

DISTRIBUZIONE E USO DELL'HABITAT
DEL LUPO (*CANIS LUPUS* L., 1758)
NELL'ALTO APPENNINO REGGIANO

NICOLA GILIO, CLAUDIA CAMPI, CAROLA OPPIO, ALBERTO MERIGGI

Dipartimento di Biologia Animale - Università degli Studi di Pavia
Piazza Botta 9/10, 27100 - Pavia, Italia
meriggi@unipv.it

ABSTRACT – *Distribution and habitat use of the gray wolf (Canis lupus L., 1758) in the upper Apennine (Northern Italy).* In order to define wolf ranges and seasonal difference in habitat use, wolf signs were looked for along 25 transects (271.2 km) from June 1997 to December 2000. The range occupied by wolf population greatly exceeded the boundaries of the study area. The analysis performed to assess wolf habitat selection recorded a significant difference between high prairies and clearing, positively selected, and mixed woods, beech woods and pastures negatively selected.

The bivariated and multivariated analysis to study the relationship between wolf abundance and the independent variables show that wolf abundance is significantly and positively correlated to abundance of prey species.

Key words: *Canis lupus*, distribution, habitat use, Italy

RIASSUNTO - Da giugno del 1997 a dicembre del 2000 è stata condotta una ricerca con lo scopo di acquisire informazioni riguardanti la distribuzione e l'utilizzo dell'habitat da parte della popolazione di lupo (*Canis lupus* L., 1758) gravitante sul territorio del Parco Regionale dell'Alto Appennino Reggiano. Per definire la distribuzione della specie nel territorio del Parco e nelle aree adiacenti, è stata individuata una rete di 25 transetti (271,2 km). Durante gli anni di studio la popolazione di lupo ha occupato aree abbondantemente eccedenti i confini dell'area protetta, soprattutto nel versante toscano. L'analisi della modalità di utilizzo dei diversi tipi di habitat ha rilevato l'esistenza di marcate variazioni nella selezione dell'habitat nei diversi anni e stagioni.

L'analisi sulla frequentazione dei tipi di habitat in generale ha evidenziato un sovrautilizzo delle praterie sommitali e delle radure ed un sottoutilizzo dei boschi misti di latifoglie, delle faggete e dei prato-pascoli.

I risultati delle analisi bivariate e multivariate tra l'indice di abbondanza del lupo e le altre variabili indipendenti mostrano che la presenza del lupo è influenzata principalmente dalla presenza e dall'abbondanza delle sue prede e che i diversi tipi di vegetazione non sembrano condizionare in maniera rilevante la distribuzione del predatore sul territorio.

Parole chiave: *Canis lupus*, distribuzione, uso dell'habitat, Italia

INTRODUZIONE

Le straordinarie capacità di adattamento alle differenti condizioni ecologiche hanno fatto del lupo (*Canis lupus*) uno dei mammiferi selvatici terrestri più ampiamente distribuito nel mondo. Originariamente il suo areale si estendeva a tutto l'emisfero settentrionale tra i 20° N di latitudine e le regioni artiche, interessando l'intero continente nord americano sino al Messico e quello euroasiatico sino al Giappone (Boitani e Ciucci, 1998).

Come confermato dall'ampia distribuzione originaria, la specie ricerca una buona disponibilità di prede e la mancanza di fattori di disturbo, che possono interagire negativamente con la riproduzione, l'allevamento della prole e le diverse forme di interazione sociale, piuttosto che particolari requisiti geomorfologici e vegetazionali. Si preferisce, pertanto, parlare di habitat ottimali, in cui tutte le variabili che favoriscono la presenza stabile della specie sono rappresentate, e habitat marginali, in cui l'interferenza antropica si traduce in tassi di mortalità che la popolazione non è in grado di sostenere (Boitani e Ciucci, 1998).

Attraverso modelli di analisi statistica multivariata, sono stati individuati come fattori che maggiormente condizionano la presenza stabile del predatore la copertura forestale, la presenza di siti di rifugio, la densità umana e la disponibilità di prede o fonti alternative di cibo (Meriggi *et al.*, 1994; Duprè *et al.*, 1996; Massolo e Meriggi, 1998).

Nel nostro Paese importanti fattori come l'elevato grado di antropizzazione, la perdita di habitat idonei alla

riproduzione, la persecuzione diretta ed il randagismo canino, particolarmente presente nel centro sud della penisola, hanno seriamente limitato la consistenza e la distribuzione del lupo fino alla metà degli anni '70; dagli anni '80 in poi l'areale della specie è aumentato progressivamente e costantemente. L'attuale distribuzione della specie in Italia comprende l'intera catena appenninica, dalle Alpi marittime all'Aspromonte, con importanti nuclei nel Lazio settentrionale e Toscana centro meridionale (Boitani e Ciucci, 1998). Dalle Alpi marittime la specie ha cominciato a ricolonizzare l'arco alpino a partire da ovest, con segnalazioni certe nel Cuneese (Valle Stura), nel Torinese (Val di Susa), in Val d'Ossola, in Valtellina e Val Camonica, formando nuclei stabili anche in Francia (massiccio del Mercantour) e in misura minore in Svizzera. Il suo recupero è legato alla mutata situazione socio-economica, con particolare riferimento al regime di protezione che la specie gode dal 1972, all'abbandono dei territori montani e all'aumentata disponibilità di prede selvatiche.

Fino ad ora, però, in Italia non sono stati analizzati i fattori che localmente influenzano l'occupazione dello spazio e dell'habitat da parte del lupo. Questo aspetto appare di grande importanza considerato che la popolazione italiana comprende nuclei stabili che si riproducono in aree ad elevata idoneità, per le caratteristiche ambientali e di disponibilità di prede, e che forniscono individui per la colonizzazione di altre zone, garantendo così la sopravvivenza della popolazione e l'ampliamento dell'areale, con possibilità di congiunzione con

altre popolazioni dell'area mediterranea (Massolo e Meriggi 1998). L'analisi della selezione dell'habitat ad una scala locale può permettere di acquisire informazioni importanti per individuare i fattori ambientali che permettono al lupo di occupare stabilmente alcune zone dell'area di distribuzione. Questa ricerca ha lo scopo di definire le esigenze ecologiche del lupo, ad un elevato livello di dettaglio, in un'area dell'Appennino settentrionale, occupata da tempo e stabilmente da un nucleo riproduttivo.

AREA DI STUDIO

L'area di studio copre i 233,7 km² del Parco Regionale dell'Alto Appennino Reggiano (Appennino settentrionale, Provincia di Reggio Emilia, 44°19' N, 10°19' E) (Fig. 1). Il territorio si estende tra i 600 m e i 2100 m s.l.m. e la copertura vegetale è rappresentata da boschi cedui e fustaie di faggio (52%), prati e pascoli (12%), praterie sommitali (10%), boschi misti di latifoglie (8%), castagneti (4%) e cespugliati (4%). La temperatura media annua è di 8,2 °C con un minimo di -2,8°C in febbraio e un massimo di 18,2°C in luglio; le precipitazioni medie annue sono di 1806 mm, concentrate in ottobre (254 mm) e in aprile (204 mm).

METODI

1. Raccolta dati

I segni di presenza del lupo (avvistamenti, ululati, impronte, feci e predazioni certe) e delle specie preda potenziali (capriolo *Capreolus capreolus*, cervo *Cervus elaphus*, cinghiale *Sus scrofa*, muflone *Ovis ammon*, lepre europea *Lepus europaeus* e marmotta *Marmota marmotta*) (avvistamenti, impronte, feci, segni di marcatura e di alimentazione) sono stati rilevati in giu-

gno 1997-dicembre 2000 lungo una rete di 25 transetti campione (totale = 271,2 km; media = 10,8 km; min-max.= 16,56-3,82; D.S.= 3,05) rappresentativi dei diversi ambienti presenti nell'area di studio, percorsi almeno una volta durante ogni stagione. Le osservazioni sono state digitalizzate e georeferenziate tramite il software GIS Arcview 3.2. Mediante una carta d'uso del suolo digitalizzata, redatta nell'anno 2000 in scala 1:25.000 dal servizio cartografico della Regione Emilia-Romagna, sono state rilevate e misurate 24 variabili della vegetazione presente nel Parco; successivamente, i diversi tipi vegetazionali sono stati accorpati sulla base della loro fisionomia, associazione e grado di copertura, in 14 macrotipi. Inoltre utilizzando il Modello Digitale del Terreno (base raster con maglie di 6,25 ha), e le carte digitalizzate della rete idrica e della rete stradale sono state misurate: 9 variabili relative alle caratteristiche fisiche del territorio, 2 all'idrografia, 4 al grado di antropizzazione e 3 alla complessità paesaggistica (Tab. 1).

2. Analisi dei dati

Le analisi spaziali sono state condotte mediante il software "RangesV" per Windows. Per individuare gli areali più intensamente frequentati nell'intero periodo di studio, nei singoli anni e nelle diverse stagioni sono state effettuate Kernel Analysis al 99% (Worton, 1989; Kenward, 1987). Per valutare la stabilità nel tempo degli areali, sono state effettuate stime di sovrapposizione nei differenti anni. L'utilizzo dei diversi tipi di habitat è stato analizzato a due differenti livelli: come uso delle superfici e come frequentazione. L'uso dei diversi tipi, ricavato dalla proporzione con la quale ognuno di essi era presente nell'areale occupato, è stato confrontato con la disponibilità degli stessi nell'area di studio mediante l'indice di preferenza di Jacobs, PI, (Jacobs, 1974), che varia

Tabella 1 - Variabili ambientali stimate nell'area di studio e nelle Unità Campione (UC = 134).

Variabile	Modalità di valutazione
TIPI AMBIENTALI	
Faggeta rada (copertura inferiore al 50%)	Estensione percentuale
Prati sfalciati	
Praterie sommitali	
Boschi misti di latifoglie	
Castagneti	
Cespuglieti	
Radure	
Greti	
Prati e pascoli	
Boschi misti	
Rimboschimenti di conifere	
Affioramenti litoidi	
Faggeta densa (copertura sup. al 50%)	
Aree urbane	
CARATTERISTICHE FISICHE	
Rugosità	Sviluppo in km delle isoipse separate da un'altitudine di 50 m s.l.m. per unità di superficie in km ²
Altitudine <800 m	Estensione percentuale
Altitudine 800-1000 m	
Altitudine 1000-1200 m	
Altitudine 1200-1400 m	
Altitudine 1400-1600 m	
Altitudine 1600-1800 m	
Altitudine 1800-2000 m	
Altitudine >2000 m	
Sviluppo torrenti permanenti	Sviluppo in km per unità di superficie in km ²
Sviluppo torrenti temporanei	
Sviluppo strade statali	
Sviluppo strade provinciali	
Sviluppo strade comunali	
Sviluppo strade forestali	
COMPLESSITÀ PAESAGGISTICA	
Indice di diversità ambientale di Shannon e Wiener (H')	$H' = \sum [-p_i \cdot \log_2(p_i)]$ dove p_i è la proporzione dell' <i>i</i> -esima tipologia vegetazionale
Indice di diversità ambientale di Simpson (D)	$D = 1 / \sum_{i=1}^S p_i^2$ dove S è il numero totale di ambienti nell'area di studio
Indice di ecotono	Sviluppo in km del confine tra ambienti aperti e chiusi per unità di superficie in km ²

Il lupo nell'Alto Appennino Reggiano

da -1 (completa esclusione) a +1 (uso di un solo tipo). Non potendo disporre di un test statistico in grado di indicare quale differenza dal valore zero fosse da considerarsi significativa, si è preferito escludere i valori compresi nell'intervallo tra -0,2 e +0,2 e considerarli non indicativi di una selezione positiva o negativa, in quanto troppo esigui per poter indicare una reale scelta da parte della specie. Per la frequentazione dei diversi tipi di habitat sono state calcolate le proporzioni dei segni di presenza della specie nei differenti ambienti presenti lungo i transetti (uso), confrontandole con le proporzioni con cui i diversi tipi di habitat compaiono lungo la rete di transetti in termini di sviluppo chilometrico (disponibilità). Mediante il test del χ^2 , sono state confrontate le frequenze osservate dei segni di presenza (FO) e le frequenze attese (FA) in base all'ipotesi nulla (H_0) di uso dei diversi habitat da parte del lupo, proporzionale alla loro disponibilità.

Quando il valore del χ^2 indicava l'esistenza di una differenza significativa ($P < 0,05$), sono stati calcolati gli Intervalli fiduciali simultanei di Bonferroni delle proporzioni d'uso osservate (PUO), per ogni tipo di ambiente (Neu *et al.*, 1974; Byers *et al.*, 1984; Manly *et al.*, 1993).

Quindi, è stato verificato se le rispettive proporzioni d'uso attese (PUA) cadessero all'esterno o all'interno dell'intervallo calcolato, indicando rispettivamente differenze significative o non significative (Allredge e Ratti, 1986). Per ridurre la possibilità di errori del II tipo, ovvero di accettare erroneamente l'ipotesi nulla, sono stati effettuati accorpamenti a livello di tipi di vegetazione sulla base degli aspetti comuni e della loro fisionomia (Tab. 2).

Per comprendere quali variabili influenzassero l'occupazione dell'habitat da parte del lupo, il territorio del Parco è stato suddiviso con un reticolo formato da 325 maglie quadrate di 1 km di lato (Unità Campione, UC); sono state poi prese in considerazione

Tabella 2 - Distribuzione delle tipologie ambientali accorpate, utilizzate per il calcolo degli Intervalli fiduciali simultanei di Bonferroni.

Variabili ambientali	Area (ha)	%
Faggete	12.149	52,0
Boschi misti di latifoglie	3.014	12,9
Prati e pascoli	2.827	12,1
Praterie sommitali	2.336	10,0
Radure	1.454	6,2
Greti	818	3,5
Boschi misti	771	3,3
Totale	23.369	100,0

solo le UC attraversate dalla rete dei 25 transetti ($N=193$), ed all'interno di ciascuna sono stati calcolati gli indici chilometrici di abbondanza (IKA) del lupo e delle potenziali prede come rapporto tra il numero di segni di presenza rilevati nella maglia e la lunghezza, espressa in chilometri, del transetto nella rispettiva UC. Per rendere indipendente l'IKA dalla lunghezza dei transetti nelle UC, tramite analisi di regressione è stata valutata la lunghezza minima del transetto oltre la quale la curva raggiungeva un asintoto indicante la non dipendenza dell'indice di abbondanza. Questa lunghezza, stimata per il lupo e relative prede potenziali, è risultata pari a 1 Km; per le successive elaborazioni sono state mantenute, quindi, solo le UC con chilometraggi superiori ($N = 134$).

Per ciascuna UC sono state poi prese in considerazione e misurate le variabili indipendenti riportate in Tabella 1.

Sono state quindi condotte analisi di correlazione bivariata (coefficiente di Pearson) per misurare il grado di associazione tra la variabile IKA del lupo e le variabili ambientali. Sulla base di questi risultati è stato elaborato il modello di regressione (lineare, quadratico o cubico) che meglio fosse in grado di spiegare la relazione tra la

variabile dipendente IKA del lupo e la variabile indipendente in esame. Sono state quindi condotte analisi di regressione multipla, secondo la procedura *Stepwise*, che

principali di superficie paragonabile. Nel 1998, è incrementato del 10% rispetto l'anno precedente, raggiungendo i 164 km² e risultando ancora netta



Figura 1 - Collocazione geografica dell'area di studio.

permette di selezionare i sottogruppi di variabili che danno i migliori valori di R² (varianza spiegata dalla variabile dipendente – IKA del lupo), F (significatività della regressione) e T (significatività dei coefficienti parziali di regressione).

RISULTATI

1. Areale utilizzato

L'areale complessivamente utilizzato dal lupo nel periodo di studio era di 228 km² e interessava anche porzioni delle province di Massa Carrara e Lucca, in Toscana. Esso è incrementato dal 1997 al 1999 per poi ridursi lievemente nel 2000 (Fig. 2).

Nel 1997, l'areale (148,5 km²) è risultato nettamente disgiunto in due nuclei

mentre suddiviso nel nucleo nord-occidentale e in quello sud-orientale. Nel 1999, si è verificato l'incremento più consistente della superficie che ha raggiunto i 233,7 km² con una crescita, rispetto l'anno precedente, di oltre il 40%. Nel 2000, l'areale (206,8 km²) ha evidenziato una contrazione dell'11,5% rispetto l'anno precedente; per gli areali del 1999 e del 2000, i due nuclei nord-occidentale e sud-orientale, seppure ancora riconoscibili, non risultano più nettamente separati.

La sovrapposizione degli areali annuali è variata dal 54,7%, (1999 vs 1997) al 87,6% (2000 vs 1999) (Tab. 3).

Nell'areale occupato complessivamente dal lupo, nel corso dei 4 anni di studio, l'ambiente maggiormente rappre-

Il lupo nell'Alto Appennino Reggiano

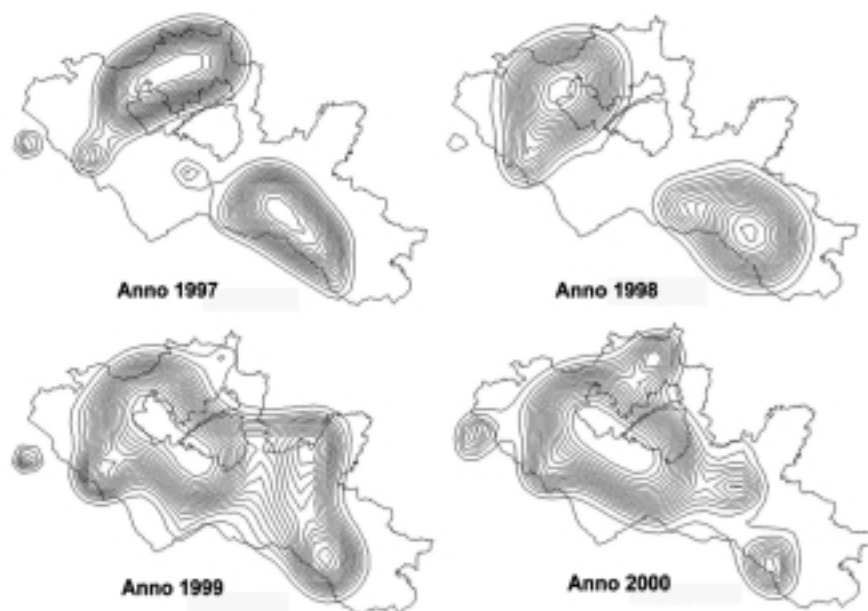


Figura 2 - Areale frequentato della popolazione di lupo nei singoli anni (Kernel Analysis al 99%).

sentato è stato la faggeta rada, con una superficie pari al 49,4% del totale (Tab. 4); seguono gli ambienti aperti come le praterie sommitali (12%) e i prati regolarmente sfalciati (9,6%). Nei singoli anni la composizione ambientale degli

coperto una superficie di 146,3 km² ed è risultato posizionato nella porzione sud-occidentale dell'area di studio. In primavera l'area frequentata ha raggiunto i 155,0 km² con un'espansione verso la porzione nord-occidentale del

Tabella 3 - Matrice di sovrapposizione percentuale bidirezionale tra gli areali annuali del lupo.

Anni	1997	1998	1999	2000
1997	-	74,3	85,5	80,3
1998	67,6	-	84,7	71,3
1999	54,7	59,4	-	77,5
2000	57,9	56,7	87,6	-

areali rimane sostanzialmente inalterata; le variazioni percentuali più consistenti sono state registrate dal 1998 al 2000 per i castagneti (2,7%) e per i boschi misti di latifoglie (3,9%). L'areale invernale (anni cumulati) ha

parco. Nelle stagioni estive si è verificato l'incremento più consistente della superficie che ha raggiunto i 179,2 km² con una netta occupazione delle porzioni più elevate ed orientali dell'area di studio. L'areale autunnale ha evidenzia-

Tabella 4 - Variazioni annuali delle percentuali dei tipi di habitat nell'areale del lupo (Kernel Analysis 99%).

Variabili ambientali	1997-2000	1997	1998	1999	2000
Faggeta rada	49,4	45,9	51,8	48,6	48,5
Praterie sommitali	12,0	15,6	15,6	11,2	9,7
Prati sfalciati	9,6	9,4	8,6	10,4	10,5
Boschi di latifoglie	6,7	5,6	3,9	7,6	7,8
Castagneti	4,6	4,9	2,3	4,2	5,0
Cespuglieti	4,6	3,0	3,1	4,8	5,0
Radure	2,2	2,5	2,6	2,2	2,2
Boschi misti	2,0	2,8	2,1	1,7	1,8
Prati-pascoli	2,0	2,9	2,7	1,9	2,0
Greti	1,8	1,5	2,1	2,1	2,2
Affioramenti litoidi	1,5	1,9	1,6	1,5	1,5
Rimboschimenti di conifere	1,5	1,8	1,5	1,6	1,6
Faggeta densa	1,2	1,4	1,5	1,2	1,2
Aree urbane	0,8	0,9	0,7	0,9	1,1

to una contrazione della superficie occupata rispetto alla stagione estiva, ma con una estensiva occupazione delle aree del parco a quota maggiore (Fig. 3).

Negli areali stagionali occupati dal lupo l'ambiente maggiormente rappresentato è stato sempre la faggeta rada (Tab.5). Ambienti aperti come le prate-

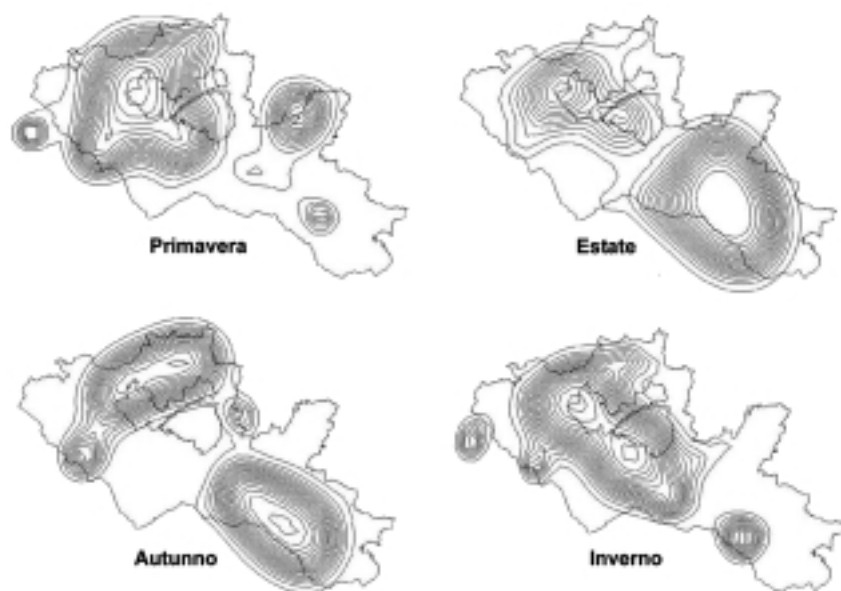


Figura 3 - Aree frequentate del lupo nelle singole stagioni (Kernel Analysis 99%, anni cumulati).

Il lupo nell'Alto Appennino Reggiano

rie sommitali e i prati regolarmente sfalciati hanno avuto un'importanza immediatamente inferiore; in inverno e in primavera sono prevalsi i prati sfalciati (rispettivamente 12,0% e 11,6%), situati a quote inferiori, mentre in estate e autunno le superfici occupate dalle

2. Uso dell'habitat

La selezione dell'habitat a livello di superfici, ha evidenziato un uso sostanzialmente proporzionale alla disponibilità nel corso dei quattro anni cumulati. Nei singoli anni di studio si è però deli-

Tabella 5 - Variazioni stagionali delle percentuali dei tipi di habitat nell'areale del lupo (Kernel Analysis 99%, anni cumulati).

Variabili ambientali	Inverno	Primavera	Estate	Autunno
Faggeta rada	47,0	50,8	49,9	46,3
Prati sfalciati	12,0	11,6	9,4	9,8
Praterie sommitali	8,9	8,9	12,8	14,2
Boschi di latifoglie	8,3	7,2	6,3	7,4
Cespuglieti	5,7	5,1	4,8	3,3
Castagneti	4,9	3,5	3,5	4,6
Radure	2,4	2,3	2,4	2,2
Greti	2,4	1,7	1,9	1,9
Prati-pascoli	1,7	2,3	2,1	2,5
Affioramenti litoidi	1,7	1,7	1,4	1,7
Rimboschimenti di conifere	1,7	1,5	1,7	1,5
Faggeta densa	1,2	1,5	1,1	1,2
Aree urbane	1,1	0,7	0,9	0,9
Boschi misti	0,9	1,2	1,7	2,5

praterie sommitali sono state maggiori (12,8% e 14,2% rispettivamente).

Gli areali stagionali sono risultati sovrapposti con percentuali variabili tra il 49,7% (areale primaverile con quello autunnale) ed il 79,9% (areale invernale con quello primaverile) (Tab. 6).

neata una situazione maggiormente articolata. Durante il 1997 è stato registrato un sovrautilizzo dei boschi misti di latifoglie e conifere (PI = 0,25), delle praterie sommitali (PI = 0,22) e dei prato-pascoli (PI = 0,22). Nel 1998 sono stati selezionati le praterie sommi-

Tabella 6 - Matrice di sovrapposizione percentuale bidirezionale tra gli areali stagionali del lupo nell'area di studio.

Stagioni	Inverno	Primavera	Estate	Autunno
Inverno	-	79,9	77,9	61,9
Primavera	66,3	-	59,8	49,7
Estate	57,9	53,6	-	67,2
Autunno	52,6	50,9	76,8	-

tali (PI = 0,22), la faggeta densa (PI = 0,21), mentre è stato rilevato un uso inferiore alla disponibilità per i boschi misti di latifoglie (PI = -0,34) e per i castagneti (PI = -0,31). Negli anni 1999 e 2000 non sono state riscontrate differenze tra uso e disponibilità dei diffe-

boschi misti di latifoglie, la faggeta, il greto e i prato-pascoli e sovrautilizzate le praterie sommitali e le radure. Il confronto tra singoli anni di studio ha confermato un uso inferiore alla disponibilità per la faggeta, mentre i boschi misti e i prato-pascoli sono risultati sottouti-

Tabella 7 - Risultati annuali dell'analisi degli Intervalli Fiduciali di Bonferroni per le proporzioni d'uso osservate (PUO) ed attese (PUA) dei segni di presenza del lupo nei diversi tipi di habitat.

Variabili ambientali	1997 (N=550)		1998 (N=123)		1999 (N=172)		2000 (N=177)		1997-2000 (N=78)	
	PUA	PUO	PUA	PUO	PUA	PUO	PUA	PUO	PUA	PUO
Boschi misti	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,04
Boschi di latifoglie	0,07	0,02**	0,07	0,02**	0,08	0,01	0,07	0,04	0,08	0,00
Faggete	0,54	0,19**	0,56	0,15**	0,53	0,12**	0,55	0,28**	0,56	0,23**
Greti	0,07	0,01**	0,02	0,01	0,03	0,00	0,03	0,02	0,03	0,00
Praterie sommitali	0,19	0,35**	0,20	0,29	0,19	0,25	0,19	0,44**	0,18	0,45**
Prati-pascoli	0,10	0,07*	0,10	0,09	0,12	0,05*	0,10	0,05*	0,09	0,10
Radure	0,05	0,35**	0,06	0,45**	0,06	0,56**	0,05	0,15*	0,05	0,18
χ^2	1141,76		377,38		920,03		122,35		79,64	
P	<0,0001		<0,0001		<0,0001		<0,0001		<0,0001	

* differenza al livello minimo di significatività di 0,05

** differenza al livello minimo di significatività di 0,01

renti habitat all'interno degli areali occupati. Le analisi condotte sugli areali stagionali, hanno evidenziato un sottoutilizzo invernale dei boschi misti di latifoglie e conifere (PI = -0,32) ed un uso superiore alla disponibilità dei boschi di faggio densi durante i mesi primaverili (P = 0,22). Le analisi condotte sulla frequentazione dei diversi tipi di habitat da parte del lupo, hanno evidenziato un uso dell'habitat differente da quello atteso, sia nell'intero periodo di studio sia in ogni anno. Complessivamente nel corso dei 4 anni di ricerca sono risultati sottoutilizzati i

lizzati rispettivamente nel 1997 e 1998 e nel 1998 e 1999. Le praterie sommitali, infine, sono state positivamente selezionate nel 1999 e nel 2000, mentre le radure in tutti i quattro anni (Tab. 7). Nelle quattro stagioni, cumulando i dati ottenuti nel periodo di studio, la faggeta e il bosco di latifoglie sono stati sempre sottoutilizzati, mentre i boschi misti di conifere e latifoglie ed i prato-pascoli solo durante i mesi estivi. Differenze significative tra uso e disponibilità sono state inoltre osservate per le radure, sempre sovrautilizzate tranne in estate, stagione durante la quale sono risultate

Il lupo nell'Alto Appennino Reggiano

Tabella 8 - Risultati stagionali dell'analisi degli Intervalli Fiduciali di Bonferroni per le proporzioni d'uso osservate (PUO) ed attese (PUA) dei segni di presenza del lupo nei diversi tipi di habitat (anni cumulati).

Variabili ambientali	Inverno (N=95)		Primavera (N=123)		Estate (N=193)		Autunno (N=139)	
	PUA	PUO	PUA	PUO	PUA	PUO	PUA	PUO
Boschi misti	0,02	0,05	0,02	0,03	0,02	0,01*	0,02	0,01
Boschi di latifoglie	0,12	0,001**	0,07	0,02**	0,06	0,02**	0,07	0,02**
Faggete	0,56	0,16**	0,53	0,26**	0,54	0,19**	0,55	0,17**
Greti	0,04	0,00	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,00
Praterie sommitali	0,07	0,08	0,20	0,13	0,22	0,70**	0,18	0,22
Prati-pascoli	0,12	0,10	0,09	0,08	0,09	0,04*	0,10	0,07
Radure	0,07	0,60**	0,05	0,47**	0,05	0,03	0,05	0,51**
χ^2	478,8		478,87		269,94		364,9	
P	<0,0001		<0,0001		<0,0001		<0,0001	

* differenza al livello minimo di significatività di 0,05

** differenza al livello minimo di significatività di 0,01

selezionate positivamente le praterie sommitali (Tab. 8).

3. Influenza delle caratteristiche ambientali e della disponibilità di prede sull'abbondanza del lupo

Considerando l'intero periodo di studio, l'indice di abbondanza del lupo è risultato correlato positivamente con l'abbondanza della lepre, tra le specie preda ($r = 0,36$; $P < 0,0001$). Per quanto riguarda le variabili ambientali, correlazioni positive sono state registrate con i prati-pascoli ($r = 0,38$; $P < 0,0001$), e le praterie sommitali ($r=0,19$; $P = 0,026$).

L'abbondanza delle specie preda non è risultata correlata con l'IKA del lupo nel 1997 e nel 1998, mentre nel 1999 si sono avute correlazioni significative e positive con il muflone ($r = 0,22$ $P=0,013$), e la marmotta ($r = 0,21$

$P=0,019$), nonché con l'abbondanza complessiva delle prede ($r = 0,24$ $P=0,005$). Nel 2000 correlazioni significative e positive sono state individuate tra l'IKA del lupo e quella del muflone ($r = 0,49$ $P < 0,0001$), della lepre ($r=0,63$ $P < 0,0001$), degli ungulati ($r=0,40$; $P < 0,0001$) e delle prede complessive ($r = 0,53$ $P < 0,0001$).

Per quanto riguarda le variabili ambientali, l'unica che ha mantenuto costantemente nei diversi anni una relazione positiva e significativa con l'IKA del lupo è stata la percentuale di prati-pascoli (1997: $r = 0,38$ $P < 0,0001$; 1998: $r = 0,29$ $P = 0,001$; 1999: $r = 0,23$ $P = 0,009$; 2000: $r = 0,34$ $P < 0,0001$).

Considerando le diverse stagioni sono risultate correlazioni significative e positive dell'IKA del lupo con l'IKA del capriolo in primavera ($r = 0,21$ $P=0,017$), con la lepre in estate ($r=0,63$ $P < 0,0001$) e con l'abbondanza totale

delle prede potenziali, sempre in estate ($r = 0,25$ $P = 0,019$).

Per quanto riguarda le variabili ambientali, l'IKA del lupo è risultato significativamente e positivamente correlato ai prati sfalciati in inverno ($r = 0,40$ $P < 0,0001$), ai rimboschimenti di conifere in autunno ($r = 0,24$ $P = 0,020$), ai prato-pascoli in estate ($r = 0,61$ $P < 0,0001$) e autunno ($r = 0,20$ $P = 0,025$), alle praterie sommitali in estate ($r = 0,20$ $P = 0,021$).

Considerando l'intero periodo di studio, il 44,8% della varianza dell'IKA del lupo è stata spiegata dall'indice di abbondanza della lepre ($B = 0,189$ S.E. = 0,068 $P = 0,006$), dalla percentuale di prato-pascoli ($B = 0,018$ S.E. = 0,006 $P = 0,002$), dallo sviluppo delle strade

to all'uso del termine lineare. La presenza di aree urbane ($B = -0,053$ S.E. = 0,017 $P = 0,003$), di strade provinciali ($B = -0,121$ S.E. = 0,053 $P = 0,003$), di faggete rade ($B = -0,005$ S.E. = 0,01 $P < 0,0001$) e di boschi misti di latifoglie ($B = -0,008$ S.E. = 0,003 $P = 0,01$) hanno mostrato un'influenza negativa sull'Ika del lupo.

I modelli per i singoli anni hanno mostrato bassi valori di varianza della variabile dipendente IKA lupo spiegata (1997: 39,0%; 1998: 44,2%; 1999: 42,1%; 2000: 62,5%). Nel modello per l'anno 2000 l'indice di abbondanza della lepre e del muflone, sono le variabili con influenza maggiore e positiva. Positivo anche l'effetto dell'IKA degli ungulati selvatici e la presenza di radu-

Tabella 9 - Risultati dell'Analisi di Regressione Multipla (metodo Stepwise). Anno 2000 (variabile dipendente IKA lupo; coeff. parz. di regr. = coefficiente parziale di regressione).

Variabili	Coeff. parz. di regr.	S.E.	Beta	P
Prati e pascoli	0,018	0,006	0,227	0,002
Ika lepre	0,189	0,068	0,217	0,006
Strade comunali	0,923	0,229	0,714	<0,0001
Area urbanizzata	-0,053	0,017	-0,266	0,003
Altitudine 1200-1400 m	0,004	0,001	0,27	0,001
Faggeta rada	-0,005	0,001	-0,373	<0,0001
Bosco latifoglie	-0,008	0,003	-0,206	0,01
Strade provinciali	-0,121	0,053	-0,177	0,025
Strade provinciali ³	-0,117	0,055	-0,346	0,034
Costante=0,395	R ² =0,448	S.E.=0,333	F=11,181	P<0,0001

comunalì ($B = 0,963$ S.E. = 0,229 $P < 0,0001$) e dalla porzione di territorio compresa tra 1200 e 1400 m s.l.m. ($B = 0,004$ S.E. = 0,001 $P = 0,001$); l'uso del termine cubico di questa variabile ha prodotto un miglioramento della varianza spiegata dal 3 al 22,8% rispet-

re, mentre negativo è l'effetto dell'abbondanza della marmotta, della porzione di territorio compresa tra 1800 e 2000 metri s.l.m. e la presenza di torrenti permanenti (Tab. 9).

Le Analisi di Regressione Multipla condotte per le singole stagioni hanno

prodotto modelli con diversi gradi di varianza della variabile dipendente spiegata (Primavera: 50,5%; Estate: 63,3%; Autunno: 46,5%; Inverno: 85,6%).

In particolare per la stagione invernale, tra le variabili più importanti selezionate dal modello compaiono i prati sfalciati con termini quadratici e cubici; l'utilizzo di queste variabili ha portato

Meia, 1996). Inoltre i risultati potrebbero essere condizionati dal grado di copertura dell'area di studio, da difformità dello sforzo di ricerca, nonché da una ineguale contattabilità dei segni nei diversi tipi di vegetazione. Tuttavia, si ritiene questo metodo appropriato al presente studio sostanzialmente per tre ragioni: 1) lo studio è stato effettuato in un'area ampia che includeva gli areali

Tabella 10 - Risultati dell'Analisi di Regressione Multipla (metodo Stepwise). Stagione Inverno (anni cumulati; variabile dipendente IKA lupo; coeff. parz. di regr. = coefficiente parziale di regressione).

Variabili	Coeff. parz. di regr.	S.E.	Beta	P
Prati sfalciati ³	6,942*10 ⁻⁵	0,000	5,482	<0,0001
Prati sfalciati ²	-0,007	0,001	-6,409	<0,0001
Strade provinciali	1,589	0,195	0,446	<0,0001
Prati sfalciati	0,120	0,019	1,585	<0,0001
Prateria sommitale	0,018	0,003	0,289	<0,0001
Altitudine 1200-1400 m	0,009	0,002	0,218	<0,0001
Area urbanizzata	-0,118	0,027	-0,208	<0,0001
Cespuglieto	0,014	0,005	0,111	0,011
Rimboschimento confiere	0,043	0,018	0,094	0,018
Costante=0,395	R ² =0,856	S.E.=0,513	F=67,531	P<0,0001

ad un miglioramento del coefficiente di determinazione che da 0,157 è passato a 0,372 e 0,671 per quelli polinomiali rispettivamente di secondo e terz'ordine (Tab. 10).

DISCUSSIONE

L'uso dei segni di presenza indiretti di carnivori per definire le modalità di uso dello spazio e di selezione dell'habitat ha alcuni svantaggi (Cagnacci *et al.*, 2004). Per esempio, non è possibile mettere in relazione l'uso dell'habitat con i ritmi di attività, come avviene negli studi di radio-tracking (Weber e

di diversi branchi di lupi e di alcuni individui isolati in modo da massimizzare il numero di individui campionati e l'indipendenza delle osservazioni; 2) i risultati possono considerarsi limitatamente condizionati dalla variabilità individuale, come invece avviene negli studi di radiotelemetria condotti su pochi individui; in questi casi i risultati possono non rappresentare le modalità di uso e selezione dell'habitat da parte della popolazione ma, piuttosto, evidenziare le abitudini di alcuni individui che potrebbero essere un campione non casuale e, quindi, non rappresentativo della popolazione (Lovari *et al.*, 1996);

3) i segni di presenza possono essere mappati con elevata precisione, mentre le localizzazioni telemetriche possono incorporare numerosi errori, specialmente negli ambienti montani, per effetto della riflessione del segnale radio (Kenward, 2001).

Inoltre la ricerca dei segni di presenza sui sentieri potrebbe rappresentare una fonte d'errore perché i carnivori territoriali usano i sentieri per muoversi più facilmente da un'area di caccia all'altra o ai siti di riposo e per marcare il territorio (Macdonald, 1980). Tuttavia la scelta è stata basata sulle ragioni seguenti: 1) i sentieri permettono una eguale contattabilità dei segni nei differenti tipi di vegetazione; 2) in montagna, gli habitat seguono una successione altitudinale, limitando così l'errore; 3) i segni di presenza sui sentieri sono stati considerati come indizio di frequentazione delle zone circostanti, non solamente degli habitat presenti lungo i transetti; 4) i transetti selezionati hanno coperto l'area di studio a ragnatela in modo che l'individuazione degli areali annuali e stagionali del lupo non fosse condizionata dalla collocazione stessa dei transetti.

I dati raccolti durante i quattro anni di ricerca indicano che la presenza del lupo nel territorio oggetto d'indagine non ha carattere transitorio; le sovrapposizioni tra gli areali annuali non scendono mai sotto il 50%, rivelando una discreta stabilità nel tempo della localizzazione degli areali occupati. L'area del Parco, quindi, si colloca nell'Appennino settentrionale tra quelle dove le caratteristiche ambientali garantiscono oltre alla presenza regolare del predatore anche l'attività riproduttiva (Massolo e Meriggi, 1998), della quale si è avuto riscontro dalle attività di wolf-howling (autunno 1998,

estate 1999), dal ritrovamento di piste su neve (dicembre 1997) e da avvistamenti diretti (autunno 1998).

Questa situazione fa del Parco un'importante sorgente di individui giovani che giunti alla maturità sessuale possono entrare in dispersione e tentare di formare nuovi branchi in aree idonee dell'Appennino, favorendo così l'espansione dell'areale e lo sfruttamento di nuove risorse. In alternativa, possono rimanere nelle aree natali e cercare di raggiungere uno status dominante nei branchi di origine; la scelta tra queste due strategie sembra essere legata alla densità e competizione intraspecifica, alla disponibilità di prede e di territori liberi (Packard e Mech, 1980). L'areale complessivo del lupo (228 km²), come pure quelli annuali e stagionali, non è confinato al solo territorio del Parco. Nonostante la scarsità di informazioni disponibili per l'Italia, il territorio occupato da un branco di lupi può oscillare tra i 75 e i 300 km², con valori medi per l'Appennino centrale compresi tra i 120 e i 200 km² (Boitani e Ciucci, 1998). L'analisi dettagliata degli areali può fornire indicazioni sulle abitudini e strategie adottate dalla specie nell'area di studio: durante la stagione invernale l'areale occupato si colloca nelle porzioni settentrionali e meno elevate del Parco. Nella primavera la situazione nella porzione settentrionale dell'area protetta rimane sostanzialmente inalterata mentre tornano ad aumentare i segni rinvenuti nei settori più meridionali, posti ad altitudini maggiori. Sebbene per l'Appennino centrale siano state rilevate differenze stagionali poco marcate nell'utilizzo interno dei territori (Ciucci *et al.*, 1997), localmente queste differenze possono essere legate a fattori climatici (prolungato innevamento e temperature rigide) e di

reperibilità delle prede (Massolo e Meriggi, 1998). Il persistere di una discreta copertura nevosa può ridurre la disponibilità alimentare delle prede selvatiche che possono spostare la loro attività in aree dove la copertura nevosa non costituisce un fattore limitante; il lupo potrebbe seguire questo movimento spostandosi dalle aree ad elevata altitudine verso quelle ad altitudine minore (Peterson, 1977).

Durante la stagione estiva l'areale presenta una maggiore continuità interessando l'intera area di studio, anche se è possibile notare un progressivo spostamento del baricentro dell'area frequentata verso i quartieri più elevati e meridionali. Le analisi condotte nella stagione autunnale restituiscono un'areale molto esteso, largamente sovrapponibile con quello estivo, dal quale differisce per la minore continuità nella porzione centrale del parco. In particolare nella sua porzione più settentrionale, oltre ad interessare zone non sottoposte ad alcun vincolo di tutela, si estende in aree esterne al territorio del Parco, sia sul versante toscano che su quello parmense.

Nonostante l'elevata adattabilità, il lupo può presentare localmente una selettività nei confronti di determinate caratteristiche fisiche o vegetazionali dell'area che occupa stabilmente. Le analisi condotte sulle superfici dei diversi tipi di habitat negli areali occupati dal lupo nel Parco dell'Alto Appennino reggiano, mostrano un uso spaziale del territorio differente nelle diverse stagioni in risposta alle differenti condizioni climatiche ed alla disponibilità di prede. In inverno si registra l'aumento delle superfici del castagneto, dei cespuglieti, dei prati sfalcati e delle zone abitate poste a quote inferiori, mentre durante la stagione prima-

verile ed estiva aumenta la superficie delle praterie sommitali; questo andamento stagionale trova accordo con altri studi condotti nell'Appennino settentrionale (Meriggi *et al.*, 1991).

Lo studio della frequentazione dei tipi di habitat nell'area di indagine, indica complessivamente una selezione positiva delle praterie sommitali e delle radure; il confronto tra questo dato e le analisi di correlazione (coefficiente di regressione di Pearson) condotte tra gli indici di abbondanza delle potenziali prede e i diversi fattori ambientali del Parco, conferma lo stretto legame esistente tra scelta dell'habitat e presenza di fonti alimentari (Huggard, 1993) (Correlazione di Pearson tra IKA prede e percentuale di prateria sommitale nelle 134 UC, negli anni cumulati di studio: Cervo $r=0,177$ $P=0,041$; Muflone $r=0,563$ $P<0,0001$; Lepre $r=0,31$ $P<0,0001$; Marmotta $r=0,319$ $P<0,0001$. Correlazione di Pearson tra IKA prede e percentuale di radure nelle 134 UC, negli anni cumulati di studio: Capriolo $r=0,375$ $P<0,0001$; Cinghiale $r=0,295$ $P=0,001$).

Nelle singole stagioni è evidente come la selezione positiva delle radure, poste ad altitudini dove la copertura nevosa non rappresenta un fattore limitante durante i mesi autunnali, invernali e primaverili, si alterni a quella delle praterie sommitali durante l'estate. Anche per queste stagioni esistono correlazioni positive tra l'IKA delle specie preda e la proporzione di prateria sommitale e di radura presente nelle UC (Correlazione di Pearson tra IKA prede e percentuale di prateria sommitale nelle 134 UC, in estate, anni cumulati; Muflone $r=0,549$ $P<0,0001$; Lepre $r=0,334$ $P<0,0001$; Marmotta $r=0,301$ $P<0,0001$. Correlazione di Pearson tra IKA prede e percentuale di radure nelle

134 UC, in inverno, anni cumulati: Capriolo $r=0,198$ $P=0,037$; Cinghiale $r=0,210$ $P=0,026$; Lepre $r=0,282$ $P=0,003$).

OPERE CITATE

- Allredge J.R. e Ratti J.T. 1986. Comparison of some statistical techniques for analysis of resource selection. *J. Wildl. Manage.* 50: 157-165.
- Boitani L. e Ciucci P. 1998. Il lupo elementi di biologia, gestione, ricerca. Documenti tecnici 23. Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica "Alessandro Ghigi", 1-114.
- Byers C.R., Steinhorst R.K. e Krausman P.R. 1984. Clarification of a technique for analysis of utilization-availability data. *J. Wildl. Manage.*, 48: 1050-1053.
- Cagnacci F., Meriggi A. e Lovari S. 2004. Habitat selection by the red fox *Vulpes vulpes* (L. 1758) in an Alpine area. *Ethology Ecology & Evolution*, 16 (2): 103-116.
- Duprè E., Corsi F. e Boitani L. 1996. A GIS applied to the viability analysis of the wolf: preliminary results and prospects. *J. Wildl. Res.*, 1(3): 278-281.
- Huggard D.J. 1993. Prey selectivity of wolves in Banff National Park. 2. Age, sex and condition of elk. *Can. J. Zool.*, 71(1): 140-147.
- Jacobs J. 1974: Quantitative measurement of food selections: a modifications of the ratio and Ivlev's electivity index. *Oecologia*, 14: 413-417.
- Kenward R.E. 1987. Wildlife radio tracking: equipment, field techniques and data analysis. London, Academic Press, 222 pp.
- Kenward R.E. 2001. A manual for wildlife radio tagging. London: Academic Press, 311 pp.
- Lovari S., Lucherini M. e Crema G. 1996. Individual variation in diet, activity and habitat use of red fox in a Mediterranean rural area. *J. Wildl. Res.*, 1: 24-31.
- Macdonald D.W. 1980: Patterns of scent marking with urine and faeces amongst carnivore communities. Symposia of the Zoological Society of London, 45: 107-139.
- Manly B.F.J., McDonald L.L. e Thomas D.L. 1993. Resource selection by animals. Chapman and Hall, London, New York, 177 pp.
- Massolo A. e Meriggi A., 1998. Factors affecting habitat occupancy by wolves in northern Appennines (northern Italy): a model of habitat suitability. *Ecography*, 21: 91-107.
- Meriggi A., Rosa P. e Brangi A. 1991. Habitat use and diet of the wolf in Northern Italy. *Acta Ther.*, 36: 141-151.
- Meriggi A., Brangi A., Montagna D. e Pagnin E. 1994. Aspetti dell'ecologia del lupo (*Canis lupus*) in provincia di Genova e territori limitrofi. Amministrazione Provinciale di Genova, 35 pp.
- Neu C.W., Byers C.R. e Peek J.M. 1974. A technique for analysis for the utilisation-availability data. *J. Wildl. Manage.*, 38: 541-545.
- Packard J.P. e Mech L.D 1980. Population regulation in wolves. Biosocial mechanisms of population regulation. Yale University Press, New Haven, 135-150.
- Peterson R.O. 1977. Wolf ecology and prey relationship on Isle Royale. *Nat. Park Serv. Scient. Monog. Ser.*, 11: 1-210.
- Weber J.M. e Meia J.S. 1996. Habitat use by the red fox *Vulpes vulpes* in a mountainous area. *Ethology Ecology & Evolution*, 8: 223-232.
- Worton B.J. 1989. Kernel methods for estimating the utilisation distribution in home range studies. *Ecology*, 70: 164-168.