



Antonio Borgo

ABBONDANZA, AMPIEZZA E SOVRAPPOSIZIONE DI NICCHIA ECOLOGICA E DI NICCHIA TROFICA DI VOLPE (*VULPES VULPES*) E *MARTES* (*MARTES* SP.) NELLE DOLOMITI FRIULANE (ALPI ORIENTALI)

ABUNDANCE, ECOLOGICAL AND TROPHICAL NICHE BREADTH AND OVERLAP IN RED FOX (*VULPES VULPES*) AND MARTENS (*MARTES* SP.) IN THE FRIULIAN DOLOMITES (EASTERN ALPS)

Riassunto breve - Lungo 11 transetti nel Parco Naturale Dolomiti Friulane sono state condotte tre campagne (primavera, estate, autunno) di censimento delle feci di volpe e *Martes*. Gli escrementi di volpe sono risultati molto più abbondanti di quelli di *Martes*. Nell'area di studio la volpe presenta una nicchia ecologica decisamente più ampia di *Martes*. La sovrapposizione di nicchia ecologica e di nicchia trofica di *Vulpes* e *Martes* è elevata, creando il presupposto per una potenziale competizione ecologica. I dati sembrano suggerire che la pressione competitiva e l'intraguild predation possano influenzare la popolazione di *Martes*, e in particolare di martora, nell'area di studio.

Parole chiave: Intraguild predation, competizione, sovrapposizione di nicchia, dieta, Dolomiti Friulane, Alpi.

Abstract - Fox and marten faeces were collected in spring, summer and autumn along 11 transects in the Dolomiti Friulane Natural Park. The abundance of fox's faeces were higher than marten's. Red fox presents a wider ecological niche ($B_{sta} = 0,71$) than marten ($B_{sta} = 0,29$). The ecological and trophic niche overlap between fox and marten was high. Data suggest that intraguild competition and predation risk could affect marten population in the study area.

Key words: Intraguild predation, competition, niche overlap, diet, Dolomiti Friulane, Alps.

Introduzione

Il Friuli occidentale e il Veneto orientale sono interessati da un'epidemia di rogna sarcoptica che porta ad una progressiva e temporanea decimazione delle popolazioni di camoscio (*Rupicapra rupicapra*) e stambecco (*Capra ibex*), con potenziali importanti ricadute sulla rete trofica e in particolare sulla comunità dei consumatori secondari per i quali le carcasse o i piccoli degli ungulati cavicorni rappresentano una fonte trofica. A loro volta le variazioni nella comunità di predatori possono infatti implicare, con il variare della capacità portante determinata dall'aumento e successivo calo della disponibilità di ungulati, variazioni nella pressione predatoria tra predatori (*intraguild predation*) o su altri taxa preda di elevato valore conservazionistico quali i galliformi alpini o la lepre variabile (*Lepus timidus*).

In prospettiva di un simile scenario, nell'ambito del Piano pluriennale di gestione della fauna del Parco Naturale Dolomiti Friulane è stata inserita la verifica,

in concomitanza con lo sviluppo dell'epidemia di rogna, delle variazioni di popolazione e dieta dei principali predatori del Parco potenzialmente legati al consumo di carcasse di camoscio: l'aquila reale (*Aquila chrysaetos*) e i mesocarnivori dei generi *Vulpes* e *Martes*. La biologia riproduttiva e la dieta della popolazione di aquila reale, specie indicatore dell'ecosistema dell'area protetta, sono oggetto di monitoraggio da parte del Parco sin dal 1999. Per quanto riguarda i mesocarnivori, l'intenzione era di effettuare una campagna di raccolta dati prima, durante e dopo lo sviluppo dell'epidemia di rogna sarcoptica, in modo da verificare le eventuali variazioni di abbondanza e spettro trofico. Dal momento che sia il camoscio che i mesocarnivori martora (*Martes martes*) e volpe (*Vulpes vulpes*) rappresentano importanti risorse trofiche per la popolazione di aquila reale (BORGO 2013) il monitoraggio congiunto parallelo della variazione dell'abbondanza dei mesocarnivori sul territorio e della loro frequenza di comparsa nella dieta dell'aquila reale, avrebbe consentito di capire il significato ecosistemico

di un'epidemia i cui effetti vengono solitamente studiati rispetto alle sole popolazioni di ungulati direttamente colpite.

Lo scopo dell'attività di studio era quindi riuscire a raccogliere dati che permettessero di apprezzare le modifiche di popolazione e dei tassi di predazione dei principali predatori del Parco, per evidenziare, in particolare, il ruolo dell'*intraguild predation* nella regolazione delle popolazioni dei mesocarnivori. Volpe e *Martes* contribuiscono infatti largamente all'alimentazione della popolazione dolomitica di aquila reale (BORGO 2013). Nel solo 2006 per esempio (BORGO 2009), i resti di ben sei martore sono state rilevate all'interno del nido della coppia di aquila reale della Val Settimana (fig. 1).

In questa sede si espongono i risultati della sessione di monitoraggio dei mesocarnivori *Martes* e *Vulpes* condotta nel 2006 e rappresentativa della situazione precedente l'epidemia di rogna sarcoptica.

Nello studio sono analizzate e confrontate l'abbondanza, le preferenze ambientali, l'alimentazione, l'ampiezza e sovrapposizione di nicchia ecologica e trofica di *Vulpes* e *Martes*. Studi analoghi sull'arco alpino sono pochi (RUSSEL & STORCH 2004; PRIGIONI et al. 2008) e hanno evidenziato differenze tali da rendere utile un'analisi locale della situazione. In Val di Fassa (PRIGIONI et al. 2008) la dieta di entrambi i generi è basata soprattutto su frutta, con un importante contributo di lepri (*Lepus europaeus*) e capriolo (*Capreolus capreolus*) alla dieta della volpe e degli alimenti di origine umana a quella di *Martes*. Nelle Alpi Bavaresi la dieta di volpe e martora è basata su mammiferi ed entrambe le specie consumano importanti quantità di frutta e insetti (RUSSEL & STORCH 2004). Studi mono specifici sono più frequenti (CANTINI 1991; MARCHESI 1989; MARCHESI & MERMOD 1989; MARCHESI et al. 1989; FERRARI & WEBER 1995; CAGNACCI et al. 2003; CAGNACCI et al. 2004).



Fig. 1 - Resti di *Martes martes* in un nido di *Aquila chrysaetos* della Val Settimana (Pordenone). Foto A. Borgo, 15 agosto 2006.

- *Martes martes* remains in a *Aquila chrysaetos* nest in Val Settimana (Pordenone). Photo A. Borgo, 15th august 2006.

Volpe e *Martes* presentano una sovrapposizione di nicchia ecologica e di nicchia trofica sufficienti a farle entrare in competizione per le risorse trofiche. L'*intraguild competition* si esplica in una predazione di *Martes* da parte di volpe che in alcuni casi può arrivare addirittura a determinare un significativo calo della densità del mustelide (THOMPSON 1994; LINDSTRÖM et al. 1995; SMEDSHAUG et al. 1999).

Lo studio si è basato sulla raccolta e l'analisi delle feci delle specie studiate. Il conteggio delle feci fornisce una misura affidabile dell'abbondanza delle specie, permettendo un confronto tra diverse aree o in diversi anni (CAVALLINI 1994; SUTHERLAND 1996). È spesso l'unico metodo speditivo di indagare le variazioni di popolazione di specie elusive. Dal momento che le feci di martora e di faina (*Martes foina*) non sono tra loro distinguibili con certezza se non ricorrendo ad analisi genetiche (PILOT et al. 2007; RUIZ-GONZALES et al. 2008), è stato possibile attribuire le feci al genere *Martes*, senza distinzione di specie.

Area di studio

Lo studio è stato condotto nel Parco Naturale delle Dolomiti Friulane (36.425 ha) e nel corrispondente SIC/ZPS IT3310001 Dolomiti Friulane. L'area si colloca nel Friuli occidentale tra i 46° 26' 31" e i 46° 10' 59" N e i 12° 19' 25" e 12° 42' 43" O. L'area si colloca a cavallo tra le Prealpi Carniche e le Dolomiti Friulane. La porzione dolomitica rappresenta una delle *core areas* riconosciute dall'Unesco come Patrimonio dell'Umanità (www.fondazione-dolomitiunesco.org) e si distingue per la topografia estremamente articolata, con elevata densità di gruppi montuosi, abbondanza di ghiaioni e roccia nuda e la presenza di numerosi e ben conservati circhi glaciali. Nel settore più marcatamente prealpino (Prealpi Carniche) la diffusione della prateria d'alta quota diviene sempre più scarsa e la vegetazione forestale, dominata da boschi montani e submontani, spesso raggiunge i piani cacuminali di rilievi comunque aspri e accidentati. Le quote dell'area di studio variano dai 2703 ai 400 m s.l.m., ma le aree poste a quote superiori i 2000 m s.l.m. rappresentano solo il 5% del totale. La morfologia dell'area è aspra: oltre il 65% del territorio presenta pendenza superiore ai 30° e il 23% supera i 45°.

Dal punto di vista climatico, l'area si colloca nel distretto Subalpino, risente della vicinanza del Mare Adriatico e presenta una temperatura media annua di 7,5-8,0°C. La porzione dolomitica e carnica ha caratteristiche di maggiore continentalità rispetto al settore prealpino a clima più marcatamente suboceanico. Il mese più caldo è luglio e gennaio il più freddo, con escursioni di 30°C tra le medie estive e invernali. Le precipitazioni sono cospicue, variando tra i 1400 e i 1900

mm annui secondo un gradiente NO-SE determinato dall'effetto dei rilievi sulle masse d'aria di provenienza adriatica. Le precipitazioni presentano un andamento subequinoziale con picchi autunnali e primaverili.

Le formazioni forestali coprono il 67% del territorio, mentre il 28% è rappresentato da roccia nuda o da aree con vegetazione rada. Prateria d'alta quota e aree a pascolo naturale interessano solo il 4,7% del territorio. Le faggete (*Fagus sylvatica*) sono la tipologia forestale più diffusa, rappresentando il 33% della superficie boschiva dell'area. Sono ben rappresentate (15,4% della superficie forestale) e caratterizzanti l'area anche le pinete di *Pinus nigra* e *Pinus sylvestris* che ricoprono i versanti rocciosi delle valli Cimoliana, Settimana, di Giere, e dei Canali di Meduna. Salendo dal piano montano all'altimontano, alla faggeta si associano piceo-faggeti (17,2%) e piceo-abietti-faggeti (10,4%). Alle quote maggiori e concentrati nei distretto mesalpico, le peccete e i lariceti altimontani e subalpini rappresentano il 10,2% degli habitat forestali dell'area di studio. Tra le tipologie forestali si evidenzia infine la mugheta (*Pinus muga*), che rappresenta l'11% della superficie forestale e caratterizza il paesaggio dell'area, differenziandosi nelle tipologie delle mugheta macroterma, mesoterma e microterma.

L'intera area di studio, compresa all'interno del Parco Naturale Dolomiti Friulane, non è soggetta ad attività venatoria, e l'abbondanza delle specie e della volpe (specie cacciabile) in particolare è pertanto in equilibrio con le risorse disponibili. Questa situazione consente di interpretare come conseguenza di dinamiche ambientali le variazioni dell'abbondanza delle specie nel tempo.

Metodi

Raccolta dei dati

Lungo 11 transetti, individuati su sentieri esistenti e distribuiti in 7 diversi settori del Parco Naturale Dolomiti Friulane (fig. 2) in modo da indagare tutti i principali habitat del Parco, sono state ricercate tra il 21 marzo e il 31 ottobre le feci di volpe, martora e faina. L'impossibilità di distinguere tra loro le feci dei due mustelidi ha costretto ad attribuirle al genere *Martes*. Le feci di volpe e *Martes* sono state tra loro distinte sulla base della loro morfologia e dimensione (BANG & DAHLSTROM 1974). In totale sono state rinvenute e raccolte 387 feci di volpe e 43 di *Martes*.

In ognuno dei 7 settori indagati sono stati individuati in media 7.2 km (range 1.5-16.7) di transetto, per una rete complessiva di 50.3 km. Ogni transetto è stato percorso tre volte: in primavera (tra il 21 marzo e il 13 giugno), in estate e in autunno (21 settembre-31 ottobre). In inverno i transetti non sono stati percorsi in quanto le precipitazioni nevose e l'ineguale e saltuario utilizzo antropico dei sentieri, rendeva disomogenea la reperibilità degli escrementi e quindi inaffidabili i dati di abbondanza.

La posizione di ogni fece è stata mappata su carta topografica a scala 1: 25.000, registrata mediante GPS Garmin 62s e successivamente riportata su GIS (Quantum GIS). Ogni escremento individuato e determinato, veniva quindi raccolto e singolarmente riposto in sacchetto di nylon e successivamente surgelato ai fini dell'analisi del contenuto.

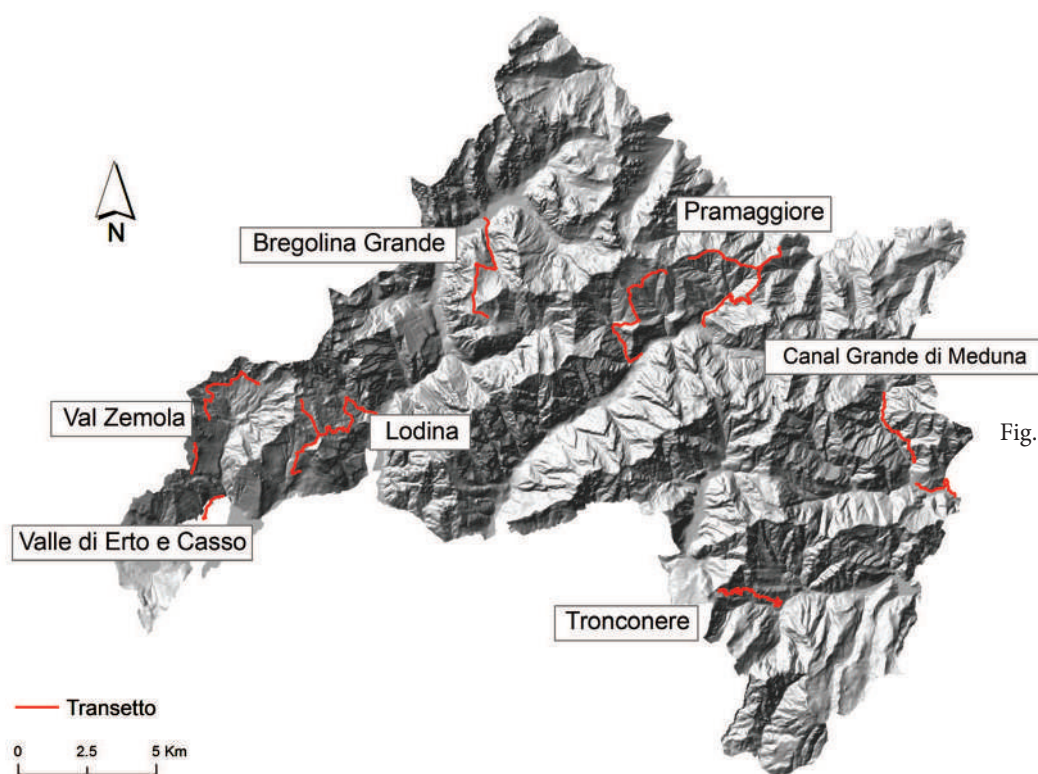


Fig. 2 - Distribuzione dei transetti utilizzati per il monitoraggio dell'abbondanza di feci di volpe e *Martes* all'interno del Parco Naturale Dolomiti Friulane (PNDF).

- Distribution of the transects used for the survey of the fox's and marten's faeces abundance in the Dolomiti Friulane Natural Park (DFNP).

Analisi dell'abbondanza

Ogni transetto è stato suddiviso in base alla morfologia in tratti omogenei di lunghezza media di 1,49 km (ES=0,09). Sull'insieme del campione di 35 tratti è stato calcolato il valore medio stagionale dell'indice chilometrico di abbondanza (IKA) di volpe e *Martes*, dividendo il numero di feci per la lunghezza del transetto. Il valore di IKA è inoltre stato calcolato separatamente per ciascuno dei sette settori di Parco indagati, in modo da descrivere meglio le diversità presenti sul territorio.

Selezione dell'habitat e nicchia ecologica

La selezione dell'habitat operata dalle due specie nel periodo primaverile-autunnale è stata analizzata mediante l'indice di Jacobs (JACOBS 1974; NEU et al. 1974):

$$J = \frac{\frac{n_i}{N} - \frac{d_i}{D}}{\frac{n_i}{N} + \frac{d_i}{D}}$$

nella quale n_i è il numero di feci rilevate nella tipologia ambientale i-esima e N è il numero totale di feci rilevate; d_i è la lunghezza dei tratti ricadenti della tipologia i-esima e D è la lunghezza complessiva del transetto. Il rapporto n_i/N rappresenta la proporzione d'uso osservata (PUO_i) e d_i/D la proporzione di disponibilità (PD_i).

L'analisi della selezione dell'habitat è stata fatta rispetto alle tipologie di uso del suolo (legenda Corine Land Cover al terzo livello), alle tipologie forestali (carta dei tipi forestali del Friuli Venezia Giulia), alle quote e pendenze ricavate dal modello digitale del terreno (DTM).

L'ampiezza di nicchia ecologica di volpe e *Martes* è stata calcolata mediante l'indice (B_{sta}) di Levins standardizzato secondo COLWELL & FUTUYMA (1971):

$$B_{sta} = \frac{\left[\left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n PUO_i^2} \right) - 1 \right]}{B_{max} - 1}$$

dove PUO_i è la proporzione d'uso della tipologia i-esima e B_{max} è il numero di tipologie ambientali considerate. B_{sta} assume valori da 0 (minima ampiezza di nicchia ecologica: la specie frequenta una sola tipologia) a 1 (massima ampiezza di nicchia ecologica). Il confronto dell'ampiezza di nicchia di *Martes* e volpe permette di capire quanto le due specie siano adattabili, quale lo sia di più e quanto ampia sia la differenza.

Per la sovrapposizione di nicchia ecologica tra *Martes* e volpe, e avere così una quantificazione di quella che può essere il grado di competizione nei diversi contesti ambientali, è stato usato l'indice (O_{jk}) di PIANKA (1973):

$$O_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n PUO_{ij} \cdot PUO_{ik}}{\left(\sqrt{\sum_{i=1}^n PUO_{ij}^2} \right) \cdot \left(\sqrt{\sum_{i=1}^n PUO_{ik}^2} \right)}$$

dove PUO_{ij} è la proporzione d'uso della tipologia i-esima da parte della specie j, PUO_{ik} è la proporzione d'uso della tipologia i-esima da parte della specie k. Il valore di O_{jk} varia da 0 (nessuna sovrapposizione) a 1 (sovrapposizione completa).

Fattori ambientali condizionanti presenza e abbondanza

Per studiare come le caratteristiche ambientali circostanti il transetto condizionassero la presenza e abbondanza delle specie indagate, sono stati individuati 79 plot circolari di 25 ettari di dimensione ($r=282$ m) distribuiti regolarmente lungo i transetti. La dimensione dei plot è stata individuata in quanto rappresentativa della dimensione media dell'home range di volpe e martora. All'interno di ogni plot sono state calcolate le % di copertura di uso del suolo, dei tipi forestali, delle classi di pendenza e quota, il numero di feci individuate al loro interno e la lunghezza (m) del transetto in essa contenuto. Le differenze ambientali esistenti tra i plot con e senza feci sono state confrontate mediante ANOVA. L'analisi è stata condotta solo per *Martes*, in quanto erano troppo pochi i plot privi di escrementi di volpe. Mediante test non parametrico di Spearman sono state analizzate le correlazioni tra le variabili ambientali e l'abbondanza di feci di *Martes* e volpe all'interno dei plot.

Analisi della dieta

L'analisi delle feci è stata fatta secondo i metodi standard (vedi KRUK & PARISH 1981). I campioni scongelati sono stati lavati in successione in due passini con maglia da 1.5 e 0.1 mm per rimuovere la componente amorfa. Per ogni categoria di preda individuata sono stati contati o stimati gli individui presenti in base al conteggio di parti ripetute (porzioni di esoscheletro di invertebrati; mandibole, denti di roditore, quantità di pelo). La determinazione dei peli è stata fatta mediante esame microscopico (oculare 400x) e confronto con le chiavi di DEBROT et al. (1982) e BRUNNER & COMAN (1974).

I reperti sono quindi stati attribuiti a 13 categorie di alimento: Camoscio, altri Ungulati, Gliridi, Sciuridi, altri Micromammiferi, Lagomorfi, Mustelidi, Marmotta, Uccelli, Rettili, Anfibi, Invertebrati, Frutta. La determinazione a livello di specie (ghiro, scoiattolo, lepre comune, gallo cedrone, orbetino, frutti), famiglia o ordine (coleotteri, ortotteri, chilopodi) è comunque stata fatta per la determinazione, pur schematica, della biomassa delle prede.

Conformemente alle modalità normalmente adottate nello studio della dieta dei carnivori, e proprio per poter ottenere dati confrontabili con altri studi, i dati alimentari sono stati analizzati e descritti innanzitutto in base alla frequenza percentuale di comparsa (%F) delle singole categorie alimentari nelle feci analizzate:

$$\% F_i = \frac{n_i}{N} \cdot 100$$

dove n_i è il numero di feci contenenti la categoria i -esima e N è il numero di feci totale. Questo sistema tende ad una sovrastima dell'importanza delle categorie di piccole dimensioni ma ingerite più spesso (invertebrati e frutti soprattutto) e ad una sottostima dell'importanza delle prede di maggiori dimensioni, ma a comparsa meno frequente. È stata quindi condotta anche l'analisi della biomassa ingerita. La biomassa percentuale ($\%Bm_i$) della categoria alimentare i -esima è calcolata come:

$$\%Bm_i = \left[\frac{(b_i \cdot n_i)}{Bm_{tot}} \right] \cdot 100$$

dove b_i è la biomassa (peso) unitaria della categoria i -esima, n_i è il numero di individui della categoria i -esima rinvenuti nelle feci, Bm_{tot} è la biomassa totale ingerita.

Questo secondo metodo è stato utilizzato solo per l'analisi della dieta complessiva di volpe e marte, mentre le analisi stagionali e di ampiezza e sovrapposizione di nicchia trofica sono state fatte solo sulla base dei dati di frequenza di comparsa. Per le carcasse di ungulato si è assunto come biomassa unitaria un peso medio di 500g/pasto per la volpe e 250g/pasto per *Martes*.

L'ampiezza di nicchia trofica della volpe e di *Martes* è stata calcolata mediante l'indice (B_{sta}) di Levins standardizzato secondo COLWELL & FUTUYMA (1971):

$$B_{sta} = \frac{\left[\left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n p_i^2} \right) - 1 \right]}{B_{max} - 1}$$

dove p_i è la frequenza della categoria alimentare i -esima e B_{max} è il numero di categorie alimentari considerate (13 nel presente studio). B_{sta} assume valori da 0 (minima

ampiezza di nicchia trofica: la specie si nutre di una sola categoria alimentare) a 1 (massima ampiezza di nicchia trofica).

La sovrapposizione di nicchia trofica tra i due generi di carnivoro, e avere così una quantificazione di quella che può essere la loro competizione alimentare, è stato usato l'indice (O_{jk}) di Pianka.

Risultati

Abbondanza

In tutte le stagioni indagate (primavera, estate, autunno) gli escrementi di volpe sono risultati molto più abbondanti ($N=404$) di quelli di *Martes* ($N=43$). Il valore medio di IKA rilevato nel periodo compreso tra il 21 marzo e il 31 ottobre è risultato pari a 3,6 ($ES=0,8$) feci/chilometro per la volpe e a 0,4 ($ES=0,1$) feci/chilometro per *Martes*. In entrambi i taxa, i valori più bassi di abbondanza sono stati rilevati nella sessione estiva (tab. I).

Confrontando i risultati ottenuti nei diversi settori del PNDF, si osservano valori di abbondanza di volpe abbastanza variabili (tab. II). I valori più alti si riferiscono alla valle di Erto e Casso (Trui dal Sciarbon), in parte forse per la brevità del transetto, ma in parte probabilmente per l'effettiva abbondanza di volpi legata anche alla vicinanza dell'abitato di Erto, la cui frequentazione è testimoniata dal reperimento di pollame domestico ($N=1$) nella dieta. Seguono le aree della Bregolina, della Val Zemola e del M. Lodina. I valori autunnali più elevati si sono rilevati lungo il Trui dal Sciarbon

Stagione	Specie	Media	IKA	ES
Primavera	<i>Vulpes</i> (N=202)	5.1	0.8	0.8
	<i>Martes</i> (N=26)	0.7		
Estate	<i>Vulpes</i> (N=63)	1.5	0.2	0.1
	<i>Martes</i> (N=7)	0.2		
Autunno	<i>Vulpes</i> (N=122)	4.0	1.5	0.3
	<i>Martes</i> (N=10)	0.5		

Tab I - Indici chilometrici di abbondanza (IKA) di escrementi di volpe e *Martes* rilevati lungo gli 11 transetti individuati nei 7 settori di PNDF indagati nel 2006.

- Kilometric abundance index (IKA) of fox and marten faeces counted along the transects (11) distributed in 7 sectors of the DFNP in 2006.

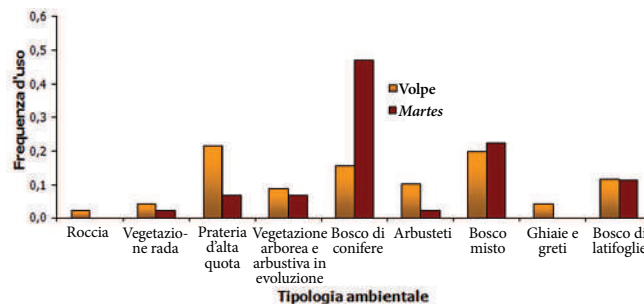


Fig. 3 - Frequenza di feci di volpe e *Martes* nelle tipologie ambientali presenti lungo i transetti (marzo-ottobre).
- Frequency of faeces of marten and fox in the different habitat categories along the transects (March-October).

Transetto	Primavera		Estate		Autunno		Media	
	<i>Vulpes</i>	<i>Martes</i>	<i>Vulpes</i>	<i>Martes</i>	<i>Vulpes</i>	<i>Martes</i>	<i>Vulpes</i>	<i>Martes</i>
Valle di Erto e Casso	9,2	0,7	2,1	0,0	12,8	2,1	8,1	0,9
Val Zemola	5,5	1,4	1,1	0,4	3,0	0,0	3,2	0,6
Lodina	6,1	0,1	0,6	0,0	2,5	0,2	3,1	0,1
Bregolina Grande	3,2	0,6	2,4	0,0	4,2	0,0	3,3	0,2
Pramaggiore	5,1	0,5	1,1	0,1	1,2	0,1	2,5	0,2
Tronconere	2,5	0,7	1,6	0,2	2,7	0,0	2,3	0,3
Canal Grande	4,0	0,8	1,7	0,5	1,9	0,8	2,5	0,7

Tab. II - Confronto dell'abbondanza (IKA) di escrementi di volpe e *Martes* rilevata nel 2006 nei 7 settori di PNDF indagati.

- Comparison of the abundance of fox's and marten's faeces recorded at 2006 in the 7 sectors of the DFNP in 2006.

e in Bregolina Grande, quindi in Val Zemola e alle Tronconere. La massima abbondanza è stata rilevata in autunno nella valle di Erto e Casso e nelle aree della Bregolina Grande e delle Tronconere, mentre nelle altre quattro aree i valori massimi sono stati registrati in primavera.

L'abbondanza di feci di *Martes* è risultata in media maggiore nella valle di Erto e Casso, in Canal Grande di Meduna e in Val Zemola. Nelle altre quattro aree i valori sono piuttosto omogenei, oscillando tra 0,1 e 0,3 feci/

Km. Se in Canal Grande l'abbondanza risulta analoga in primavera e autunno, in Val Zemola l'abbondanza risulta particolarmente elevata in primavera (1,4 feci/km) riducendosi drasticamente nelle sessioni successive. Un fenomeno simile si rileva anche per l'area della Bregolina Grande. Al contrario, l'abbondanza rilevata nella valle di Erto e Casso è massima in autunno.

Selezione dell'habitat e nicchia ecologica

Considerando l'intero periodo di rilevamento (marzo-ottobre), si nota come le due specie utilizzino diversamente le diverse tipologie ambientali presenti nel Parco. Confrontando la frequenza relativa (PUO) di rinvenimento di feci nei diversi ambienti attraversati dai transetti (fig. 3), si nota come la volpe utilizzi maggiormente rispetto a *Martes* la prateria d'alta quota, le aree a vegetazione rada, i greti e gli ambienti arbustivi (rappresentati essenzialmente da mughete e secondariamente da alnete). Al contrario, *Martes* utilizza molto più della volpe i boschi di conifere e, in parte, i boschi misti (fig. 3). L'utilizzo dei boschi di latifoglie risulta invece simile nelle due specie.

Confrontando l'uso e la disponibilità degli ambienti lungo i transetti, si osserva come la volpe selezioni positivamente solo gli arbusteti ($J=0,40$), risultando per il resto scarsamente selettiva e sfruttando un po' tutti gli

Tipologia forestale	PUO		PD	Jacobs	
	Vulpes	Martes		Vulpes	Martes
Pineta di Pino nero	0,158	0,341	0,184	-0,075	0,299
Mugheta macroterma	0,000	0,000	0,007	-1,000	-1,000
Orno-ostrieto	0,072	0,045	0,017	0,615	0,453
Faggeta submontana	0,015	0,023	0,011	0,166	0,363
Faggeta montana	0,032	0,000	0,057	-0,281	-1,000
Faggeta altimontana	0,030	0,023	0,043	-0,186	-0,312
Abieti-piceo-faggeto	0,037	0,091	0,118	-0,522	-0,131
Piceo-faggeto	0,037	0,045	0,057	-0,208	-0,109
Pecceta	0,084	0,227	0,101	-0,092	0,384
Lariceto	0,010	0,000	0,008	0,081	-1,000
Mugheta mesoterma	0,000	0,000	0,001	-1,000	-1,000
Saliceto	0,000	0,000	0,002	-1,000	-1,000
Mugheta microterma	0,022	0,000	0,009	0,413	-1,000

Tab. III - Proporzioni d'uso (PUO), proporzioni di disponibilità (PD) e selezione (Indice di Jacobs) delle tipologie forestali da parte di volpe e Martes (marzo-ottobre).
- Proportion of use (PUO), availability (PD) and selection (Jacobs Index) of the forest types by fox and marten (March-October).

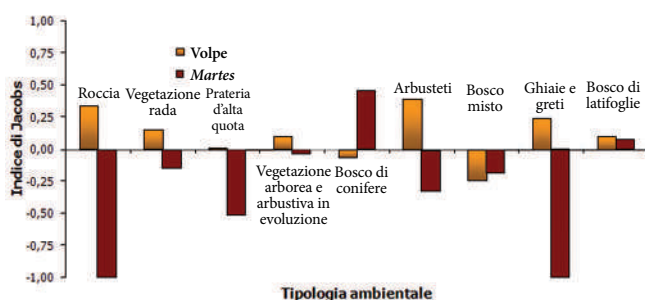


Fig. 4 - Selezione delle tipologie ambientali presenti lungo i transetti da parte di volpe e Martes (marzo-ottobre).
- Selection of the habitat categories along the transects by marten and fox (March-October).

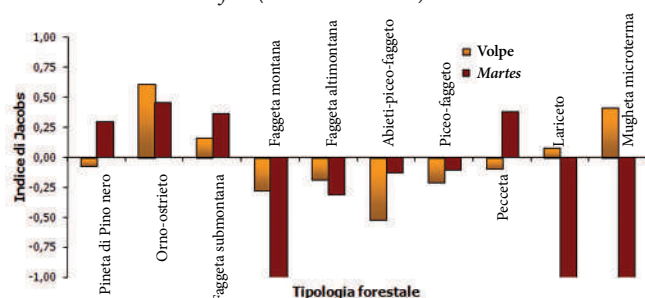


Fig. 5 - Selezione delle tipologie forestali presenti lungo i transetti da parte di volpe e Martes (marzo-ottobre).
- Selection of the forest types along the transects by marten and fox (March-October).

Fascia di quota (m)	PUO		PD	Jacobs	
	Vulpes	Martes		Vulpes	Martes
500-750	0,069	0,068	0,086	-0,107	-0,115
751-1000	0,136	0,318	0,151	-0,052	0,356
1001-1250	0,173	0,114	0,180	-0,020	-0,227
1251-1500	0,092	0,114	0,126	-0,158	-0,052
1501-1750	0,235	0,295	0,237	-0,003	0,110
1751-2000	0,280	0,091	0,205	0,154	-0,386
2001-2250	0,015	0,000	0,015	0,010	-1,000

Tab. IV - Proporzioni d'uso (PUO), proporzioni di disponibilità (PD) e selezione (Indice di Jacobs) delle fasce di quota da parte di volpe e Martes (marzo-ottobre).
- Proportion of use (PUO), availability (PD) and selection (Jacobs Index) of the altitudinal belts by fox and marten (March-October).

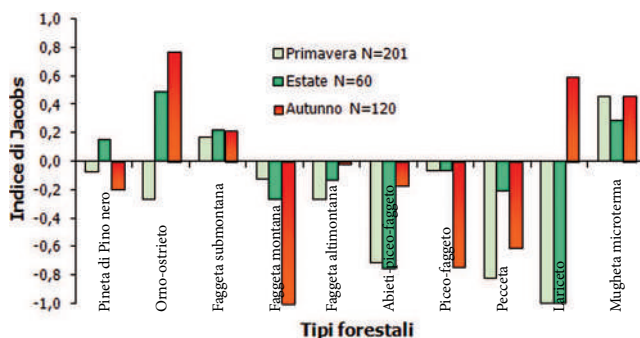


Fig. 6 - Confronto stagionale della selezione delle diverse tipologie forestali da parte della volpe, dedotta dalle feci raccolte lungo i transetti.
- Seasonal comparison of the forest types selection by fox and marten along the transects.

ambienti indagati (Fig. 4). *Martes* dimostra una maggiore selettività, preferendo i boschi di conifere ($J=0,46$) ed evitando la prateria d'alta quota ($J=-0,51$), i greti ($J=-1$) e gli arbusteti ($J=-0,33$).

La maggior selettività di *Martes* si traduce nell'occupazione di una nicchia ecologica nettamente più stretta ($B_{sta} = 0,288$) di quella della volpe ($B_{sta} = 0,705$). Messe a confronto, le nicchie ecologiche di volpe e *Martes* si sovrappongono però abbondantemente ($O_{jk} = 0,747$), ad indicare l'esistenza di una potenzialmente elevata sovrapposizione spaziale tra le due specie.

In maggior dettaglio, per quanto concerne i soprassuoli forestali, *Martes* frequenta molto più della volpe le pinete di Pino nero, le peccete e i boschi misti di abete bianco, faggio e peccio (tab. III). Confrontando le proporzioni d'uso dei tipi forestali con la loro disponibilità lungo i transetti, emerge che sia volpe che *Martes* selezionano positivamente l'orno-ostrieto e tendono invece ad evitare la faggeta montana (tab. III e fig. 5). La volpe, a conferma della sua proverbiale adattabilità, utilizza in base alla disponibilità tutte le tipologie forestali del Parco, con un'apparente preferenza per gli habitat dell'orno-ostrieto e della muggheta microterma e una tendenza ad evitare la faggeta montana. *Martes* conferma invece la sua maggiore selettività, preferendo l'orno-ostrieto e la pineta di pino nero, la pecceta e la faggeta submontana, ed evitando invece la faggeta montana, il lariceto e la muggheta (fig. 5).

Nel corso dei mesi, da marzo a ottobre la volpe manifesta alcune variazioni nella frequentazioni e nella

conseguente selettività verso i tipi forestali (fig. 6), probabilmente in relazione alle modifiche stagionali nella disponibilità trofica offerta dai diversi ambienti. La muggheta risulta essere l'unica tipologia forestale selezionata positivamente in tutte tre le stagioni. In particolare, appare spiegabile con un aumento dei frutti la maggior frequentazione autunnale dell'orno-ostrieto, del lariceto (che risulta evitato in primavera ed estate) e della faggeta altimontana.

La volpe frequenta omogeneamente tutte le fasce di quota, dai fondovalle alle linee di cresta, senza nessuna preferenza (tab. IV). Al contrario, *Martes* mostra una maggior selettività, selezionando positivamente la fascia di quota compresa tra i 750 e i 1000 m (caratterizzata dalla pineta), utilizzando indifferentemente tutta la fascia compresa tra i 1000 e i 1750 m ed evitando le quote superiori, caratterizzate dalla graduale assenza di habitat forestali (tab. IV).

La volpe risulta inoltre utilizzare in modo indifferente i versanti a pendenza bassa e media, ma evitare quelli con pendenza superiore a 60°. *Martes* al contrario, evita i settori a pendenza inferiore a 15° e seleziona positivamente quelli a pendenza elevata (fig. 7).

Fattori ambientali condizionanti la presenza di *Martes*

Quest'analisi è stata condotta solo per il genere *Martes*, in quanto gli escrementi di volpe erano troppo diffusi per avere un sufficiente campione di tratti di transetto senza di essi.

Variabile	Presenza (N=34)		Assenza (N=45)		F	Sig.
	Media	ES	Media	ES		
Roccia	0,57	0,51	2,76	1,26	2,074	0,154
Vegetazione rada	3,66	1,47	9,88	2,28	4,533	0,036
Prateria d'alta quota	10,77	3,29	21,46	3,83	4,130	0,046
Veget. arborea-arbustiva in evoluzione	11,50	2,25	4,35	1,41	7,894	0,006
Bosco di conifere	24,88	5,62	9,85	2,58	6,932	0,010
Arbusteti	6,72	2,42	8,80	2,67	0,312	0,578
Bosco misto	26,94	6,30	31,52	5,44	0,304	0,583
Ghiaie e greti	0,61	0,53	2,21	1,04	1,570	0,214
Bosco di latifoglie	13,33	3,78	6,92	2,04	2,528	0,116
Prati	0,00	0,00	0,30	0,23	1,346	0,250
Muggheta macroterma	0,00	0,00	0,63	0,62	0,766	0,384
Muggheta mesoterma	0,00	0,00	0,86	0,49	2,342	0,130
Muggheta Microterma	1,51	1,13	1,69	0,70	0,019	0,891
Lariceto	0,34	0,34	2,87	1,81	1,437	0,234
Saliceto	0,00	0,00	0,04	0,04	0,753	0,388
Ornoostrieto	4,55	2,42	1,95	1,10	1,131	0,291
Faggeta submontana	5,85	2,83	0,70	0,45	4,202	0,044
Faggeta montana	1,25	0,71	3,92	1,98	1,279	0,262
Faggeta altimontana	3,50	2,61	2,68	1,30	0,091	0,763
Pineta di Pino nero	15,51	5,80	12,08	4,04	0,250	0,618
Piceo-faggeto	9,21	3,73	11,02	3,33	0,129	0,720
Abieti-piceo-faggeto	8,38	4,04	6,86	3,52	0,080	0,777
Pecceta	19,26	5,50	5,49	2,07	6,661	0,012
Pendenza 0°-15°	3,91	1,04	9,42	1,81	5,874	0,018
Pendenza 16°-30°	31,49	2,91	31,90	2,71	0,011	0,918
Pendenza 31°-45°	51,79	2,64	46,79	3,03	1,432	0,235
Pendenza 46°-60°	9,71	1,74	10,61	1,49	0,158	0,692
Pendenza 61°-75°	2,23	0,69	1,27	0,39	1,652	0,203
Pendenza 76°-90°	0,13	0,09	0,00	0,00	2,969	0,089

Tab. V - Valori di copertura delle tipologie ambientali dei plot con e senza presenza di escrementi di *Martes* (marzo-ottobre) e significatività delle differenze (ANOVA).
- Cover values of the habitat categories in the plots with and without marten's faeces (March-October) and significance of the differences (ANOVA).

I plot in cui sono state rinvenute feci di *Martes* differiscono dagli altri per una minore diffusione delle aree a prateria d'alta quota e a vegetazione rada e per una maggior diffusione dei boschi di conifere e della vegetazione arborea e arbustiva in evoluzione, rappresentata

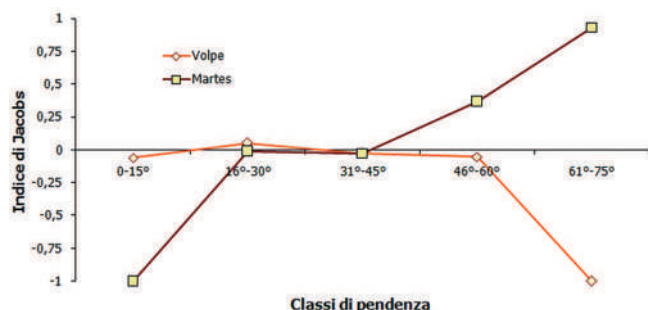


Fig. 7 - Selezione delle diverse classi di pendenza presenti lungo i transesti da parte di volpe e *Martes* (marzo-ottobre).
- Selection of the slopes along the transects by marten and fox (March-October).

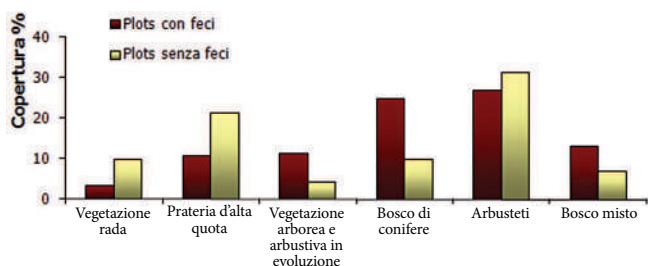


Fig. 8 - Confronto dei valori medi di copertura delle tipologie ambientali nei plot con e senza escrementi di *Martes* (marzo-ottobre).
- Comparison of the cover values of the habitat categories between plots with and without marten's faeces (March-October).

nella fattispecie dalle aree di ricolonizzazione forestale dei prati abbandonati (tab. V e fig. 8). In generale, i plot con presenza di feci di *Martes* si distinguono per una maggior copertura forestale (65% contro 48%). In particolare, nelle AC di presenza i boschi di conifere coprono in media il 25% della superficie, i boschi misti il 27% e quelli di latifoglie il 13%.

In maggior dettaglio descrittivo, dal punto di vista forestale le aree con presenza di escrementi di *Martes* si caratterizzano significativamente per una maggior copertura di pecceta e di faggeta submontana, che in media coprono rispettivamente il 19% e il 6% dell'AC.

I plot con feci di *Martes* sono mediamente caratterizzati da minor presenza di superfici a bassa (<15°) pendenza (tab. V).

Per quanto riguarda le quote non emergono differenze significative tra le aree con e senza feci di *Martes*, ad indicare che il mustelide occupa, nel corso delle stagioni, un'ampia gamma di ambienti distribuiti in tutti gli orizzonti forestali del Parco. La selettività emerge dall'analisi separata dei dati primaverili e autunnali.

Nel periodo primaverile i plot con feci sono caratterizzati da maggiore superficie posta tra i 1000 e i 1750 m di quota (tab. VI) e da una maggior diffusione dei boschi di conifere (28% della superficie dell'AC) e di pecceta. In autunno le feci sono state trovate al contrario in plot caratterizzati da maggiore superficie posta a quota compresa tra i 750 e i 1500 m, e da una maggior copertura di boschi di latifoglie submontani e delle fasce ecotonali di riforestazione a nocciolo (tab. VII). Emerge quindi una tendenza a frequentare in primavera quote superiori rispetto al periodo autunnale (fig. 9).

Variabile	Presenza (N=28)		Assenza (N=51)		F	Sig.
	Media	ES	Media	ES		
Roccia	0,07	0,07	2,78	1,16	3,003	0,087
Vegetazione rada	3,46	1,64	9,26	2,06	3,650	0,060
Prateria d'alta quota	12,82	3,89	19,08	3,50	1,278	0,262
Veget. arborea-arbustiva in evoluzione	9,62	2,12	6,22	1,66	1,540	0,218
Bosco di conifere	28,16	6,40	9,81	2,50	9,981	0,002
Arbusteti	8,16	2,88	7,76	2,39	0,010	0,919
Bosco misto	27,17	7,01	30,86	5,09	0,183	0,670
Ghiaie e greti	0,63	0,63	2,01	0,92	1,070	0,304
Bosco di latifoglie	8,68	3,15	10,23	2,62	0,133	0,716
Mugheta Microterma	1,84	1,37	1,49	0,62	0,071	0,791
Lariceto	0,42	0,42	2,53	1,60	0,935	0,337
Ornostrieto	1,48	0,92	3,94	1,81	0,943	0,334
Faggeta submontana	2,65	1,70	3,06	1,74	0,024	0,877
Faggeta montana	1,07	0,76	3,71	1,76	1,165	0,284
Faggeta altimontana	4,25	3,16	2,36	1,15	0,453	0,503
Pineta di Pino nero	15,26	6,24	12,62	4,00	0,138	0,711
Piceo-faggeto	9,74	4,34	10,51	3,03	0,022	0,883
Abieti-piceo-faggeto	8,46	4,66	6,99	3,22	0,070	0,792
Pecceta	23,39	6,43	4,85	1,84	11,993	0,001
Quota 0-750	6,90	3,90	7,37	3,51	0,007	0,933
Quota 750-1000	8,91	4,17	11,33	3,18	0,208	0,650
Quota 1000-1250	5,13	2,60	20,45	4,09	6,839	0,011
Quota 1250-1500	15,49	4,97	12,77	3,49	0,208	0,650
Quota 1500-1750	39,94	6,80	16,90	3,92	9,978	0,002
Quota 1750-2000	23,61	5,93	27,59	5,23	0,230	0,633
Quota 2000-2250	0,03	0,03	3,59	2,12	1,532	0,220

Tab. VI- Valori di copertura delle tipologie ambientali dei plot con e senza presenza di escrementi di *Martes* in primavera e significatività delle differenze (ANOVA).
- Cover values of the habitat categories in the plots with and without marten's faeces in spring and significance of the differences (ANOVA).

Fattori ambientali condizionanti l'abbondanza

L'abbondanza di feci di volpe e Martes nei plot non risulta correlata con la lunghezza del tratto di transetto compreso al suo interno.

L'abbondanza di escrementi di volpe varia da un ambiente all'altro e nelle stagioni. Nell'intero arco di indagine (primavera-estate-autunno), la volpe frequenta piuttosto omogeneamente tutti gli ambienti del Parco, ad eccezione della muggheta macroterma e dei boschi misti di faggio, peccio e abete bianco, che risultano frequentati con minore intensità (tab. VIII). In primavera il numero di feci aumenta con l'aumentare della superficie di prateria d'alta quota e di arbusteti compresa nel plot, e con il diminuire dell'abbondanza dei boschi misti (abeti-piceo-faggeto e piceo-faggeto), della muggheta macroterma e delle aree di roccia.

In primavera le volpi sembrano salire verso le aree d'alta quota, dal momento che l'abbondanza delle loro feci aumenta all'aumentare della superficie di plot posta tra i 1500 e i 2000 m di quota e al parallelo diminuire delle aree al di sotto dei 1500 m. In estate la volpe appare molto poco selettiva, frequentando con intensità statisticamente simile i diversi contesti ambientali del Parco. Emerge solo una relazione positiva tra l'abbondanza di escrementi e la percentuale di plot caratterizzata da medie pendenze (31°-45°) e negativa con l'abbondanza della muggheta meso-termofila.

In autunno, la volpe si concentra soprattutto in alcune situazioni ambientali probabilmente particolarmente ricche di roditori e frutti, caratterizzate dalla maggior diffusione di boschi di latifoglie, arbusteti e aree a vegetazione in evoluzione (riforestazione a nocciolo

e altre specie arboreo-arbustive), e dalla minore diffusione di boschi misti (piceo-faggeti).

Nel periodo marzo-ottobre, l'abbondanza di feci di *Martes* è risultata influenzata positivamente dall'estensione dei boschi di conifere e delle aree a vegetazione in evoluzione (stadi di riforestazione a prevalenza di nocciolo e altre latifoglie arboree-arbustive). Il numero di escrementi di *Martes* tende invece a diminuire significativamente all'aumentare della superficie di AC posta a quote superiori ai 2000 m, o in condizioni di pendenza inferiore ai 15° (tab. IX). Differenze stagionali sono emerse tra la primavera e l'autunno, con una relazione negativa tra abbondanza di feci e prateria d'alta quota che risulta significativa solo in autunno. Mentre in primavera l'abbondanza di feci risulta aumentare all'aumentare dei boschi di conifere, tale relazione non è significativa in autunno, quando le feci aumentano all'aumentare dei boschi di latifoglie. Parallelamente, mentre in primavera le feci aumentano significativa-

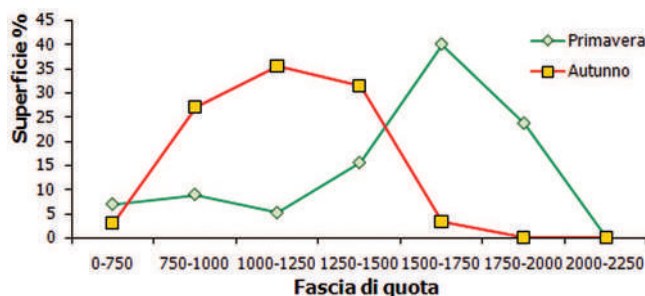


Fig. 9 - Confronto della superficie a diversa quota nei plot con e senza escrementi di *Martes* in primavera e in autunno.
- Comparison of the surface with different altitude in the plots with and without marten's faeces in spring and in autumn.

Variabile	Presenza (N=28)		Assenza (N=51)		F	Sig.
	Media	ES	Media	ES		
Roccia	1,95	1,94	1,80	0,82	0,004	0,952
Vegetazione rada	3,95	2,39	7,62	1,64	0,622	0,433
Prateria d'alta quota	2,54	1,81	18,70	2,92	3,875	0,053
Veget. arborea-arbustiva in evoluzione	17,03	5,91	6,19	1,22	7,436	0,008
Bosco di conifere	15,67	10,59	16,40	3,05	0,006	0,938
Arbusteti	0,00	0,00	8,92	2,04	2,424	0,124
Bosco misto	29,13	13,08	29,60	4,35	0,001	0,971
Ghiaie e greti	0,33	0,33	1,67	0,71	0,452	0,503
Bosco di latifoglie	29,40	10,29	7,14	1,67	14,417	0,000
Mugheta Microterma	0,00	0,00	1,82	0,70	0,859	0,357
Lariceto	0,00	0,00	2,01	1,18	0,370	0,545
Ornostrieto	12,59	8,44	1,84	0,79	8,716	0,004
Faggeta submontani	18,96	9,62	0,85	0,37	27,496	0,000
Faggeta montana	1,40	1,40	2,95	1,31	0,173	0,679
Faggeta altimontana	0,00	0,00	3,42	1,50	0,661	0,419
Pineta di Pino nero	22,22	14,70	12,44	3,35	0,844	0,361
Piceo-faggeto	4,90	4,45	10,93	2,73	0,596	0,443
Abieti-piceo-faggeto	14,36	9,90	6,63	2,71	0,863	0,356
Pecceta	0,00	0,00	12,89	3,05	2,276	0,135
Quota 0-750	2,99	2,84	7,74	2,96	0,323	0,571
Quota 750-1000	27,07	9,97	8,34	2,46	5,932	0,017
Quota 1000-1250	35,44	9,72	12,40	2,91	6,818	0,011
Quota 1250-1500	31,34	13,19	11,47	2,66	5,195	0,025
Quota 1500-1750	3,16	2,09	27,88	4,03	4,766	0,032
Quota 1750-2000	0,00	0,00	29,55	4,31	5,985	0,017
Quota 2000-2250	0,00	0,00	2,63	1,56	0,364	0,548

Tab. VII- Valori di copertura delle tipologie ambientali dei plot con e senza presenza di escrementi di *Martes* in autunno e significatività delle differenze (ANOVA).
- Cover values of the habitat categories in the plots with and without marten's faeces in autumn and significance of the differences (ANOVA).

mente all'aumentare della superficie posta tra i 1500 e i 1750 m di quota, in autunno aumentano all'aumentare della superficie posta tra i 750 e i 1500 m.

Si evidenzia infine come da un lato vi sia una relazione diretta tra l'abbondanza di feci di *Martes* e volpe in autunno, dall'altro come le feci di *Martes* in autunno siano più abbondanti nei plot in cui erano meno numerose le feci di volpe in primavera.

Analisi della dieta

Sono state analizzate 315 feci di volpe e 43 feci di *Martes* raccolte tra il 21 marzo e il 30 ottobre. La dimensione del campione ha consentito un'analisi mensile della dieta della volpe, mentre per *Martes* è stato possibile solo un esame su base stagionale. In termini di frequenza di comparsa nelle feci, gli invertebrati

(32,7%) e i micromammiferi (31,7%) rappresentano le prede più frequenti della volpe, seguiti dagli ungulati (15,5%) e dai frutti (15,3%). Gli uccelli compaiono solo nel 3,2% delle feci, mentre marmotta (*Marmota marmota*), lepre (*Lepus europaeus*), uova di uccelli e rettili compaiono in meno dell'1% dei campioni. Tra i micromammiferi interessante la maggior frequenza del ghiro *Glis glis* (11,1%) rispetto allo scoiattolo *Sciurus vulgaris* (0,4%). Il camoscio (*Rupicapra rupicapra*) è l'ungulato consumato più di frequente, comparando nell'8,7% dei campioni.

Nella dieta di *Martes* i micromammiferi e in particolare il ghiro (31,8%) sono la categoria di preda maggiormente frequente (60,6%), seguite da invertebrati (15,2%) e uccelli (13,6%). I frutti compaiono nel 4,5% delle feci e le uova di uccello e il camoscio nel 3% delle feci ciascuno (tab. X e fig. 10).

Variabile ambientale	Primavera		Estate		Autunno		Complessivo	
	ρ	P	ρ	P	ρ	P	ρ	P
Roccia	-0,245	0,030	-0,219	0,056	0,058	0,611	-0,141	0,222
Vegetazione rada	0,118	0,301	-0,163	0,158	0,092	0,419	0,079	0,494
Prateria d'alta quota	0,412	0,000	-0,138	0,230	-0,117	0,306	0,135	0,242
Veg. arb-arbust. in evoluz.	0,037	0,747	-0,046	0,691	0,335	0,003	0,224	0,050
Bosco di conifere	-0,104	0,363	0,058	0,618	0,011	0,927	-0,082	0,478
Arbusteti	0,225	0,047	-0,053	0,648	0,238	0,035	0,184	0,109
Bosco misto	-0,301	0,007	0,033	0,774	-0,281	0,012	-0,327	0,004
Ghiaie e greti	-0,197	0,082	-0,087	0,453	-0,145	0,203	-0,205	0,074
Bosco di latifoglie	0,006	0,956	0,051	0,659	0,260	0,021	0,212	0,064
Prati	-0,079	0,491	0,152	0,188	0,197	0,082	0,144	0,212
Mugheta macroterma	-0,222	0,049	-0,176	0,125	-0,117	0,304	-0,249	0,029
Mugheta mesoterma	0,115	0,311	-0,253	0,027	-0,155	0,174	-0,083	0,472
Mugheta microterma	0,153	0,179	0,139	0,228	0,209	0,065	0,216	0,059
Lariceto	-0,160	0,158	-0,123	0,286	0,152	0,181	-0,073	0,531
Saliceto	-0,181	0,111	-0,124	0,283	-0,130	0,253	-0,197	0,086
Ornostrieto	-0,049	0,671	0,095	0,410	0,178	0,117	0,146	0,205
Faggeta submontani	0,042	0,710	0,050	0,666	0,193	0,088	0,180	0,117
Faggeta montana	-0,085	0,454	-0,020	0,866	-0,197	0,081	-0,144	0,213
Faggeta altimontana	0,033	0,773	-0,086	0,458	0,067	0,560	0,002	0,988
Pineta di Pino nero	-0,138	0,226	0,150	0,193	-0,142	0,212	-0,124	0,283
Piceo-faggeto	-0,247	0,028	-0,150	0,193	-0,285	0,011	-0,365	0,001
Abieti-piceo-faggeto	-0,292	0,009	-0,111	0,338	-0,155	0,174	-0,305	0,007
Pecceta	0,052	0,652	0,028	0,809	0,051	0,657	0,040	0,730
Quota 0-750	-0,021	0,855	0,144	0,211	-0,126	0,270	-0,036	0,757
Quota 750-1000	-0,240	0,033	0,157	0,173	0,030	0,791	-0,040	0,728
Quota 1000-1250	-0,457	0,000	-0,003	0,977	0,116	0,308	-0,175	0,127
Quota 1250-1500	-0,330	0,003	-0,089	0,440	0,047	0,684	-0,161	0,161
Quota 1500-1750	0,264	0,019	-0,011	0,924	-0,029	0,799	0,133	0,250
Quota 1750-2000	0,416	0,000	-0,070	0,545	0,013	0,910	0,162	0,159
Quota 2000-2250	0,175	0,124	-0,019	0,870	0,067	0,557	0,088	0,448
Pendenza 0-15°	0,016	0,887	-0,066	0,569	-0,138	0,227	-0,078	0,498
Pendenza 16°-30°	0,129	0,256	-0,176	0,125	0,116	0,310	0,054	0,639
Pendenza 31°-45°	0,068	0,551	0,231	0,043	-0,029	0,797	0,100	0,387
Pendenza 46°-60°	-0,183	0,106	0,030	0,798	0,081	0,476	-0,052	0,656
Pendenza 61°-75°	-0,170	0,133	-0,088	0,447	0,042	0,715	-0,078	0,502
Pendenza 76°-90°	0,065	0,572	-0,008	0,943	-0,048	0,674	0,008	0,945
Lunghezza transetto in AC	0,135	0,237	0,155	0,178	0,171	0,133	0,181	0,115
N° feci Volpe in primavera	1,000	.	0,154	0,182	0,133	0,242	0,684	0,000
N° feci Volpe in estate	0,154	0,182	1,000	.	0,325	0,004	0,566	0,000
N° feci Volpe in autunno	0,133	0,242	0,325	0,004	1,000	.		

Tab.VIII- Relazioni (test di Spearman) tra caratteristiche ambientali e abbondanza stagionale e complessiva di feci di volpe in plot (N=79) da 25 ha distribuiti lungo i transetti.

- Correlations (Spearman's Test) between habitat features and seasonal and total abundance of fox's faeces in plots (N=79) 25 ha wide distributed along transects.

Considerando la biomassa ingerita, le carcasse di ungulato, e di camoscio in particolare (51,1%), rappresentano per la volpe la categoria alimentare più importante, rappresentando nell'area del Parco più della metà (54%) della biomassa assunta (tab. X e fig. 11). Seguono i micromammiferi (17%) e in particolare il ghio (9,9%). Marmotta e lepre coprono rispettivamente il 6% e 4% della dieta del canide, mentre gli uccelli (tetraonidi 25% dei casi, passeriformi 69%, gallina 6%) il 7%. I mustelidi, rappresentati dalla martora (*Martes martes*), contribuiscono per il 5% alla dieta della volpe nell'area di studio. Del tutto secondaria la biomassa rappresentata da frutta (3,6%) e invertebrati (0,8%).

In termini di biomassa, la dieta di *Martes* nell'area di studio risulta basata sui micromammiferi (60%), e in particolare sul ghio (45,4%), e sugli uccelli (29,4%). Le carcasse di ungulato (camoscio) rappresentano il 9% della biomassa consumata. Frutti e invertebrati contribuiscono meno dell'1% alla biomassa assunta da *Martes* nel periodo marzo-ottobre (tab. X e fig. 11).

La nicchia trofica della volpe risulta più ampia ($B_{sta}=0,32$) di quella di *Martes* ($B_{sta}=0,28$). La sovrapposizione di nicchia trofica tra i due generi risulta elevata ($O_{jk}=0,727$) e testimonia la competizione alimentare tra i due taxa.

Il confronto stagionale della dieta evidenzia come il consumo di ungulati da parte della volpe si concentri nel periodo primaverile (tab. XI), con un picco nel mese di aprile, quando compaiono nel 68% delle feci (fig. 12). A partire da maggio assumono importanza nella dieta della volpe gli invertebrati (coleotteri e ortotteri). In particolare, i coleotteri rappresentano la maggioranza degli invertebrati consumati in maggio e giugno, mentre da luglio ad ottobre sono preponderanti gli ortotteri. I micromammiferi compaiono stabilmente in oltre il 20% delle feci, con frequenza massima (43%) in agosto. In particolare, la frequenza di comparsa dei gliridi aumenta nel periodo estivo (da luglio) raggiungendo il massimo in autunno (33% nel mese di ottobre). La frequenza di consumo di frutta aumenta dalla primavera all'autun-

Variabile ambientale	Primavera		Autunno		Complessivo	
	ρ	P	ρ	P	ρ	P
Roccia	-0,265	0,018	0,045	0,696	-0,207	0,071
Vegetazione rada	-0,297	0,008	-0,082	0,470	-0,283	0,013
Prateria d'alta quota	-0,098	0,390	-0,233	0,038	-0,204	0,075
Veg. arb-arbust. in evoluz.	0,236	0,036	0,199	0,079	0,333	0,003
Bosco di conifere	0,323	0,004	-0,123	0,280	0,250	0,028
Arbusteti	0,089	0,437	-0,251	0,026	-0,003	0,977
Bosco misto	-0,092	0,419	-0,018	0,876	-0,116	0,316
Ghiaie e greti	-0,164	0,148	0,000	0,999	-0,182	0,112
Bosco di latifoglie	-0,015	0,897	0,241	0,032	0,106	0,358
Prati	-0,117	0,305	-0,058	0,613	-0,133	0,251
Lariceto	-0,029	0,797	-0,083	0,469	-0,063	0,586
Mugheta microterma	0,066	0,561	-0,151	0,184	0,001	0,995
Ornostrieto	-0,052	0,647	0,153	0,179	0,074	0,523
Faggeta submontana	0,059	0,604	0,244	0,030	0,149	0,195
Faggeta montana	-0,058	0,609	-0,060	0,597	-0,098	0,396
Faggeta altimontana	-0,082	0,475	-0,120	0,292	-0,131	0,255
Pineta di Pino nero	0,043	0,706	0,021	0,857	0,043	0,709
Piceo-faggeto	-0,060	0,599	-0,110	0,334	-0,117	0,312
Abieti-piceo-faggeto	0,057	0,615	0,094	0,411	0,055	0,636
Pecceta	0,319	0,004	-0,225	0,046	0,210	0,067
Quota 0-750	0,091	0,427	0,092	0,420	0,117	0,311
Quota 750-1000	-0,075	0,509	0,246	0,029	0,061	0,600
Quota 1000-1250	-0,206	0,068	0,375	0,001	0,003	0,977
Quota 1250-1500	0,023	0,844	0,225	0,046	0,090	0,436
Quota 1500-1750	0,329	0,003	-0,267	0,017	0,172	0,136
Quota 1750-2000	0,044	0,703	-0,328	0,003	-0,092	0,425
Quota 2000-2250	-0,211	0,062	-0,136	0,232	-0,255	0,025
Pendenza 0-15°	-0,186	0,102	-0,184	0,104	-0,266	0,019
Pendenza 16°-30°	0,029	0,799	-0,078	0,494	0,007	0,953
Pendenza 31°-45°	0,077	0,500	0,020	0,858	0,094	0,415
Pendenza 46°-60°	-0,085	0,459	0,098	0,389	0,014	0,906
Pendenza 61°-75°	0,082	0,470	0,176	0,120	0,161	0,163
Pendenza 76°-90°	0,101	0,374	0,062	0,587	0,127	0,270
Lunghezza transetto in AC	0,138	0,224	0,095	0,407	0,140	0,225
N° feci Volpe in primavera	0,190	0,094	-0,261	0,020	0,047	0,682
N° feci Volpe in estate	0,102	0,377	-0,087	0,454	0,101	0,384
N° feci Volpe in autunno	0,052	0,648	0,224	0,048	0,192	0,095
N° feci Volpe complessivo	0,122	0,291	0,019	0,871	0,150	0,191
N° feci Martes in primavera	1,000	.	0,000	0,999	0,866	0,000
N° feci Martes in estate	0,408	0,000	0,348	0,002	0,540	0,000
N° feci Martes in autunno	0,000	0,999	1,000	.	0,458	0,000

Tab. IX- Relazioni (test di Spearman) tra caratteristiche ambientali e abbondanza stagionale e complessiva di feci di *Martes* in plot (N=79) da 25 ha distribuiti lungo i transetti.
- Correlations (Spearman's Test) between habitat features and seasonal and total abundance of marten's faeces in plots (N=79) 25 ha wide distributed along transects.

Categoria alimentare	Martes (N=43)		Volpe (N=315)	
	%F	%V	%F	%V
Camoscio	3,0	8,7	14,3	51,1
Altri ungulati	0,0	0,0	1,2	4,3
Gliridi (ghiro)	31,8	45,4	11,1	9,9
Sciuridi (scoiattolo)	0,0	0,0	0,4	1,0
Altri micromammiferi	28,8	14,5	20,2	6,8
Marmotta	0,0	0,0	0,2	5,8
Lepre	0,0	0,0	0,2	4,3
Mustelidi	0,0	0,0	0,4	4,9
Uccelli	13,6	29,4	3,2	7,2
Uova	3,0	1,4	0,2	0,1
Rettili	0,0	0,0	0,6	0,2
Anfibi	0,0	0,0	0,0	0,0
Invertebrati	15,2	0,2	32,7	0,8
Frutti	4,5	0,4	15,3	3,6

Tab. X - Frequenza percentuale di comparsa delle diverse categorie alimentari nella dieta di Martes e volpe nel PNDF (marzo-ottobre).

- Percent occurrence of food categories in diet of marten and fox in the DFNP (March-October).

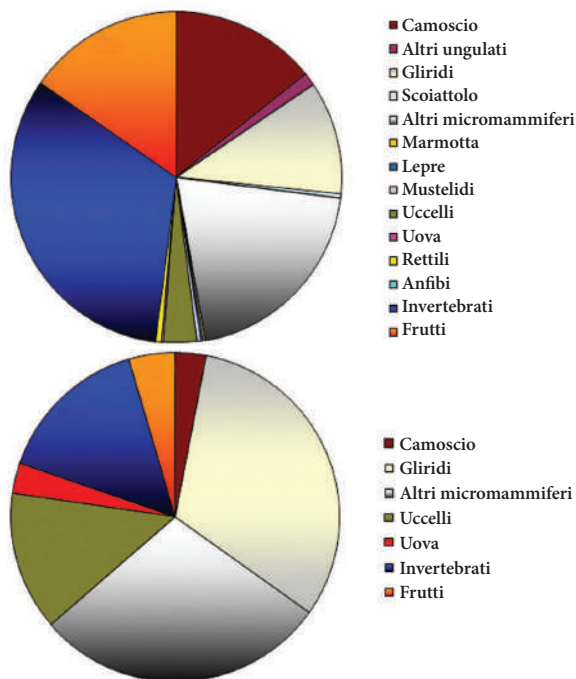


Fig. 10 - Frequenza di comparsa delle categorie alimentari nella dieta di volpe (sopra) e Martes (sotto) nel PNDF (marzo-ottobre).

- Frequency of occurrence of food categories in the diet of marten (below) and fox (above) in the DFNP (March-October).

Categoria alimentare	Primavera		Estate		Autunno	
	Volpe	Martes	Volpe	Martes	Volpe	Martes
Ungulati	31,6	5,6	6,7	0,0	4,5	0,0
Gliridi e Sciuridi	3,3	25,0	8,9	21,4	20,9	56,3
Altri micromammiferi	26,9	36,1	25,6	42,9	9,6	0,0
Marmotta	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lepre comune	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Martora	0,5	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0
Uccelli	1,9	11,1	5,6	21,4	1,7	12,5
Uova di uccello	0,5	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Invertebrati	29,2	16,7	40,0	14,3	31,6	12,5
Frutti	4,2	0,0	13,3	0,0	31,1	18,8

Tab. XI - Variazione stagionale della frequenza percentuale di comparsa delle categorie alimentari nella dieta di volpe e Martes.

- Seasonal variation of the frequency of occurrence of food categories in diet of marten and fox.

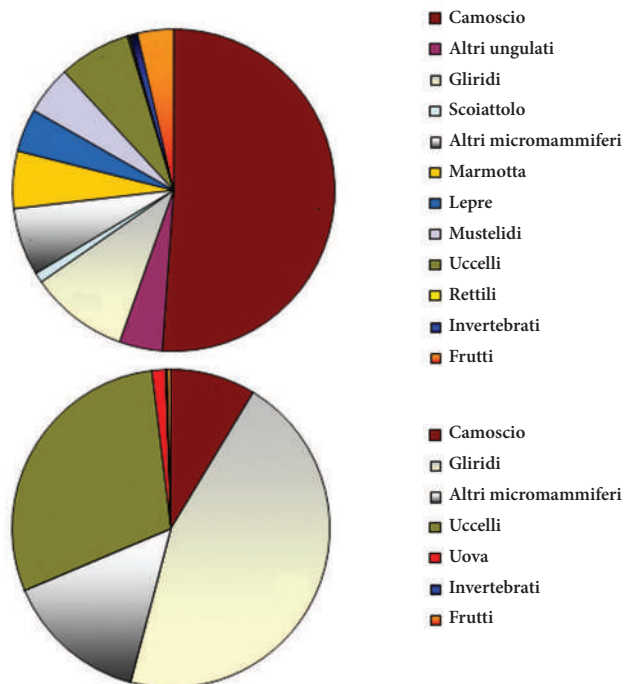


Fig. 11 - Biomassa percentuale delle categorie alimentari nella dieta di volpe (sopra) e Martes (sotto) nel PNDF (marzo-ottobre).

- Biomass percentage of food categories in the diet of marten (below) and fox (above) in the DFNP (March-October).

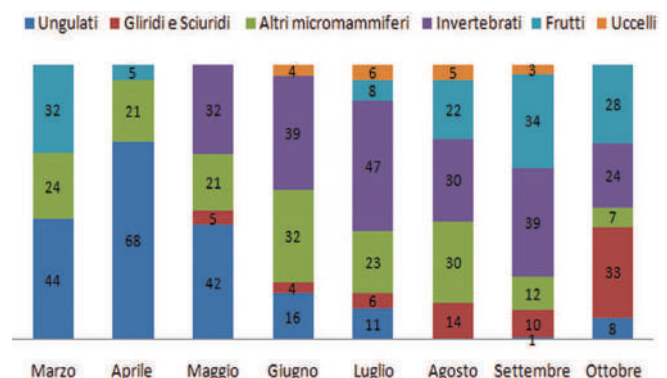


Fig. 12 - Variazione mensile nella frequenza percentuale di comparsa delle categorie alimentari più importanti (>5%) nelle feci di volpe.

- Monthly variation of the frequency of occurrence of the main (>5%) food categories in fox's diet.

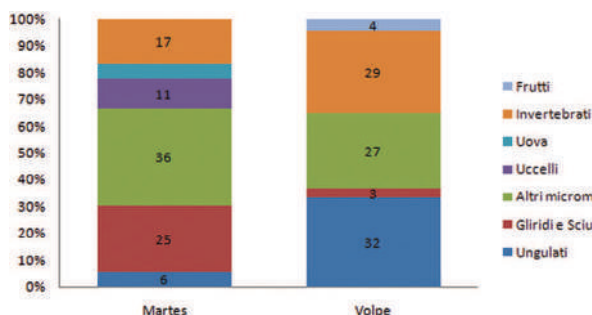


Fig. 13 - Confronto della dieta (%F) primaverile di volpe (N=202) e *Martes* (N=26) nel PNDF.

- Comparison of spring diet (%F) of marten (N=26) and fox (N=202) in the DFNP.

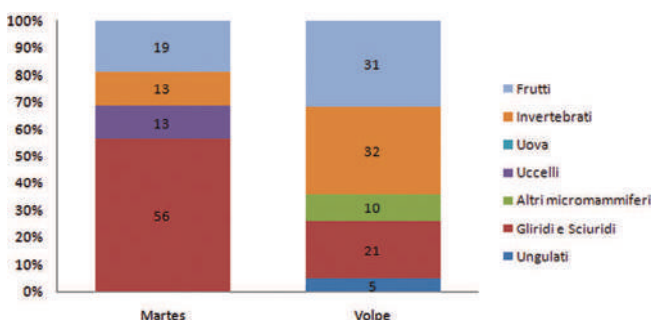


Fig. 15 - Confronto della dieta (%F) autunnale di volpe (N=122) e *Martes* (N=10) nel PNDF.

- Comparison of autumn diet (%F) of marten (N=10) and fox (N=122) in the DFNP.

no, con un massimo rilevato in settembre, quando essa compare nel 34% dei campioni. In maggio e giugno non è stato riscontrato consumo di frutta (fig. 12). La comparsa degli uccelli nella dieta è massima in estate, in coincidenza con la presenza di nidiacei e giovani. Marmotta, lepre, uova di uccello (passeriforme) e rettili risultano essere prede occasionali nell'area del Parco e sono state rilevate solo in giugno, come anche i rettili.

Le carcasse di ungulato (camoscio) e le uova di uccello rientrano esclusivamente nella dieta primaverile di *Martes*. Rispetto alla volpe, *Martes* predica molto più spesso micro mammiferi (figg. 13-15) e in particolare il ghio, che in autunno compare in oltre la metà delle feci e rappresenta il solo micromammifero predato. La percentuale di invertebrati rimane sostanzialmente costante nelle tre stagioni e nettamente inferiore a quella rilevata per la volpe. Al contrario, la frequenza di comparsa degli uccelli, anch'essa relativamente costante considerando la dimensione del campione, è sempre maggiore che nel canide. Anche il consumo dei frutti appare inferiore a quello rilevato per la volpe ed appare limitato al periodo autunnale, quando compaiono nel 19% degli escrementi analizzati.

Discussione

L'uso del conteggio degli escrementi per lo studio dell'abbondanza e della selezione dell'habitat è un metodo

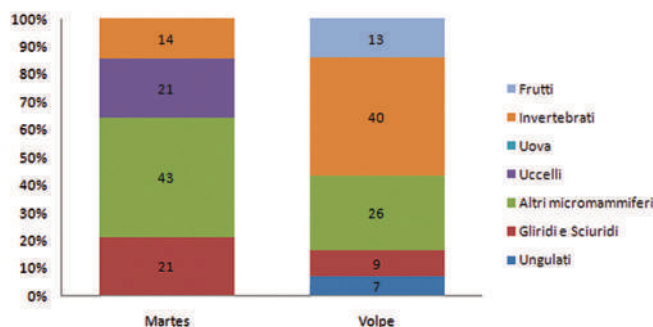


Fig. 14 - Confronto della dieta (%F) estiva di volpe (N=63) e *Martes* (N=7) nel PNDF.

- Comparison of summer diet (%F) of marten (N=7) and fox (N=63) in the DFNP.

relativamente speditivo e che consente di raccogliere dati in un'area vasta, massimizzando il numero di animali campionati e ottenendo campioni indipendenti (CAGNACCI et al. 2004). La distribuzione dei transesti lungo sentieri rende omogenea la reperibilità degli escrementi nei diversi habitat, garantendo che l'abbondanza relativa non vari in funzione della possibilità di avvistamento.

Sulla base dell'abbondanza di escrementi rinvenuti, la volpe è risultata sempre molto più abbondante degli esemplari del genere *Martes*. Ciò può dipendere da una diversa densità di popolazione, ma in parte conseguire dalla capacità della martora di muoversi nello strato arboreo e frequentare meno i sentieri (BALHARRY et al. 1996). L'interesse dei valori di IKA rilevati consiste quindi nella possibilità di confronto intraspecifico con successive repliche dello studio, più che nel confronto interspecifico dell'abbondanza. Lo studio è infatti stato fatto per avere un confronto con la situazione che si fosse generata a seguito di un notevole "sconvolgimento" eco sistemico quale l'epidemia di rogna sarcopica, che sta colpendo le popolazioni di ungulati cavicorni del territorio delle Dolomiti Friulane a partire dal 2008.

Per entrambe le specie si rileva una diminuzione estiva dell'abbondanza di feci. Il calo può essere l'effetto reale di una minore frequentazione dei sentieri a causa della loro maggior fruizione antropica in estate, ma anche un effetto apparente causato da una parziale distruzione degli escrementi indotta dal calpestio antropico, soprattutto in discesa. Questa possibilità sembra supportata anche dal fatto che nelle aree in cui non si è registrato il calo estivo, i sentieri presentano pendenza media contenuta (Bregolina Grande) o una maggiore larghezza (Tronconere) e l'effetto distruttivo del transito escursionistico è presumibilmente inferiore.

Dall'analisi della selezione dell'habitat emerge la maggior capacità della volpe di utilizzare anche ambienti aperti, quali la prateria d'alta quota, gli arbusteti e la mugheta, mentre *Martes* appare strettamente legata agli ambienti forestali, di latifoglie (orno-ostrieto e faggeta submontana) ma soprattutto di conifere (pecceta e pineta di pino nero).

Gli studi precedenti concordano nel separare piuttosto nettamente le preferenze ambientali delle due specie del genere *Martes* in condizioni di simpatria, con martora strettamente legata all'habitat forestale e faina legata ad ambienti edificati ed in parte aperti (PULLIAINEN 1981a, 1981b; WERESZCZUK & ZALEWSKI 2015; VERGARA et al. 2016). Sulla base dei dati di selezione dell'habitat emersi dall'approccio multi scalare (transetti e plot da 25 ha) sembra che la massima parte dei dati di *Martes* rilevati nel presente studio siano attribuibili alla martora. A conferma di questa ipotesi, si evidenzia come negli escrementi di volpe raccolti nei settori indagati siano stati rinvenuti peli di martora, ma non di faina.

Nell'area di studio viene confermato l'opportunità ecologico della volpe, che frequenta un largo spettro di situazioni e presenta un'ampia nicchia ecologica ($B_{sta} = 0,71$). Diverso il caso di *Martes*, che pur rimanendo una specie opportunistica e generalista (RUSSELL & STORCH 2004), presenta una nicchia ecologica nettamente più ristretta ($B_{sta} = 0,29$). Come già il pattern di selezione degli habitat, anche la ristrettezza della nicchia ecologica fa ritenere che i dati riferiti a *Martes* siano attribuibili alla sola specie martora, in quanto una significativa commistione di campioni di martora e faina avrebbe determinato, considerando la maggior sinantropia e il conseguente spettro trofico della faina, una nicchia decisamente più ampia, come evidenziato in Val di Fiemme (PRIGIONI et al. 2008). Le nicchie ecologiche di volpe e *Martes* si sovrappongono abbondantemente ($O_{jk} = 0,747$), creando anche localmente il presupposto per una potenziale competizione ecologica. Analizzando anche alcune variabili relative alla morfologia del territorio, emerge l'interessante divergenza delle due specie nella selezione dei settori a diversa pendenza, con la volpe che evita pendenze superiori a 60° che vengono invece usate in modo preferenziale da *Martes*. Questo dato, unito al fatto che il mustelide risulta evitare i settori a bassa pendenza, sembra poter riflettere una tendenza a frequentare maggiormente aree in cui minore è la possibilità di incontro o competizione con la volpe o, in alternativa, maggiore la disponibilità di rifugi diurni (anfratti rocciosi) che più facilmente si associano, nell'area di studio, ai versanti a forte pendenza. Considerata la competizione esistente tra i due generi e la frequente predazione di martora e faina da parte della volpe (LINDSTROM et al. 1995), sembra quindi possibile una segregazione spaziale tra le due specie sulla base della morfologia del terreno. Sembra interessante notare come in Canal Grande di Meduna, ove la distribuzione degli escrementi di *Martes* e volpe appare nettamente vicariante, a suggerire una loro segregazione spaziale dettata soprattutto dalla pendenza del versante, si siano osservate le minori variazioni stagionali nei valori di abbondanza di *Martes*.

L'analisi stagionale della selezione dell'habitat evidenzia una tendenza di *Martes* a frequentare in primavera

quote superiori rispetto al periodo autunnale. Sembra quindi che, considerata in particolare l'ampiezza dei territori di martora (ca. 200 ha: ZALEWSKI 1997), il mustelide possa compiere movimenti stagionali di quota verso le aree via via caratterizzate da maggior disponibilità di cibo, scendendo a fine estate a mangiare ghiari e altri roditori nei boschi di latifoglie e nelle boscaglie di nocciolo, e risalendo nelle aree a maggior abbondanza di conifere, e in particolare peccete, nel periodo invernale e primaverile. La "discesa" tardo estiva-autunnale nei boschi submontani sembra comportare una maggior vicinanza e sovrapposizione di nicchia ecologica con la volpe, dal momento che le aree frequentate in autunno da *Martes* (plot con feci) si caratterizzano, a differenza delle aree frequentate nelle altre stagioni, anche per la maggior abbondanza di feci di volpe. La forte specializzazione del mustelide nella predazione del ghio unitamente ai suoi costumi arboricoli, sono probabilmente la chiave che consente al mustelide di convivere con la volpe riducendo i rischi di predazione. La maggior frequentazione primaverile dei boschi di conifere alle quote superiori può rispondere anche alle esigenze di maggior protezione dai predatori durante il periodo riproduttivo, in quanto tali ambienti risultano essere meno selezionati dalla volpe. La martora rappresenta circa il 5% della biomassa predata dalla volpe e la consistenza del rischio di predazione nell'area di studio sembra evidenziato dal fatto che in autunno *Martes* è presente e più abbondante nelle aree (plot) in cui minore era l'abbondanza di volpi nella primavera precedente.

In primavera anche le volpi risultano salire verso le aree d'alta quota, dal momento che l'abbondanza delle loro feci aumenta all'aumentare della superficie di plot posta tra i 1500 e i 2000 m di quota e al parallelo diminuire delle aree al di sotto dei 1500 m. Nel caso della volpe, si ritiene che ciò rifletta la tendenza stagionale della specie ad esplorare le aree d'alta quota, comprese le praterie, alla ricerca delle carcasse di ungulati (camoscio soprattutto) morti durante l'inverno.

La nicchia trofica della volpe risulta poco più ampia ($B_{sta} = 0,32$) di quella di *Martes* ($B_{sta} = 0,28$), indicando una relativa maggior adattabilità della volpe, capace, anche in risposta alla sua minore selettività dell'habitat, di attingere ad ogni fonte alimentare disponibile. Interessante indizio della scarsa presenza antropica nel territorio studiato è la mancanza, nella dieta di volpe e *Martes*, di alimenti di origine antropica, ovvero quegli alimenti ascritti in altri studi (PRIGIONI et al. 2008) nella categoria rifiuti (*garbage*). Unico elemento rinvenuto in una fece di volpe è stato un preservativo: reperto difficile da considerare risorsa trofica e che non è sembrato sufficiente ad introdurre una categoria trofica.

L'andamento mensile della frequenza di comparsa delle diverse categorie alimentari nella dieta della volpe riflette il variare della loro disponibilità stagionale nel territorio, a conferma dell'adattabilità ed eurifagia della

volpe. La volpe consuma più spesso ungulati, invertebrati, frutta e rettili rispetto a *Martes* (sensu *Martes martes*), che invece preda maggiormente gliridi (ghiro), uccelli e loro uova. Le uova predate da *Martes* sono risultate attribuibili, per colore e dimensioni, a strigiformi o piciformi, in accordo con la frequente predazione dei nidi di civetta capogrosso (*Aegolius funereus*) riportata in letteratura (BAUDVIN et al. 1995) e rilevata nell'area (Val Zemola). Il consumo di ungulati (camoscio nel 90% dei casi) da parte della volpe è legato essenzialmente al ritrovamento di carcasse, risultando elevato in primavera, quando la mortalità degli ungulati è ancora elevata (marzo-aprile) e quando lo scioglimento della neve permette alle volpi di accedere alle carcasse sepolte nelle valanghe o sotto il manto nevoso, e sensibilmente più basso in estate e autunno.

L'analisi della dieta di *Martes* evidenzia come in primavera anch'essa si alimenti delle carcasse di camoscio, confermando il fatto che il campione di feci analizzato sia da riferirsi alla martora (MARCHESI & MERMOD 1989; PULLIAINEN & OLLINMÄKI 1996; STORCH et al. 1990; JEDRZEJEWSKI et al. 1993). La minore frequenza di comparsa degli ungulati nella dieta del mustelide riflette probabilmente la sua diversa selezione dell'habitat e la netta tendenza ad evitare la prateria d'alta quota, ma in parte può dipendere anche dalla minor capacità di alimentarsi su carcasse di grandi dimensioni integre, il cui consumo richiede la capacità di aprire la pelle (JEDRZEJEWSKI et al. 1993), oltre che dal rischio di incontro con potenziali predatori quali volpe o aquila reale.

Nell'area di studio la frutta rappresenta per volpe e *Martes* una fonte di cibo molto meno importante di quanto rilevato in Val di Fiemme (PRIGIONI et al. 2008) e viene consumata soprattutto a fine estate e in autunno (soprattutto sorbo degli uccellatori), quando compare in circa un terzo delle feci. Ciò può dipendere dalla mancanza, nell'area di studio, di alberi da frutto coltivati, la cui presenza è limitata ai fondovalle principali, esterni al Parco e non indagati. Un secondo picco nel consumo di frutta da parte della volpe si è rilevato in marzo, grazie in parte a frutti persistenti in inverno (*Rosa* sp.), ma soprattutto ai frutti conservatisi nella neve dall'autunno precedente che riaffiorano.

Sembra interessante, in termini di efficienza alimentare e selezione trofica, rilevare come in entrambe le specie, all'aumento autunnale del consumo di gliridi si associ una parallela diminuzione della predazione di altri micromammiferi di minori dimensioni. L'incremento così vistoso del ghiro nella dieta autunnale, in particolare della martora, potrebbe non essere costante negli anni ed accentuarsi in coincidenza delle proliferazioni di ghiro conseguenti agli anni di pasciona del Faggio.

L'elevata sovrapposizione di nicchia trofica tra i due generi ($O_{jk}=0,73$) testimonia la competizione alimentare esistente tra i due taxa nel settore alpino indagato. La

martora è risultata rappresentare il 5% della biomassa predata dalla volpe, evidenziando il significativo livello di *intraguild predation*. La minore abbondanza autunnale di feci di *Martes* nelle aree in cui era maggiore l'abbondanza di feci di volpe nella primavera precedente sembra suggerire che la pressione competitiva e in particolare il rischio di *intraguild predation* possa influenzare la popolazione di *Martes*, e in particolare di martora, nell'area di studio. Questo risultato concorda con i risultati di altri studi, secondo i quali la predazione di *Martes* da parte della volpe può determinare un significativo calo della densità del mustelide (THOMPSON 1994; LINDSTRÖM et al. 1995; SMEDSHAUG et al. 1999).

Nel territorio del Parco la volpe risulta giocare un ruolo essenziale nella distruzione delle carcasse degli ungulati morti. Un ruolo ecologico di enorme importanza, soprattutto durante le epidemie a forte mortalità, quali quelle di rogna sarcoptica. La dieta della volpe si basa inoltre su micro mammiferi, frutti ed insetti. Grazie alla natura generalista della specie, la sua incidenza sulle popolazioni di specie di interesse conservazionistico, quali i tetraonidi, appare attualmente trascurabile. La volpe è però un predatore opportunisto e la sua predazione su queste specie "fragili" può risultare localmente non trascurabile, soprattutto nelle aree in cui l'habitat di nidificazione è più frammentato. Nei boschi in cui la scomparsa di sottobosco, causata dalla chiusura dei soprassuoli forestali, costringa i tetraonidi a nidificare nei pressi delle strade forestali o in aree circoscritte, la ricerca e il reperimento dei nidi o delle covate da parte del carnivoro diviene infatti più facile.

I dati finora pubblicati e le più recenti indagini da camera trap suggeriscono che la faina viva in simpatia con la martora su tutti i rilievi dell'Italia nord-orientale (LAPINI 1989; DE MARINIS & LAPINI 1994; LAPINI et al. 1996; LAPINI et al. 2014). La presenza di *Martes foina* nell'area oggetto di studio sembra quindi molto probabile. Nonostante ciò, lo spettro alimentare ricavato dall'analisi delle feci studiate ricalca piuttosto bene quanto noto per *Martes martes*, sia per la dominanza di piccoli mammiferi forestali, sia per l'assenza di rifiuti di origine antropica. Ciò può dipendere dalla segregazione ecologica che i due mustelidi hanno sviluppato in situazione di simpatia e con l'ubicazione prettamente forestale e discosta dagli abitati dei transetti utilizzati per lo studio.

Dai dati emersi nello studio, *Martes*, e la martora in particolare, risulta giocare, assieme all'aquila reale (BORGO 2013), un ruolo importante nel contenimento delle popolazioni di ghiro, il cui impatto sulla selvicoltura (cimatura delle conifere) negli anni di incremento demografico del roditore successivi agli eventi di pasciona del faggio e del peccio, può localmente essere considerato economicamente rilevante (DE BATTISTI et al. 1994).

Lo studio dell'uso differenziale delle risorse da parte di volpe e *Martes* ha fornito un quadro complementare e ulteriore rispetto a quello oggi disponibile per l'arco alpino, contribuendo a capire il ruolo di queste specie nel complesso ecosistema montano. I risultati ottenuti, sebbene derivanti da un solo anno di monitoraggio, forniscono un quadro dell'abbondanza e della dieta nel Parco che potrà essere confrontato negli anni successivi, per verificare, attraverso l'analisi delle variazioni, l'effetto che l'incremento temporaneo di carcasse di camoscio avrà sulle popolazioni dei mesocarnivori.

Manoscritto pervenuto il 03.II.2016 e approvato il 10.III.2016.

Ringraziamenti

L'autore ringrazia l'Ente Parco Dolomiti Friulane e in particolare il Direttore Graziano Danelin per il sostegno e il finanziamento di questo studio e per l'interesse con cui accoglie i risultati conseguiti. Ringrazia inoltre il dipartimento di Biologia animale dell'Università di Pavia e in particolare il Dott. Alberto Meriggi per l'ospitalità nelle fasi di analisi microscopica.

Summary

The study was carried out in the Dolomiti Friulane Natural Park. Fox and marten faeces were collected from 21 March to 30 October 2006 along 11 transects (50 km total long) crossing all the main habitats of the Park and settled on existing path. Faeces were surveyed and collected one time for season (spring, summer and autumn). In each season, the abundance of fox's faeces were higher ($N=404$; 3.6/Km) than marten's ($N=43$; 0.4/Km). Red fox used a larger variety of habitats and presents a wider ecological niche ($B_{sta}=0,71$) than marten ($B_{sta}=0,29$). Marten showed a narrower pattern of habitat use, strictly selecting forestal habitat, and coniferous forest in particular. This pattern of habitat preferences suggest that the greatest part of marten faeces could be mainly attributed to pine marten (*Martes martes*). The niche overlap between fox and marten in the study area was high ($O_{jk}=0,747$). The avoidance by marten of low slope areas and the selection of areas with high slopes avoided by fox could be an adaptation of marten to reduce competition and avoid predation by fox.

Fox consumed more frequently invertebrates (%F=32,7), small mammals (31,7%), ungulates (15,5%) and fruits (15,3%). Birds occurred infrequently (3,2%) in the fox's diet, whereas alpine marmot, hare, bird's eggs and reptiles occurred less than 1% of faeces. In terms of biomass, fox relied on ungulates carrion (%B=54; mainly alpine chamois) and small mammals (17%), whereas fruits and invertebrates importance seems low (3,6% and 0,8% respectively).

Small mammals (%F=61 and %B=60%), and dormouse in particular (%B=45%) represented the main food resource for marten in the study area, with birds (29,4%). In spring, marten too showed to feed on chamois carrions (9% of the biomass). Fruits and invertebrates contributed less than 1% to the biomass consumed by marten.

Pine marten represented the 5% of the biomass consumed by

fox in the study area. The inverse correlation between abundance of marten in autumn and fox in previous spring seems suggest that intraguild competition and predation risk could affect marten population in the study area

Bibliografia

- BALHARRY, E.A., G.M. MCGOWAN, H. KRUK & E. HALLIWELL. 1996. *Distribution of pine martens in Scotland as determined by field survey and questionnaire*. Edinburgh, UK: Scottish Natural Heritage.
- BANG, P., & P. DAHLSTRÖM. 1974. *Animal tracks*. London: Collins.
- BAUDVIN, H., J.C. GENOT & Y. MULLER. 1995. *Les rapaces nocturnes*, 255-62. Paris: ed. Sang de la terre.
- BORGO, A. 2009. *L'aquila reale* (*Aquila chrysaetos*). Parco Naturale Dolomiti Friulane. I libri del Parco, 5.
- BORGO, A. 2013. Feeding ecology of the Golden Eagle *Aquila chrysaetos* in the Dolomites (Eastern Alps). *Atti II Convegno Italiano Rapaci Diurni e Notturni*. Treviso, 12-13 ottobre 2012, 244-53. Associazione Faunisti Veneti, Quaderni Faunistici, 3.
- BRUNNER, H., & B.J. COMAN. 1974. *The identification of mammalian hair*. Melbourne: Inkata press.
- CAGNACCI F., S. LOVARI & A. MERIGGI. 2003. Carrion dependence and food habits of the red fox in an Alpine area. *Ital. J. Zool.* 70: 31-8.
- CAGNACCI, F., A. MERIGGI & S. LOVARI. 2004. Habitat selection by the red fox *Vulpes vulpes* in an Alpine area. *Ethol. Ecol. Evolution* 16: 103-16.
- CANTINI, M. 1991. The diet of the fox *Vulpes vulpes* in woodlands of Orobic Alps (Lombardy region, northern Italy). *Hystrix* 3: 83-9.
- CAVALLINI, P. 1994. Faeces count as an index of fox abundance. *Acta Theriologica* 39 (4): 417-24.
- COLWELL, R.K., & D. FUTUYMA., 1971. On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology* 52: 567-75.
- DE BATTISTI, R., P. PAOLUCCI & D. ZIVI. 1994. Possibilità di controllo del Ghiro *Glis glis* in un ciclo esplosivo. *Atti I Convegno Faunisti Veneti*. C.O.R.V.O.: 163-65.
- DEBROT, S., G. FIVAZ, C. MERMOD & J.M. WEBER. 1982. *Atlas des poils des mammifères d'Europe*. Neuchatel. Institut de Zoologie de l'Université de Neuchatel.
- DE MARINIS, A., & L. LAPINI. 1994. Collections of Italian Mustelidae (Mammalia, Carnivora) housed in Italian Museums. *Boll. Mus. Reg. Sci. Nat. Torino* 12: 255-325.
- FERRARI, N., & J.M. WEBER. 1995. Influence of the abundance of food resources on the feedings habits of the red fox *Vulpes vulpes* in western Switzerland. *J. Zool.* 236: 117-29.
- KRUUK, H., & T. PARISH. 1981. Feeding specialization of the European badger *Meles meles* in Scotland. *Journal of Animal Ecology* 50: 773-88.
- JACOBS, J. 1974. Quantitative measurements of food selection. *Oecologia* 14: 413-7.
- JEDRZEJEWSKI, W., A. ZALEWSKI & B. JEDRZEJEWSKI. 1993. *Foraging by pine marten in relation to food resources in Bialowieza National Park, Poland*.
- LAPINI, L. 1989. La fauna e la martora nel Friuli-Venezia Giulia: prima sintesi cartografico-distributiva. *Fauna* 1: 57-60.
- LAPINI, L., A. DALL'ASTA, L. DUBLO, M. SPOTO & E. VERNIER E., 1996. Materiali per una teriofauna dell'Italia nord-orien-

- tale (*Mammalia*, Friuli-Venezia Giulia). *Gortania. Atti del Museo Friulano di Storia Naturale* 17: 149-248.
- LAPINI, L., L. DORIGO, P. GLERAN & M.M. GIOVANNELLI. 2014. Status di alcune specie protette dalla Direttiva Habitat 92/43 CEE nel Friuli Venezia Giulia (Invertebrati, Anfibi, Rettili, Mammiferi). *Gortania. Botanica, Zoologia* 35: 61-140.
- LINDSTROM, E.R., S.M. BRAINERD, J.O. HELLDIN & K. OVERSKAUG. 1995. Pine marten - Red fox interactions: a case of intraguild predation. *Acta Zool. Fenn.* 32: 123-30.
- MARCHESI, P. 1989. Écologie et comportement de la martre (*Martes martes*) dans le Jura suisse. Tesi di dottorato, Université de Neuchâtel.
- MARCHESI, P., & C. MERMOD. 1989. Régime alimentaire de la martre (*Martes martes*) dans le Jura suisse. *Revue Suisse Zool.* 96: 127-46.
- MARCHESI, P., N. LACHAT, R. LIENHARD, PH. DEBIEVE & C. MERMOD. 1989. Comparaison du régime alimentaire de la fouine (*Martes foina*) et de la martre (*Martes martes*) dans une région du Jura suisse. *Revue Suisse Zool.* 96: 281-96.
- NEU, C.W., C.R. BYERS & J.M. PEEK. 1974. A technique for analysis of utilisation-availability data. *J. Wildl. Manage.* 38: 541-5.
- PIANKA, E.R. 1973. The structure of lizard communities. *Annu Rev. Ecol. Syst.* 4: 53-74.
- PILOT, M., B. GRALAK, J. GOSZCZYNSKI & M. POSLUSZNY. 2007. A method of genetic identification of pine marten (*Martes martes*) and stone marten (*Martes foina*) and its application to faecal samples. *Journal of Zoology* 271 (2): 140-7.
- PULLIAINEN, E. 1981a. Food and feeding habitus of the pine marten in Finnish Forest Lapland in winter. In *Worldwide Furbearer Conference Proceedings*, cur. J.A. CHAPMAN & D. PURSLEY, 580-98. Frostburg, Maryland, USA.
- PULLIAINEN, E. 1981b. Winter habitat selection, home range, and movements of the pine marten in a Finnish lapland forest. In *Worldwide Furbearer Conference Proceedings*, cur. J.A. CHAPMAN & D. PURSLEY, 1068-87. Frostburg, Maryland, USA.
- PULLIAINEN, E., & P. OLLINMÄKI. 1996. A long-term study of the winter food niche of the pine marten *Martes martes* in northern boreal Finland. *Acta Theriologica* 41: 337-52.
- RUIZ-GONZÁLEZ, A., J. RUBINES, O. BERDIÓN & B.J. GOMEZ-MOLINER. 2008. A non-invasive genetic method to identify the sympatric mustelids pine marten (*Martes martes*) and stone marten (*Martes foina*): preliminary distribution survey on the northern Iberian Peninsula. *European Journal of Wildlife Research* 54: 253-61.
- RUSSELL, A.J.M., & I. STORCH. 2004. Summer food of sympatric red fox and pine marten in the German Alps. *European Journal of Wildlife Research* 50: 53-8.
- SMEDSHAUG, C.A., V. SELÅS, S.E. LUND & G.A. SONERUD. 1999. The effect of a natural reduction of red fox *Vulpes vulpes* on small game hunting bags in Norway. *Wildlife Biology* 5 (3): 157-66.
- STORCH, I., E.R. LINDSTROM & J. DE JOUNGE. 1990. Diet and habitat selection of the pine marten in relation to competition with the red fox. *Acta Theriologica* 35: 311-20.
- SUTHERLAND, W.J. 1996. *Ecological Census Techniques*. Oxford: Cambridge University Press, 1-332.
- THOMPSON, I.D. 1994. Marten populations in uncut and logged boreal forests in Ontario. *Journal of Wildlife Management* 58: 272-80.
- VERGARA, M., S.A. CUSHMAN, F. URRÁ & A. RUIZ-GONZALES. 2016. Shaken but not stirred: multiscale habitat suitability modeling of sympatric marten species (*Martes martes* and *Martes foina*) in the northern Iberian Peninsula. *Landscape Ecol.* 31: 1241-60.
- WERESZCZUK, A., & A. ZALEWSKI. 2015. Spatial Niche Segregation of Sympatric Stone Marten and Pine Marten - Avoidance of Competition or Selection of Optimal Habitat? *PLoS ONE* 10 (10): e0139852.
- ZALEWSKI, A. 1997. Factors affecting selection of resting site type by pine marten in primeval deciduous forests (Białowieża National Park, Poland). *Acta Theriologica* 42 (3): 271-88.

Indirizzo dell'Autore - Author's addresses:
 - Antonio BORGO
 via isola Lemno 8, I-30126 VENEZIA
 e-mail: studio.antoniborgo@gmail.com

