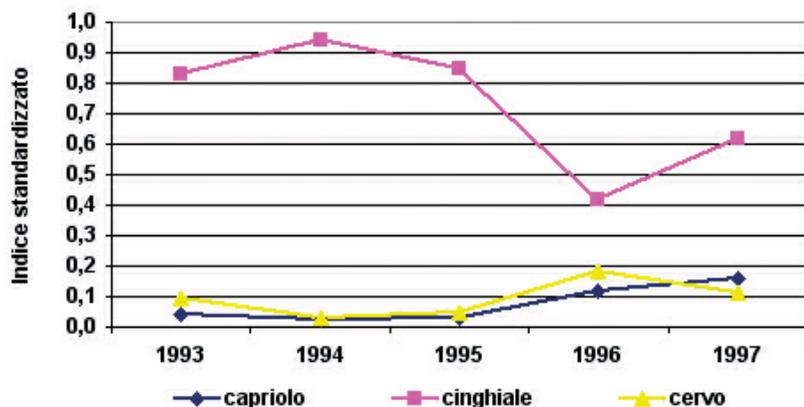


Fig. 9.5 - Confronto tra i valori dell'indice standardizzato  $B$  per le tre specie preda principali.

1862 fatte (Mattioli et al. 1995, Mattioli et al. in prep.). Per il campione raccolto nel periodo Novembre 1992-Dicembre 1997 sono stati calcolati anche la biomassa e il numero relativo di prede delle specie di ungulati selvatici.

Il cinghiale è risultato la specie preda principale, rappresentando mediamente circa i due terzi della dieta sia come VMP sia come biomassa e numero relativo di prede, NRP (Figura 9.4).

La seconda specie in ordine d'importanza è risultata il capriolo, in media il 19% del VMP, seguita dal cervo (9%). Poiché il peso medio dei cervi predati è notevolmente maggiore di quello dei caprioli, le due specie hanno rappresentato una stessa quantità di biomassa, pari a circa il 14%. L'uso del daino è risultato invece molto basso (1,9% del VMP di media), inferiore anche a quello dei domestici.

Nel periodo Novembre 1992-Dicembre 1997, è stato possibile valutare l'uso degli ungulati selvatici nella dieta del lupo mediante il calcolo del numero relativo di prede (NRP). Questo è stato confrontato con

la loro abbondanza relativa nella comunità di ungulati, calcolando l'indice di selezione di Manly  $w$  con i valori di numero relativo di prede e di densità media annua (vedi capitolo 5). Per tutto il periodo di studio è stata osservata una selezione positiva del cinghiale ovvero un uso maggiore rispetto alla disponibilità relativa nella comunità di ungulati ( $w$  medio  $\pm ds = 5,7 \pm 3,9$ ). Il capriolo, invece, è risultato sempre selezionato negativamente ovvero utilizzato in misura minore rispetto alla sua disponibilità ( $w$  medio  $\pm ds = 0,4 \pm 0,2$ ). Lo stesso si può dire per il cervo, ad eccezione che nel 1996, in cui non c'è stata selezione significativa ( $w$  medio  $\pm ds = 0,5 \pm 0,2$ ). Per meglio confrontare l'indice  $w$  tra le categorie di risorse disponibili, è stato calcolato l'indice standardizzato  $B$ , che esprime l'indice di selezione di una categoria in relazione a tutte le categorie (Figura 9.5).

Si può osservare dalla figura come la selezione sia stata molto forte per quasi tutti gli anni, con valori prossimi agli estremi di selezione positiva ( $B = 1$ ) per il cinghiale e negativa ( $B = 0$ ) per il capriolo e il cervo. I flessi delle curve nel 1996 indicano che in

Tabella 9.1 - Ripartizione in coorti nella classe d'età "< 1 anno" da Gennaio a Dicembre, assumendo il periodo delle nascite da Marzo a Agosto.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Anno X-1			nascite X-1									
Anno X			nascite X									

Individuo < 1 anno, coorte X-1      Individuo > 1, coorte X-1      Individuo < 1 anno, coorte X

quell'anno c'è stata un uso più vicino alla disponibilità per le tre specie.

Il Volume Medio Percentuale è risultato correlato con il NRP per il cinghiale, il capriolo e il cervo, quindi tale indice è stato utilizzato per valutare la selezione sull'intero periodo 1989-2000, includendo gli anni per i quali non è stato possibile calcolare il NRP a causa della mancanza di dati sulla struttura di popolazione. Nel caso del cinghiale e del capriolo si è avuta una conferma dei risultati ottenuti col NRP per tutti gli anni, con l'eccezione dell'assenza di selezione del capriolo nel 1989.

L'utilizzo prevalente del cinghiale tra gli ungulati selvatici è stato osservato in diverse aree appenniniche (Meriggi e Lovari 1996, Ciucci et al. 1996), ed è stato attribuito a una maggiore vulnerabilità della specie legata ai seguenti fattori:

- la tendenza a formare grossi gruppi familiari che sarebbero più facilmente individuabili;
- la tendenza a compiere movimenti regolari tra le aree di riposo e quelle di alimentazione;
- la presenza nei gruppi di un'elevata percentuale di individui al di sotto di 1 anno d'età, che diventano più vulnerabili dal momento in cui le madri sono impegnate nell'accudire la nuova coorte di piccoli.

Sulle Alpi e in Europa nord-orientale, invece, è stato evidenziato un maggior utilizzo dei cervidi, in particolare il cervo e il capriolo nelle aree alpine (Gazzola et al. 2005), il cervo in Polonia (Jedrzejewski et al. 2000, Nowak et al. 2005, Smetana 2005), il capriolo in Germania (Ansorge et al. 2006), l'alce e il capriolo in Scandinavia (Ollson et al. 2007), e infine l'alce e la renna (*Rangifer tarandus fennicus*) in Finlandia (Kojola et al. 2004).

### 9.3. Uso e selezione delle classi di età negli ungulati selvatici: Lupo e cinghiale nelle Foreste Casentinesi

L'analisi approfondita dei frammenti di ossa ricavati dalle fatte raccolte tra il Novembre 1992 e il Dicembre 1997 nelle Foreste Casentinesi (Mattioli et al. in preparazione) ha consentito di attribuire a una classe di peso della preda circa il 41% degli escrementi ( $n = 814$ ) contenenti resti di cinghiale. Tali classi comprendono nove categorie che variavano da "<3 kg" a "> 40 kg", distanziate da un intervallo di 5 kg tra i 3 e i 38 kg.

Altre 38 occorrenze di cinghiale sono

**Tabella 9.2** - Selezione annuale della coorte X del cinghiale rispetto alle classi della Coorte X-1 e degli adulti.

Anni (Marzo x - Febbraio x+1)	Giovani nella dieta (Coorte X)	Giovani nella dieta (Coorte X-1)	Adulti nella dieta (> 35 Kg)	N	Giovani nella popolazione (Coorte X)	N	Indice di selezione di Manly (w)
1988-1992	0,67	0,24	0,09	77	0,59	267	1,14
1993	0,66	0,25	0,08	98	0,47	230	1,40 **
1994	0,57	0,35	0,08	101	0,53	171	1,08
1995	0,74	0,21	0,05	73	0,48	512	1,54 **
1996	0,33	0,58	0,09	32	0,51	513	0,65
Media/totale	0,59	0,33	0,08	381	0,52	1693	

\*\* Significativo per  $\alpha = 0,01$

state classificate in base alle caratteristiche del pelo e assegnate alla classe dei nuovi nati (<10 kg) o degli adulti (> 40 kg). La restante parte del campione non classificato è stata ridistribuita proporzionalmente nelle classi di peso tra gli 11 e i 35 kg.

Le classi di peso sono state associate alle classi di età scegliendo come soglia degli individui di età inferiore a un anno il peso di 35 kg.

Inoltre, si è tenuto conto del fatto che, poiché la stagione delle nascite per il cinghiale è dilazionata nel tempo (in media da Marzo a Agosto), in ogni anno X possono esserci due classi d'individui al di sotto dell'anno di età che non appartengono però alla stessa coorte (vale a dire alla stessa generazione), essendo nati o nell'anno biologico X (Coorte X) o in quello precedente (Coorte X-1). Da Marzo ad Agosto dell'anno X, quindi, sono presenti gli individui della coorte x, di pochi mesi e al di sotto di un certo peso, insieme agli individui della coorte X-1 che, in modo dilazionato, nel corso di questo periodo compiono 1 anno di età e raggiungono un peso di 30-40 kg (Tabella 9.1).

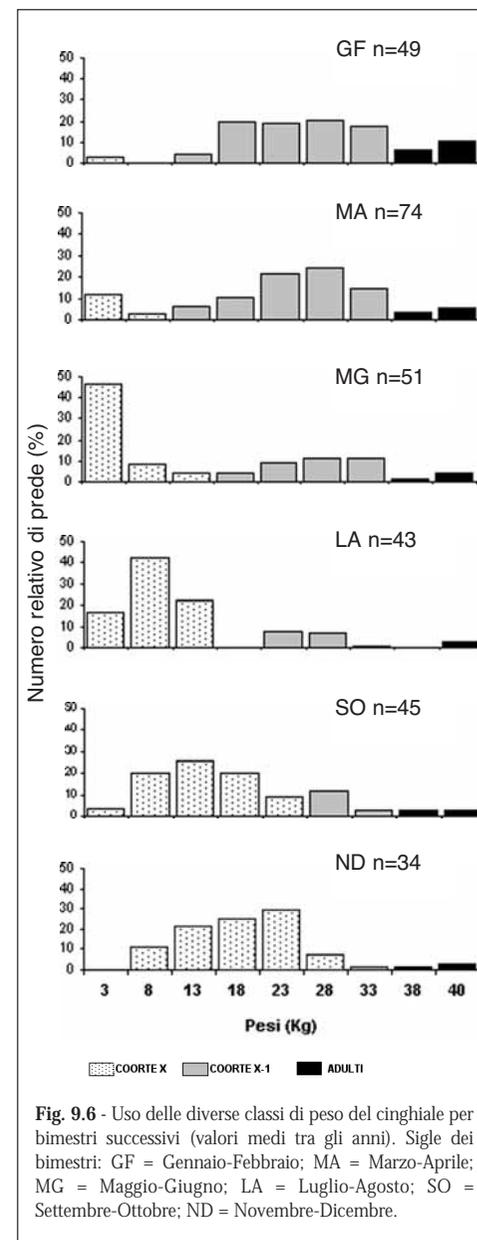
L'utilizzo del cinghiale è stato analizzato secondo le classi di peso e di età descritte, mentre la selezione all'interno della specie è stata valutata soltanto per la coorte X e le

coorti X-k (k = 1, ...n), a causa dell'impossibilità di distinguere più di una coorte tra i cinghiali osservati.

In generale, le classi di peso più utilizzate sono risultate essere quelle al di sotto dei 35 kg. Nel periodo novembre 1992 - dicembre 1997 i campioni con resti di cinghiale di peso < 35 Kg sono risultati pari all'88,2 % del VMP, e al 92,2 % del Numero relativo di prede (NRP).

Un risultato abbastanza simile è stato osservato in altre aree della Provincia d'Arezzo, come l'Alpe di Catenaiola (Alboni 2004) e il Pratomagno (Capitani et al. 2004), dove i campioni con resti di cinghiale < 35 Kg sono risultati pari all'81,0 % del VMP (n=240) e al 76,5 % (n= 310), rispettivamente.

Nelle Foreste Casentinesi, la percentuale dei nuovi nati di cinghiale (coorte X) nella dieta del lupo nel periodo 1993-1996 è variata negli anni tra 32,7 e 73,6 % come NRP, mentre quella dei soggetti nati nel precedente anno (coorte X-1) tra 20,9 e 58,1%. Relativamente costante negli anni è risultata la percentuale di soggetti adulti (> 35 Kg) che è variata tra 5,4 e 9,2 %. L'indice di selezione è stato calcolato per la sola coorte X, l'unica distinguibile con certezza dal resto della popolazione: si è osservata una selezione positiva della coorte X solo in due



**Fig. 9.6** - Uso delle diverse classi di peso del cinghiale per bimestri successivi (valori medi tra gli anni). Sigle dei bimestri: GF = Gennaio-Febbraio; MA = Marzo-Aprile; MG = Maggio-Giugno; LA = Luglio-Agosto; SO = Settembre-Ottobre; ND = Novembre-Dicembre.

(1993 e 1995) degli anni in cui era disponibile un campione sufficiente per l'analisi (Tab. 9.2).

La mancanza di selezione significativa in alcuni anni è dovuta non tanto a un aumento dell'uso della classe degli adulti in quegli anni, quanto al diverso rapporto di uso delle due coorti X e X-1 di soggetti < 1 anno.

Analizzando il pattern d'uso delle classi di peso per bimestri, si osserva come la frequenza delle diverse classi di peso sia molto variabile durante il corso l'anno (Figura 9.6). L'uso dei nuovi nati di cinghiale ha evidenziato un chiaro trend. In marzo-aprile gli striati (0-10 Kg) sono risultati poco utilizzati (14,9 % del n° relativo di individui: media ponderata), mentre le classi più utilizzate sono i soggetti delle classi di peso tra 11 e 35 Kg, appartenenti alla coorte X-1 (74,1%). In maggio-giugno l'utilizzo dei nuovi nati (0-15 Kg) è stato in media pari al 59%, poco superiore alla loro disponibilità nella popolazione, mentre il restante 37% è ancora costituito dai soggetti di medio peso dell'anno precedente.

A partire da luglio-agosto il lupo utilizza prevalentemente ed in misura sempre superiore all'80% i soggetti dell'anno.

La tendenza osservata nell'uso stagionale delle classi di peso è stata confermata dall'analisi della selezione relativa alle classi d'età (Figura 9.7).

Nella figura si può osservare che la selezione della coorte X varia nel corso dell'anno, ed è negativa ( $w < 1$ ) nel primo bimestre del ciclo biologico, e diventa sempre positiva ( $w > 1$ ) a partire da Luglio-Agosto, con valori elevati negli ultimi bimestri.

In particolare, la selezione negativa nel bimestre Marzo-Aprile è risultata

**Tabella 9.3** - Selezione della classe dei giovani (< 1 anno) nel cervo dal 1993 al 1997, in base al Numero relativo di prede.

Anni	Giovani nella dieta	Giovani nella popolazione	n	Indice di selezione di Manly (w)
93-94	0,91	0,25	21	3,6 **
94-95	0,88	0,25	11	3,5 **
95-96	0,57	0,24	11	2,4
96-97	0,91	0,22	14	4,1 **
Media/totale	0,82	0,24	57	

\*\* Significativo per  $\alpha = 0,01$

sempre significativa. Nel bimestre Maggio-Giugno è stata verificata una selezione positiva significativa solo nel 1995 e nel 1996.

Nei restanti bimestri è stata osservata una selezione positiva significativa nel 1993 e nel 1995.

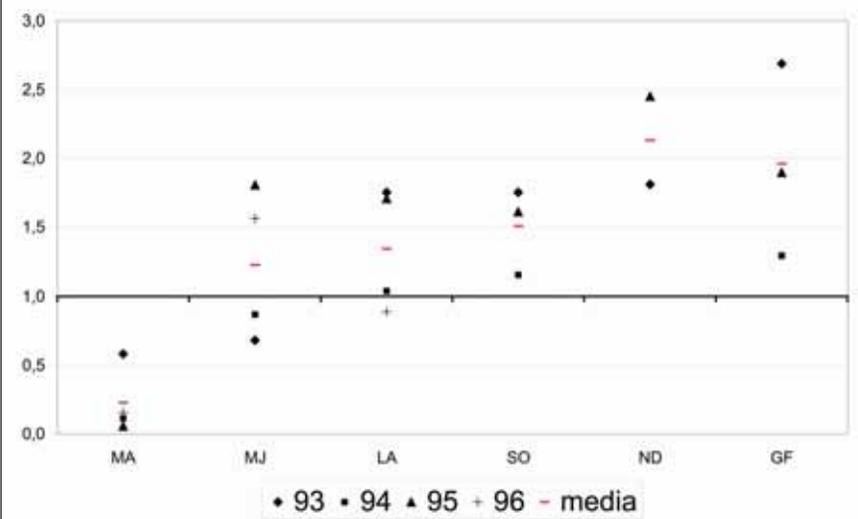
Sulla base dei valori di numero relativo delle prede per le diverse classi di peso è stato possibile stimare il peso medio dei cinghiali utilizzati nel periodo novembre 92-dicembre 97: esso è stato pari a 20,3 Kg, con

valori minimi in luglio-agosto (12,2 Kg) e massimi in gennaio-febbraio (27,6 kg).

#### 9.4. Uso e selezione delle classi di età negli ungulati selvatici: Lupo e cervo nelle Foreste Casentinesi

Nel periodo novembre 1992-dicembre 1997, sono stati rinvenuti resti di cervo in

**Fig. 9.7** - Selezione delle Coorte X (Indice di Manly) per bimestri per gli anni 1993-1996. Sigle dei bimestri come in Fig. 9.6



123 escrementi; di questi in 73 casi (59,3%) è stato possibile attribuire l'età (> 0 < 1 anno) sulla base dei resti ossei (55% dei casi) e delle caratteristiche del pelo nel periodo estivo prima del cambio autunnale (45%). Sul campione di 60 escrementi riferiti al solo periodo maggio-ottobre a cui è stata attribuita l'età i cerbiatti sono risultati il 76,9% del VMP, l'82,9 % del NRP. Nei quattro anni in cui la dimensione del campione è risultata >10 (dal 1993 al 1996), nel periodo maggio-ottobre la percentuale di cerbiatti sul totale dei cervi utilizzati è variata tra il 57% ed il 91% del NRP.

La percentuale dei cerbiatti nella popolazione di cervo, calcolata come media tra il valore subito dopo le nascite e quello autunno-invernale, è risultata relativamente costante, oscillando tra il 22 ed il 26%. Anche per il cervo quindi si evidenzia una

forte selezione positiva da parte del lupo verso i soggetti di pochi mesi di vita. L'indice di selezione di Manly, calcolato in base all'NRP è risultato significativo per gli anni 93-94, 94-95 e 96-97 (Tabella 9.3).

Il peso medio dei cervi consumati dal lupo nel periodo novembre 1992-aprile 2000 è risultato pari a 47,9 Kg.

#### 9.5. Il lupo e il capriolo in Provincia d'Arezzo

L'uso del capriolo da parte del lupo è stato analizzato e messo a confronto in diverse aree della Provincia d'Arezzo: Foreste Casentinesi, Alto Mugello (SAF), Vallesanta, Pratomagno e Valtiberina (Mattioli et al. 2004). Per la sola area delle Foreste Casentinesi è stato possibile valutare anche la selezione della specie rispetto alla sua disponibilità.

**Tabella 9.4** - Confronto tra le aree per l'utilizzo della classe dei giovani (< 1 anno) di capriolo, secondo diversi indici. Sigle delle aree come in Figura 9.8.

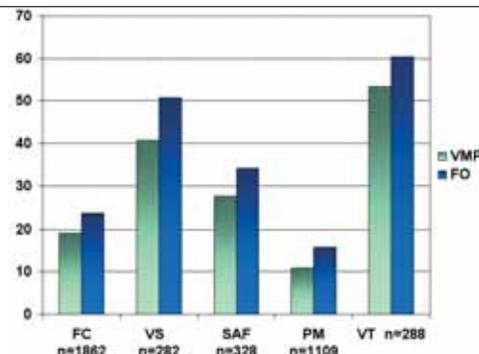
Indice	FC	SAF	VS	PM	VT
VMP (%)	51,0	44,8	64,5	54,4	60,5
Bio (%)	43,2	32,0	50,4	42,0	54,2
NRP (%)	62,2	52,5	66,9	65,1	69,4
N	444	113	97	203	174

**Tabella 9.5** - Selezione della classe dei giovani (< 1 anno) nel capriolo, dal 1993 al 2000, in base al numero relativo di prede (NRP), nelle foreste casentinesi.

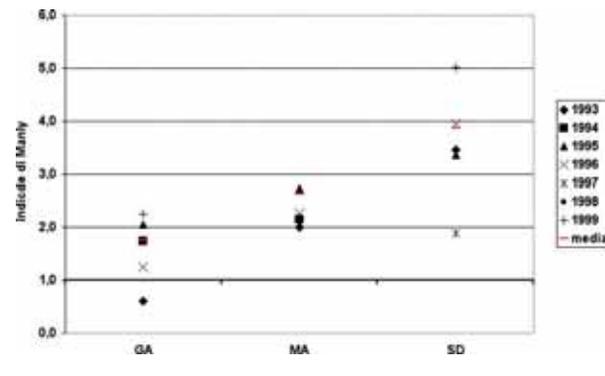
Anni	Giovani nella dieta	Giovani nella popolazione	N.	Indice di selezione di Manly (w)
1988-1992	0,71	0,35	57	2,01**
1993-94	0,68	0,31	28	2,21**
1994-95	0,70	0,29	36	2,43**
1995-96	0,69	0,30	23	2,29**
1996-97	0,64	0,29	29	2,23**
1997-98	0,47	0,26	12	1,80**
1998-99	0,59	0,25	16	2,34
1999-00	0,63	0,24	37	2,66*
Media/Totale	0,63	0,28	238	

\* Significativo per  $\alpha = 0,05$ ; \*\* Significativo per  $\alpha = 0,01$

**Fig. 9.8** - Valori medi di uso del capriolo nel periodo di studio, espressi come Volume Medio Percentuale (VMP) e Frequenza di Occorrenza (FO) nelle cinque aree di analisi. Sigle delle aree: Foreste Casentinesi (FC), Mugello (SAF), Pratomagno (PM), Vallesanta (VS), Valtiberina (VT).



**Fig. 9.9** - Selezione stagionale della classe dei giovani (< 1 anno) di capriolo nelle Foreste Casentinesi dal 1993 al 1997. (Stagioni: MA = Maggio-Agosto, SD = Settembre-Dicembre, GA = Gennaio-Aprile).



L'identificazione delle classi di età del capriolo si è basata sulle caratteristiche del mantello da Giugno fino a Luglio, mentre per il resto gli individui al di sotto e al di sopra di 1 anno di età sono stati discriminati in base al grado di sutura delle ossa e di chiusura delle epifisi. Gli individui <1 anno di età sono stati classificati in 7 categorie di peso tenendo conto: 1) del mese di ciascuna fatta e 2) di una curva di accrescimento corporeo derivata dalla regressione dei pesi di 35 piccoli di capriolo abbattuti nell'area non protetta delle Foreste Casentinesi, dal 1 Agosto al 15 marzo. Le sette categorie sono state così definite: 3,4 kg in Giugno, 6,5 kg in Luglio-Agosto, 10,8 kg in

Settembre-Ottobre, 14,1 kg in Novembre-Dicembre, 17 kg in Gennaio-Febbraio, 19,5 kg in Marzo-Aprile e 21,9 kg nel Maggio successivo. Per gli adulti è stata assunta un'unica classe di peso pari a 24 kg.

Il capriolo è risultata una specie preda secondaria nella maggior parte delle unità d'analisi, ad eccezione della Valtiberina, dove è risultata la preda principale. Mediamente, l'uso del capriolo è risultato molto basso in Pratomagno, più elevato nelle Foreste Casentinesi e nel Mugello, per raggiungere poi valori paragonabili a quelli del cinghiale in Vallesanta e addirittura superiori in Valtiberina (Figura 9.8).

In ciascun unità, il suo utilizzo ha subito delle variazioni negli anni: infatti, i valori annuali di VMP sono risultati compresi tra il 10,6% e il 34,5% nelle Foreste Casentinesi, l'11,7% e il 31,8% nella SAF, il 34,4% e il 44,9% in Vallesanta 6,8% e 13,9% in Pratomagno, e tra il 49,6% e il 56,1% in Valtiberina.

Nelle foreste Casentinesi l'uso del capriolo ha mostrato una tendenza statisticamente significativo dal 1988 al 2000, con un declino nei primi quattro anni e un successivo incremento dal 1992 (Analisi di regressione, modello quadratico:  $Y = 0,544 - 1,24 * X + 0,97 * X^2$ ,  $R^2 = 0,68$ ,  $F = 9,81$ ,  $p = 0,005$ ).

L'utilizzo del capriolo ha mostrato andamenti stagionali simili tra tutte le aree (Coefficiente di concordanza di Kendall,  $W = 0,888$ ,  $p < 0,01$ ). Infatti, i valori più elevati di utilizzo sono stati riscontrati in estate, in tutte le aree ad eccezione della Valtiberina, e in inverno, eccetto in Mugello.

Nelle Foreste Casentinesi il capriolo è risultato selezionato negativamente in modo significativo, sia considerando l'NRP nel periodo Novembre 1992-Dicembre 1997, sia il VMP dal 1990 al 2000 (vedi Figura 9.5). I dati sulla consistenza relativa del capriolo in Mugello e in Pratomagno suggeriscono una tendenza alla selezione negativa della specie anche in queste aree.

Considerando l'uso delle classi di età, si è osservato che, in tutte le aree, gli individui < 1 anno di età sono stati utilizzati in percentuali superiori al 50% sia in VMP sia in NRP (Tabella 9.4). Nelle Foreste Casentinesi è stato possibile verificare la selezione positiva della classe dei giovani nel periodo 1993-2000, che è risultata significativa in tutti gli anni eccetto il 1997-98 (Tab. 9.5).

La selezione dei giovani è rimasta elevata nel periodo di studio, nonostante il numero di piccoli per femmina osservati da Ottobre a Marzo sia diminuito.

Per valutare l'uso stagionale dei giovani

di capriolo, ogni anno è stato diviso in tre stagioni: estate (Maggio-Agosto), autunno (Settembre-Dicembre) e inverno (Gennaio-Aprile). I giovani sono stati utilizzati più degli adulti in estate e autunno in tutte le aree, mentre in inverno solo in Vallesanta e Valtiberina.

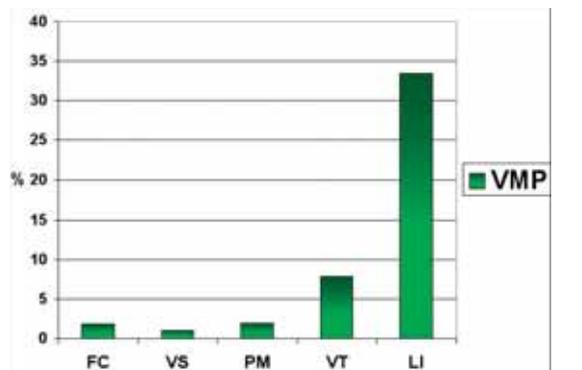
Nelle aree dove l'uso della specie è più elevato, dunque, i giovani sono maggiormente utilizzati tutto l'anno. Nelle Foreste Casentinesi, la selezione dei giovani è risultata elevata in estate (2 anni su 4 con campione sufficiente alla valutazione) e ancora di più in autunno (4 anni su 7 con campione sufficiente) (Figura 9.9).

La proporzione d'uso delle diverse classi di peso dei giovani è variata coerentemente tra le aree, diminuendo con l'aumentare del peso (Coefficiente di Concordanza di Kendall,  $W = 0,5$ ,  $p < 0,05$ ), ma se si esclude la Valtiberina, la concordanza tra le aree aumenta ( $W = 0,8$ ,  $p < 0,01$ ). Le classi di 3,4 kg e 6,5 kg sono risultate le più utilizzate in tutte le unità d'analisi. Il peso medio dei caprioli utilizzati dai lupi è risultato comparabile tra tutte le aree: 15,9 kg nelle Foreste Casentinesi, 16,8 nell'alto Mugello, 16,0 in Vallesanta, 14,4 kg in Pratomagno, e 16,0 in Valtiberina.

L'uso del capriolo non è risultato correlato con la sua densità in nessuna area; tuttavia in Valtiberina, dove la densità della specie è maggiore, su un campione di soli tre anni, le due variabili hanno esibito tendenze simili.

Confrontando le aree tra loro, è stata riscontrata una differenza significativa tra l'uso della specie e la percentuale di boscosità in ciascun area (Coefficiente di Correlazione di Spearman,  $r_s = -0,900$ ,  $p < 0,05$ ). In effetti, il maggior utilizzo del capriolo in Vallesanta e Valtiberina potrebbe essere in parte spiegato dalla tipologia di paesaggio che distingue queste aree, caratterizzate da un mosaico di pascolo e bosco. Il capriolo, che è ritenuto una preda "difficile"

**Fig. 9.10** - Uso del daino (VMP) da parte del lupo nelle aree di compresenza delle due specie. Sigle delle aree: Foreste Casentinesi (FC), Lignano (LI), Pratomagno (PM), Vallesanta (VS), Valtiberina (VT).



le" in ambiente boschivo, in quanto solitaria, nelle aree aperte tende ad aggregarsi (Gerard et al. 1995). L'alternanza di pascolo e bosco, dunque, potrebbe favorire la concentrazione di più individui nelle aree aperte, rendendoli più vulnerabili alla predazione (Hebblewhite e Pletscher 2002) in quanto facilmente localizzabili e avvicinabili dal predatore senza che sia visto.

Nelle restanti unità d'analisi, la specie è risultata secondaria così come in altri studi italiani e europei (Meriggi et al. 1996, Ciucci et al. 1996, Jedrzejewski et al. 2000, Smietana 2005). Tale risultato potrebbe essere legato alla presenza di prede alternative più vantaggiose, in termini di biomassa ottenuta per sforzo di caccia, come ad esempio il cinghiale per molti studi italiani e il cervo nelle aree di studio est-europee.

Al contrario, il capriolo è risultato fortemente selezionato in Svezia (Olsson et al. 1997), dove la preda alternativa è rappresentata dall'alce, che fornisce una quantità molto più elevata di carne, ma è meno vulnerabile.

### 9.6. Uso del daino e del muflone da parte del lupo in Provincia d'Arezzo

In Provincia d'Arezzo, il muflone e il daino hanno un areale di distribuzione frammentato in cui le specie sono presenti a densità differenti (vedi Capitolo 3).

La maggior parte dell'areale del daino è compreso nell'area di distribuzione del lupo. La specie è infatti presente nelle Foreste Casentinesi, in Vallesanta, nella porzione meridionale del Pratomagno, in Valtiberina, in particolare nel versante sud dell'Alpe della Luna, e a Lignano. In queste ultime due aree l'utilizzo del daino è risultato il più elevato (Figura 9.10).

In base a quanto osservato nei distretti di caccia di selezione, la densità del daino a Lignano sembrerebbe inferiore sia a quella del Pratomagno sia a quella dell'Alpe della Luna. Tuttavia nell'area di Lignano è presente un'azienda agriturismo-venatoria nella quale la specie è presente con alta densità. Le osservazioni effettuate durante lo snow-tracking e il ritrovamento di predazioni lungo la recinzione dell'azienda, anche all'interno di essa, suggeriscono che la fauna presente

nell'azienda rappresenti una risorsa trofica importante per il lupo e che la recinzione stessa possa favorire gli eventi di predazione. Infatti, da un lato la recinzione costituisce un ostacolo contro cui il predatore può stringere le sue prede; dall'altro nella rete sono presenti numerose aperture utilizzate dagli animali nei due sensi ed è possibile che il predatore attacchi le prede quando si avvicina ad esse.

In Pratomagno e Alpe della Luna meridionali le densità del daino nei distretti di caccia sono risultate simili, ma l'utilizzo della specie da parte del lupo nelle due aree appare sostanzialmente diverso. Anche in questo caso il maggior utilizzo della specie in Valtiberina potrebbe essere legato alla sua tendenza a formare grossi raggruppamenti in alcune aree, in particolare quelle di pascolo, dove risulta più facilmente localizzabile. Una situazione simile è stata osservata anche nelle Foreste Casentinesi.

Nel versante romagnolo, infatti, dove sono presenti ampie aree di pascolo in cui i daini si concentrano per il foraggiamento, l'uso della specie ha raggiunto circa il 19%, come riportato da Meriggi et al. (1996). Nel versante toscano, invece, dove l'ambiente è prevalentemente boschivo, il daino viene scarsamente utilizzato (Mattioli et al. in preparazione), come si osserva in Figura 9.10.

Nonostante l'esiguo campione, è stato possibile rilevare una tendenza al maggior utilizzo delle classi giovanili (in media l'80% del NRP). In quest'area, infatti, la stima del peso medio dei daini consumati nel periodo 1993-1997 è risultata pari a 28,6 Kg.

Il muflone è presente nell'area di distribuzione del lupo solo nel sito di nuova colonizzazione di Lignano. Lo studio preliminare effettuato in quest'area indica un utilizzo del muflone intorno al 20% della dieta, per l'anno 2003-04, e un incremento di questo valore per l'anno successivo. Per questa specie è stata evidenziata solo una lieve differenza

nell'uso delle classi di età (52,3% di adulti contro 47,3 % di giovani).

L'impatto della predazione, come fattore di mortalità aggiuntivo rispetto alla caccia di selezione, sembra aver provocato una forte flessione della popolazione di muflone in quest'area.

Infatti, la consistenza stimata nella primavera 2005 è stata pari a circa un terzo rispetto a quella dell'anno precedente. Il muflone è risultato particolarmente vulnerabile alla predazione anche in altre aree dove le due specie coesistono, come il Parco del Mercantour (Alpi francesi, Poulle et al. 1999) e il Parco dell'Orecchiella (provincia di Lucca, Ciucci et al. 1996). Inoltre, sebbene non siano disponibili dati al riguardo, è possibile che anche i gruppi di mufloni introdotti nelle Foreste Casentinesi e in Pratomagno si siano estinti proprio a causa della predazione da parte del lupo. Nell'area di Lignano, l'incidenza esercitata dalla predazione è stata rilevante anche in considerazione del fatto che la consistenza iniziale della comunità di mufloni non era elevata.

### 9.7. Conclusioni

Lo studio delle abitudini alimentari dei branchi di lupo distribuiti in Provincia d'Arezzo ha confermato uno degli aspetti caratteristici della specie: la sua plasticità. Questa caratteristica è ampiamente nota nel raffronto tra le diverse zone dell'areale mondiale della specie, e anche a livello italiano, ma risulta interessante che si manifesti anche ad una scala piccola come quella provinciale.

La variabilità dei contesti osservati ha consentito di trarre utili indicazioni sui fattori che possono determinare l'utilizzo e la selezione delle prede da parte del lupo.

Un aspetto rilevante che sembra emergere dai risultati ottenuti è che l'uso delle spe-

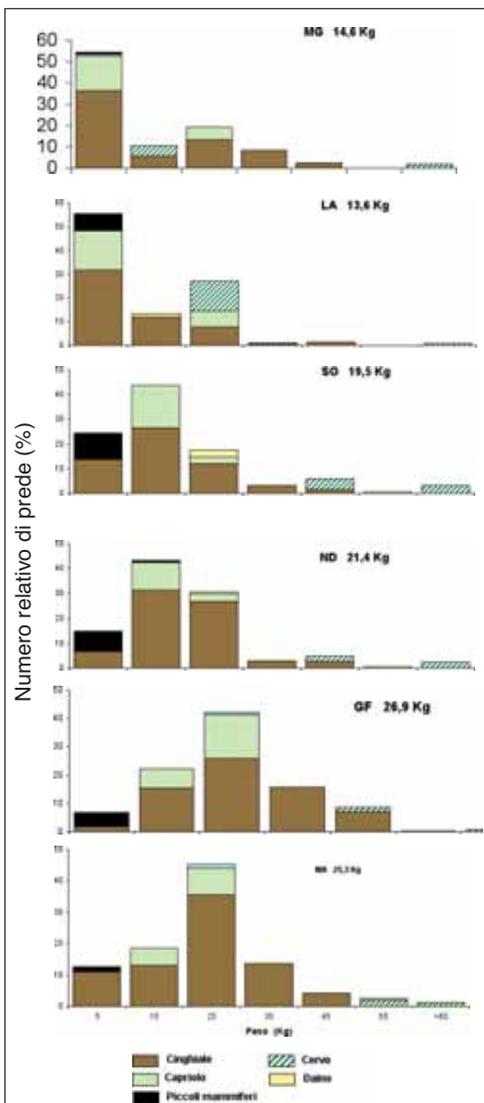


Fig. 9.11 - Uso annuale degli ungulati e dei piccoli mammiferi da parte del lupo, espresso come NRP in funzione delle classi di peso, intervalli di 10 kg (Mattioli et al. in prep.). I bimestri sono considerati a partire da Gennaio-Febbraio, e per ognuno di essi è indicato il peso medio tra il totale delle prede.

cie preda non dipende dalla loro densità assoluta, ma dal rapporto costi-benefici che rende più vantaggioso il loro utilizzo.

Questo sembra essere determinato, per ciascuna classe di preda, dalla sua disponibilità e vulnerabilità relativamente alle altre, e dalla biomassa fornita. Per classe di preda si intende una combinazione specie-età, in quanto, come osservato per il branco delle Foreste Casentinesi, la selezione avviene sia a livello di specie sia di classe d'età al suo interno.

- La disponibilità, la vulnerabilità e la biomassa di ciascuna classe dipendono dal ciclo biologico della specie e possono variare nel corso dell'anno, e di conseguenza può cambiare la scelta della preda.

La Figura 9.11 mostra la variazione nell'uso delle prede in base al loro peso medio nel corso dell'anno, e il contributo delle specie preda principali alle classi di peso utilizzate.

- È importante sottolineare il valore relativo della disponibilità e della vulnerabilità, che per una stessa specie possono variare in rapporto alle prede alternative e alle condizioni ambientali. In questo studio, ne sono un esempio il differente uso sia del capriolo sia del daino nelle diverse unità d'analisi.

Infine, nel rapporto preda-predatore, la selezione di una preda può essere determinata anche dalla struttura della popolazione del predatore. Inoltre, anche lo stadio di colonizzazione del territorio da parte del predatore (popolamento stabile o fase di colonizzazione) potrebbe influenzare le scelte trofiche dei lupi.



Fig. 9.12 - I soggetti adulti di cervo, in particolare i maschi, sono poco utilizzati dal lupo perché meno vulnerabili di altre classi di ungulati

## 10. Il lupo e l'attività zootecnica

Andrea Gazzola

### 10.1. Introduzione

Ancora oggi, come nel passato, il principale movente dell'irriducibile conflitto uomo-lupo è da attribuire al comune interesse per la medesima risorsa alimentare (selvaggina e bestiame domestico). Le persecuzioni attuate dai bracconieri sono un fattore che mette a rischio la sopravvivenza della specie, sebbene quest'ultima sia attualmente in fase d'espansione numerica e di ricolonizzazione dell'areale pregresso.

La ricomparsa del lupo in aree in cui la persecuzione dell'uomo ne aveva determinato la scomparsa per lunghi periodi di tempo trova le attività pastorali locali impreparate a fronteggiare il suo ritorno determinando complessi e rilevanti problemi per le prospettive future della specie.

Nonostante il lupo sia riconosciuto come una delle priorità conservazionistiche e gestionali del nostro Paese (rientra tra le specie particolarmente protette dalla legge n.157 dell'11 febbraio 1992, ed è inserito nel D.P.R. n. 357 dell'8 settembre 1997 tra le specie che richiedono una tutela rigorosa), la mortalità indotta dall'uomo risulta elevata e si presenta in Italia come il fattore più importante nel controllare la consistenza locale delle popolazioni di lupo (Ciucci e Boitani 1998a).

Il conflitto esistente tra il predatore e le attività zootecniche sembra essere uno dei fattori più importanti nel determinare il verificarsi di continui episodi di persecuzione nei confronti del lupo. Dall'analisi della distribuzione degli esemplari ritrovati uccisi

negli ultimi venti anni su tutto il territorio nazionale, Duprè (1996) ha riscontrato che la probabilità di un lupo di essere ucciso risulta maggiore nei luoghi dove è più elevata la densità di ovini. Per limitare il continuo ricorso alle uccisioni illegali è opportuno avere una corretta visione del problema che consenta di trovare soluzioni tali da ridurre le forti tensioni ora esistenti e permettere così la possibile convivenza tra il carnivoro e le attività pastorali.

In Nord America, l'impatto predatorio dei carnivori sulla zootecnia ha portato ad un continuo ed accurato monitoraggio del fenomeno ed alla sperimentazione di tecniche diverse per limitare i danni al bestiame domestico.

I programmi di controllo hanno fatto uso anche di tecniche definite "letali". La più diffusa consisteva nel mettere nelle vicinanze delle aree di pascolo apposite trappole, e nel sopprimere i lupi eventualmente catturati mediante pratiche "indolore"; tale metodo non si è rivelato però particolarmente efficace, e risultava avere costi elevati (Fritts et al. 1992).

Altro sistema impiegato che portava all'uccisione del predatore (in questo caso gli studi sono stati condotti sul coyote) era l'applicazione alle specie allevate di un collare contenente sostanze altamente tossiche (Burns et al. 1996); tale metodo risultava tuttavia di difficile applicazione.

I metodi di controllo che non portano all'uccisione del predatore sono risultati quelli più idonei nel ridurre i danni da predazione. Non esiste uno strumento di difesa



migliore in assoluto; la scelta di un metodo specifico o la messa in opera di più sistemi di prevenzione deve essere valutata in base alle diverse realtà.

In Minnesota l'utilizzo di deterrenti passivi quali luci intermittenti e sirene nelle vicinanze delle aree di pascolo hanno portato all'allontanamento dei lupi, mentre il condizionamento organolettico (Gustavson 1982), oltre a richiedere uno sforzo e un impegno di applicazione, non è risultato efficace (Fritts et al. 1992).

Particolarmente efficace nel ridurre i livelli di predazione è stato l'impiego di cani da pastore, che si è dimostrato un sistema pratico, applicabile ad un'ampio spettro di situazioni. Green e Woodbruff (1988) hanno condotto una ricerca su scala nazionale sull'efficacia delle varie razze di cani da guardiania nel ridurre la predazione. Da tale studio emerse che il Cane dei Pirenei, il Komondor, l'Akbash, il Pastore dell'Anatolia e il Pastore Maremmano-Abruzzese sono le razze più efficaci a questo scopo. Coppinger ed altri (1983) evidenziarono che il Pastore Maremmano-Abruzzese risultava più idoneo nella pratica di guardiania delle greggi in quanto, rispetto alle varie razze di Pastori Anatolici, si dimostrava più attento ed affidabile.

## 10.2. Danni da predatori: la legge regionale Toscana e la Carta del lupo

In Italia, i soli strumenti, che fin dai primi anni '70 sono stati utilizzati per ridurre il conflitto tra il lupo e l'attività zootecnica, sono rappresentati dai programmi d'indennizzo che prevedono il rimborso degli allevatori che hanno subito danni da predazione. In Italia i programmi d'indennizzo sono previsti da normative regionali.

Attualmente in Toscana, fino al 31

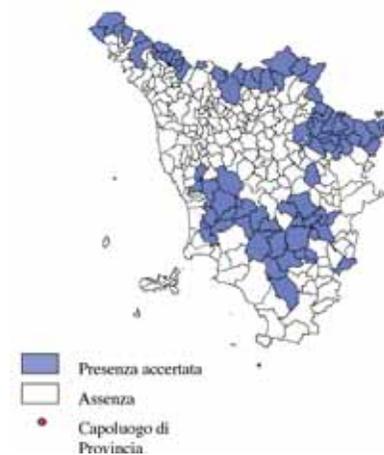
dicembre del 2005, è rimasta in vigore la Legge Regionale 31 agosto 1994 n. 72, la quale prevede interventi finanziari a favore degli allevatori che subiscono danni al bestiame in seguito all'attacco di animali predatori o causati da eventi meteorologici. Per animali predatori sono da intendersi sia specie selvatiche che domestiche per le quali non è individuabile il proprietario. I danni rimborsabili non sono limitati ai soli capi uccisi, ma vi rientrano anche danni indiretti quali l'aborto, la perdita latte, le ferite gravi. La certificazione del danno deve essere operata da un veterinario dell'U.S.L. competente. Inoltre, sono stanziati finanziamenti atti al miglioramento dei sistemi di guardiania, difesa, e ricovero. Per interventi di guardiania si intende principalmente l'adozione di misure di sorveglianza con cani da pastore di razza maremmano-abruzzese. Particolari recinzioni metalliche definite "anti-lupo" rientrano tra le opere di difesa per le quali è possibile richiedere il contributo. Infine è possibile richiedere contributi per la ristrutturazione o la costruzione di ricoveri per gli animali allevati.

La Giunta regionale, entro un anno dall'entrata in vigore della Legge Regionale n. 72/94, ha provveduto alla pubblicazione della Carta del Lupo, in cui sono stati individuati i comuni con presenza accertata di nuclei stabili della specie.

Di fatto, la carta del lupo rappresenta uno strumento di riferimento, ed ha permesso di stabilire in quali casi gli allevatori possono usufruire dei fondi relativi agli indennizzi e alla prevenzione. La Legge Regionale n. 72/94 inoltre asseriva che i danni causati da animali predatori ricadenti nelle aree comprese nella carta del lupo, trascorsi due anni dalla pubblicazione della Carta stessa, erano ammessi al contributo solo se l'imprenditore richiedente aveva messo in atto, adeguati sistemi di difesa degli animali allevati.



**Figura 10.1.** Cane da guardiania e recinzioni "anti-lupo" sono strumenti necessari per ridurre significativamente le perdite al comparto zootecnico da parte di carnivori predatori.



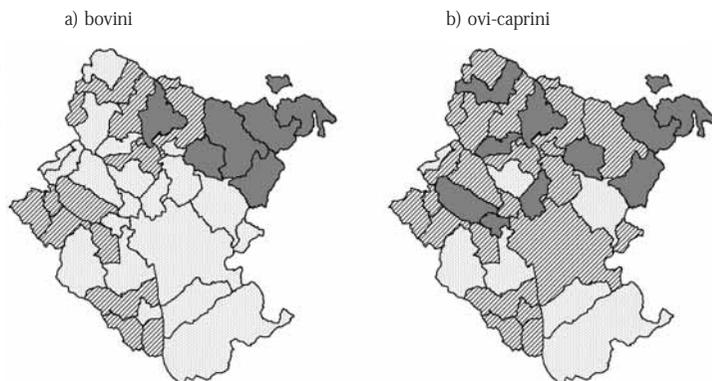
**Figura 10.2.** Comuni della regione Toscana in cui è stata accertata la presenza stabile del lupo (Carta del Lupo, 1996) in: GAZZOLA e VIVIANI 2005)

Dal 1° gennaio 2006 la presente Legge è decaduta ed è stata sostituita da una nuova legge per la tutela del patrimonio zootecnico soggetto a predazione: la Legge Regionale n. 26 del 4 febbraio 2005.

In questa nuova normativa sono sempre previsti fondi volti a realizzare opere di prevenzione a tutela del patrimonio zootecnico. La modifica sostanziale che appare nella L.R. n. 26/05, rispetto alla precedente L.R. n. 72/94, è l'abolizione dei rimborsi previsti per coprire le perdite economiche degli allevatori colpiti; in sostituzione a ciò, la Regione Toscana riserva fondi per promuovere la stipula di contratti assicurativi agli imprenditori agricoli che esercitano attività di allevamento. La Regione s'impegna a coprire in parte o nella totalità la quota-premio annuale. In particolare, il contributo è concesso

**Figura 10.3.**

Densità comunali di bovini e ovi-caprini in provincia di Arezzo.

**LEGENDA:**

**densità bovini** per comune: grigio scuro=>1000 capi/100kmq; tratteggiato= 300-999 capi/100kmq; punteggiato= 0-299 capi/100kmq

**densità ovi-caprini** per comune: grigio scuro=>2000 capi/100kmq; tratteggiato= 1000-1999 capi/100 kmq; punteggiato= 0-999 capi/100kmq.

senza alcun limite minimo di scoperto contrattuale per le aziende, residenti nei comuni dove la presenza del predatore è accertata, che hanno messo in atto efficaci misure di prevenzione.

### 10.3. Distribuzione e consistenze numeriche dei domestici

Similmente a quanto riscontrato in Toscana, anche nella provincia d'Arezzo, il comparto zootecnico più sviluppato è quello degli ovi-caprini, seguito da quello bovino. In tutto il territorio provinciale sono, infatti, presenti 36.714 ovi-caprini e 16.289 bovini (Tabella 10.1; censimento dell'agricoltura 2000).

La distribuzione dei domestici a livello provinciale è mostrata in figura 10.3: la variabile analizzata è la densità di capi su scala comunale. Il settore orientale della provincia di Arezzo è quello ove si riscontrano le più elevate densità di bovini allevati

(Figura 10.3a), mentre per il comparto ovi-caprino (Figura 10.3b) si ha un'alternanza di comuni con alte e basse densità (a macchie di leopardo). Considerando il comparto zootecnico nel suo insieme nei comuni montani si ha una densità di capi superiore (1877 capi/100kmq) a quella dei comuni collinari (1488 capi/100kmq).

Gli allevamenti sono per lo più di piccole dimensioni: la gran parte dei greggi d'ovi-caprini (82%) non supera i 100 capi, mentre il 56% delle mandrie sono costituite da un numero non superiore a 20 capi.

In genere gli ovi-caprini sono condotti al pascolo al mattino per poi essere ricondotti nei ricoveri alla sera; tuttavia durante il periodo estivo possono essere mantenuti nelle aree di pascolo anche di notte (ore della giornata più fresche). I bovini permangono nei luoghi di pascolo per tutta la stagione estivo-autunnale. Per contro, durante la stagione invernale, sono per lo più mantenuti in stalla ed alimentati artificialmente.

Le aree di pascolo sono generalmente di

**Tabella 10.1** - Distribuzione comunale dei bovini e ovi-caprini in provincia di Arezzo (censimento agricoltura 2000).

Comune	Bovini e Bufalini		Ovini		Caprini	
	Aziende	Capi	Aziende	Capi	Aziende	Capi
Anghiari	19	374	23	1.529	17	247
Arezzo	24	263	21	2.022	36	241
Badia Tedalda	30	1.635	15	883	1	16
Bibbiena	33	1.079	17	817	6	45
Bucine	6	145	13	535	8	37
Capolona	6	29	9	992	12	169
Caprese Michelangelo	29	732	9	1.347	1	1
Castel Focognano	12	387	9	193	6	22
Castelfranco di Sopra	2	6	6	250	8	69
Castel San Niccolò	16	180	20	568	10	68
Castiglion Fibocchi	-	-	2	73	-	-
Castiglion Fiorentino	21	295	11	1.029	13	33
Cavriglia	7	260	11	655	4	40
Chitignano	4	17	1	20	-	-
Chiusi della Verna	18	456	7	990	3	11
Civitella in val di Chiana	8	51	13	1.566	8	52
Cortona	73	915	85	3.287	33	158
Foiano della Chiana	24	405	5	273	5	48
Laterina	4	24	5	1.003	2	7
Loro Ciuffenna	9	56	7	320	12	162
Lucignano	9	172	2	650	4	18
Marciano della Chiana	3	42	1	35	3	14
Montemignaio	1	113	-	-	-	-
Monterchi	6	67	8	239	4	16
Monte San Savino	27	342	14	504	19	84
Montevarchi	11	186	17	346	13	186
Ortignano Raggiolo	6	97	8	1.237	4	69
Pergine Valdarno	7	392	6	1.337	3	7
Pian di Scò	2	10	2	20	2	13
Pieve Santo Stefano	34	2.295	32	1.205	11	41
Poppi	30	742	26	1.863	10	126
Pratovecchio	23	463	21	1.728	9	61
San Giovanni Valdarno	12	73	12	282	5	23
Sansepolcro	28	1.306	18	1.053	8	29
Sestino	47	2.025	14	692	-	-
Stia	8	151	6	254	4	32
Subbiano	17	96	14	354	9	65
Talla	8	40	12	492	2	10
Terranuova Bracciolini	28	368	47	3.728	21	123
Totale provincia	652	16.289	549	34.371	316	2.343

modesta estensione, spesso circondate da estesi corpi boschivi, e presenti ad altitudine variabile. Le abbondanti nevicate, tra

novembre ed aprile, fanno sì che, i pascoli locati alle quote più elevate sono usufruiti solo durante il periodo estivo.

#### 10.4. Distribuzione temporale del fenomeno predatorio

Grazie all'interessamento e alla collaborazione dei vari distaccamenti dell'Azienda Sanitaria Locale 8 di Arezzo (in particolare: Asl 8 sez. Arezzo, Asl 8 sez. Casentino, Asl 8 sez. Valdarno, Asl 8 sez. Valdichiana, Asl 8 sez. Valtiberina) è stato possibile prendere visione delle certificazioni medico-veterinarie relative ai casi di predazione. È stato così possibile risalire ad informazioni quali: la data in cui si è verificato il danno, la località, il numero, la specie e l'età degli animali coinvolti, il numero di attacchi subiti dall'allevatore. L'analisi del fenomeno predatorio in provincia di Arezzo è stata condotta separatamente per i bovini e per gli ovi-caprini ed ha interessato il periodo dal 1998 al 2001.

L'andamento annuale del numero dei comuni interessati e degli allevamenti coin-

volti è mostrato nella figura 10.5. La predazione sui bovini appare costante nei quattro anni d'indagine con un numero di comuni coinvolti che annualmente oscilla tra 8 e 10. Anche il numero di allevamenti colpiti varia di poco durante i quattro anni d'indagine (minimo 27, massimo di 38). Situazione ben diversa si profila per gli ovi-caprini dove il numero dei comuni coinvolti è cresciuto notevolmente dal 1998 al 2001 (da 7 a 23), ed il numero di allevamenti colpiti ha subito oscillazioni rilevanti (da un minimo di 22 ad un massimo di 46).

Durante i quattro anni d'indagine (1998-2001) entrambi i comparti zootecnici hanno riportato un numero simile di attacchi; ma l'entità delle perdite è differita notevolmente. I bovini hanno riportato 202 attacchi e 235 capi uccisi, mentre gli ovi-caprini 262 attacchi e 1227 uccisioni. Il livello di predazione sui bovini (numero di attacchi) appare costan-



**Figura 10.4.** In provincia di Arezzo gli allevamenti sono per lo più di piccole dimensioni



te nel tempo, mentre subisce variazioni negli ovi-caprini (Figura 10.6).

#### 10.5. Distribuzione spaziale del fenomeno predatorio

Durante il periodo d'indagine (1998-2001) è stata riscontrata una discreta percentuale di comuni della provincia di Arezzo coinvolti nel fenomeno predatorio (figura 10.8).

Il 33% dei comuni (n=13) ha subito almeno un evento predatorio al comparto bovino.

La situazione si aggrava quando si considera il comparto ovi-caprino. Il numero di comuni coinvolti cresce sensibilmente: n=27 rappresentando il 69% dei comuni presenti.

L'elevata diffusione del fenomeno non è limitata al solo periodo d'indagine ma ha interessato anche il recente passato. Infatti,

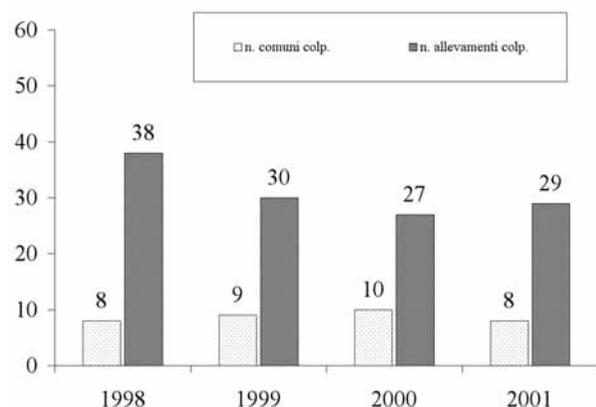
uno studio condotto in Toscana da Ciucci e Boitani (1998b) rivela che Arezzo, è la terza provincia, dopo Siena e Grosseto, per percentuale di comuni coinvolti dal fenomeno della predazione. Nei 5 anni in cui è stata condotta l'indagine (1991-1995), gli autori hanno rilevato che il 41% dei comuni della provincia di Arezzo aveva subito perdite agli allevamenti ovi-caprini, mentre Siena e Grosseto rispettivamente il 55% e il 54%.

Sebbene in provincia di Arezzo il fenomeno predatorio interessi numerosi comuni, solo pochi mostrano effettivamente un elevato grado di coinvolgimento.

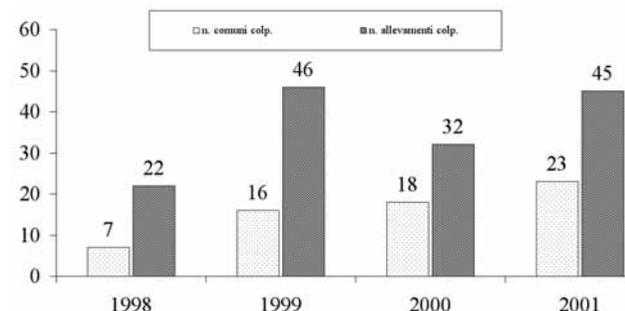
Infatti, per il comparto bovino durante i quattro anni d'indagine, solo 3 comuni dei 13 interessati, hanno subito un numero di attacchi superiore a 10. Simili considerazioni si possono fare per il comparto ovi-caprino: solo 6 comuni dei 27 interessati presentano un numero rilevante di attacchi (n>10 attacchi) (figura 10.8).

**Figura 10.5.** Andamento annuale del numero di comuni coinvolti e degli allevamenti colpiti durante i quattro anni d'indagine (1998-2001).

a) bovini



b) ovi-caprini



### 10.6. Andamento mensile degli eventi predatori

In generale il periodo in cui occorrono gli eventi predatori coincide con la permanenza del bestiame nei pascoli, e nel caso dei bovini con il periodo delle nascite.

Nel Minnesota è stato osservato che la maggior parte degli eventi predatori (83%) si concentra durante la primavera-estate (Fritts et al. 1992). In particolare, l'andamento temporale delle perdite di bovini mostra un picco in maggio quando sono disponibili i

nuovi nati: la gran parte delle perdite di bovini uccisi riguarda, infatti, proprio i vitelli con pochi giorni di vita. Gli eventi predatori a carico degli ovini si concentrano, per contro, nel bimestre luglio-agosto.

Anche in Spagna, nella Provincia di Leon e in quella di Burgos, la predazione sugli ovini, presente tutto l'anno, è particolarmente concentrata in estate (Salvador e Abad 1987, Telleria e Saez-Royuela 1989).

In Abruzzo, analogamente a quanto accade in provincia di Arezzo, i bovini sono condotti al pascolo in aprile per poi essere

ricondotti nelle stalle in ottobre e il periodo delle nascite si verifica in maggio-giugno. Pecore e capre sono trattenute nelle aree di pascolo da giugno fino ad ottobre. In queste aree, la gran parte degli attacchi ai bovini coincide con il periodo delle nascite, mentre per gli ovini e caprini con l'estate (Fico et al. 1993, Cozza et al. 1996).

Situazione analoga si osserva nell'Appennino settentrionale dove l'andamento dei danni segue la presenza del bestiame ai pascoli (fine marzo-novembre). In particolare è stato descritto un cambiamento della preferenza a predare i bovini rispetto alle pecore in relazione all'età dei vitelli. Le predazioni sui bovini si concentrano in aprile-luglio (periodo in cui nascono i vitelli), mentre in luglio-novembre la gran parte delle

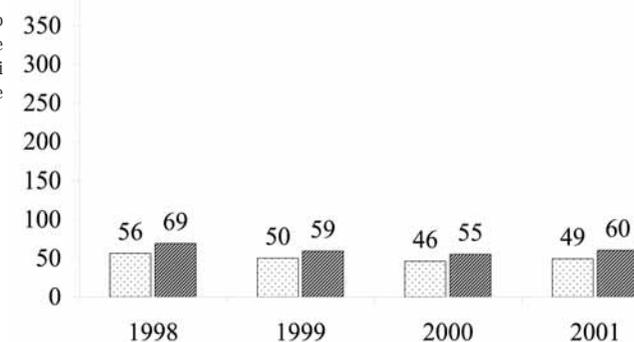
perdite è a carico degli ovini (Meriggi et al. 1996, Meriggi e Lovari 1996).

Analogamente a quanto riscontrato nei precedenti studi, anche in provincia di Arezzo, la stagione dove si concentrano il maggior numero d'attacchi è l'estate. Il confronto delle distribuzioni mensili degli attacchi ai bovini evidenzia andamenti simili nei diversi anni, mostrando un picco durante i mesi di giugno-luglio. Per contro la distribuzione degli eventi predatori a carico degli ovi-caprini differisce negli anni (Figura 10.9).

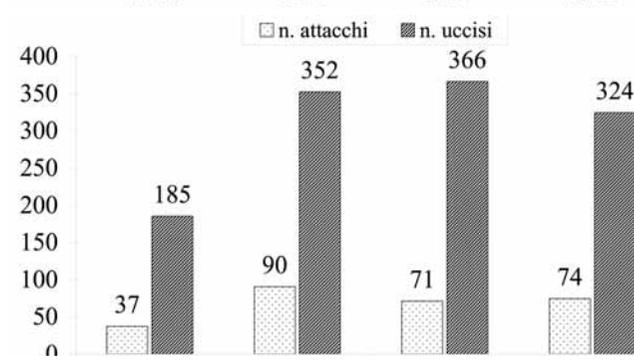
Nonostante ciò, cumulando i dati relativi ai quattro anni d'indagine, il comparto ovi-caprino presenta in estate un accumulo di eventi predatori con due picchi: uno in luglio e uno in settembre (Figura 10.10). Durante l'autunno il numero degli attacchi decresce

**Figura 10.6.** Andamento annuale degli attacchi e dei capi uccisi durante i quattro anni d'indagine (1998-2001).

a) bovini



b) ovi-caprini





**Figura 10.7.** Eventi di predazione compiuti da canidi su ovini adulti e su vitello.

sensibilmente fino a dicembre per poi mantenersi su valori bassi nei mesi invernali (dicembre-febbraio).

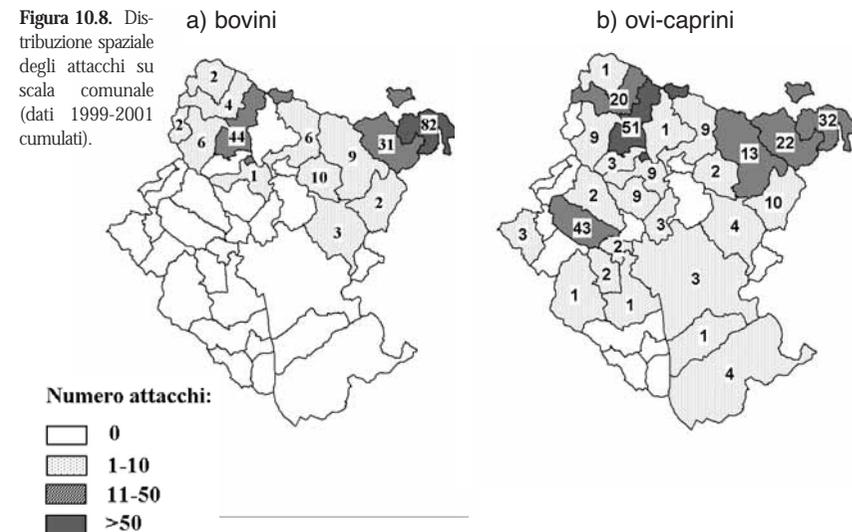
Il numero limitato di eventi predatori, riscontrati in inverno, è probabilmente da attribuire alla diminuita presenza delle greggi nelle aree di pascolo alle quote più elevate e nei settori meno antropizzati dove la presenza del predatore è maggiore. La minor sovrapposizione tra l'area dove è presente il predatore e quella di alimentazione degli ovini e caprini determina un minor livello di accessibilità delle specie domestiche. La diminuzione di episodi predatori su bovini riscontrato in inverno, è invece, da relazionare all'assenza di animali nelle aree di pascolo. Infatti, durante la stagione "fredda", vengono mantenuti nelle stalle e alimentati artificialmente.



### 10.7. Letà degli animali uccisi

L'analisi della distribuzione in classi d'età degli animali colpiti da predazione rivela una percentuale elevata di adulti tra gli ovi-caprini, mentre tra i bovini si osserva una proporzione simile tra giovani e adulti.

**Figura 10.8.** Distribuzione spaziale degli attacchi su scala comunale (dati 1999-2001 cumulati).



Come viene mostrato nella Figura 10.11, i bovini d'età inferiore l'anno di vita sono coinvolti nel 52% dei casi. Di questi ben il 31% sono vitelli che non hanno raggiunto il mese di vita.

Per contro, la gran parte degli ovi-caprini uccisi sono adulti (78 %).

Simili situazioni sono state riscontrate in molte altre realtà della penisola. In provincia di L'Aquila, Fico e collaboratori (1993) osservano che la predazione si concentra principalmente sulle classi d'età adulte di pecore e capre (99,2%), mentre nei bovini ed equini sulle classi giovanili (rispettivamente il 96,4% e il 91,3%).

L'elevata predazione sui vitelli d'età inferiore ai 10 giorni è stata riscontrata in numerosi lavori condotti nell'Appennino centro-settentrionale (Meriggi et al. 1996, Meriggi e Lovari 1996).

L'elevato impatto predatorio, cui sono soggette determinate classi d'età, sembra essere legato al diverso grado di accessibilità e vulnerabilità. La mancanza di una difesa

attiva, congiunta alle loro limitate dimensioni corporee, rendono pecore e capre altamente vulnerabili agli attacchi di un predatore e quindi facilmente accessibili persino nelle classi d'età adulte.

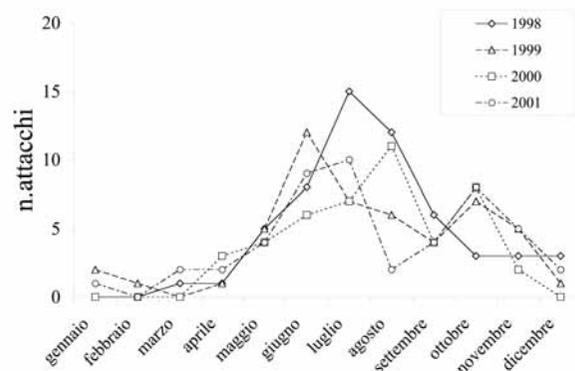
Nei bovini, per contro, il grado di accessibilità dei vitelli decresce bruscamente con il passare delle settimane. Infatti, dopo aver passato le prime due settimane da soli nascosti nella vegetazione, i vitelli vengono accolti dalla mandria e difesi attivamente (Meriggi et al. 1996, Meriggi e Lovari, 1996). Inoltre, la differenza sostanziale tra mole corporea di un vitello di pochi mesi e quella di una vacca adulta (vista in termine di vulnerabilità) può giocare un ruolo rilevante nella scelta dell'individuo da parte del predatore.

### 10.8. Analisi del livello di predazione

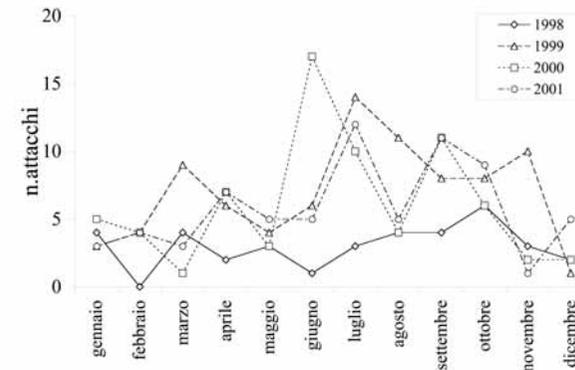
In generale, possiamo affermare che la stragrande maggioranza degli allevamenti

**Figura 10.9.** Distribuzione mensile degli attacchi nei diversi anni d'indagine (1998-2001).

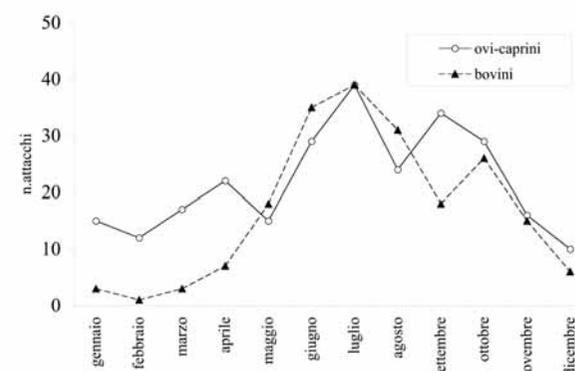
a) bovini



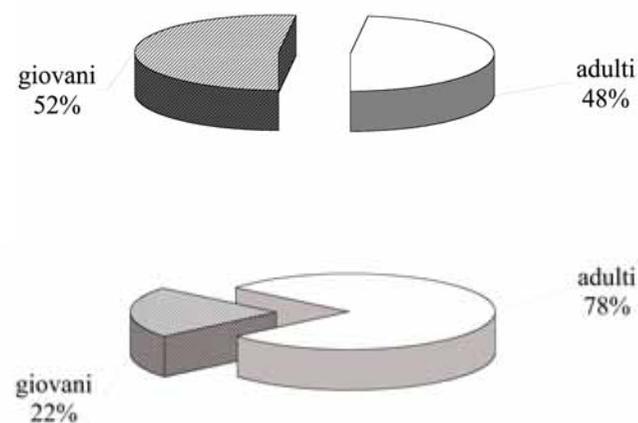
b) ovi-caprini



**Figura 10.10.** Andamento mensile del numero d'attacchi cumulato (1998-2001).

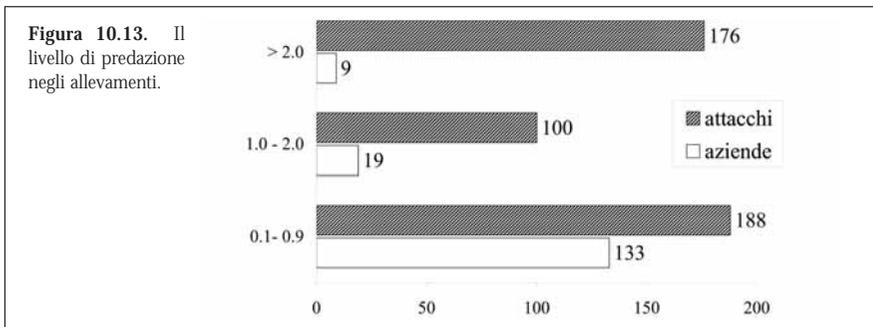


**Figura 10.11.** Et  dei capi predati.



**Figura 10.12.** Vitello sotto il controllo vigile della madre.





colpiti presenta un basso livello di conflitto e solamente un ristretto numero d'aziende appare interessato in maniera cronica.

Nel Minnesota, la predazione da lupo colpisce in maniera cronica solo il 6% delle aziende (Fritts et al. 1992). Simile situazione si riscontra in Toscana nel periodo compreso tra il 1991 e il 1995 (Ciucci e Boitani 1998b) dove il 94% delle aziende colpite presenta un numero che non supera i 4 attacchi, mentre solo il 6% delle aziende subisce un numero di attacchi compreso tra 5 e 28.

In Abruzzo, Cozza ed altri (1996) riportano che l'87,9% delle aziende colpite presenta un basso livello di predazione, mentre solo il 4,1% delle aziende soffre d'alta cronicità d'attacco.

Similmente a quanto riscontrato nei lavori precedenti, l'indagine, effettuata in provincia di Arezzo, rileva un elevato numero di aziende con un ridotto numero di attacchi. Il 95% delle aziende colpite (n=152) soffre infatti di un livello medio-basso di predazione (n≤7 attacchi nell'ambito dei 4 anni d'indagine). Solo il 5% delle aziende colpite (n=9) sembra invece essere interessato dal fenomeno in misura cronica (> 2 denunce / anno). Questo ristretto numero d'aziende ha subito nell'insieme 176 attacchi che corrispondono al 38% di tutti gli attacchi denunciati tra il 1998-2001 (Figura 10.13).

Il motivo del perché molte aziende ven-

gono interessate marginalmente dal fenomeno, mentre altre sono gravemente danneggiate può avere più spiegazioni.

Uno dei fattori che condiziona la scelta del predatore sull'allevamento da colpire è il grado d'accessibilità del bestiame domestico, legato soprattutto alle diverse modalità d'allevamento e dai sistemi di prevenzione adottati.

Molti autori (Fico et al. 1993, Ciucci e Boitani 1998b) hanno rilevato, infatti, che il maggior numero d'attacchi coinvolge allevatori che praticano lo stato brado e che non utilizzano cani da guardiania.

In Toscana, Ciucci e Boitani (1998b) rilevano che il 63% degli attacchi coinvolge greggi privi di ogni sistema di difesa, il 22% greggi all'interno di pascoli recintati, il 13% greggi custoditi da cani da pastore e solo il 2% greggi custoditi sia dal pastore che dai cani. Dalla loro indagine emerge inoltre che la maggior parte degli attacchi avviene di notte (63%).

La pratica della stabulazione notturna dei greggi consentirebbe così di ridurre il livello di conflitto. Un'azione simile a quella precedentemente descritta, che potrebbe ridurre parte delle perdite all'allevamento bovino, è quella di far nascere e mantenere i vitelli nelle prime fasi di vita all'interno di strutture di stabulazione e non sui terreni di pascolo, giacché la maggior parte delle uccisioni

riguarda gli individui di poche settimane di vita (Meriggi et al. 1996, Meriggi e Lovari 1996).

Altro fattore è dato dalla permanenza sui terreni di pascolo delle carcasse degli animali predati: queste dovrebbero essere prontamente rimosse e smaltite nel rispetto delle normative. Infatti, la presenza di animali morti rappresenta per il predatore, un fattore di attrazione, aumentando così la probabilità di un nuovo incontro con il bestiame domestico (Fritts et al. 1992).

Infine le variabili ambientali possono condizionare pesantemente la vulnerabilità di un dato allevamento. La presenza di ampie superfici boscate in prossimità delle aree di pascolo permette l'avvicinamento indisturbato del carnivoro innalzando così il grado di accessibilità e di fruibilità della specie preda.



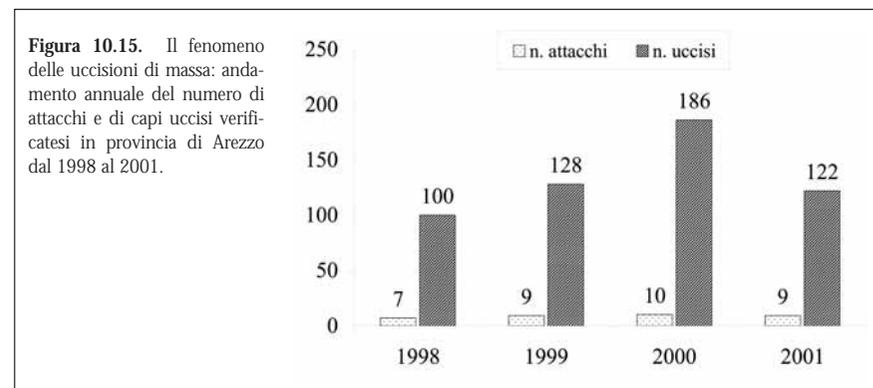
**Figura 10.14.** La presenza di burroni o profonde depressioni nelle vicinanze delle zone di pascolo possono incrementare i casi di uccisioni di massa.

Il verificarsi di tali episodi sembra essere legato soprattutto alle inadeguate tecniche di allevamento e di guardiania. Recinzioni atte esclusivamente alla perimetrazione delle zone di pascolo, oltre ad essere insufficienti ad impedire l'ingresso del predatore, possono risultare fatali a molte pecore: il predatore, all'interno delle aree di pascolo, determina, infatti, reazioni di panico che portano a fughe convulse delle pecore, che, ostacolate dalla rete, possono andare incontro a uccisioni e ferimenti di massa.

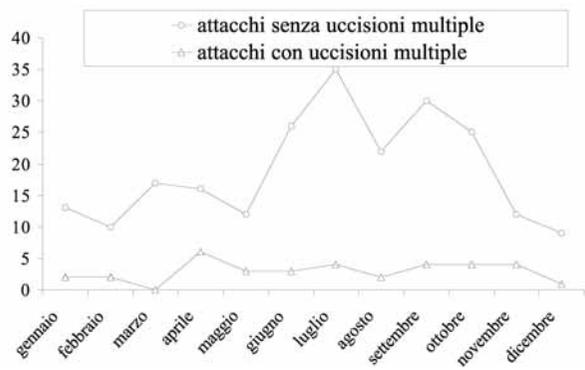
Anche la presenza di burroni o profonde

### 10.9. Le uccisioni multiple

Generalmente, quando si sente parlare d'eventi predatori a carico del bestiame domestico si pensa al coinvolgimento di un gran numero di capi. In realtà il fenomeno delle uccisioni di massa si verifica raramente.



**Figura 10.16** Andamento annuale del numero d'attacchi: uccisioni multiple e non, verificatesi in provincia di Arezzo dal 1998 al 2001.



depressioni nelle vicinanze delle zone di pascolo possono contribuire al verificarsi di questi episodi. Gli animali inseguiti e spaventati dal predatore possono cadere nei dirupi e morire per lesioni riportate nella caduta o addirittura per soffocamento.

Come riscontrato in altri lavori, anche in provincia d'Arezzo le uccisioni multiple si verificano raramente.

L'indagine, infatti, evidenzia che, sia per quanto riguarda il comparto bovino che quell'ovi-caprino, la gran parte degli attacchi coinvolge un numero ridotto di animali: l'83% degli attacchi ai bovini un solo animale, il 57 % degli attacchi su ovi-caprini 1-3 animali.

**Figura 10.17.** Le uccisioni di massa coinvolgono esclusivamente il comparto ovi-caprino.



Inoltre, solo gli ovi-caprini sono stati interessati dal fenomeno delle uccisioni multiple (n.capi uccisi / attacco  $\geq 10$ ).

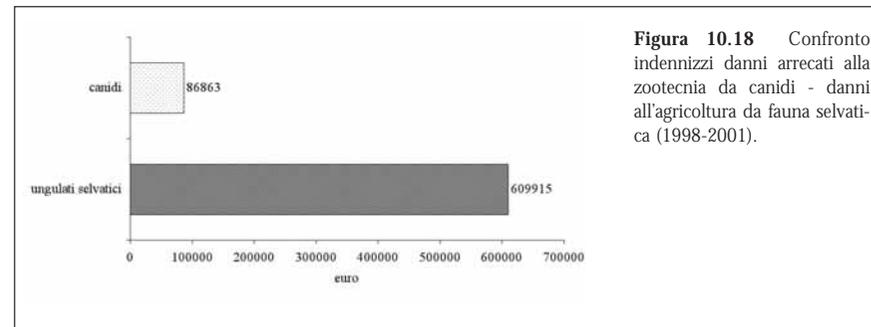
Durante i quattro anni d'indagine (Figura 10.15) si sono verificati annualmente dai 7 ai 10 attacchi di massa (35 attacchi nei quattro anni d'indagine) che hanno portato alla perdita di 100-186 capi (536 ovi-caprini uccisi dal 1998 al 2001).

Il numero di allevamenti coinvolti annualmente varia da un minimo di 5 ad un massimo di 7. Il 77 % degli attacchi ha coinvolto 10-15 capi, solo in un caso sono stati coinvolti 54 animali. La mediana del numero di capi uccisi attacco è 15.

L'andamento mensile degli attacchi con uccisione multiple appare costante durante l'anno, al contrario della distribuzione temporale dei rimanenti attacchi che presenta una concentrazione di eventi nel periodo compreso tra giugno ed ottobre (Figura 10.16).

### 10.10. Costi d'indennizzo e di prevenzione

Come in precedenza descritto (vedi paragrafo 2) in Toscana è stata, sino allo



**Figura 10.18** Confronto indennizzi danni arrecati alla zootecnia da canidi - danni all'agricoltura da fauna selvatica (1998-2001).



**Figura 10.19.** In Toscana il cinghiale è l'ungulato selvatico che arreca il maggior numero di danni alle coltivazioni agrarie.

scorso anno, in vigore la Legge Regionale n. 72/94, la quale prevede interventi finanziari a favore degli allevatori che subiscono danni al bestiame in seguito all'attacco di animali predatori o causati da eventi meteorologici.

Analizzando l'entità dei rimborsi liquidati dalla Regione Toscana, per risarcimento dei danni provocati da animali predatori durante il triennio 1999-2001, le province con il maggior numero di rifusioni erano in ordine d'importanza Grosseto, Siena e Arezzo (Gazzola 2002).

Durante il periodo 1998-2001, il costo medio annuale degli indennizzi per la provincia di Arezzo è stato di 86.863 euro. La

cifra rende conto, nel complesso, del modesto conflitto esistente in provincia di Arezzo tra zootecnia ed animali predatori.

Sebbene, il fenomeno sia diffuso e quindi coinvolga un gran numero di aziende, solo poche soffrono di un elevato numero di attacchi.

Al fine di ridurre considerevolmente il livello di conflitto, è quindi necessario investire maggiormente sulle tecniche di gestione in grado di ridurre e di prevenire il verificarsi di episodi predatori.

Infatti, il più importante fattore che determina la predazione del bestiame domestico è proprio la mancanza degli adeguati sistemi di prevenzione (Blanco et al. 1992).

Sebbene, la presenza di un predatore, per un'amministrazione regionale, può risultare in termini economici onerosa, il fenomeno della predazione al bestiame domestico appare meno grave se confrontato con altre problematiche di natura ambientale.

Come termine di riferimento, sembra, infatti, opportuno riportare i costi annui d'indennizzo dei danni a carico delle coltivazioni agrarie e del soprassuolo boschivo da parte degli ungulati selvatici (in massima parte cinghiale): 610.710 euro (circa 7 volte superiore la cifra dei danni alla zootecnia provocata dai canidi) (Figura 10.18).



## 11. Conclusioni dei curatori

Marco Apollonio, Luca Mattioli

### 11.1. Considerazioni generali

Il progetto-lupo realizzato in quasi dieci anni nella Provincia di Arezzo ha permesso di delineare un quadro conoscitivo su questa specie di sicuro interesse nel panorama scientifico nazionale, per completezza e scala geografica di riferimento.

Sono stati raccolti dati consistenti su morfologia, genetica, distribuzione, dinamica di popolazione, ecologia trofica e relazioni con le popolazioni di specie preda, sia selvatiche che domestiche. Queste conoscenze sono riferite all'intero territorio della provincia, quindi ad una scala geografica che è significativa per la comprensione dei vari aspetti della biologia ed ecologia di questo predatore ma anche adeguata per l'applicazione di opportune strategie di conservazione. Il fatto che lo status del lupo stia conoscendo una fase di forte evoluzione pone nuove sfide per l'elaborazione e la sperimentazione di strategie di conservazione che devono essere necessariamente fondate su buone conoscenze di base, sia del predatore che degli altri fattori ecologici e gestionali ad esso connessi.

Il progresso nella conoscenza della specie segue però con un notevole ritardo questa evoluzione: basti pensare al forte divario ancora esistente tra le stime ufficiali di densità e consistenza a livello nazionale e la situazione rilevata dai numerosi gruppi di ricerca operanti sul territorio per le rispettive aree di interesse.

I contenuti di questo volume costituiscono un significativo tassello nella costruzione

di un quadro generale di conoscenza sul lupo in Italia e ci auguriamo possano essere occasione di stimolo per altre amministrazioni locali per intraprendere analoghe esperienze nell'interesse della conservazione del più importante predatore presente nel nostro paese.

### 11.2. Stato della conservazione del lupo

Le azioni previste dalla Direttiva CEE 92/43 "Habitat" e dalle relative leggi e regolamenti di attuazione, hanno come finalità il mantenimento degli habitat e delle specie, in particolare di quelle di interesse prioritario per la Comunità Europea, in uno "stato di conservazione soddisfacente".

Dall'analisi dei dati illustrati in questo volume possiamo affermare che nell'area della Provincia di Arezzo e nelle zone contigue questo obiettivo, per il lupo, sia stato raggiunto.

1) Il parametro più indicativo è certamente l'incremento dell'area occupata dalla specie con la costituzione di nuovi branchi evidenziata a partire almeno dal 2003. Mentre fino a quella data l'areale del lupo era confinato all'area montana del territorio provinciale, negli ultimi anni la specie ha dimostrato di essere in grado di colonizzare anche rilievi di minore altitudine ma caratterizzati da elevata copertura boscosa e buona densità di ungulati selvatici, situati nelle restanti parti, quali Lignano, l'Alpe di Poti, i Monti del Chianti. Questo processo di espansione,

anche se accompagnato spesso da recrudescenze del problema delle uccisioni illegali, dimostra una dinamica di popolazione di segno positivo per questa porzione dell'Appennino, che si è tradotta in un incremento della consistenza della popolazione.

2) Ma se la popolazione cresce complessivamente per incremento del suo areale distributivo, la sua densità e struttura demografica appaiono relativamente costanti: il numero di lupi/100 Km<sup>2</sup> è stabilizzato intorno al valore di 3 soggetti, con branchi di circa 5 individui in estate e 4 in inverno. La popolazione di lupo entro il suo areale "storico" sembra quindi aver raggiunto un equilibrio con le risorse dell'ambiente, caratterizzato da densità paragonabili ai valori più elevati noti per la specie sia in Europa che in Nord-America, dovute ad un elevato numero di branchi di piccole dimensioni che occupano territori relativamente piccoli, come testimoniato dalla ridotta distanza media tra branchi in estate (soltanto 11,1 km). Questa situazione si mantiene stabile, nonostante un elevato successo riproduttivo dei branchi, grazie ad un veloce turn-over dei soggetti giovani che tendono probabilmente a disperdere precocemente in cerca di nuove aree da occupare, favoriti da buone probabilità di successo a loro volta dovute ad un'elevata offerta trofica di prede di piccole-medie dimensioni (Apollonio et al., 2004).

3) I risultati della genetica hanno fornito ulteriori e preziose informazioni che, da una parte, supportano il quadro descritto dal monitoraggio e, dall'altra, offrono nuove chiavi di interpretazione. I lupi esaminati presentano un livello di variabilità genetica medio rispetto al range conosciuto per la specie, consentendo di escludere problemi dovuti alla forte riduzione della specie nei decenni passati. Come previsto, i lupi di questa parte dell'Appennino risultano avere caratteristiche intermedie tra quelli

dell'Abruzzo e la neo-costituita popolazione alpina che si è originata proprio a partire da soggetti provenienti dall'Appennino, mentre complessivamente il lupo italiano appare ben distinto da altre popolazioni europee, in conseguenza del lungo processo di isolamento a cui è stato soggetto (Lucchini et al, 2004). La bassa percentuale di ricampionamento nel corso degli anni (30-32% a seconda che si includano, o meno, i lupi rinvenuti morti), unita alla buona persistenza di una parte dei soggetti adulti (fino a 6 anni in alcuni casi), supportano ulteriormente l'ipotesi di una frazione riproduttiva relativamente stabile, in particolare in quelle unità sociali che vivono nella porzione montana e più antica dell'areale, ed in prossimità o entro le principali aree protette, e di un veloce ricambio dei soggetti nati ogni anno. La evidente strutturazione geografica delle caratteristiche genetiche degli individui (ovvero una buona associazione tra genotipi e aree geografiche), confermata dal ridotto numero di spostamenti di individui da un'area all'altra, che sta ad indicare un ridotto scambio genetico tra aree geografiche, fa avanzare l'ipotesi che questi soggetti giovani disperdano su lunghe distanze (vale a dire oltre l'ambito provinciale) e/o siano soggetti ad una elevata mortalità. Le differenze genetiche tra i soggetti dell'area di presenza stabile e quelli delle aree di recente colonizzazione, indicano inoltre che i flussi genici sono ulteriormente influenzati da soggetti provenienti da aree adiacenti (regione Umbria, Siena).

### 11.3. Ruolo ecologico del lupo

L'estensione degli studi sull'ecologia alimentare del lupo a nuove aree della Provincia di Arezzo ed il progetto di studio del sistema preda-predatore dell'Alpe di Catenaia, hanno fornito ulteriori conferme

delle prime indicazioni raccolte nell'area delle Foreste Casentinesi.

1) Il lupo si alimenta per il 90% di prede con cui si è coevoluto e su cui si è specializzato in tutto il suo areale di distribuzione, ovvero gli ungulati selvatici. Questo pattern si ripete invariabilmente anche nelle aree di nuova colonizzazione, dove più stretto e frequente è il contatto con le attività antropiche; anzi, queste aree sono spesso caratterizzate da situazioni di alta densità locale e/o presenza di un elevato numero di specie diverse di ungulati, suggerendo che il successo della colonizzazione è probabilmente legato ad una elevata offerta di queste prede selvatiche a "minor rischio" rispetto a quelle domestiche. La specie preda principale, ovvero la più utilizzata dal lupo nell'intera area, è risultata il cinghiale, anche se in alcune aree o in alcuni anni questo ruolo è stato rivestito anche dal capriolo o dal daino.

2) Dai dati raccolti emerge che l'uso delle diverse specie preda non dipende soltanto dalla loro densità, assoluta o relativa nella comunità degli ungulati, ma dal bilancio costi/benefici di ciascuna classe di preda (intesa come specie e classe di età) a sua volta influenzato dalla disponibilità, vulnerabilità e apporto energetico in grado di offrire al predatore. In questo senso il lupo, nelle diverse condizioni ecologiche in cui si trova a vivere, tende a selezionare le classi di prede più vantaggiose, che non sempre coincidono con quelle più abbondanti. Per tutte le specie si è evidenziata una selezione positiva degli individui nel primo anno di vita, ancora immaturi e quindi con meno difese. La classe di preda che viene selezionata più di frequente è quella dei piccoli di cinghiale oltre i quattro mesi di vita, che sono usati in particolare dalla tarda estate fino alla primavera. Durante il periodo estivo e nel primo autunno l'utilizzo dei cervidi, in particolare dei giovani, tende ad aumentare, fino a diventare in alcune aree la principale fonte

di nutrimento per il lupo. Il muflone infine si è confermato essere una specie particolarmente vulnerabile alla predazione del lupo; nelle aree di nuova colonizzazione di Lignano e dei Monti del Chianti (Cavriglia) dove lupo e muflone sono da poco venuti in contatto, sembra ripetersi il processo di forte diminuzione che questa specie ha già fatto registrare in passato per le colonie delle Foreste Casentinesi e del Pratomagno.

3) I dati preliminari provenienti dal progetto di studio sul sistema preda-predatore dell'Alpe di Catenaia indicano chiaramente come la predazione del lupo non è in grado, in ecosistemi altamente produttivi come quello appenninico, di controllare da sola le popolazioni di capriolo e ancor meno di cinghiale. Su un campione di 75 cinghiali e 65 caprioli radio-marcati, è stato calcolato che il lupo si è reso responsabile del 4% delle perdite di capriolo e del 2% di quelle di cinghiale, corrispondenti rispettivamente al 20% e al 4% della mortalità complessiva registrata per le due specie. Per contro il prelievo venatorio legale e quello illegale sono risultati per entrambe le specie il principale fattore di mortalità, responsabile della perdita del 14% dei soggetti marcati di capriolo e del 38% di quelli di cinghiale. Il branco dell'Alpe di Catenaia, che in media era composto di 4,5 individui, ha predato in media 103 cinghiali ed 85 caprioli all'anno su una superficie stimata di circa 170 Km<sup>2</sup>, che corrispondono ad una densità di prelievo di 0,6 cinghiali e 0,5 caprioli/km<sup>2</sup>.

4) Nel contesto ecologico della Provincia di Arezzo, caratterizzato da elevate densità di ungulati, il lupo sembra quindi in grado di esercitare una funzione di limitazione delle specie preda, che soltanto sommandosi all'azione del prelievo venatorio ed alle oscillazioni climatiche annuali, può determinarne la dinamica di popolazione. Tuttavia, a livello locale, il lupo può determinare anche la scomparsa di piccole popolazioni di specie

non autoctone come il muflone, in questo esercitando come un ruolo di contrasto di scelte gestionali opinabili operate da parte dell'uomo.

### 11.4 Lupo-zootecnia: un conflitto gestibile

I dati riferiti alle indagini svolte in questo settore individuano due fenomeni complementari che conducono a concludere che il livello del conflitto attuale è gestibile e sostenibile anche sul lungo periodo:

1) I danni causati dai predatori, lupo e cane, in senso complessivo costituiscono una percentuale modesta dell'intero patrimonio ovino e bovino della provincia, e rappresentano una causa di perdite di gran lunga inferiore a quella determinata da altri fattori di mortalità. Nei quattro anni di indagine, dal 1998 al 2001, i predatori sono stati responsabili della perdita dello 0,74 % del patrimonio ovi-caprino e dello 0,36 % di quello bovino, causando danni al 2,8 % del numero complessivo delle aziende con ovi-caprini e al 3,6 % di quelle con bovini. Il costo economico medio annuo è stato di circa 86.000, circa sette volte inferiore a quello cusato dal solo cinghiale all'agricoltura.

2) Se il danno complessivo, osservato su scala provinciale, è modesto, tuttavia la maggior parte dei costi risultano concentrati su un numero ridotto di aziende. Gli allevamenti cronicamente colpiti dal fenomeno della predazione, ovvero che hanno subito attacchi ripetuti nel corso degli anni, sono il 6 % di quelli totali ma in essi si è verificato il 37 % delle perdite totali. Nell'83 % delle aziende colpite il danno ha avuto un carattere episodico, e si è verificato una sola volta o comunque meno di una volta all'anno. Ma il problema risulta concentrato non solo nello spazio ma anche nel tempo: gran parte del

danno è concentrato in un numero ridotto di attacchi, definiti attacchi di massa, ovvero quelli in cui vengono uccisi un numero di capi >10. Questi attacchi costituiscono il 14 % dei casi ma sono responsabili del 44 % delle perdite totali. Le aziende più colpite sono infine quelle con evidenti carenze nelle pratiche di conduzione e/o protezione del bestiame: soltanto il 13 % degli attacchi colpisce infatti greggi difese da cani da pastore, mentre la grande maggioranza (63%) interessa le situazioni in cui non è stata adottata alcuna misura di difesa.

3) La presenza del lupo in una determinata area determina inevitabilmente una modificazione delle scelte aziendali e delle tecniche di allevamento: l'allevamento allo stato brado ed incustodito degli ovi-caprini senza ricovero notturno in strutture di protezione è certamente poco compatibile con la presenza stabile del lupo, salvo accettare livelli elevati di danno. Tuttavia la conversione dal comparto ovi-caprino a quello bovino, molto meno esposto al rischio predazione, e soprattutto l'adozione di misure di difesa e prevenzione in quelle aziende in cui il problema risulta cronico e/o si manifesta con eventi eccezionali, consentiranno certamente di contenere il problema entro livelli di sofferenza accettabile, sia dal punto di vista del costo sociale che della sua entità economica.

### 11.5 Fattori chiave per la conservazione

Le conoscenze acquisite sul lupo, ma anche l'esperienza accumulata nella gestione dei diversi elementi ad esso correlati, consentono di individuare alcuni fattori che riteniamo critici per garantirne uno stato di conservazione soddisfacente nel medio-lungo periodo.

1) Il primo è certamente costituito dal mantenimento di una comunità diversificata di ungulati: la disponibilità di prede selvatiche rappresenta un fattore di primaria importanza non soltanto per il successo riproduttivo della specie ma anche per il mantenimento di un livello di conflittualità accettabile con le attività zootecniche. La evidente correlazione tra il processo di espansione degli ungulati selvatici, in primo luogo del cinghiale, e quella del lupo verificatasi in Italia negli ultimi 30 anni, ne sono la migliore dimostrazione.

2) Parzialmente correlato al precedente, un secondo fattore di grande importanza per il mantenimento di una popolazione vitale di lupo è la creazione di una rete di aree protette, o comunque soggette a regolamentazione del prelievo venatorio, ben distribuita sul territorio. La distribuzione dei segni di presenza della specie e, ancora più importante, quella delle aree di allevamento dei cuccioli e dei rendezvous sites, sono strettamente associate alle aree in divieto di caccia o comunque dove questo esercizio è regolamentato, come le aziende faunistiche e agrituristiche venatorie nelle zone di recente colonizzazione. Non è certo che il ruolo di queste aree si esaurisca nell'assenza o nella riduzione dell'attività venatoria e quindi in una minore persecuzione. Spesso infatti sono caratterizzate da comunità di ungulati più abbondanti e/o con maggior numero di specie e presentano in genere un minore livello di disturbo antropico (densità stradale e di centri abitati). Quale che sia il meccanismo di azione, il loro mantenimento e la loro buona gestione rappresentano un fattore cruciale per garantire la vitalità della popolazione attraverso una stabilità dei siti di riproduzione ed un elevato successo di allevamento dei piccoli.

3) I dati raccolti negli ultimi venti anni indicano chiaramente che la gran parte della mortalità dei lupi adulti è volontariamente

causata dall'uomo e si verifica per colpo d'arma da fuoco durante il periodo autunnale. Questo ci dice che un altro elemento cruciale per la conservazione del lupo è rappresentato dall'atteggiamento che i cacciatori, ed altre categorie di persone come gli allevatori, avranno verso di esso. Mano a mano che la specie ritorna ad essere presente in zone dove è mancata per lungo tempo, si ricreano antichi conflitti, particolarmente acuti nella fase di prima colonizzazione, quando chi vive nel territorio è ancora impreparato alla presenza del lupo. Oltre a questo, anche nelle aree di presenza stabile, il lupo esercita comunque un prelievo di fauna selvatica, apprezzabile anche se di dimensioni nettamente inferiori a quello operato dall'uomo.

4) L'elevata produttività degli ecosistemi appenninici offre comunque la possibilità di una convivenza pacifica tra attività venatoria e predazione naturale che garantisca il legittimo livello di soddisfazione dei cacciatori ed il rispetto del lupo. La sfida più che tecnica è culturale: occorre l'impegno di tutti affinché i predatori naturali non siano visti come concorrenti da estirpare ma come parte degli ecosistemi e fattori di equilibrio e selezione naturale.

La stretta collaborazione tra il mondo venatorio, in particolare quello della caccia di selezione agli ungulati ma anche alcuni settori della caccia al cinghiale, e le attività di monitoraggio e ricerca sul lupo costituiscono un passo di grande importanza in questa direzione.

Proseguire su questo percorso, mediante una formazione sempre più qualificata e consapevole degli operatori presenti sul territorio e del ruolo che essi esercitano nella gestione e conservazione delle risorse naturali, costituisce certamente un obiettivo strategico di primaria importanza. Ci auguriamo che questo volume possa contribuire a realizzarlo insieme.



## Bibliografia

- 1) AA.VV. (2005) 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. Regione Piemonte, Relazione finale.
- 2) Alboni M. (2004) Biologia del lupo (*Canis lupus*) nell'Oasi di protezione dell'Alpe di Catenaiola in Provincia di Arezzo. Tesi di Laurea, Università di Sassari. 134 pp.
- 3) Ansorge H., Kluth G., Hahne S. (2006) Feeding ecology of wolves *Canis lupus* returning to Germany. *Acta Theriologica* 51: 99-106.
- 4) Apollonio M., Mattioli L., Scandura M. (2004a) Occurrence of black wolves in the Northern Apennines, Italy. *Acta Theriologica* 49 (2): 281-285.
- 5) Apollonio M., Mattioli L., Scandura M., Mauri L., Gazzola A., Avanzinelli E. (2004b) Wolves in the Casentinesi Forests: insight for wolf conservation in Italy from a protected area with a rich wild prey community. *Biological Conservation* 120: 249-260.
- 6) Asa C.S., Mech L.D., Seal U.S. (1985) The use of urine, faeces, and anal-gland secretions in scent-marking by a captive wolf (*Canis lupus*) pack. *Animal Behavior* 33: 1033-1036.
- 7) Asa C.S., Mech L.D., Seal U.S., Plotka E.D. (1990) The influence of social and endocrine factors on urine-marking by captive wolves (*Canis lupus*). *Hormones and Behaviour* 24: 497-509.
- 8) Ballard W.B., Dau J.R. (1983) Characteristics of gray wolf (*Canis lupus*) den and rendez-vous sites in south-central Alaska. *Canadian Field-Naturalist* 97: 299-302.
- 9) Ballard W.B., Whitman J.S., Gardner C.L. (1987) Ecology of an exploited wolf population in south-central Alaska. *Wildlife Monographs* 98: 1-54.
- 10) Ballard W.B., Ayres L.A., Krausman, P.R., Reed D.J., Fancy S.G. (1997) Ecology of wolves in relation to a migratory caribou herd in northwest Alaska. *Wildlife Monographs* 135: 1-47.
- 11) Bergerud A.T., Wyett W., Snider B. (1983) The role of wolf predation in limiting a moose population. *Journal of Wildlife Management* 47: 977-988.
- 12) Bjorge R.R., Gunson J.R. (1989) Wolf, *Canis lupus*, population characteristics and prey relationships near Simonette river, Alberta. *Canadian Field Naturalist*, 103: 327-334.
- 13) Blanco J.C., Reig S., Cuesta L. (1992) Distribution, status, and conservation problems of the wolf *Canis lupus* in Spain. *Biological Conservation* 60: 73-80.
- 14) Boertje R.D., Stephenson R.O. (1992) Effects of ungulate availability on wolf reproductive potential in Alaska. *Canadian Journal of Zoology* 70: 2441-2443.
- 15) Boitani L. (1986) Dalla parte del lupo. I libri di Airone. G. Mondadori e Associati Spa. Milano.
- 16) Boitani L. (1992) Wolf research and conservation in Italy. *Biological Conservation* 61: 125-132.
- 17) Boitani L. (2003) Wolf Conservation and recovery. In 'Wolves: Behavior, Ecology, and Conservation' (L.D. Mech e L. Boitani eds.), pp. 317-340, The University of Chicago Press, Chicago, USA.
- 18) Boscagli G. (1985) Il lupo. C. Lorenzini ed., Udine.
- 19) Brunetti R. (1984) Distribuzione storica del lupo in Piemonte, Valle d'Aosta e

## BIBLIOGRAFIA

- Canton Ticino. Riv. Piem. St. Nat. 5: 7-22.
- 20) Burns R.J., Zemlicka D.E., Savarie P.J. (1996) Effectiveness of large livestock protection collars against depredation coyotes. *Wildlife Society Bulletin* 24 (1): 123-127.
- 21) Cagnolaro L., Rosso D., Spagnesi M., Venturi D. (1974). Rapporto sulla distribuzione del lupo in Italia e nei Cantoni Ticino e Grigion. *Ricerche di Biologia della Selvaggina* 59: 1-75.
- 22) Capitani C., Bertelli I., Varuzza P., Scandura M., Apollonio M. (2004) A comparative analysis of wolf (*Canis lupus*) diet in three different Italian ecosystems. *Mammalian Biology* 69: 1-10
- 23) Capitani C., Mattioli L., Avanzinelli E., Gazzola A., Lambertini P., Mauri L., Scandura M., Viviani A., Apollonio M. (2006) Selection of rendezvous sites and reuse of pup raising areas among wolves *Canis lupus* of north-eastern Apennines, Italy. *Acta Theriologica*. In stampa.
- 24) Carbyn L.N. (1974) Wolf predation and behavioral interactions with elk and other ungulates in an area of high prey density. *Canadian Wildlife Service*, Edmonton, Alberta. 233 pp.
- 25) Carbyn L.N. (1997) Unusual movement by bison, *Bison bison*, in response to wolf, *Canis lupus*, predation. *Canadian Field Naturalist* 111: 461-462.
- 26) Carmichael E., Nagy J.A., Larter N.C., Strobeck C. (2001) Prey specialization may influence patterns of gene flow in wolves of the Canadian Northwest. *Molecular Ecology* 10: 2787-2798.
- 27) Centofanti E., Crudele G. (1993) La presenza del lupo (*Canis lupus*) in relazione agli ungulati nelle Foreste Casentinesi. *Relazione del Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste*. 1-27 pp.
- 28) Ciucci P., Mech L.D. (1992) Selection of wolf dens in relation to winter territories in northeastern Minnesota. *Journal of Mammalogy* 73: 899-905.
- 29) Ciucci P., Boitani L., Pelliccioni E.R., Rocco M., Guy I. (1996) A comparison of scat analysis methods to assess the diet of the wolf. *Wildlife Biology* 2: 37-48.
- 30) Ciucci P., Boitani L. (1998a) Il lupo. Elementi di biologia, gestione, ricerca. Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica "A. Ghigi", Documenti Tecnici 23: 1-111.
- 31) Ciucci P., Boitani L. (1998b) Wolf and dog depredation on livestock in central Italy. *Wildlife Society Bulletin* 26 (3): 504-514.
- 32) Ciucci P., Boitani L. (1999) Nine-year dynamics of a wolf pack in the Northern Apennines (Italy). *Mammalia* 63: 377-384.
- 33) Ciucci P., D'Alessio S., Mattei L., Boitani L. (2001) Stima della biomassa consumata tramite analisi degli escrementi: calibrazione del modello sulle principali prede selvatiche del lupo in Italia. In: *Atti del III Congresso Italiano di Teriologia*, San Remo, Italia.
- 34) Ciucci P., Maiorano L., Andreani M., Reggioni W., Boitani L. (2005) Dispersione a lungo raggio di un lupo dall'Appennino settentrionale alle Alpi Marittime: movimenti, comportamento spaziale ed eterogeneità ambientale. *Atti del V Congresso dell'Associazione Teriologica Italiana*, Arezzo 10-12 Novembre 2005. *Hystrix, Italian Journal of Mammalogy* (n.s.) supp. 2005: 65.
- 35) Cochran W.W., Lord R.D. (1963) A radio-tracking system for wild animals. *Journal of Wildlife Management* 27: 9-24.
- 36) Coppinger R., Lorenz J., Copinger L. (1983) Introducing livestock guarding dogs to sheep and goat producers. *Proceeding Eastern Wildlife Damage Control Conference* 1: 129-132.
- 37) Cozza K., Fico R., Battistini M.L., Rogers E. (1996) The damage-conservation interface illustrated by predation on domestic livestock in Central Italy. *Biological Conservation* 78: 329-336.
- 38) Creel S., Spong G., Sands J.L., Rotella J., Zeigle J., Joe L., Murphy K.M., Smith D. (2003) Population size estimation in Yellowstone wolves with error-prone noninvasive microsatellite genotypes. *Molecular Ecology* 12: 2003-2009.
- 39) Crudele G. (1988) La fauna. In: 'Le foreste di Campigna-Lama nell'Appennino toscano-romagnolo' (M. Padula e G. Crudele eds.), pp. 325-401, Regione Emilia Romagna, Bologna.
- 40) Debrot S., Fivaz G., Mermod C., Weber J.-M. (1982) Atlas des piols de mammifères d'Europe. *Peseux: Imprimerie de l'Ouest S. A.*
- 41) Duprè E. (1996) Distribuzione potenziale del lupo (*Canis lupus*) in Italia e modelli di espansione dell'areale: un approccio multivariato sviluppato attraverso un GIS. *Tesi di Dottorato*, Università di Roma "La Sapienza", Roma.
- 42) Fico R., Morosetti G., Giovannini A. (1993) The impact of predators on livestock in the Abruzzo region of Italy. *Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties* 12: 39-50.
- 43) Flagstad O., Walker C.W., Vilà C., Sundqvist A.-K., Fernholm B., Hufthammer A.K., Wiig O., Kojola I., Ellegren H. (2003) Two centuries of the Scandinavian wolf population: patterns of genetic variability and migration during era of dramatic decline. *Molecular Ecology* 12: 869-880.
- 44) Floyd T. J., Mech L.D., Jordan P.A. (1978) Relating wolf scats contents to prey consumed. *Journal of Wildlife Management* 42: 528-532.
- 45) Forbes G.J., Theberge J.B. (1995) Influences of a migratory deer herd on wolf movements and mortality in and near Algonquin Park, Ontario. In: 'Ecology and Conservation of Wolves in a Changing World' (Carbyn N.L., Fritts S.H. e Seip D.R. eds); *Canadian Circumpolar Institute, Occasional Publication* 35: 303-313.
- 46) Forbes S.H., Boyd D.K. (1997) Genetic structure and migration in native and reintroduced Rocky Mountain wolf populations. *Conservation Biology* 11: 1226-1234.
- 47) Fox M.W. (1975) Behavior of wolves, dogs and related canids. *Robert E. Krieger Publishing Co. Inc.*, Melbourne, Australia.
- 48) Fritts S.H., Mech L.D. (1981) Dynamics, movements, and feeding ecology of a newly protected wolf population in northwestern Minnesota. *Wildlife Monographs* 80: 54-77.
- 49) Fritts S.H. (1983) Record dispersal by wolf from Minnesota. *Journal of Mammalogy* 64: 45-77.
- 50) Fritts S.H., Paul W.J., Mech L.D., Scott D.P. (1992) Trends and management of wild-livestock conflicts in Minnesota. *U.S. Fish and Wildlife Service, Resource publication* 181. Northern Prairie Wildlife Research Center Home Page.
- 51) Fuller T.K. (1989a) Population dynamics of wolves in north-central Minnesota. *Wildlife Monographs* 105: 1-41.
- 52) Fuller T.K. (1989b) Denning behaviour of wolves in north-central Minnesota. *American Midland Naturalist* 121: 184-188.
- 53) Gese E.M., Mech L.D. (1991) Dispersal of wolves (*Canis lupus*) in Northeastern Minnesota, 1969-1989. *Canadian Journal of Zoology* 69: 2946-2955.
- 54) Gazzola A. (2002) Monitoraggio danni

## BIBLIOGRAFIA

- da canidi in provincia di Arezzo. Università degli Studi di Sassari. Relazione interna. Provincia di Arezzo. 25 pp.
- 55) Gazzola A., Avanzinelli E., Mauri L., Scandura M. e Apollonio M. (2002) Temporal changes of howling in south European wolf packs. *Italian Journal of Zoology* 69: 157-161.
- 56) Gazzola A., Bertelli I., Avanzinelli E., Tolosano A., Bertotto P., Apollonio M. (2005) Predation by wolf (*Canis lupus*) on wild and domestic ungulates of the Western Alps, Italy. *Journal of Zoology* 266: 205-213.
- 57) Gerard J.F., Le Pendu Y., Maublanc M.L., Vincent J.P., Pouille M.L., Cibien C. (1995) Large group formation in European roe deer: An adaptive feature? *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)* 50: 391-401.
- 58) Gowaci\_ski Z., Profus P. (1997) Potential impact of wolves (*Canis lupus*) on prey populations in eastern Poland. *Biological Conservation* 80: 99-106.
- 59) Gogan P.J.P., Olexa E.M., Thomas N., Kuehn D., Podruzny K.M. (2000) Ecological status of grey wolves in and adjacent to Voyageurs National Park, Minnesota. Technical Report, U.S. Geological Survey, Northern Rocky Mountain Science Center, Bozeman, Minnesota.
- 60) Green J.S., Woodbruff R.A. (1988) Breed comparison and characteristic of use of livestock guardian dogs. *Journal Range Management* 41: 249-251.
- 61) Gustavson C.R. (1982) An evaluation of taste aversion control of wolf (*Canis lupus*) predation in northern Minnesota. *Applied Animal Ethology* 9: 68-71.
- 62) Hayes R.D., Baer A.M., Larsen D.G. (1991) Population dynamics and prey relationships of an exploited and recovering wolf population in the southern Yukon. Yukon Territory, Fish and Wildlife Branch, Department of Renewable Resources, Final Report TR-91-1. 67 pp.
- 63) Hayes R.D., Harestad A.S. (2000) Demography of a recovering wolf population in the Yukon. *Canadian Journal of Zoology* 78: 36-48.
- 64) Harrington F.H., Mech D.L. (1978a) Wolf vocalization. In "Wolf and man: evolution in parallel" (R.L. Hall e H.S. Sharps eds), pp. 109-132, Academic Press, New York.
- 65) Harrington F.H., Mech D.L. (1978b) Howling at two Minnesota wolf pack summer homesites. *Canadian Journal of Zoology* 56: 2024-2028.
- 66) Harrington F.H., Mech D.L. (1979) Wolf howling and its role in territory maintenance. *Behaviour* 68: 297-249.
- 67) Harrington F.H., Mech L.D. (1982a) Patterns of homesites attendance in two Minnesota wolf packs. In: 'Wolves of the World - Perspectives of Behavior, Ecology, and Conservation' (Harrington F.H. e Paquet P.C. eds.), pp. 81-107, Noyes Publishers, Park Ridge, USA.
- 68) Harrington F.H., Mech L.D. (1982b). An analysis of howling response parameters useful for wolf pack censusing. *Journal of Wildlife Management* 48: 686-693.
- 69) Harrington F.H., Mech D.L. (1983) Wolf pack spacing: howling as a territory-independent spacing mechanism in a territorial population. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 12: 161-168.
- 70) Hebblewhite M., Pletscher D. H. (2002) Effects of elk group size on predation by wolves. *Canadian Journal of Zoology* 80: 800-809.
- 71) Heezen K.L., Tester J.R. (1967) Evaluation of radio-tracking by triangulation with special reference to deer movements. *Journal of Wildlife Management* 31: 124-141.
- 72) Heisey D.M., Fuller T.K. (1985) Evaluation of survival and cause-specific mortality rates using telemetry data. *Journal of Wildlife Management* 49: 668-674.
- 73) Howard W.E. (1960) Innate and environmental dispersal of individual vertebrates. *American Midland Naturalist* 63: 152-161.
- 74) Jedrzejewski W., Jedrzejewska B., Okarma H., Schmidt K., Zub C., Musiani M. (2000). Prey selection and predation by wolves in BPF, Poland. *Journal of Mammalogy* 81:197-212.
- 75) Jedrzejewski W., Schimidt K., Theuerkauf J., Jedrzejewska B., Selva N., Zub K., Szymura L. (2002) Kill rates and predation by wolves on ungulate populations in Bialowieza Primeval Forest (Poland). *Ecology* 83 (5): 1341-1356.
- 76) Jedrzejewski W., Niedzialkowska M., Nowak S., Jedrzejewska B. (2004a) Habitat variables associated with wolf (*Canis lupus*) distribution and abundance in northern Poland. *Diversity and Distributions* 10: 225-233.
- 77) Jedrzejewski W., Schmidt K., Jedrzejewska B., Theuerkauf J., Kowalczyk R., Zub K. (2004b) The process of a wolf pack splitting in Bialowieza Primeval Forest, Poland. *Acta Theriologica* 49: 275-280.
- 78) Jordan P.A., Shelton P.C., Allen D.L. (1967) Numbers, turnover, and social structure of the Isle Royal wolf population. *American Zoologist* 7: 233-252.
- 79) Joslin P.W.B. (1966) Summer activities of two timber wolf (*Canis lupus*) packs in Algonquin Park. Master's thesis, University of Toronto, Ontario, pp 99.
- 80) Joslin P.W.B. (1967) Movements and home sites of timber wolves in Algonquin Park. *American Zoologist* 7: 279-288.
- 81) Keith L.B. (1983) Population dynamics of wolves. In "Wolves in Canada and Alaska: Their status, biology and management". (Carbyn L.N. ed.) pp. 66-77, Canadian Wildlife Service, Report Service 45, Ottawa, Canada.
- 82) Kenward R. (1987) *Wildlife Radio Tagging*. Academic Press, London., 222 pp.
- 83) Kleiman D.G. (1966) Scent marking in the Canidae. *Symposium of the Zoological Society (London)* 18: 167-177.
- 84) Kojola I., Huitu O., Toppinen K., Heikura K., Heikkinen S., Ronkainen S. (2004) Predation on European wild forest reindeer (*Rangifer tarandus*) by wolves (*Canis lupus*) in Finland. *Journal of Zoology (London)* 263: 229-235
- 85) Kunkel K.E., Mech L.D. (1994) Wolf and bear predation on white-tailed deer fawns in north-eastern Minnesota. *Canadian Journal of Zoology* 72: 1557-1565.
- 86) Lamberti P. (2004) L'analisi di un sistema coevoluto: il caso lupo-ungulati selvatici nell'Oasi di protezione dell'Alpe di Catenai. Tesi di dottorato, Università di Pisa. 93 pp.
- 87) Lorenzini R., Fico R. (1995) A genetic investigation of enzyme polymorphism shared by wolf and dog: suggestion for conservation of the wolf in Italy. *Acta Theriologica, Suppl.* 3: 101-110
- 88) Lovari C., Mattioli L., Mazzarone V., Siemoni N. 2000. Analisi delle popolazioni di ungulati selvatici: cervo, capriolo, daino e cinghiale. In: 'Gli ungulati selvatici delle Foreste Casentinesi: risultati di dieci anni di monitoraggio'. Regione Toscana, pp. 30-77.
- 89) Lucchini V., Fabbri E., Marucco F., Ricci S., Boitani L., Randi E. (2002) Noninvasive molecular tracking of colonizing wolf (*Canis lupus*) packs in the western Italian

## BIBLIOGRAFIA

- Alps. *Molecular Ecology* 11: 857-868.
- 90) Lucchini V., Galov A., Randi E. (2004) Evidence of genetic distinction and long-term population decline in wolves (*Canis lupus*) in the Italian Apennines. *Molecular Ecology* 13: 523-536.
- 91) Manly B.F.J., McDonald L.L., Thomas D.L., Mc Donald T.L., Erickson W.P. (2002) *Resource selection by animals*. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht. 221 pp.
- 92) Mattioli L., Apollonio M., Mazarzone V., Centofanti, E. (1995) Wolf food habits and wild ungulate availability in the Foreste Casentinesi National Park; Italy. *Acta Theriologica* 40: 387-402.
- 93) Mattioli L., Capitani C., Avanzinelli E., Bertelli I., Gazzola A., Apollonio M. (2004) Predation by wolves (*Canis lupus*) on roe deer (*Capreolus capreolus*) in north-eastern Apennines, Italy. *Journal of Zoology (London)* 264: 249-258.
- 94) Mazarzone V. (1986) Indagine sulla popolazione di cervo (*Cervus elaphus*) delle Riserve Naturali Casentinesi (gestione ex ASFD) e sulle sue relazioni con l'ambiente forestale. Proposte per la gestione della fauna ungulata. Tesi di laurea, Università degli Studi di Firenze.
- 95) Mazarzone V., Apollonio M., Lovari C., Mattioli L., Pedone P., Siemoni N. (1989) Censimento di cervi al bramito in ambiente montano appenninico. Atti del 2° Seminario sui Censimenti Faunistici, Brescia.
- 96) Mech L.D. (1967) Telemetry as a technique in the study of predation. *Journal of Wildlife Management* 31: 492-496.
- 97) Mech L.D. (1970) The wolf: the ecology and behavior of an endangered species. Natural History Press, Garden City, USA.
- 98) Mech L.D. (1973) Wolf numbers in the Superior National Forest of Minnesota. Research Report, no. NC-97. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station, St. Paul, MN.
- 99) Mech L.D. (1994) Buffer zone of territories of gray wolves as region of intraspecific strife. *Journal of Mammalogy* 75: 199-202.
- 100) Mech L.D. (1999) Alpha status, dominance and division of labour in wolf packs. *Canadian Journal of Zoology* 77: 1196-1203.
- 101) Mech L.D., Nelson M.E. (2000) Do wolves affect white-tailed buck harvest in northeastern Minnesota? *Journal of Wildlife Management* 64(1): 129-136.
- 102) Mech L.D., Adams, L.G., Meier T.J., Burch J.W., Dale B.W. (1998) The wolves of Denali. University of Minnesota Press, Minneapolis.
- 103) Mech L.D., Wolfe P., Packard J.M. (1999) Regurgitative food transfer among wild wolves. *Canadian Journal of Zoology* 77: 1192-1195.
- 104) Meriggi A., Lovari S. (1996) A review of wolf predation in southern Europe: does the wolf prefer wild prey to livestock? *Journal Applied Ecology* 33: 1516-1571.
- 105) 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.
- 106) Messier F. (1985) Social organization, spatial distribution, and population density of wolves in relation to moose density. *Canadian Journal of Zoology* 63: 1068-1077.
- 107) Messier F. (1991) The significance of limiting and regulating factors on the demography of moose and white tailed deer. *Journal of Animal Ecology* 60: 377-393.
- 108) Morin P.A., Woodruff D.S. (1996) Noninvasive genotyping for vertebrate conservation. In 'Molecular genetic

## BIBLIOGRAFIA

- approaches in conservation' (Smith T.B. e Wayne R.K. eds.), pp. 298-313, Oxford University Press, New York.
- 109) Moritz C.C. (1994) Defining 'evolutionary significant units' for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 9: 373-375.
- 110) Moritz C., Dowling T.E., Brown W.M. (1987) Evolution of animal mitochondrial DNA: relevance for population biology and systematics. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18: 269-292.
- 111) Nagy K.A. (1987) Field metabolic rate and energy requirements scaling in mammals and birds. *Ecological Monographs* 57: 111-128.
- 112) Nowak R.M. (1995) Another look at wolf taxonomy. In 'Ecology and conservation of wolves in a changing world' (L.N. Carbyn, S.H. Fritts e D.R. Seip eds.), pp. 375-397, Canadian Circumpolar Institute, Edmonton, Canada.
- 113) Nowak R.M. (2003) Wolf evolution and taxonomy. In 'Wolves: Behavior, Ecology, and Conservation' (L.D. Mech e L. Boitani eds.), pp. 239-258, The University of Chicago Press, Chicago, USA.
- 114) Nowak R.M., Federoff N.E. (2002) The systematic status of the Italian wolf *Canis lupus*. *Acta Theriologica* 47: 333-338.
- 115) Nowak S., Myslipek R. W., Jędrzejewska B. (2005) Patterns of wolf *Canis lupus* predation on wild and domestic ungulates in the Western Carpathian Mountains (S Poland). *Acta Theriologica* 50: 263-276.
- 116) Okarma H. (1992) The wolf - monograph of a species. Białowieża, Poland. 168 pp. [in polacco]
- 117) Okarma H., Jędrzejewski W., Schmidt K., Sniezko S., Bunevich A.N., Jędrzejewska B. (1998) Home range of wolves in Białowieża Primeval Forest, Poland, compared with other Eurasian populations. *Journal of Mammalogy* 79: 842-852.
- 118) Olsson O., Wirtberg J., Andersson M., Wirtberg, I. (1997) Wolf (*Canis lupus*) predation on moose (*Alces alces*) and roe deer (*Capreolus capreolus*) in south central Scandinavia. *Wildlife Biology* 3: 13-23.
- 119) Peek J.M., Urich D.L., Mackie R.J. (1976) Moose habitat selection and relationships to forest management in north-eastern Minnesota. *Wildlife Monographs* 48: 1-65.
- 120) Peters R., Mech L.D. (1975) Scent-marking in wolves. *American Scientist* 63: 628-637.
- 121) Peterson R.O. (1977) Wolf ecology and prey relationships on Isle Royale. Scientific Monograph Series, no. 11. U.S. Department of the Interior, National Park Service, Washington.
- 122) Peterson R.O., Page R.E. (1988) The rise and fall of Isle Royale wolves, 1975-1986. *Journal of Mammalogy* 69: 89-99.
- 123) Peterson R.O., Woolington J.D., Bailey T.N. (1984) Wolves of the Kenai peninsula, Alaska. *Wildlife Monographs* 88: 1-52.
- 124) Peterson R.O., Thomas N.J., Thurber J.M., Vucetich J.A., Waite T.A. (1998) Population limitation and the wolves of Isle Royale. *Journal of Mammalogy* 79: 828-841.
- 125) Pimlott D.H., Shannon J.A., Kolenosky G.B. (1969) The ecology of the timber wolf in Algonquin Provincial Park. Canadian Department Lands Forest Research, Report. No. 87.
- 126) Poulle M.-L., Carles L., Lequette B. (1999) Significance of ungulates in the diet of recently settled wolves in the Mercantour mountains (southern France). *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)* 52: 357-368.

## BIBLIOGRAFIA

- 127) Randi E., Lucchini V., Francisci F. (1993) Allozyme variability in the Italian wolf (*Canis lupus*) population. *Heredity* 71: 516-522.
- 128) Randi E., Lucchini V., Christensen M.F., Mucci N., Funk S.M., Dolf G., Loeschcke V. (2000) Mitochondrial DNA variability in Italian and East European wolves: detecting the consequences of small population size and hybridization. *Conservation Biology* 14: 464-473.
- 129) Randi E., Alves P.C., Carranza J., Milosevic - Zlatanovic S., Sfougaris A., and Mucci N. (2004) Phylogeography of roe deer (*Capreolus capreolus*) populations: the effects of historical genetic subdivisions and revert nonequilibrium dynamics. *Molecular Ecology* 13: 3071-3083.
- 130) Rausch R.A. (1967) Some aspect of the population ecology of wolves, Alaska. *American Zoologist* 7: 253-265.
- 131) Rothman R.J., Mech L.D. (1979) Scent-marking in lone wolves and newly formed pairs. *Animal Behavior* 27: 750-760.
- 132) Roy M.S., Geffen E., Smith D., Ostrander E.A., Wayne R.K. (1994) Patterns of differentiation and hybridization in North American wolflike canids, revealed by analysis of microsatellite loci. *Molecular Biology and Evolution* 11: 553-570.
- 133) Ryon J., Brown R.E. (1990) Urine marking in female wolves (*Canis lupus*): an indicator of dominance status and reproductive state. *Chemical Signals in Vertebrates* 5: 346-351.
- 134) Rutter R.J., Pimlott D.H. (1968) *The World of the Wolf*. Lippincott Co., Philadelphia, USA.
- 135) Savolainen P., Zhang Y., Luo J., Lundeberg J., Leitner T. (2002) Genetic evidence for an East Asian origin of domestic dogs. *Science* 298: 1610-1613.
- 136) Salvador A., Abad P.L. (1987) Food habits of a wolf population (*Canis lupus*) in León province, Spain. *Mammalia* 51: 45-52.
- 137) Scandura M., Apollonio M., Mattioli L. (2001) Recent recovery of the Italian wolf population: a genetic investigation using microsatellites. *Mammalian Biology* 66: 321-331.
- 138) Scandura M. (2005) Individual sexing and genotyping from blood spots on the snow: a reliable source of DNA for non-invasive genetic surveys. *Conservation Genetics* 6: 871-874.
- 139) Scandura M., Capitani C., Iacolina L., Apollonio M. (2006) An empirical approach for reliable microsatellite genotyping of wolf DNA from multiple noninvasive sources. *Conservation Genetics*. In Stampa.
- 140) Schmidt P.A., Mech L.D. (1997) Wolf pack size and food acquisition. *American Naturalist* 150: 513-517.
- 141) Sinclair A.R.E. (1989) Populations regulation in animals. In "Ecological concepts" (J.M. Cherrett ed.), pp. 197-241, Blackwell Scientific Publication, Oxford.
- 142) Smietana W. (2005) Selectivity of wolf predation on red deer in the Bieszczady Mountains, Poland. *Acta Theriologica* 50: 277-288.
- 143) Smith D., Meier T., Geffen E., Mech L.D., Burch J.W., Adams L.G., Wayne R.K. (1997) Is incest common in gray wolf packs? *Behavioral Ecology* 8: 384-391.
- 144) Springer J.T. (1979) Some sources of bias and sampling error in radio triangulation. *Journal of Wildlife Management* 43: 926-935.
- 145) Sumanik R.S. (1987) Wolf ecology in the Kluane Region, Yukon Territory. M.Sc. thesis, Michigan Technical University, Houghton, USA.
- 146) Tautz D. (1989) Hypervariability of simple sequences as a general source for

## BIBLIOGRAFIA

- polymorphic DNA markers. *Nucleic Acids Research* 17: 6463-6471.
- 147) Telleria J.L., Saez-Royuela C. (1989) Ecología de una población ibérica de lobos (*Canis lupus*). Donana, *Acta Vertebrata* 16 (1): 105-122.
- 148) Theuerkauf J., Rouys S., Jedrzejewski W. (2003). Selection of den, rendezvous, and resting sites by wolves in the Bialowieza Forest, Poland. *Canadian Journal of Zoology* 81:163-167.
- 149) Tooe S.J., Harrington F.H., Fentress J.C. (1990) Individually distinct vocalization in timber wolves. *Journal of Mammalogy* 40: 723-730.
- 150) Valière N., Fumagalli L., Gielly L., Lequette B., Poulle M-L., Weber J-M., Arlettaz R., Taberlet P. (2003) Long-distance wolf recolonization of France and Switzerland inferred from non-invasive genetic sampling over a period of 10 years. *Animal Conservation* 6: 83-92.
- 151) Van Camp J., Gluckie R. (1979) A record long-distance move by a wolf (*Canis lupus*). *Journal of Mammalogy* 60: 236-237.
- 152) Van Hooff J.A.R.A.M., Wensing J.A.B. (1987) Dominance and its behavioural measures in a captive wolf pack. In 'Man and wolf: Advances issues and problems in captive wolf research' (H. Frank eds.), pp. 219-252, Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, Paesi Bassi.
- 153) Vilà C., Urios V., Castroviejo J. (1994) Use of faeces for scent marking in Iberian wolves (*Canis lupus*). *Canadian Journal of Zoology* 72: 374-377.
- 154) Vilà C., Amorim I.R., Leonard J.A., Posada D., Castroviejo J., Petrucci-Fonseca F., Crandall K.A., Ellegren H., Wayne R.K. (1999) Mitochondrial DNA phylogeography and population history of the gray wolf *Canis lupus*. *Molecular Ecology* 8: 2089-2103.
- 155) Vilà C., Sundqvist A.K., Flagstad Ø., Seddon J., Björnerfeldt S., Kojola I., Casulli A., Sand Wabakken P., Sand H., Liberg O., Bjarvall, A. (2001) The recovery, distribution, and population dynamics of wolves on the Scandinavian peninsula, 1978-1998. *Canadian Journal of Zoology* 79: 710-725.
- 156) Watson J.D., Mullis K.B., Ferre F., Gibbs R.A. (1994) *The Polymerase Chain Reaction*. Birkhäuser, Boston, USA.
- 157) Wayne R.K., Lehman N., Allard M.W., Honeycutt R. (1992) Mitochondrial DNA variability of the gray wolf: genetic consequences of population decline and habitat fragmentation. *Conservation Biology* 6: 559-569.
- 158) White G., Garrot R. (1990) *Analysis of Wildlife Radio-Tracking Data*. Academic Press. New York, USA, 383 pp.
- 159) White P.J., Garrott R.A. (2005) Yellowstone's ungulates after wolves - expectations, realisations, and predictions. *Biological Conservation* 125: 141-152.
- 160) Wilson D.E., Reeder D.M. (1993) *Mammal Species of the World, a Taxonomic and Geographic Reference*. (2<sup>a</sup> ed.) Smithsonian Institution Press, Washington, USA.
- 161) Woolpy J.H. (1968) The social organization of wolf. *Natural History* 77: 46-55.
- 162) Zimen E. (1971) *Wölfe und Königspundel, Vergleichende Verhaltensbeobachtungen*. R. Piper & Co. Verlag, Munich, Germania. 257 pp.
- 163) Zimen E. (1976) On the regulation of pack size in wolves. *Zeitschrift für Tierpsychologie* 40: 300-341.
- 164) Zimen E., Boitani L. (1975) Number and distribution of wolves in Italy. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 40: 102-112.

*Finito di stampare nel mese di giugno 2006  
per conto di Editrice Le Balze - Montepulciano (SI)  
presso la Tipolitografia Sat - Lama - San Giustino (PG)*

