

**PROGETTO DI RICERCA SULL'USO DELLO SPAZIO  
E SULLA SELEZIONE DELL'HABITAT DEL MUFLONE  
(*Ovis orientalis musimon*) IN AMBIENTE MEDITERRANEO**



**RELAZIONE FINALE**

**DICEMBRE 2006**

**SIMONE CIUTI**

**ANNA PIPIA**

**FABIO GHIANDAI**

**SIRIANO LUCCARINI**

**SUPERVISIONE SCIENTIFICA**

**Prof. Marco Apollonio**



**DIPARTIMENTO DI ZOOLOGIA E GENETICA EVOLUZIONISTICA**

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SASSARI**

**DIRETTORE: PROF. M. APOLLONIO**

## INDICE

<b>RINGRAZIAMENTI.....</b>	<b>PAG. 3</b>
<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>PAG. 4</b>
<b>AREA DI STUDIO.....</b>	<b>PAG. 4</b>
<b>LA SPECIE.....</b>	<b>PAG. 6</b>
<b>MATERIALI E METODI.....</b>	<b>PAG. 11</b>
 <b>PARTE PRIMA</b>	
<b>USO DELLO SPAZIO - RISULTATI E DISCUSSIONE.....</b>	<b>PAG. 16</b>
 <b>PARTE SECONDA</b>	
<b>SELEZIONE DELL'HABITAT - RISULTATI E DISCUSSIONE.....</b>	<b>PAG. 22</b>
 <b>PARTE TERZA</b>	
<b>SEGREGAZIONE SESSUALE - RISULTATI E DISCUSSIONE.....</b>	<b>PAG. 28</b>
 <b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	 <b>PAG. 30</b>

## **Ringraziamenti**

Si ringrazia la Regione Autonoma della Sardegna, l'Assessorato Difesa dell'Ambiente, con particolare riferimento a Paolo Onida. Si ringrazia l'Ente Foreste della Sardegna della Provincia di Nuoro per il supporto logistico e la collaborazione, con particolare riferimento al direttore F. Corda, la dott.sa M. Zizi, il dott. G. DeSerra, i capocantiere di Montes ed Iseri F. Dettori e P. Sio e tutti gli operai. Si ringraziano inoltre i componenti del gruppo di ricerca del prof. Marco Apollonio e gli studenti universitari che hanno partecipato alle sessioni di cattura e censimento di muflone. Si ringrazia infine la Società Sardegna Resort s.r.l. e la "Fondazione Banco di Sardegna".

---



## **Introduzione**

Lo spazio vitale, in altre parole l'home range, è stato definito da numerosi autori come "l'area utilizzata da un individuo nelle sue normali attività di raccolta del cibo, ricerca di rifugio, accoppiamento ed allevamento della prole". La dimensione dell'home range è uno tra gli aspetti di maggiore interesse nell'ambito dell'ecologia di una specie animale. Il comportamento spaziale dei mammiferi è influenzato da numerosi fattori: peso corporeo, esigenze metaboliche, scelte alimentari e sistema riproduttivo (McNab 1963, Harestad & Bunnell 1979, Cameron & Spencer 1985, Lindstedt et al. 1986, Clutton-Brock 1989, Sandell & Liberg 1992).

L'home range fornisce un importante modello di interpretazione delle relazioni che una popolazione instaura con l'ambiente in cui vive; la sua estensione traduce il grado di adattamento dell'individuo al proprio habitat ed è sempre in rapporto alle esigenze energetiche dell'organismo. La struttura dell'habitat e la distribuzione e qualità delle risorse trofiche esercitano una importante influenza sull'estensione delle aree occupate. Negli ungulati a forte dimorfismo sessuale l'uso dello spazio spesso differisce tra i due sessi: maschi e femmine usufruiscono delle risorse in modo differente. Inoltre, risulta spesso giocare un ruolo di rilievo nella definizione dell'home range di un individuo la strategia riproduttiva adottata. Nell'operare questa scelta l'individuo deve tenere conto dei costi e dei benefici associati alla difesa diretta o indiretta del partner sessuale, perciò non va sottovalutata l'importanza del comportamento spaziale dei due sessi nell'evoluzione di un qualsiasi sistema o strategia riproduttiva.

Il genere *Ovis* compare in Europa solo intorno al 6000 a.C., con la fauna antropocora che accompagna l'affermazione in ambiente mediterraneo delle colture neolitiche. I primi mufloni (*Ovis orientalis musimon*) dovevano avere già subito una qualche forma di domesticazione da parte dell'uomo anche se non potevano essere considerati delle vere e proprie forme domestiche. Dopo la sua introduzione in Sardegna ed il ritorno allo stato selvatico di cospicui nuclei di individui, il muflone si diffuse largamente nell'isola, ma già Gighi (1911) ne riportava un rapido declino dovuto al bracconaggio. Dai 300-360 individui del 1969 si passò a 1500-1600 del 1985 (Cassola 1985). Attualmente è presente con circa 6000 capi, localizzati nell'Ogliastra, Monti del Gennargentu e del Supramonte, sul Monte Albo e in aree in gestione all'azienda Foreste Demaniali (Capo Figari, Pababile, Capo Cesano) e nel Parco Nazionale dell'Asinara dove è stato reintrodotta.

Nonostante la popolazione sarda sia considerata "storicamente autoctona", nessuno studio è stato svolto sul comportamento spaziale del muflone in Sardegna: questo bovide risulta peraltro incluso nella categoria "specie vulnerabili" della Lista Rossa della IUCN del 2000, e la legge regionale 23/1998 in materia di protezione della fauna e disciplina dell'esercizio venatorio lo colloca tra le specie "particolarmente protette".

Nella letteratura scientifica sono presenti pochi contributi che riguardano il muflone e questi si riducono ad un numero esiguo se si considerano quelli riferiti a popolazioni residenti in ambiente mediterraneo. Sulla base di tutto ciò uno studio approfondito sul comportamento spaziale del muflone risulta necessario per far luce su aspetti finora poco indagati della biologia e dell'ecologia comportamentale della specie. Si ritiene che tali informazioni possano costituire fondamenti necessari per eventuali azioni di tipo conservazionistico e gestionale.

## **Area di studio**

L'area di studio è situata nella foresta demaniale di Montes, presso Orgosolo (NU). Questa comprende una superficie di circa 4600 ettari, che raggiunge i 7000 se vengono inclusi gli appezzamenti affidati dal comune di Orgosolo all'Ente Foreste. Si estende dal massiccio del Gennargentu all'alta valle del Cedrino, al Supramonte sino al rio Flumineddu. L'area di studio è un vasto altopiano carsico con altitudine compresa tra 800 e 1400 metri. Le condizioni climatiche sono di tipo mediterraneo, con estati molto secche e calde, le temperature massime superano i 30° nei mesi di luglio e agosto; in contrasto, gli inverni risultano anche severi con temperature minime registrabili nei mesi di gennaio e febbraio. Le precipitazioni nevose possono essere abbondanti. E'

importante sottolineare la presenza della più antica foresta primaria d'Europa, in cui si possono ritrovare secolari esemplari di leccio (*Quercus ilex*) e ginepro (*Juniperus oxicedrus* e *Juniperus phoenicea*) in forma arbustiva. Possono essere raggiunte in alcuni casi anche notevoli dimensioni e un'età millenaria. Sono presenti inoltre agrifogli (*Ilex aquifolium*), tasso (*Taxus baccata*) e macchia mediterranea cui si aggiungono pino (*Pinus spp.*) e cedro (*Cedrus spp.*), alloctoni introdotti nei rimboschimenti. A seguito dell'incendio verificatosi nel 1931, la lecceta ha lasciato spazio a stadi di degradazione più o meno accentuati: formazioni a macchia mediterranea, gariga, sino alla roccia affiorante. Nella zona vi è una consistente presenza di bestiame al pascolo e non è raro osservare ibridi di maiale domestico (*Sus scrofa domesticus*) e cinghiale (*Sus scrofa meridionalis*). L'importanza dei predatori è limitata, e solo l'aquila reale (*Aquila chrysaetes*) e la volpe (*Vulpes vulpes*) possono rappresentare un pericolo soprattutto per i piccoli di muflone. Tra gli uccelli sono presenti l'astore (*Accipiter gentilis arrigonii*), lo sparviere (*Accipiter nisus*), il gheppio (*Falco tinnunculus*), il colombaccio (*Columba palumbus*), la cornacchia grigia (*Corvus corone cornix*), il corvo imperiale (*Corvus corax*). Tra i mammiferi, oltre a muflone, cinghiale e volpe, sono presenti anche il gatto selvatico sardo (*Felis silvestris lybica*), la martora (*Martes martes*), il topo quercino (*Eliomys quercinus*) e il ghiro (*Myoxus glis melonii*). Ai margini del bosco troviamo invece la lepre (*Lepus capensis*) e il coniglio selvatico (*Oryctolagus cuniculus*). Utilizzando la carta dell'uso del suolo della Regione Autonoma della Sardegna (edizione 2003) all'interno dell'area di studio sono state individuate le seguenti tipologie vegetazionali:

Bosco di latifoglie: formazioni vegetali, costituite principalmente da alberi, ma anche da cespugli e arbusti, nelle quali dominano le specie forestali latifoglie. La superficie a latifoglie costituisce almeno il 75% della componente arborea forestale. Sono comprese anche le sugherete miste con altre latifoglie, qualora non possano essere classificate come boschi puri di sughera.

Bosco di conifere: formazioni vegetali, costituite principalmente da alberi, ma anche da cespugli e arbusti, nelle quali dominano le specie forestali conifere. La superficie a conifere costituisce almeno il 75% della componente arborea forestale.

Pascolo naturale: aree foraggere localizzate nelle zone meno produttive talvolta con affioramenti rocciosi non convertibili a seminativo.

Macchia mediterranea: associazioni vegetali dense composte da numerose specie arbustive, ma anche arboree in prevalenza a foglia persistente, in ambiente mediterraneo.

Gariga: associazioni cespugliose basse e discontinue su substrato calcareo o siliceo. Sono spesso composte da lavanda, cisti, rosmarino e timo. Può comprendere alberi isolati.

Aree a ricolonizzazione artificiale: aree in cui sono evidenti gli interventi e le opere preparatorie agli impianti come gradonamenti e buche, anche se talvolta, attualmente, la vegetazione spontanea può avere preso il sopravvento sulle specie impiantate.

Area con vegetazione rada: affioramenti con copertura vegetale compresa tra il 5% e il 40%. Comprende le steppe xerofile, le steppe alofite e le zone calanchive con parziale copertura vegetale.

Prati Artificiali: colture foraggere ove si può riconoscere una sorta di avvicendamento con i seminativi

Seminativi: superfici coltivate regolarmente arate e generalmente sottoposte ad un sistema di rotazione (cereali, leguminose in pieno campo, colture foraggere, prati temporanei, coltivazioni industriali erbacee, radici commestibili e maggesi).

## La specie

*Inquadramento tassonomico:*

SUPERORDINE:	Ungulati
ORDINE:	Artiodattili
SOTTORDINE:	Ruminanti
FAMIGLIA:	Bovidi
SOTTOFAMIGLIA:	Caprine
TRIBU':	Caprini
GENERE:	<i>Ovis</i>
SPECIE:	<i>Ovis orientalis musimon</i>

I Bovidi costituiscono una famiglia di ruminanti diffusa in tutte le regioni zoogeografiche del mondo. Presentano corna permanenti costituite da un'apofisi frontale su cui si inserisce un astuccio corneo, in genere presenti in entrambi i sessi, in alcuni casi possono mancare. A seconda dei generi si hanno notevoli variazioni nella forma del corpo e delle corna. La colorazione del mantello va dal marrone al grigio, al bianco al giallo al nero; alcune specie presentano macchie o strie (Apollonio e Meneguz 2003). La famiglia comprende nove sottofamiglie, tra queste la sottofamiglia Caprine è rappresentata da tre generi e cinque specie nella fauna italiana. Il genere *Ovis* comprende specie di Caprine come il muflone (*Ovis orientalis musimon*), l'argali (*Ovis ammon*), l'urial (*Ovis orientalis gmelini*), la pecora delle Montagne Rocciose (*Ovis canadensis*), la pecora di Dall (*Ovis dalli*). E' sempre difficile definire in modo chiaro la sistematica di questo genere; si ritiene comunque che comprenda sei specie di cui due neartiche e quattro paleartiche (Corbet, 1984). Si tratta di bovidi di medie dimensioni con pelame folto ed a volte lanoso. Entrambi i sessi sono dotati di corna in molte specie; anche se queste possono mancare in altre come accade nella maggior parte di popolazioni di muflone.

*Distribuzione pregressa e attuale:* L'areale di origine del muflone comprendeva i territori montuosi dell'Asia minore, del Caucaso e dell'Iran Settentrionale. Si ritiene che questo ungulato sia finito nel Mediterraneo occidentale, circa 8000 anni fa, a seguito di popolazioni in migrazione verso Occidente che praticavano già la pastorizia. Si pensa che il muflone presente in Sardegna e Corsica discenda da esemplari parzialmente addomesticati che poi progressivamente tornarono in natura. Studi condotti su materiale osteologico hanno rivelato l'esistenza di poche differenze morfotipiche tra gli attuali mufloni delle isole mediterranee e i loro progenitori del Medio Oriente. Queste differenze riguardano principalmente le dimensioni generali e lo sviluppo delle corna.

Dopo la sua introduzione in Sardegna e il suo inselvaticamento il muflone si è largamente diffuso nell'isola andando ad occupare un areale molto vasto. Il bracconaggio ha portato però ad una drastica diminuzione del numero di capi, tanto che già nel 1911 Ghigi ne denunciava il declino (Ghigi, 1917); nel 1969 gli individui erano circa 300-360, ma arrivarono a 1500-1600 nel 1985 (Cassola, 1985). Il minimo storico si ebbe nel 1978 con meno di 300 individui. Da questo periodo in avanti, conseguentemente ad una maggiore sensibilizzazione dell'opinione pubblica, che ha portato ad una diminuzione del bracconaggio e del pascolo ovino nelle aree interessate, e in seguito alla creazione di numerose aree protette, si è avuta una ripresa nella crescita delle popolazioni.

Attualmente il muflone è presente in Sardegna con circa 6000 capi (Apollonio et al. 2005) che si trovano tra l'Ogliastra, i monti del Gennargentu e del Supramonte; sul Monte Albo e in aree dell'Azienda Foreste Demaniali (Capo Figari, Capo Cesano, Pabarile e l'Asinara, dove sono presenti popolazioni reintrodotte). La specie è presente anche sugli Appennini e sulle Alpi dove è stata introdotta a partire dalla fine del XVIII secolo (Fig 1.1). Individui provenienti dalle popolazioni autoctone di Sardegna e Corsica sono stati utilizzati anche per la creazione di colonie nell'Europa continentale, queste contano in totale circa 60000 capi

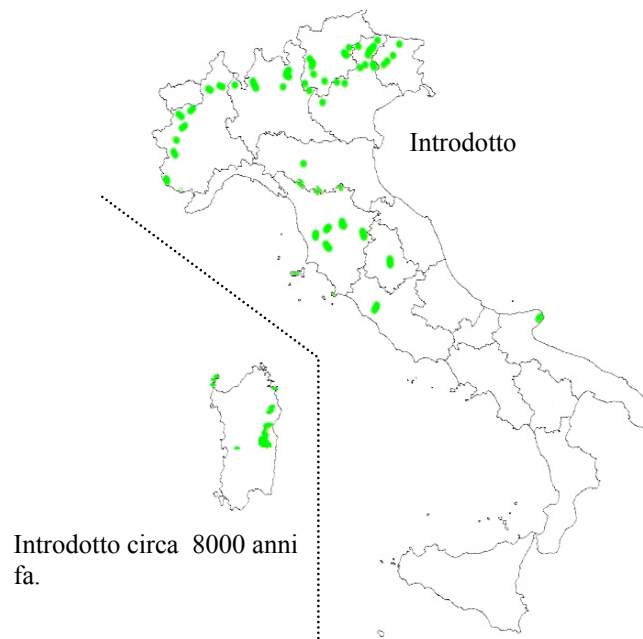


FIG 1.1: Attuale distribuzione del muflone in Italia

*Descrizione morfologica:* Il muflone è un bovide di taglia medio-piccola, presenta arti corti ma muscolosi e appare molto robusto, perfettamente adattato alla vita in ambienti rocciosi, aspri e selvaggi come quelli che costituiscono il suo habitat. La lunghezza totale in un adulto è compresa tra i 125 e i 140 cm nei maschi e tra i 115 e i 125 cm nelle femmine; mentre l'altezza al garrese tra i 75 e gli 85 cm nei maschi e tra i 65 e i 75 cm nelle femmine. I maschi raggiungono pesi massimi tra i 40 e i 50 kg, le femmine tra i 30 e i 40 kg (Mustoni et al. 2002). I mufloni sardi e corsi hanno dimensioni inferiori rispetto a queste (Pfeffer, 1967), infatti i maschi non superano i 40 kg e le femmine i 30. Il muso è allungato e convesso, carattere che si accentua con l'età. Gli occhi sono grandi con pupilla ovale, posti in orbite sporgenti. La testa di medie dimensioni è dotata di corna, queste sono sempre presenti nel maschio, nella femmina spesso mancano, come accade di regola nelle popolazioni sarde, nelle quali la presenza di corna nella femmina rappresenta un'eccezione. Nelle popolazioni corse, invece, fino al 70% delle femmine presenta le corna (Pfeffer, 1967), anche se più sottili e distanziate rispetto a quelle maschili. Le corna, che possono raggiungere una lunghezza di 80-90 cm, sono appendici molto robuste e larghe alla base, aventi sezione triangolare. Terminano con punte in genere ritorte verso l'esterno, ma che possono convergere ferendo il collo. La superficie delle corna è di colore bruno scuro con numerosi solchi trasversali, che possono essere consumati a causa di urti subiti durante combattimenti nel periodo riproduttivo. Fino al quinto anno di età sono evidenti gli accrescimenti annuali che poi diminuiscono considerevolmente, e consentono di determinare l'età nei maschi.(Fig 1.2).

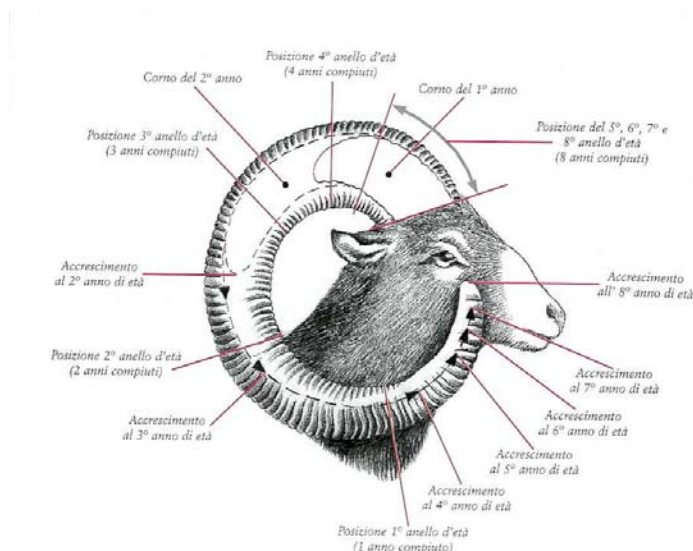


FIG. 1.2: Fasi di crescita del corno di muflone

Il mantello del muflone è costituito da un pelo molto corto, dritto e folto, con un colore che va dal crema al bruno a seconda delle stagioni. Si possono osservare due mute: una primaverile e una autunnale. Quella primaverile, che in Sardegna è visibile dall'inizio di febbraio fino a metà aprile, è la più vistosa. Quella autunnale fornisce al muflone un mantello più folto e scuro. La muta inizia generalmente lungo la spina dorsale e si estende poi al resto del dorso e al muso, sino al ventre e al petto.

La dentatura definitiva è costituita da 32 denti e viene completata al 43° mese di vita (Apollonio e Meneguz 2003). La formula dentaria di ogni emiarcata è la seguente:

TAB. 1.1: Schema della formula dentaria definitiva nel muflone (I= incisivo, C=canino, P= premolare, M= molare)

	I	C	P	M
<b>Emiarcata superiore</b>	0	0	3	3
<b>Emiarcata inferiore</b>	3	1	3	3

Sono quindi presenti 20 denti nell'arcata inferiore contro i 12 in quella superiore dove i canini e gli incisivi sono sostituiti dal cercine connettivale gengivale.

Sino al 43° mese di vita è possibile determinare l'età dalla dentatura: rispettivamente a 17, 25 e 32 mesi erompono il primo, il secondo e il terzo incisivo della mandibola (Apollonio e Meneguz 2003).

*Dimorfismo sessuale:* I due sessi sono distinguibili oltre che per le dimensioni del corpo, e per la presenza o la fisionomia delle corna, anche per caratteristiche del mantello. I maschi, infatti, mostrano sul collo, sul petto e sulle spalle una criniera molto scura; possono avere sulla schiena una sella più chiara durante la stagione riproduttiva. Nel periodo estivo nei maschi il mantello è bruno-rossastro, con il ventre, la parte interna e inferiore degli arti e l'area perianale biancastra, ai lati dell'addome, nella parte superiore degli arti, nel sottogola e nella zona della spalla si possono osservare invece delle linee scure. Può essere presente la maschera facciale, con porzioni di pelo chiare sul muso, in contrasto con le guance scure. La coda è nerastra nella parte esterna e giallo-biancastra in quella interna. Le femmine hanno di solito il mantello più chiaro e uniforme, con contrasti di colore minori rispetto ai maschi. Con la muta autunnale (attorno alla prima metà di settembre) i mufloni presentano un mantello più folto e dalle tinte più scure. Nelle femmine anche il mantello invernale presenta tinte meno accese, brunastre.

*Habitat e distribuzione:* Il muflone si è adattato a vivere in ambienti collinari e di bassa montagna, a partire da 300 metri sul livello del mare fino a 1300-1600 metri in Corsica e Sardegna (Pfeffer e Genest, 1969; Cassola, 1985; Ruiu, 1989), e raggiungendo altitudini maggiori in ambito continentale. In Sardegna l'habitat è rappresentato dagli alti pascoli con sottostante bosco di leccio (*Quercus ilex*), sughera (*Quercus suber*), roverella (*Quercus pubescens*), orniello (*Fraxinus ornus*) e carpino nero (*Ostrya carpinifolia*).

Il muflone è capace di grandi spostamenti, ad esempio in seguito a forti nevicate, alla ricerca di territori più adatti. E' probabile che l'utilizzo di determinate fasce altitudinali sia connesso alle necessità trofiche, alla ricerca di zone-rifugio e al condizionamento invernale dovuto allo spessore del manto nevoso (nei casi in cui questa specie sia presente in alta montagna). Il terreno ideale per il muflone è quindi costituito dagli altopiani, dai grandi spazi aperti; con modesti rilievi coperti di vegetazione erbacea e forestale che vengono però abbandonati, in favore di territori rocciosi e scoscesi, per questioni di disturbo e sicurezza (Silvestri, 1975).

*Alimentazione:* Il muflone possiede caratteristiche da ruminante pascolatore di tipo selettivo, con necessità metaboliche medie di circa 4,3 kg di foraggio verde ogni giorno (per 30 kg di peso vivo dell'animale) (Mustoni et al. 2002). Le popolazioni sarde e corse presentano abitudini da brucatori di fogliame di corbezzolo (*Arbutus unedo*), rovo (*Rubus spp.*), frassino (*Fraxinus spp.*) e leccio (*Quercus ilex*), (Pfeffer e Genest, 1969).

Dove il pascolo sia sufficientemente esteso, generalmente il muflone si comporta da pascolatore e la quasi totalità della dieta può essere costituita da graminacee e leguminose (Mustoni et al. 2002). Al contrario, negli ambienti forestali, il comportamento alimentare è simile a quello tipico dei brucatori con il consumo di foglie, apici vegetativi e frutti di stagione. Le graminacee in ogni caso costituiscono da sole mediamente il 69% delle piante appetite (Mustoni et al.; 2002). Durante la stagione estiva, la dieta del muflone è ricca in prevalenza di specie erbacee. In autunno si ha un maggiore consumo di dicotiledoni semilegnose e del loro fogliame; mentre in inverno si aggiungono gli apici quiescenti degli alberelli di rinnovamento e in alcuni casi le loro cortecce.

Il numero di ore giornaliere dedicate all'alimentazione può variare dalle otto alle diciassette, mediamente distribuite in tre o cinque periodi, con massimi all'alba e al crepuscolo, e prevalentemente durante le ore di luce (Mustoni et al. 2002).

*Organizzazione sociale e comportamento:* Il muflone è un animale gregario che costituisce gruppi misti anche di notevoli dimensioni. E' raro osservare individui isolati, si tratta di solito di femmine in prossimità del parto o di maschi ormai in età avanzata. I gruppi misti si formano durante il periodo riproduttivo, in autunno, e permangono spesso anche nei mesi invernali (Pfeffer, 1967; Turcke e Schminke, 1965; Bon et al., 1993). Durante la stagione riproduttiva è notevole anche la presenza di maschi isolati alla ricerca di femmine. In primavera, dopo i parti, si osservano gruppi costituiti da femmine con il loro piccolo e da giovani di un anno (Pfeffer, 1967; Bon e Campan, 1989). Le giovani femmine rimangono per un tempo più o meno lungo accanto alle madri, mentre i maschi al compimento del primo anno d'età o più raramente del secondo abbandonano il gregge per costituire gruppi monosessuali di due-cinque individui.

I mufloni sono soliti emettere caratteristici fischi di avvertimento, espellendo aria dalle narici; questi vocalizzi sono utilizzati in larga misura dai maschi che guidano il branco. Gli stessi nel periodo degli accoppiamenti si riconoscono anche per un tipico suono gutturale che attira le femmine. Queste ultime, invece, emettono un caratteristico belato che ha la funzione sia di attirare i maschi durante il periodo degli amori (Turcke e Schminke, 1965; Briedermann, 1993), che di fungere da richiamo per i piccoli. I belati diminuiscono di frequenza nella stagione autunnale.

*Riproduzione:* Nel muflone maschi e femmine diventano sessualmente maturi in tempi diversi. La maturità sessuale viene raggiunta dai maschi a partire da un anno e mezzo di età, anche se essi non accedono alle femmine fino al terzo anno di vita (maturità sociale) (Turcke e Schminke, 1965), a causa della forte competizione all'interno del gregge. Nelle femmine, che sono poliestrali con un estro che dura tre giorni, la maturità sessuale viene raggiunta ancor prima di compiere il primo anno

d'età, come riscontrato nell'area di studio di Montes (Orgosolo-Nuoro). Il periodo riproduttivo è distribuito tra ottobre e dicembre, anche se si possono avere accoppiamenti già a partire da settembre, a seconda delle caratteristiche climatiche dell'area considerata. La gestazione dura 150–160 giorni, (22 settimane circa) viene partorito di norma un solo piccolo, del peso di 2–2,6 kg (Ruiu, 1989); nel 50% dei casi due (Prien et al., 1982), ma ciò non ha trovato riscontro nell'area di studio in cui è stata svolta la presente ricerca. Durante il periodo riproduttivo i maschi si spostano a seguito del gregge di femmine, osservandolo da punti sopraelevati, e cercano di isolare quelle in estro, provvedendo poi alla loro difesa. In questo periodo avvengono violenti combattimenti tra maschi rivali, con moduli comportamentali specifici:

Foreleg kick: calcio con zampa anteriore; Twist: rotazione del corpo; Head butts: cozzo frontale delle corna; Clash: scontro frontale con rincorsa (McClelland, 1991). Analisi su crani di mufloni maschi hanno mostrato segni di ferite alle corna, alle ossa e ai denti dovute a questi combattimenti (Uhlenhaut e Stubbe, 1980).

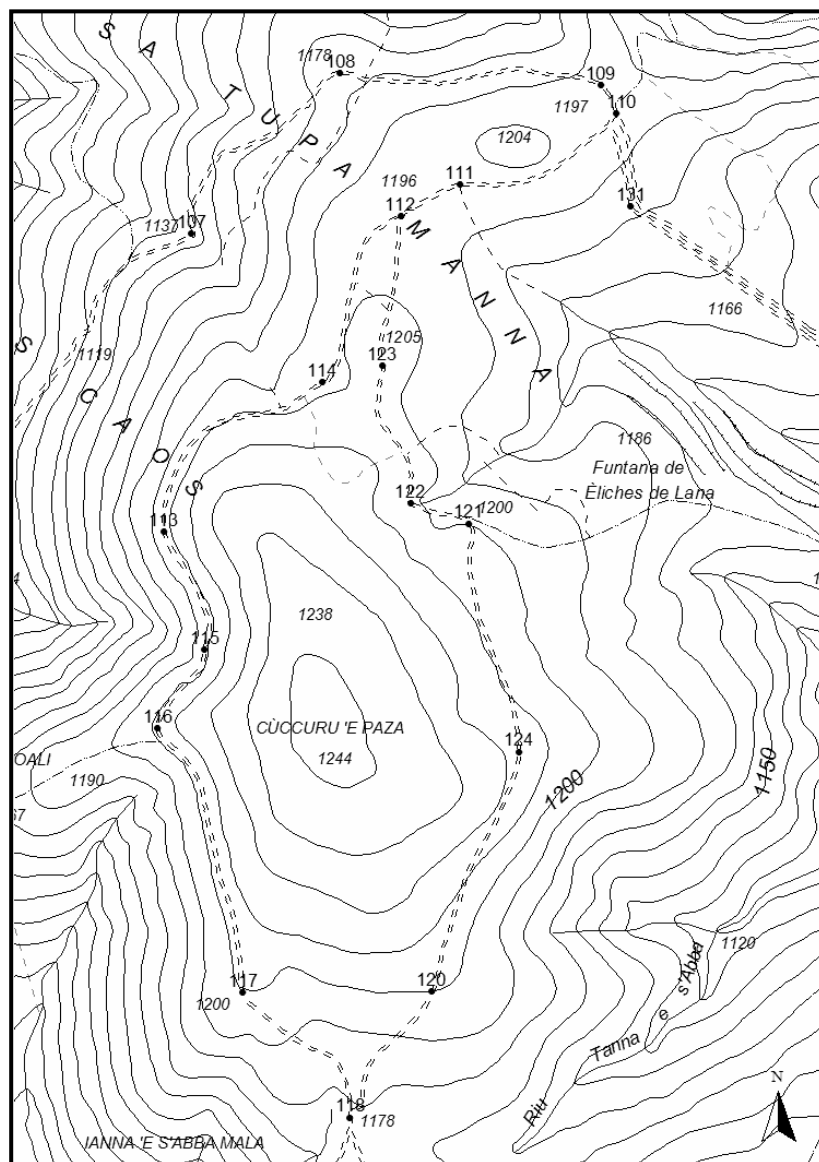


FIG 1.3: Adulti di muflone durante un combattimento (Head Butts)

## Materiale e metodi

### Raccolta dati: il radio-tracking

Il lavoro di rilevazione telemetria è stato preceduto da una serie di sopralluoghi durante il primo semestre del 2005 al fine di individuare nell'area di studio i punti di riferimento dai quali effettuare i rilevamenti telemetrici. La posizione di ciascun punto è stata cartografata su carte digitalizzate mediante l'impiego del GIS ArcView 3.2 su scala 1:10000. La cartina 1.1 riporta un esempio di un settore dell'area di studio con i punti di riferimento utilizzati durante le sessioni di radio-tracking.



Cartina 1.1 Punti di riferimento numerati individuati in un settore dell'area di studio impiegati durante le sessioni di radio-tracking

La tecnica della telemetria, o radio-tracking, si è mostrata particolarmente utile nello studio del comportamento spaziale di numerose specie animali. Primo passo per uno studio sul comportamento spaziale di una specie è la cattura e la conseguente marcatura di un adeguato campione di individui. Al fine di individuare aree idonee alla cattura, durante il primo semestre del 2005 sono stati effettuati periodici sopralluoghi necessari all'individuazione delle zone maggiormente utilizzate dai mufloni, nonché alla comprensione degli spostamenti abituali degli animali, informazioni indispensabili nella scelta delle strategie da adottare durante le sessioni di cattura.

Gli animali oggetto di studio sono stati catturati in più riprese nei mesi di maggio ed ottobre 2005 mediante l'uso di reti verticali a caduta. Durante tali sessioni sono state impiegate linee di rete lunghe sino a 1200 metri e dislocate alternativamente nelle 10 aree selezionate per la cattura.

Gli animali presenti nelle aree di cattura sono stati spinti da un fronte costituito da numerosi battitori verso le linee di reti, dove altri operatori esperti nella cattura di ungulati sono intervenuti sui mufloni rimasti immobilizzati nelle reti di cattura. Le operazioni di marcatura, applicazione del radiocollare e rilevazione di misure biometriche sono state effettuate nel più breve tempo possibile con lo scopo di ridurre lo stress degli animali. Tali operazioni sono state svolte in presenza di medici veterinari. Le catture hanno permesso di munire di radiocollare per la prima volta in Sardegna i primi 20 mufloni (13 femmine e 7 maschi): in aggiunta 5 piccoli (2 femmine e 3 maschi) sono stati muniti di sole marche auricolari di riconoscimento.

Il radio-tracking è stato definito da Mech (1983) come la tecnica che permette di georeferenziare la posizione di un animale attraverso l'uso di una radioricevente e di una antenna direzionale ad essa collegata, che individuano la fonte di emissione di un segnale radio di breve durata (nell'ordine di pochi millisecondi) emesso ad intermittenza da un trasmettitore applicato all'animale stesso (radiocollare). Tale segnale viene demodulato dalla radioricevente, che lo rende pertanto udibile al rilevatore (emissione di un bip acustico) e registrabile in termini quantitativi (attivazione di una lancetta o di un led luminoso che si muovono su di una scala graduata).

I collari usati sono di materiale plastico estremamente leggero (300 grammi) se rapportato al peso dell'animale, sul quale è applicata la radiotrasmittente dotata di sensore di attività. Per facilitare il riconoscimento visivo dei singoli animali dotati di trasmettenti, come già accennato in precedenza, sono state applicate delle targhette auricolari colorate e contrassegnate da numeri o da sigle. I radiocollari sono contraddistinti da una specifica frequenza, compresa tra 151'000 e 152'000 Hz. Tali frequenze risultano le più appropriate a questo tipo di ricerca, poiché caratterizzate da lunghezze d'onda di circa due-quattro metri. Ciò permette al segnale di superare eventuali ostacoli, in quanto l'attenuazione del segnale radio dipende dal rapporto tra le dimensioni dell'ostacolo e la lunghezza d'onda del segnale stesso. In generale gli ostacoli di misura superiore alla lunghezza d'onda producono attenuazione del segnale. Viceversa segnali con lunghezze d'onda maggiori sono caratterizzati da una scarsa direzionalità e da una forte influenza delle condizioni meteorologiche sulla loro propagazione.

L'attrezzatura demodulatrice del segnale propagato nell'etere è rappresentata dall'insieme di antenna e radioricevente, tra loro collegate tramite un cavo coassiale accordato sulla lunghezza d'onda di ricezione. Le riceventi usate sono del tipo Wildlife Material. Le antenne sono di tipo Yagi a tre elementi ed hanno ricezione direzionale, captando il segnale con la massima intensità e chiarezza solo se puntate nella direzione che congiunge l'animale all'operatore. I tre elementi delle antenne Yagi svolgono, in senso antero-posteriore, differenti ruoli. Il primo è direzionale, cioè favorisce l'incanalamento del segnale verso il secondo elemento, che è collegato al cavo coassiale e ha funzione ricevente. L'ultimo elemento, riflettore, riflette in concomitanza di fase il segnale radio verso il ricevente, schermandolo inoltre da segnali indesiderabili (i tipici "rimbalzi"), provenienti dalla direzione opposta alla sorgente emettitrice. In un ambiente come quello di Montes il segnale radio può essere fortemente disturbato dalla fitta vegetazione, dalle pareti rocciose che possono attenuare o riflettere le onde radio: per questo motivo è stata dedicata particolare cura nella scelta delle postazioni da cui eseguire le rilevazioni di posizione degli individui monitorati. In particolare,

per eseguire una ricerca di questo tipo è stato necessario individuare dei punti di riferimento, (circa 200) facilmente riconoscibili su campo, dai quali eseguire i rilevamenti. La posizione di ciascun punto è stata riportata su una cartina dell' area di studio in scala 1:10000.

La localizzazione dell'animale, detta **fix**, viene effettuata mediante la tecnica della triangolazione (Fig 1.4). Due operatori eseguono contemporaneamente rilevamenti da due postazioni diverse e le direzioni di provenienza del segnale vengono rilevate con una bussola come angolo di deviazione dal nord. Uno dei due operatori, annotato l'angolo, nel più breve tempo possibile raggiunge una terza postazione e rileva un'ulteriore direzione di provenienza del segnale; l'altro operatore, intanto provvede a tracciare il **fix** sulla cartina.

- DISTANZE ANCHE ELEVATE
- 2 OPERATORI IN CONTEMPORANEA
- SPOSTAMENTI LIMITATI E VELOCI
- RILEVAZIONI NOTTURNE CONSENTITE

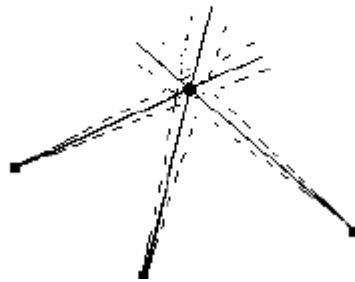


FIG. 1.4: Schema triangolazione

Le direzioni vengono riportate su carta topografica 1:10000 contrassegnata con i punti di riferimento, utilizzando un goniometro nel tracciare le rette corrispondenti alle direzioni rilevate. L'area delimitata dalle tre rette coincide con la zona di massima probabilità in cui è possibile rintracciare l'animale dotato di radiocollare. La localizzazione di un animale mediante la tecnica della triangolazione è soggetta ad un certo errore di valutazione: per questo motivo non risulta puntiforme. Sono stati effettuati 8-12 **fix** mensili, omogeneamente distribuiti nelle ore di luce e di buio del giorno.

Oltre alle coordinate cartesiane che individuano l'area di massima probabilità in cui si ritrova l'animale, durante ciascun **fix** sono state annotate le seguenti informazioni: data, ora solare, copertura del cielo (sereno, coperto, variabile), temperatura, fascia del giorno (notte, giorno, alba e tramonto), eventuali precipitazioni e, in caso di avvistamento diretto dell'animale dotato di radiocollare, la composizione del gruppo di cui faceva parte. Inoltre, grazie alla presenza nelle trasmettenti di sensori di attività, è stato possibile valutare anche il grado di attività dell'animale. La modalità di raccolta dati è stata la seguente:

- Sessioni di radio-tracking di tipo discontinuo

Nel **radio-tracking di tipo discontinuo** le localizzazioni sono distanziate da un intervallo di tempo sufficientemente ampio (12 ore) da poterle considerare indipendenti, ovverosia la posizione dell'animale non è condizionata dalla sua posizione nel rilevamento precedente (Swihart e Slade, 1985). Il tempo minimo che deve intercorrere tra due **fix** successivi è stato definito come il tempo necessario ad un animale per attraversare il proprio home range ed è inversamente proporzionale alla capacità di movimento della specie in studio (Lindstedt e Calder, 1981).

Il monitoraggio intensivo, che prevede la realizzazione di numerose localizzazioni per ciascun animale a cadenza mensile, è iniziato il 1 giugno 2005, ovverosia quanto tutti i test richiesti dall'utilizzo della tecnica del radio-tracking erano stati completati con successo. Le localizzazioni

sono state distribuite omogeneamente nell'arco del mese e delle 24 ore del giorno, in modo da offrire un solido quadro rappresentativo del pattern comportamentale di uso dello spazio. La raccolta dati considerata in questa ricerca prende in considerazione i dati raccolti sino al Novembre 2006.

#### Raccolta dati: osservazioni dirette

In parallelo alla raccolta dei dati telemetrici, è stato possibile integrare le informazioni di uso dello spazio con quelle derivate da un contemporaneo studio sulla struttura e dinamica di popolazione. All'interno dell'area di studio, infatti, sono stati individuati 8 transetti percorsi mensilmente per una lunghezza totale di circa 45 km. L'osservazione diretta permette di ottenere informazioni precise sulla fenologia e dimensione dei gruppi in cui sono presenti gli individui muniti di radiocollare e di incrociare tali dati a quelli di uso dello spazio. Nel periodo compreso tra la fine del mese di Febbraio e la fine del mese di Giugno sono state compiute numerose osservazioni delle femmine con radiocollare, allo scopo di scoprire l'eventuale presenza e sopravvivenza del piccolo, annotando, anche se di difficile determinazione, il sesso. Per la raccolta di questo tipo di dati si è operato utilizzando la seconda tecnica principale di localizzazione, che spesso viene affiancata alla triangolazione, ovverosia la tecnica della cerca.

Nella cerca o osservazione radioassistita (predeictive radio-tracking, MacDonald et al., 1980; homing-in, White e Garrot, 1990) viene individuata la direzione di provenienza del segnale radio, che indirizza quindi lo spostamento del rilevatore. Lo scopo finale è l'avvistamento dell'animale dotato di radiocollare.

Questo ha reso possibile la suddivisione del campione di 13 femmine in due raggruppamenti:

- 6 femmine con agnello
- 7 femmine senza agnello

L'avvistamento diretto permette inoltre di raccogliere dati ausiliari quali, ad esempio la caratterizzazione di dettaglio dell'ambiente circostante la zona di avvistamento. Operando in questo modo, però, è necessario agire in modo da limitare al massimo il disturbo agli animali, così da non modificarne le normali attività.

#### Tecniche di analisi dei dati raccolti: uso dello spazio

Finito il periodo di raccolta dei dati, ogni fix, per essere elaborato, è stato trascritto su tabelle Microsoft Excel, a loro volta importate nel programma informatico Ranges VI (Kenward e Hodder, 1996) software ciascuna femmina è identificata dalle frequenza del collare e dalla data di cattura. I fix sono individuati mediante le coordinate cartesiane e qualificati con la data e l'ora del rilevamento, l'attività dell'animale, le condizioni meteorologiche e un codice temporale che convenzionalmente definisce il mese in cui è stato effettuato il rilevamento.

A questo punto è stato possibile procedere all'analisi dei rilievi telemetrici, che ha avuto come punto di partenza la stima delle dimensioni degli home range. Per il calcolo delle dimensioni degli home range è stato utilizzato il metodo di Kernel applicato a percentuali variabili di fix a disposizione.

Il Metodo di Kernel è una tecnica analitica di tipo non parametrico, ovverosia non necessita di alcuna assunzione che possa predeterminare la forma dell'home range. Il metodo assegna un dato valore della funzione di distribuzione delle localizzazioni per ogni punto spaziale (x,y). La distribuzione, discontinua, viene convertita in continua, individuando i contorni (isoplete) a densità costante che racchiudono diverse percentuali di localizzazioni, ai quali viene associata una misura ed una forma dell'area familiare (Worton, 1989). Il vantaggio principale derivato dall'uso del Metodo di Kernel consiste nell'evitare una sovrastima degli home range per quegli animali che occupano aree disgiunte, grazie all'esclusione delle aree di passaggio, poco utilizzate. Viceversa questo metodo tende a sovrastimare gli home range nel caso in cui i fix siano in numero limitato o ricadano in un'area ristretta. Attraverso il Metodo di Kernel sono stati calcolati gli home range

mensili degli animali del campione, utilizzando le aree individuate dalle isoplete che racchiudono il 95% dei fix in modo da escludere eventuali erratismi occasionali ed è stata adoperata l'opzione "location" disponibili nel software Ranges VI. Tale opzione considera primariamente nel calcolo degli home range la densità delle localizzazioni: di conseguenza i contorni degli home range includono solo le aree in cui sono presenti densità elevate di localizzazioni.

Il software in questione ha permesso di valutare inoltre le sovrapposizioni tra gli home range e le distanze tra i centri di attività.

Le elaborazioni statistiche sono state effettuate utilizzando il software SPSS 13.0. Poiché i dati raccolti assumono una distribuzione di tipo normale, come evidenziato dall'uso del test di Kolmogorov-Smirnov, è stata utilizzata una statistica di tipo parametrico. Nel particolare, l'impiego di Modelli Lineari Generalizzati (GLM, soglia di significatività  $\alpha = 0.05$ ) ha permesso di testare l'influenza di fattori quali il sesso e l'età sulle variazioni delle dimensioni degli home range. Il test post-hoc di Duncan ha permesso di effettuare confronti particolareggiati nelle analisi sul comportamento spaziale delle diverse classi di sesso e di età.

#### Tecniche di analisi dei dati: analisi composizionale dell'uso dell'habitat.

La selezione dell'habitat è stata determinata utilizzando l'analisi composizionale ideata da Aebischer et al. (1993). Tale analisi viene effettuata su due livelli, che si differenziano sulla base delle tipologie vegetazionali considerate come "UTILIZZATE" dagli animali del campione e "DISPONIBILI" nell'area di studio.

- Livello 1. Composizione dell'home range (UTILIZZATO: tipologie vegetazionali contenute in un home range; DISPONIBILE: tipologie vegetazionali contenute nell'area di studio).
- Livello 2. Uso dell'habitat (UTILIZZATO: tipologie vegetazionali in cui ricadono i fix; DISPONIBILE: tipologie vegetazionali contenute nell'home range).

Nel primo livello viene confrontata la composizione degli home range degli animali monitorati (in termini di percentuale di tipologie vegetazionali contenute) con l'assetto vegetazionale dell'area di studio, ovvero si vengono considerati gli habitat utilizzati dagli animali tenendo conto delle risorse disponibili.

Nel secondo livello di analisi viene indagato l'uso dell'habitat propriamente detto, poiché si considera in quali tipologie vegetazionali ricadono i fix contenuti negli home range degli animali campione.

Le informazioni necessarie per effettuare i due livelli di analisi sono state ottenute utilizzando il programma informatico GIS ArcView 3.2 mediante il quale sono stati determinati i dati inerenti l'uso e il disponibile.

Tale analisi è stata effettuata su scala temporale bimestrale e sono stati considerati gli home range determinati con il metodo di Kernel (95%). In questo modo sono state determinate, per ciascun animale e per ogni bimestre, le seguenti informazioni:

- Composizione percentuale delle tipologie vegetazionali contenute in ciascun home range
- Percentuale di fix contenuti nelle varie tipologie vegetazionali all'interno di ciascun home range.

I dati così ottenuti sono stati elaborati con una apposita "macro" di Microsoft Excel che effettua l'analisi composizionale dell'uso dell'habitat e che, tenendo conto delle tipologie vegetazionali utilizzate dagli animali in rapporto a quanto risultano disponibili nell'area di studio, ha permesso di ordinare per rango le tipologie selezionate.

Grazie all'uso della suddetta macro di Excel è stato possibile inoltre determinare se tipologie di rango differente risultassero selezionate in maniera significativamente diversa dagli animali monitorati. Ulteriori analisi statistiche sono state effettuate mediante l'uso dell'analisi multivariata della varianza (MANOVA) grazie all'uso del programma informatico SPSS 13.0.

## PARTE PRIMA USO DELLO SPAZIO

### Risultati e discussione

Nella tabella 2.1 sono stati riportati gli home range bimestrali valutati con il Kernel al 95% per il campione in esame nel periodo giugno 2005-novembre 2006.

		<b>Giu-Lug</b>	<b>Ago-Set</b>	<b>Ott-Nov</b>	<b>Dic-Gen</b>	<b>Feb-Mar</b>	<b>Apr-Mag</b>
<b>Maschi</b>	Media	47,37	50,68	97,23	65,27	50,25	79,87
	Dev.st	+23,01	+27,03	+80,79	+64,98	+30,61	+56,67
	n	8	8	12	7	6	6
<b>Femmine</b>	Media	63,39	51,99	80,72	87,44	84,42	132,11
	Dev.st	+50,74	+51,7	+51,79	+65,79	+78,72	+89
	n	18	18	26	13	13	13

Tabella 2.1. Dimensioni (in ettari) degli home range bimestrali cumulati (media  $\pm$  deviazione standard) valutati utilizzando il metodo del Kernel al 95% delle localizzazioni a disposizione.

Gli home range di dimensioni minori sono stati registrati nel bimestre di Giugno-Luglio per la componente maschile del campione (Kernel 95% = 47,37  $\pm$  23,01 ha), e nel bimestre Agosto-Settembre per la componente femminile (Kernel 95% = 51,99  $\pm$  51,7 ha). Gli home range di dimensioni maggiori sono stati registrati nel bimestre Ottobre-Novembre (Kernel 95% = 97,23  $\pm$  80,79 ha) e nel bimestre Aprile-Maggio (Kernel 95% = 132,11  $\pm$  89,00 ha) rispettivamente per la classe maschile e quella femminile. L'analisi statistica, tuttavia, non ha rilevato variazioni bimestrali significative nelle dimensioni degli home range in entrambe i sessi (GLM, effetto bimestre, effetto bimestre\*sezzo; Tabella 2.2). Ciò conferma gli studi effettuati nel sud della Francia, nei quali è stata messa in evidenza a più riprese la scarsa variabilità stagionale delle dimensioni degli home range nel muflone.

Test degli effetti fra soggetti Variabile dipendente: home range Kernel 95%

Sorgente	Somma dei quadrati Tipo III	Df	Media dei quadrati	F	Significatività (p)
Modello corretto	45,337(a)	42	1,079	1,150	,281
Intercetta	1046,001	1	1046,001	1114,007	,000
<b>Classe età</b>	14,183	3	4,728	5,035	<b>,003</b>
<b>Sesso</b>	6,172	1	6,172	6,573	<b>,012</b>
bimestre	7,704	5	1,541	1,641	,156
<b>Classe età *</b>	8,573	3	2,858	3,043	<b>,032</b>
<b>sezzo</b>	9,992	15	,666	,709	,770
Classe età *	1,122	5	,224	,239	,944
sezzo * bimestre	2,008	10	,201	,214	,995
Classe età * sex *	98,590	105	,939		
bimestre	2450,455	148			
Errore	143,928	147			
Totale					
Totale corretto					

Tabella 2.2. Modello Lineare Generalizzato (GLM) – Home range bimestrali valutati con il metodo di Kernel 95 % (opzione "location").

Tuttavia, l'utilizzo del Modello Lineare Generalizzato (GLM; Tabella 2.2) ha permesso di verificare come esistano differenze statisticamente significative nell'uso dello spazio tra i sessi ( $F=6,573$   $p=0,012$ ), nonché di evidenziare la cruciale influenza dell'appartenenza ad una precisa classe di età ( $F=5,035$   $p=0,003$ ) sul comportamento spaziale della specie. In aggiunta, l'effetto combinato della classe di sesso e di età ( $F=3,043$   $p=0,032$ ) ha confermato l'importanza fondamentale di questi due fattori sull'adozione della strategia spaziale individuale.

Nei paragrafi che seguono sono stati riportati i risultati inerenti l'uso dello spazio evidenziato nei due sessi su scala bimestrale, con particolare riferimento alle differenze riscontrate nel comportamento spaziale di individui appartenenti alle classi di età individuate nel presente studio.

Il grafico 2.1 permette di effettuare un confronto diretto tra le dimensioni degli home range maschili e femminili ottenuti nel periodo di studio compreso tra il giugno 2005 ed il novembre 2006. Nei bimestri estivi Giugno-Luglio e Agosto-Settembre, caratterizzati da alte temperature e da una accentuata siccità, sono stati registrati home range di dimensioni limitate in entrambi i sessi. In ambiente mediterraneo, infatti, le elevate temperature estive limitano significativamente gli spostamenti ed il grado di attività negli ungulati (Ciuti et al. 2003).

Al contrario, nel bimestre Ottobre-Novembre, i maschi del campione hanno mostrato un incremento significativo delle aree vitali occupate, proprio in concomitanza dell'inizio del periodo riproduttivo. Durante tale periodo, come confermato dalle numerose (circa duemila) osservazioni standardizzate e casuali effettuate contemporaneamente a questa ricerca nell'area di studio, i maschi adulti si aggregano ai gruppi femminili, determinando l'insorgenza dei gruppi misti, praticamente assenti nei mesi precedenti. È interessante sottolineare come l'elevata mobilità mostrata dai maschi in questo bimestre possa essere riconducibile ad un comportamento che prevede la frenetica ricerca di gruppi femminili a cui aggregarsi. Analogo comportamento è stato registrato in una ricerca svolta in Francia su un campione di 12 femmine e 12 maschi. Anche in questo caso i maschi durante il periodo riproduttivo hanno mostrato un alto grado di instabilità spaziale caratterizzata da un aumento delle aree vitali occupate (Dubois et al., 1994).

L'aumento delle dimensioni degli home range femminili registrato nel bimestre Aprile-Maggio, proprio in concomitanza del periodo dei parti, concorda con l'incremento di mobilità delle madri durante questa fase critica del ciclo biologico annuale. Questo aspetto è stato particolarmente evidenziato ed approfondito da uno studio tuttora in corso nell'area di Montes.

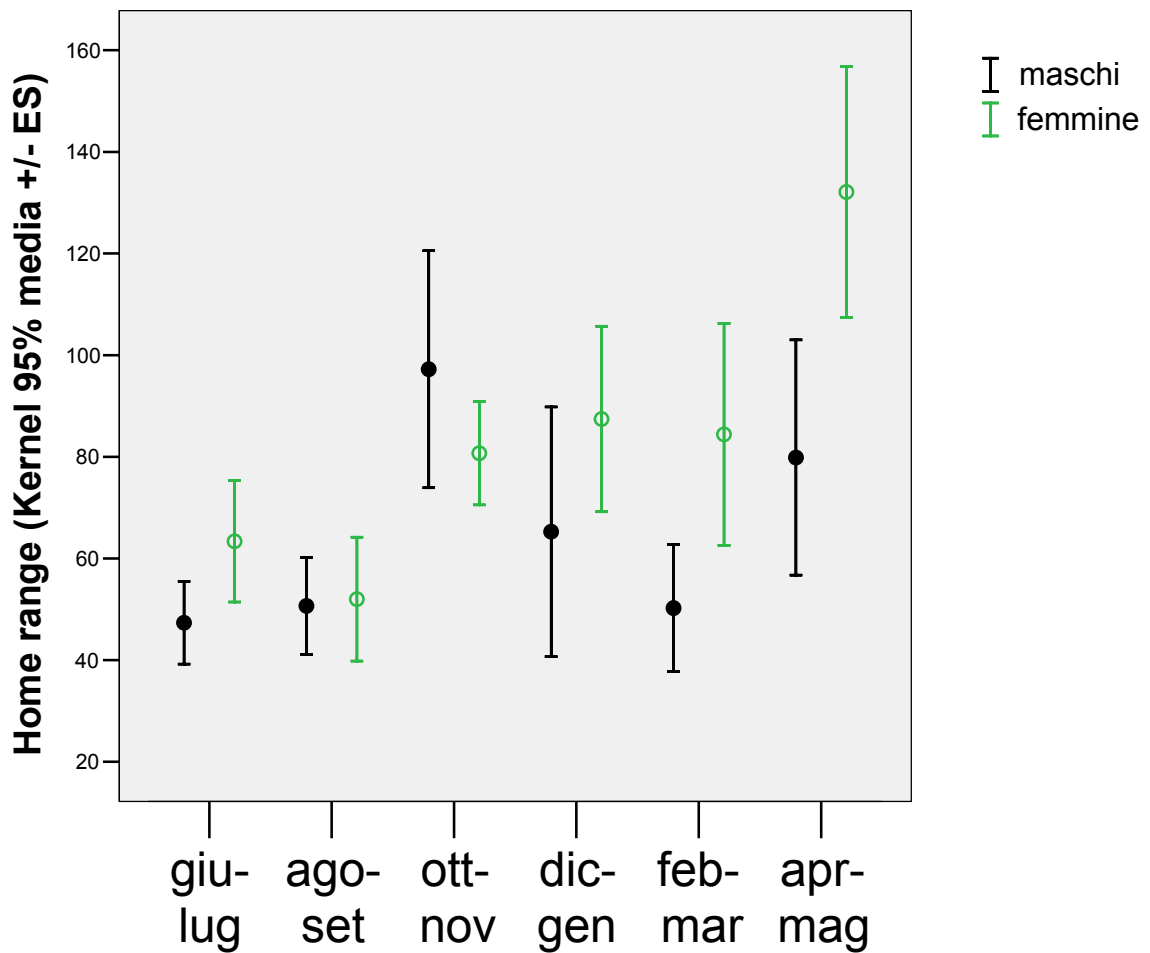


Grafico 2.1. Home range bimestrali cumulati valutati con il metodo di Kernel 95 % (opzione “location”).

Come precedentemente accennato, individui appartenenti a differenti classi di età hanno mostrato differenze significative nel comportamento spaziale. Nel dettaglio, l'utilizzo del test di Duncan ha permesso di distinguere le differenze sopraccitate. Come mostrato in tabella 2.3, i maschi di età compresa tra i 4 ed i 6 anni hanno occupato dimensioni degli home range significativamente inferiori rispetto a quelli evidenziati nei maschi con età superiore ai 6 anni.

Dimensioni HR minori	classe_età	N hr bimestrali cumulati	Subset	
			1	2
Dimensioni HR maggiori	4-6 anni	9	3,2606	
	0-2 anni	9	3,5654	3,5654
	2-4 anni	7	4,0150	4,0150
	>6 anni	22		4,2538
	Sig.			,063

Tabella 2.3. Test di Duncan- Classi di età maschili

Entrando nel merito delle differenze appena descritte, gli individui appartenenti alla classe di età 4-6 anni, rispetto a quanto riscontrato nei maschi più giovani, ottimizzano la conoscenza del territorio acquisita con l'esperienza utilizzando aree dove le risorse trofiche risultano disponibili, senza dover compiere ingenti spostamenti che comportino un elevato dispendio energetico. Gli individui di età superiore ai 6 anni, al contrario, sono quelli che probabilmente monopolizzano l'accesso alle femmine risultando caratterizzati da un netto incremento delle dimensioni degli home range proprio durante il periodo del riproduttivo, quando inizia la ricerca frenetica dei gruppi femminili (Grafico 2.2). In aggiunta, come evidenziato dalle ricerche inerenti la struttura della popolazione di muflone di Montes, i maschi con età superiore ai 6 anni mostrano un comportamento per lo più solitario al di fuori del periodo riproduttivo. Durante questo ultimo, invece, si spostano dalle aree normalmente utilizzate raggiungendo i gruppi femminili. Ciò contribuisce all'incremento significativo delle dimensioni registrate durante il periodo riproduttivo.

I maschi giovani si associano frequentemente sia ai gruppi femminili che maschili, mostrando una elevata mobilità comparabile a quella mostrata dalle femmine giovani. Come già riscontrato in altri studi sugli ungulati, in età giovanile risulta scarsa la conoscenza del territorio, comportando spostamenti effettuati con lo scopo di apprendere al meglio la distribuzione delle risorse trofiche all'interno delle aree occupate. La mobilità dei maschi giovani risulta inferiore solo a quella mostrata dai maschi con età superiore ai 6 anni di età, questi ultimi caratterizzati da una accentuata instabilità spaziale indotta dagli spostamenti effettuati durante il periodo riproduttivo, come già precedentemente argomentato.

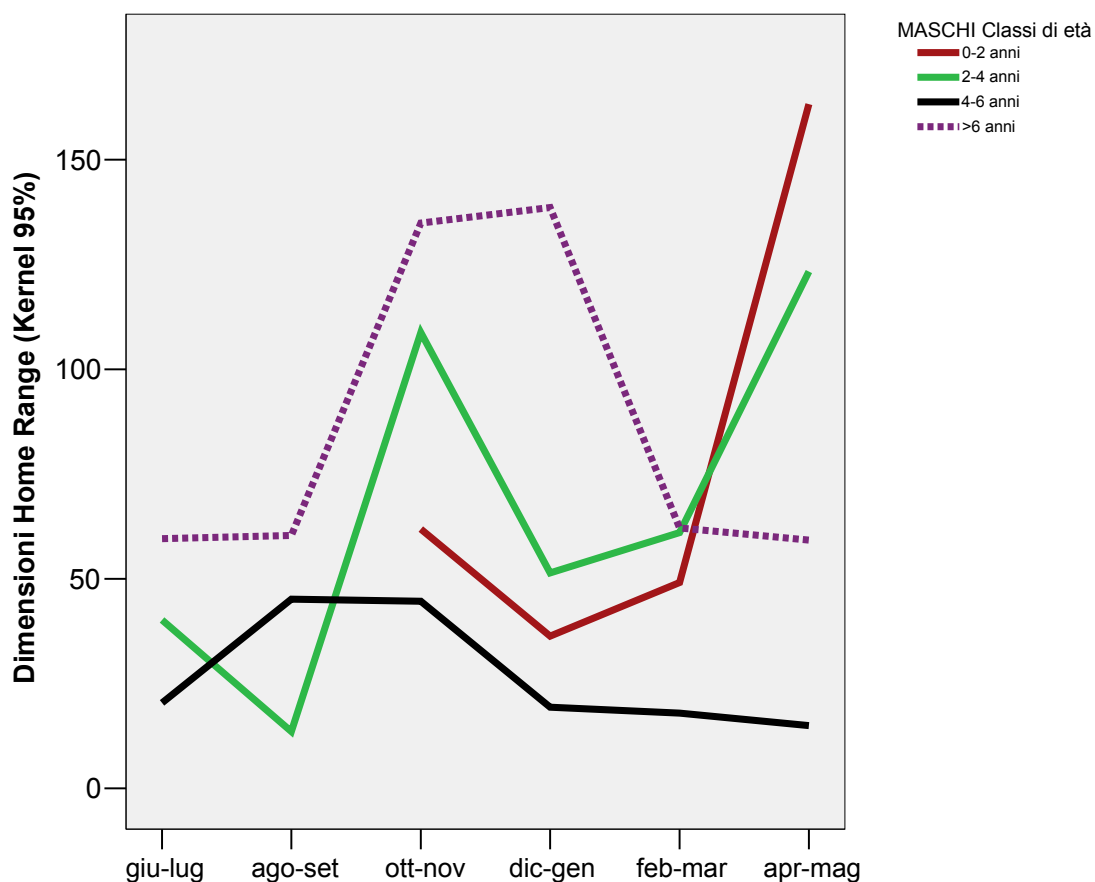


Grafico 2.2. Andamento degli home range bimestrali maschili valutati con il metodo di Kernel 95 % (opzione "location") per ciascuna delle differenti classi d'età individuate.

Dimensioni HR  
minori

Dimensioni HR  
maggiori

classe_età	N hr bimestrali cumulati	Subset	
		1	2
4-6 anni	31	3,5774	
>6 anni	61	4,0525	4,0525
2-4 anni	4		4,7016
0-2 anni	5		4,8469
Sig.		,350	,142

Tabella 2.4. Test di Duncan-Classi di età Femminili

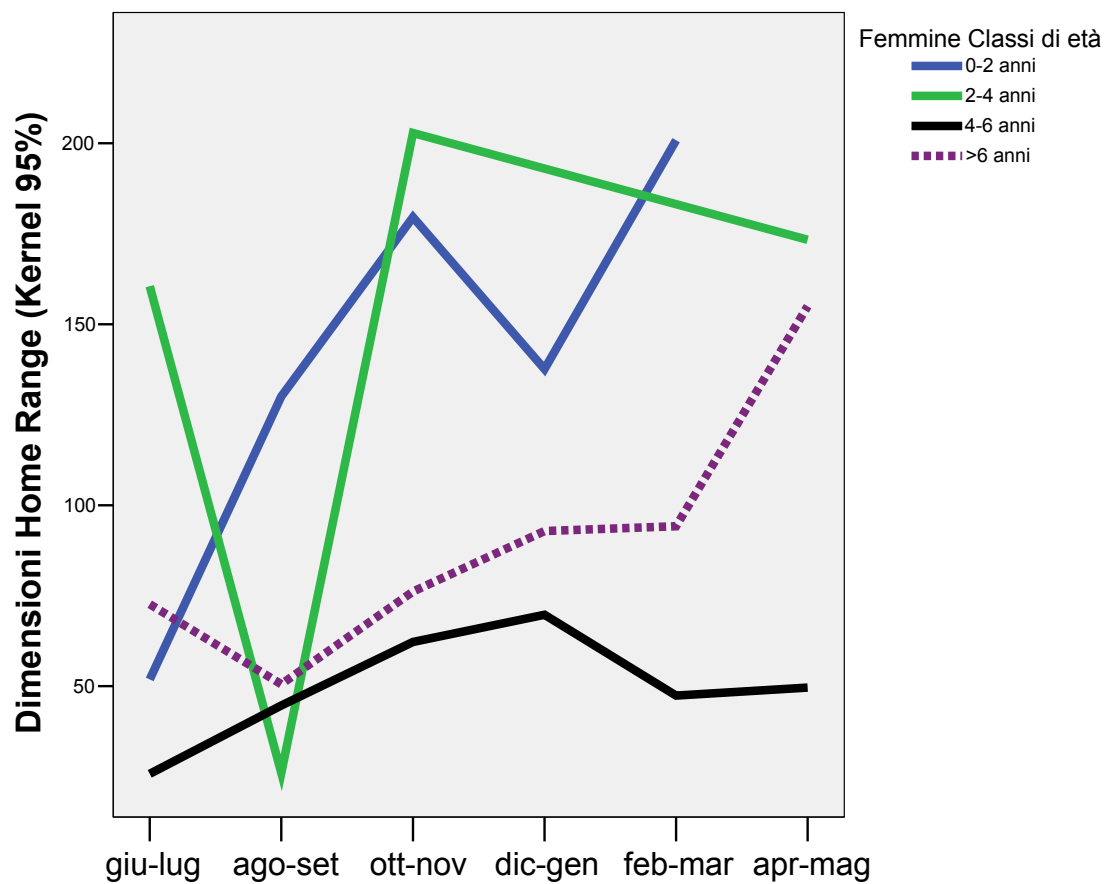


Grafico 2.3. Andamento degli home range bimestrali femminili valutati con il metodo di Kernel 95 % (opzione "location") per ciascuna delle differenti classi d'età individuate.

La tabella 2.4 ed il grafico 2.3 riportano la stessa fenologia di dati per le femmine monitorate nel corso del presente studio. A differenza di quanto riscontrato nei maschi, in cui intervengono fattori quali la strategia adottata durante il periodo riproduttivo, nelle femmine è stata rilevata una correlazione inversa tra età e dimensione delle aree vitali occupate. In questo caso, infatti, la conoscenza del territorio e della distribuzione delle risorse trofiche in esso contenute sembra essere il fattore cruciale nella determinazione degli home range occupati. Le femmine giovani, infatti, mostrano una instabilità spaziale fortemente legata alla scarsa conoscenza del territorio, aspetto che si attenua significativamente nelle femmine adulte.

## PARTE SECONDA SELEZIONE DELL'HABITAT

Scopo di tali elaborazioni è verificare se i maschi e le femmine di muflone operano una selezione dell'habitat esclusivamente in proporzione alle risorse disponibili o se invece è riscontrabile una selezione attiva nei confronti delle tipologie vegetazionali presenti nell'area di studio. La ranghizzazione delle tipologie vegetazionali effettuata con l'analisi composizionale tiene ovviamente conto del peso degli habitat disponibili: una tipologia poco rappresentata e altamente selezionata occuperà un rango superiore rispetto ad una tipologia selezionata nella stessa misura ma molto più diffusa nell'area di studio.

Dopo gli accorpamenti effettuati seguendo le indicazioni di Aebischer et al. (1992), le tipologie vegetazionali considerate in questo tipo di analisi sono quattro: gariga e pascolo (g&p), ricolonizzazione artificiale a cedro e conifere (r&c), lecceta (b. latifoglie) e macchia mediterranea. Considerando che il primo livello di analisi offre un quadro puramente generale della selezione dell'habitat, come evidenziato da Ciuti et al. (2006), non riuscendo a mettere in evidenza le differenze nella selezione dell'habitat, si è proceduto direttamente all'analisi di secondo livello. Questo ultimo, infatti, considerando le tipologie vegetazionali ove effettivamente ricadono i fix, risulta il mezzo più appropriato in questo tipo di analisi.

### Composizione vegetazionale dell'area di studio

Presupposto necessario a questo tipo di analisi è l'acquisizione di dati precisi circa la composizione vegetazionale dell'area di studio. Per individuare l'assetto vegetazionale in questione è stato calcolato un home range globale utilizzando il metodo analitico dell'MPC (minimo poligono convesso) applicato al 100% dei fix raccolti su tutti gli animali monitorati nel periodo incluso tra Giugno 2005 e Luglio 2006. In questo modo è stata individuata l'area in cui effettivamente gli animali monitorati compiono i loro spostamenti. La superficie così ottenuta è stata incrementata con un *buffer* di 500 metri, grazie all'impiego del sistema informatico ArcView 3.2, con lo scopo di includere le aree eventualmente raggiunte da sporadici errantismi occasionali compiuti dagli individui del campione. L'area disponibile che ne risulta si estende su una superficie di 2781 ha. Le tipologie vegetazionali presenti al suo interno sono state riportate nel grafico 3.1.

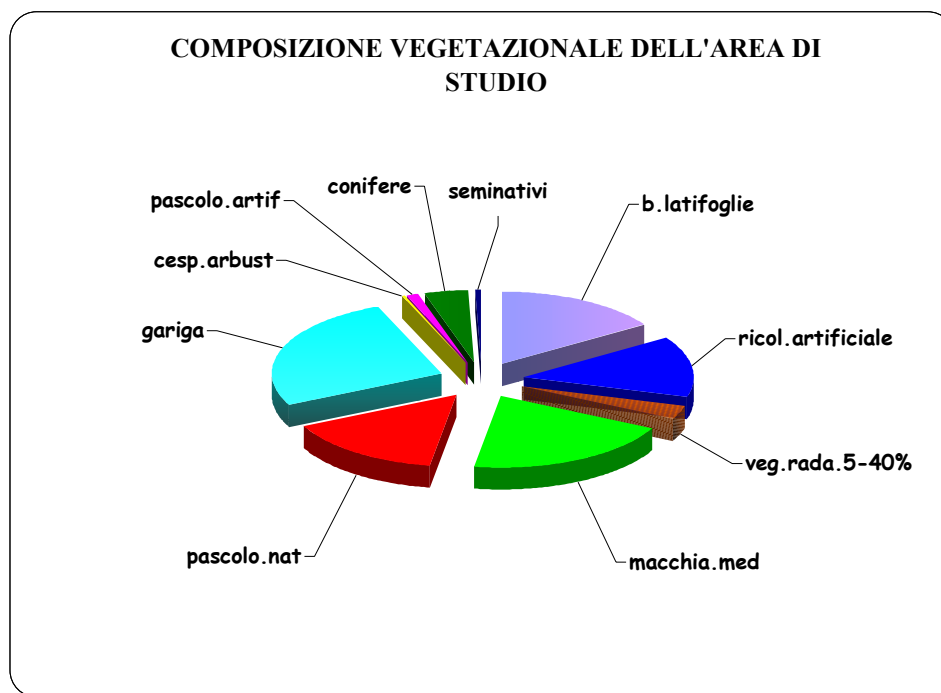


Grafico 3.1

Secondo livello di analisi: uso dell'habitat propriamente detto

Le quattro tipologie vegetazionali individuate nelle analisi preliminari sono state utilizzate durante il secondo livello d'analisi. Come evidenziato dalle tabelle 3.1 e 3.2, la tipologia caratterizzata dal rango superiore è risultata essere costituita dalla gariga e dal pascolo, in tutti i bimestri e per entrambe le classi di sesso. A differenza di quanto emerso da studi precedenti, le scelte alimentari della specie nell'area di studio sono state orientate verso il pascolo e la gariga, mostrando per il muflone uno stile alimentare prevalentemente da pascolatore. Tuttavia, come verificato dalle osservazioni dirette, che confermano il ruolo fondamentale giocato dal pascolo nella dieta del muflone, è necessario sottolineare come la specie mostri un comportamento alimentare estremamente plastico ed adattabile ad innumerevoli situazioni, considerando che durante i periodi con manto nevoso al suolo numerosi individui sono stati osservati nell'atto di brucare gli apici vegetativi delle conifere, con particolare riferimento agli impianti artificiali di cedro.

Unica eccezione è stata rilevata durante il bimestre Agosto-Settembre quando le femmine hanno orientato le proprie scelte verso la tipologia "Ricolonizzazione artificiale a cedro e conifere". Analoga scelta è stata operata nel medesimo bimestre e nel bimestre Aprile-Maggio anche dai maschi. L'utilizzo di questa tipologia vegetazionale è direttamente correlata alla necessità di frequentare idonei rifugi durante le torride giornate primaverili ed estivi. Con maggior dettaglio, come evidenziato dalla rilevazione delle temperature all'interno dei singoli habitat, i boschi di conifere consentono la creazione di micro-habitat che attenuano significativamente le alte temperature estive.

Un'analisi più fine dei risultati dell'analisi composizionale dell'habitat ha messo in evidenza come le femmine, rispetto ai maschi, operano una selezione più fine (si veda il valore di significatività nella tabella 3.1), diretta conseguenza delle esigenze legate al periodo dei parti. Uno studio tuttora in corso, infatti, ha messo in evidenza il ruolo cruciale della selezione dell'habitat da parte delle femmine mirata al successo riproduttivo individuale.

## FEMMINE

PERIODO	$\lambda$ DI WILKS	SIGNIFICATIVITA'	COMPOSIZIONE DEGLI H.R. BIMESTRALI: Tipologie selezionate in ordine di rango			
			Rango maggiore			Rango minore
Giu-Lug 05	0,0996	0,0670	g&p>	r&c>	b.latifoglie>	macchia med.
Ago-Sett 05	0,0084	0,0600	r&c>	g&p>	macchia med.>	b.latifoglie
Ott-Nov 05	0,7837	0,4970	g&p>	b.latifoglie>	macchia med.>	r&c
Dic 05- Gen 06	0,3628	0,0040	g&p>	r&c>	macchia med.>	b.latifoglie
Feb-Mar 06	0,1268	0,0010	g&p>>>	r&c>	b.latifoglie>	macchia med.
Apr-Mag 06	0,3099	0,0050	g&p>	macchia med.>	r&c>>>	b.latifoglie
Giu-Lug 06	0,2521	0,0030	g&p>	macchia med.>	r&c>>>	b.latifoglie
Ago-Sett 06	0,3533	0,0120	g&p>	b.latifoglie>	macchia med.>	r&c
Ott-Nov 06	0,4580	0,0260	g&p>	macchia med.>	r&c>	b.latifoglie

TAB 3.1: Analisi composizionale dell'uso dell'habitat - Ranghizzazione delle tipologie vegetazionali

g&p	gariga e pascolo
r&c	ricol cedro e conifere
bosco di latifoglie	lecceta
macchia med.	macchia mediterranea

## MASCHI

PERIODO	$\lambda$ DI WILKS	SIGNIFICATIVITA'	COMPOSIZIONE DEGLI H.R. BIMESTRALI: Tipologie selezionate in ordine di rango			
			Rango maggiore			Rango minore
Ott-Nov 05	0,3777	0,1850	g&p>	macchia med.>	r&c>	b.latifoglie
Dic 05- Gen 06	0,1805	0,0470	g&p>	macchia med.>	r&c>	b.latifoglie
Feb-Mar 06	0,0738	0,0770	g&p>	macchia med.>	r&c>	b.latifoglie
Apr-Mag 06	0,0542	0,0640	r&c>	g&p>	macchia med.>	b.latifoglie
Giu-Lug 06	0,1532	0,1220	g&p>	macchia med.>	r&c>	b.latifoglie
Ago-Sett 06	0,0895	0,1750	r&c>	g&p>	macchia med.>	b.latifoglie
Ott-Nov 06	0,2510	0,3750	g&p>	r&c>	macchia med.>	b.latifoglie

TAB 3.2: Analisi composizionale dell'uso dell'habitat - Ranghizzazione delle tipologie vegetazionali

A differenza di quanto reperibile in bibliografia, il bosco di latifoglie, nello specifico la lecceta, ricopre un ruolo secondario nelle scelte alimentari della specie, costituendo una tipologia essenziale solo durante l'apice della disponibilità di ghiande. Questo aspetto è stato evidenziato soprattutto nelle femmine (Tab 3.1) che, rispetto ai maschi, variano maggiormente la dieta alternando il pascolo alla brucatura e allo sfruttamento delle ghiande. I maschi, al contrario, si sono mostrati prevalentemente dei pascolatori puri, in linea con il quadro delle differenze rilevabili tra i sessi in funzione del peso corporeo e della differente capacità estrattiva della fibra vegetale. Il quadro delle osservazioni evidenziato dall'analisi composizionale dell'habitat è stato confermato dall'analisi multivariata della varianza (MANOVA tab 3.3). Come appena asserito, infatti, l'unica tipologia che è stata selezionata in modo non costante durante ciascun anno di studio è risultata il bosco di latifoglie (tab 3.4), ovvero la lecceta, in modo direttamente correlato alla disponibilità di ghiande (periodo incluso tra settembre e novembre per quanto concerne l'apice di produttività).

#### MANOVA

Effetto		Valore	F	Df	Errore df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	,629	70,129(a)	3,000	124,000	,000
	Wilks' Lambda	,371	70,129(a)	3,000	124,000	,000
	Hotelling's Trace	1,697	70,129(a)	3,000	124,000	,000
	Roy's Largest Root	1,697	70,129(a)	3,000	124,000	,000
sesso	Pillai's Trace	,047	2,031(a)	3,000	124,000	,113
	Wilks' Lambda	,953	2,031(a)	3,000	124,000	,113
	Hotelling's Trace	,049	2,031(a)	3,000	124,000	,113
	Roy's Largest Root	,049	2,031(a)	3,000	124,000	,113
bimestre	Pillai's Trace	,269	1,553	24,000	378,000	,048
	Wilks' Lambda	,749	1,576	24,000	360,239	<b>,043</b>
	Hotelling's Trace	,312	1,597	24,000	368,000	,039
	Roy's Largest Root	,216	3,398(b)	8,000	126,000	,001

TAB 3.3: Analisi multivariata della varianza.

#### Test tra fattori singoli

	Variabile dipendente	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Modello corretto	b.latifoglie	712,545(a)	15	47,503	2,057	,016
	macchia.med	363,520(b)	15	24,235	,895	,571
	g&p	148,513(c)	15	9,901	,833	,640
Intercept	b.latifoglie	822,193	1	822,193	35,608	,000
	macchia.med	63,259	1	63,259	2,336	,129
	g&p	202,048	1	202,048	16,994	,000
Sex	b.latifoglie	56,127	1	56,127	2,431	,121
	macchia.med	5,522	1	5,522	,204	,652
	g&p	,354	1	,354	,030	,863
Bim	b.latifoglie	409,985	8	51,248	2,219	<b>,030</b>
	macchia.med	213,090	8	26,636	,984	,452
	g&p	64,770	8	8,096	,681	,708
sex * bim	b.latifoglie	209,329	6	34,888	1,511	,180
	macchia.med	163,421	6	27,237	1,006	,424
	g&p	87,057	6	14,509	1,220	,300

TAB 3.4: Contributo delle singole tipologie vegetazionali nel modello multivariato.

***Influenza della presenza del piccolo sulla selezione dell'habitat delle madri***

L'analisi composizionale dell'uso dell'habitat applicata ai dati raccolti sulle femmine durante la stagione dei parti ha permesso di ottenere i primi risultati di questo tipo sulla specie, e studi di questo genere sono tuttora in corso nell'area di studio con lo scopo di evidenziare aspetti dell'ecologia comportamentale della specie durante periodi critici del ciclo biologico annuale.

Le quattro tipologie vegetazionali individuate sono state utilizzate durante il secondo e più specifico livello d'analisi. Anche in questo caso la tipologia caratterizzata dal rango superiore è risultata essere costituita da gariga e pascolo, tranne nel bimestre Aprile-Maggio quando le femmine con piccolo hanno orientato le proprie scelte verso la macchia mediterranea (tab. 3.5 e 3.6).

Il secondo livello d'analisi, che prende perciò in considerazione la selezione dell'habitat propriamente detta, mette in evidenza l'influenza della presenza del piccolo proprio nel bimestre dei parti (Aprile-Maggio). A questo proposito le tabelle 3.5 e 3.6 riportano i confronti tra le due classi femminili utilizzando l'analisi multivariata della varianza (MANOVA). Le analisi fini che seguono il modello generale multivariato (MANOVA) hanno evidenziato il peso della tipologia "macchia mediterranea" ( $F= 10,852$   $p=0,011$ ), nella determinazione delle differenze comportamentali tra i due raggruppamenti femminili. L'influenza della presenza del piccolo si fa sentire anche nel bimestre Giugno-Luglio, in cui si registra ancora una differenza statisticamente significativa tra le madri e le femmine senza agnello ( $F= 4,801$   $p=0,049$ ).

BIMESTRE	Lambda di Wilks	Random p	Tipologie vegetazionali selezionate in ordine di rango		Manova (confronto con femmine senza piccolo)	
			Rango maggiore	Rango minore	F	SIG.
Dic-Gen	0,3822	0,3080	g&p>r&c>macchia latifoglie	med.>b.	0,540	0,672
Feb-Mar	0,1958	0,3130	g&p>>>r&c>b. med.	latifoglie>macchia	0,519	0,685
Apr-Mag	0,3526	0,2390	macchia latifoglie	med.>g&p>r&c>>>b.	6,174	0,029
Giu-Lug	0,0303	0,0390	g&p>macchia latifoglie	med.>r&c>>>b.	4,801	0,049

TAB 3.5: Analisi composizionale dell'uso dell'habitat. Ranghizzazione nelle femmine con piccolo e MANOVA

BIMESTRE	Lambda di Wilks	Random p	Tipologie vegetazionali selezionate in ordine di rango	Manova (confronto con femmine con piccolo)		
			Rango maggiore minore	Rango	F	SIG.
Dic-Gen	0,2666	0,0900	g&p>r&c>b. latifoglie>macchia med.		0,540	0,672
Feb-Mar	0,0741	0,0590	g&p>b. latifoglie>r&c>macchia med.		0,519	0,685
Apr-Mag	0,0670	0,0250	g&p>macchia med.>r&c>b. latifoglie		6,174	0,029
Giu-Lug	0,3176	0,1170	g&p>macchia med.>r&c>b. latifoglie		4,801	0,049

TAB 3.6: Analisi composizionale dell'uso dell'habitat Ranghizzazione nelle femmine senza piccolo e MANOVA

La presenza di nuovi nati induce le madri ad adottare strategie antipredatorie (Clutton-Brock, 1982; San José e Braza, 1992), ed ovviamente la loro messa in atto incide significativamente sul comportamento di foraggiamento e sulla selezione dell'habitat (Ciuti et al., 2006). L'osservazione che le femmine con piccolo utilizzano aree caratterizzate da una minore disponibilità trofica (le aree a macchia mediterranea sono più povere delle superfici ricoperte da pascolo) è in contrasto con l'incremento della richiesta energetica nelle femmine di ungulati durante la gestazione, il parto e l'allattamento (circa il 40% durante le ultime fasi della gestazione e circa il 150% durante l'allattamento; Loudon, 1985). Le femmine con piccolo evidentemente utilizzano aree più povere compromettendo un'alimentazione ottimale con lo scopo di offrire una maggiore protezione al piccolo (Bon et al., 1995; Festa Bianchet, 1988).

Le analisi hanno infatti messo in evidenza come la presenza del piccolo abbia un peso significativo nella selezione dell'habitat delle madri che durante il bimestre dei parti incrementano l'utilizzo della macchia mediterranea, tipologia vegetazionale che pur essendo più povera dal punto di vista della disponibilità delle risorse trofiche offre per le sue caratteristiche strutturali un luogo sicuro dove nascondere il piccolo ed abbassare significativamente la probabilità di fenomeni di predazione. In questo aspetto sembra giocare un ruolo cruciale la presenza dell'aquila reale nell'area di studio, uccello da preda capace di predare con successo gli agnelli durante i primi due mesi di vita. In concomitanza di tale periodo, infatti, le madri utilizzano la macchia mediterranea, evitata dalle femmine senza agnello, con lo scopo di offrire adeguati ripari ai piccoli da eventuali attacchi da parte del rapace, l'unico predatore naturale degno di nota nell'area di studio.

## PARTE TERZA SEGREGAZIONE SESSUALE.

La segregazione sessuale è una delle tematiche di maggiore interesse dell'ecologia comportamentale degli ungulati, costituendo una componente base della loro organizzazione sociale. L'uso differenziale dello spazio riscontrabile tra i sessi rappresenta un aspetto ricorrente tra i ruminanti sessualmente dimorfici (Miller & Litvaitis 1992, Miquelle et al. 1992, Main et al. 1996, Bleich et al. 1997). La segregazione tra i due sessi è un argomento che ha stimolato numerosi studi e alimentato la formulazione di svariate ipotesi (Main et al. 1996, Ruckstuhl & Neuhaus 2000, Bon et al. 2001, Bowyer 2004). L'attenzione rivolta verso questo tema da parte della comunità scientifica internazionale è cresciuta in modo esponenziale solo negli ultimi dieci anni (Bowyer 2004) e molti fenomeni che conducono alla segregazione tra i sessi rimangono tuttora insoluti.

La segregazione tra i sessi può significare vivere in gruppi separati (segregazione sociale), utilizzare aree differenti (segregazione spaziale) o effettuare differenti scelte nella selezione dell'habitat (segregazione di habitat) (Bon 1998). Lo scopo della presente ricerca è di caratterizzare la segregazione sessuale presente al di fuori del periodo riproduttivo nell'area di studio, e di interpretarne le cause. Come evidenziato da ricerche parallele sulla struttura e dinamica di popolazione, la comparsa dei gruppi misti a partire da fine agosto (figura 4.1), sancisce l'inizio del periodo riproduttivo, quando la segregazione tra i due sessi (sia spaziale, sociale e di habitat) scema drasticamente. Come evidenziato dalla cartina 2, la segregazione sessuale spaziale è assente sia in autunno, come atteso, ma anche in estate, quando il periodo riproduttivo non è ancora iniziato. I valori di sovrapposizione tra gli home range globali calcolati in estate ed autunno, considerando le localizzazioni femminili o maschili nel loro insieme, testimoniano la pressoché completa sovrapposizione tra gli areali maschili e femminili (cartina 4.1). Le limitate distanze registrate tra i centri degli home range globali femminili e maschili in estate (90.1 m) ed autunno (175.0 m) confermano quanto appena asserito.

In conclusione, la segregazione sessuale spaziale risulta pressoché assente nell'area di studio.

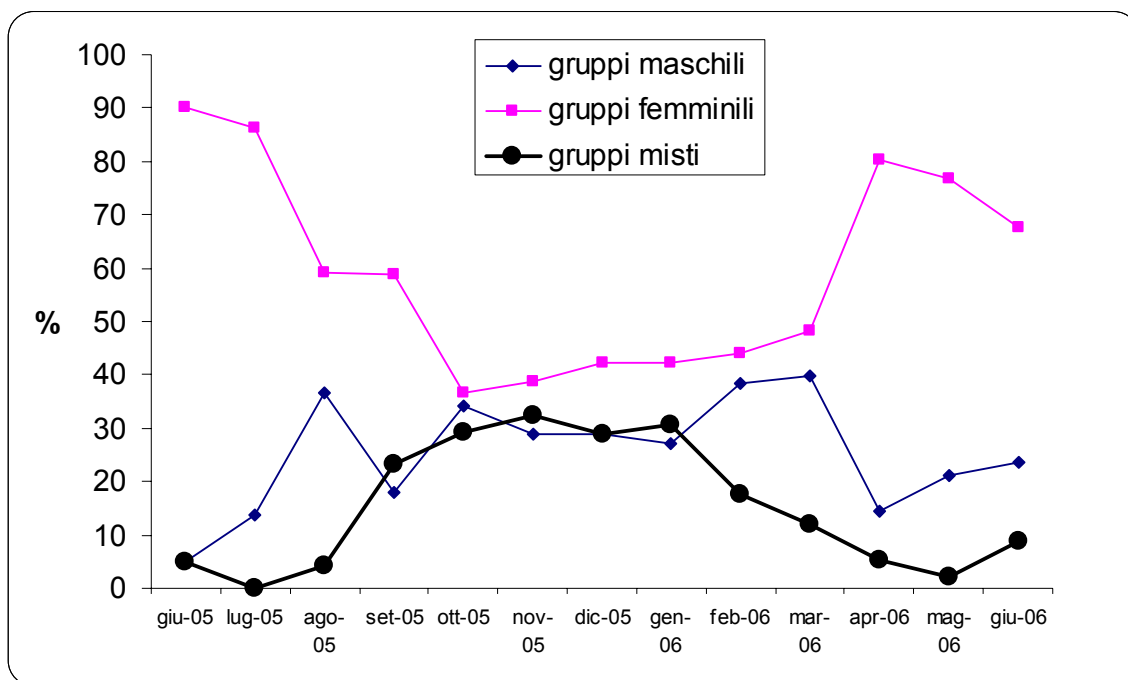
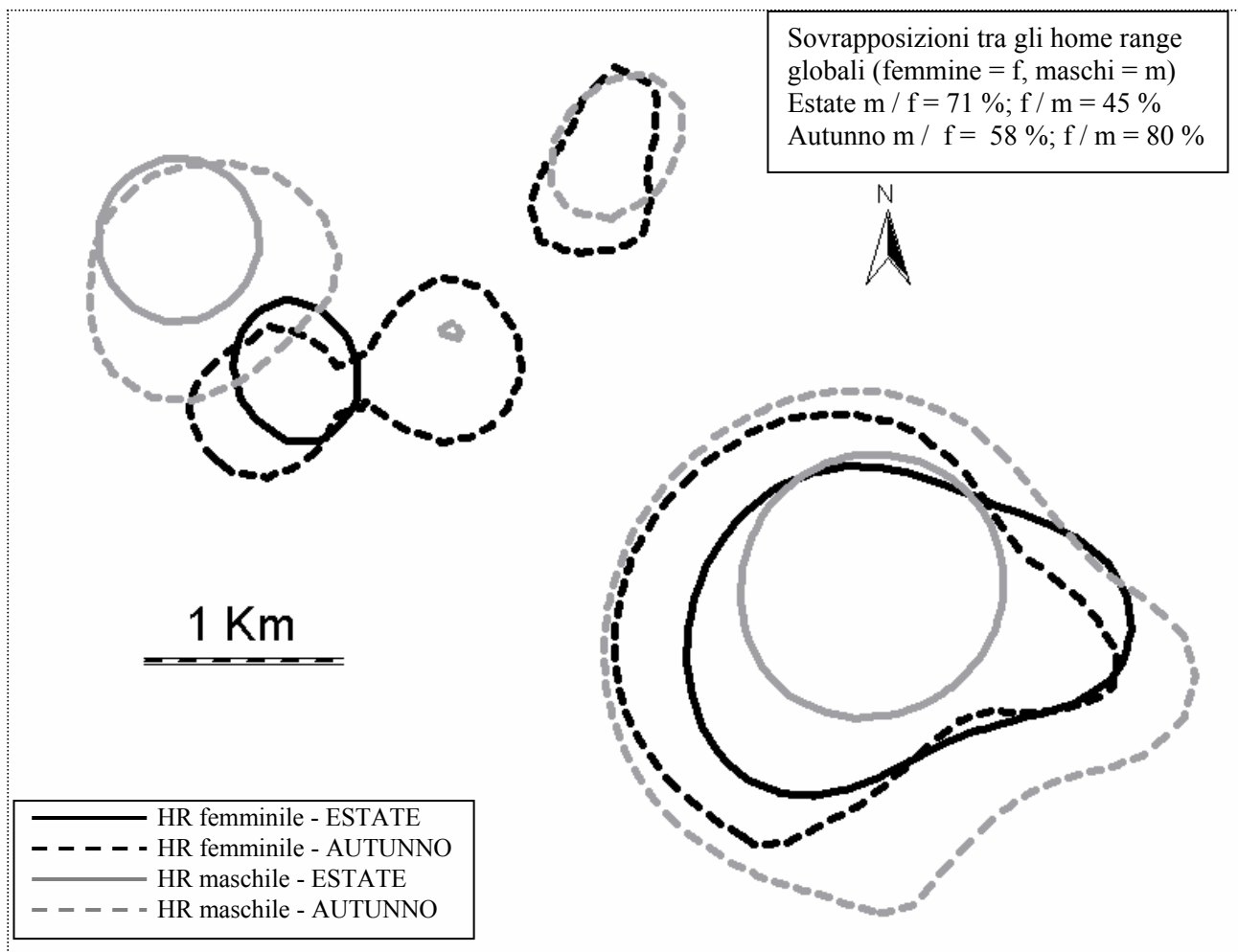


Figura 4.1 – Variazione percentuale mensile della presenza delle tre tipologie di aggregazione individuate all'interno dell'area di studio durante il periodo intensivo di ricerca mirato alla definizione dell'andamento della composizione dei gruppi nell'arco di un intero anno solare.



Cartina 4.1 – Home range globali femminili e maschili registrati in estate ed autunno (Kernel 99% opzione “location”).

Come evidenziato dalle analisi sulla selezione dell’habitat precedentemente riportate (parte seconda), non sono state riscontrate differenze significative tra i due sessi. Le femmine hanno mostrato un uso significativamente differente dei boschi di leccio, e le madri durante il periodo dei parti hanno rivolto le proprie scelte verso la macchia mediterranea, ovvero sia l’habitat che offre ripari idonei agli agnelli durante le prime settimane di vita. Tuttavia, il quadro generale ha rilevato una selezione dell’habitat comparabile tra i due sessi, o quantomeno non abbastanza netta da generare una segregazione sessuale di habitat. Questo è confermato dal fatto che al di fuori del periodo dei parti le femmine ed i maschi hanno mostrato una selezione dell’habitat comparabile, pur permanendo la segregazione sessuale.

Ne deriva come la segregazione sessuale presente nel muflone nell’area di studio sia puramente di tipo sociale, mentre non sono state riscontrate differenze nella scelta delle aree frequentate (segregazione spaziale) nonché differenti strategie nella selezione dell’habitat (segregazione di habitat assente). Studi in corso nell’area di studio saranno mirati a chiarire con maggior dettaglio le cause dell’ontogenesi della segregazione sessuale sociale, rimanendo un fenomeno prevalente nel corso del ciclo biologico annuale, e tuttora poco chiaro non solo nel muflone ma anche in tutti gli ungulati in genere.

## **Bibliografia**

- AEBISCHER, N.J., ROBERTSON, P.A. & KENWARD, R.E. (1993). Compositional analysis of habitat use from animal radio-tracking data. *Ecology*. 74:1313-1325.
- ALADOS, C.L. (1985). Group size and composition of the Spanish ibex (*Capra pyrenaica*) in the Sierras of Cazorla and Segura. In *The biology and management of mountain ungulates*. 134-147. Lovari, S. (Ed.). London: Croom-Helm.
- ALBON, S.D., STAINES, H.J., GUINNES, F. E. AND CLUTTON-BROCK, T.H. (1992). Density dependent changes in the spacing behaviour of female kin in red deer. *J. Anim. Ecol.* 61: 131-137.
- APOLLONIO, M. & MENEGUZ, P. (2003). Il muflone. In: La fauna d'Italia: Carnivori ed Ungulati. *Boitani, Lovari, Vigna. EdS. SCN, Ministero dell'Ambiente*.
- APOLLONIO, M. ET AL. (2005). Carta delle vocazioni faunistiche della Sardegna. *Sottoprogetto 3 : studio relativo agli Ungulati*.
- BAKER, R.R. (1978). The evolutionary ecology of animal migration. *Hodder e Stoughton, London*.
- BARTEN, N.L., BOWYER, R.T. & JENKINS, K.J. (2001). Habitat use by female caribou: Tradeoffs associated with parturition. *J. Wildl. Manage.* 65:77-92.
- BERGERUD, A.T. & PAGE, R.E. (1987). Displacement and dispersion of parturient caribou at calving as antipredator tactics. *Can. J. Zool.* 65:1597-1606.
- BERTRAND, M.R., DENICOLA, A.J., BEISSINGER, S.R. & SWIHART, R.K. (1996). Effects of parturition on home ranges and social affiliations of female white-tailed deer. *J. Wildl. Manage.* 60:899-909.
- BLEICH, V. C., BOWYER, R. T. & WEHAUSEN, J. D. 1997. Sexual segregation in mountain sheep: resources or predation? *Wildlife Monogr*, 134, 1-50.
- BLEICH, V. C., BOWYER, R. T. & WEHAUSEN, J. D. 1997. Sexual segregation in mountain sheep: resources or predation? *Wildlife Monogr*, 134, 1-50
- BON, R. & CAMPAN, R. (1989). Social tendencies of the Corsican moufflon in the Caroux-Espinouse massif (South of France). *Behav Proc.* 19: 57-58.
- BON, R. 1998. Perspective éthologique de l'étude de la ségrégation sexuelle chez les ongulés. *Habilitation à diriger les recherches, Université Paul Sabatier, Toulouse*
- BON, R. 1998. Perspective éthologique de l'étude de la ségrégation sexuelle chez les ongulés. *Habilitation à diriger les recherches, Université Paul Sabatier, Toulouse*
- BON, R., BADIA, J., MAUBLANC, M.L. & RECARTE, J.M. (1993). Social grouping dynamics of Corsican Moufflon during the rut. *Z. Säugetierkd.* 58: 294-301.
- BON, R., JOACHIM, J. & MAUBLANC, M.L. (1995). Do lambs affect feeding habitat use of lactating female mouflons in spring within an area free of predators?. *J. Zool.* 235: 43-51.
- BOSCH, P.C. & SVENDSEN, G.E. (1987). Behaviour of male and female vicuna (*Vicugna vicugna* Molina 1782) as it relates to reproductive effort. *J. Mammal.* 68: 425-429.
- BOSCHI, C. & NIEVERGEN, B. (2003). The spatial patterns of Alpine chamois (*Rupicapra rupicapra rupicapra*) and their influence on population dynamics in the Swiss National Park. *Mammal. Biol.* 68: 16-30.
- BOWYER, R. T. 2004. Sexual segregation in ruminants: definitions, hypotheses, and implications for conservation and management. *J. Mammal*, 85, 1039-1052.
- BRIEDERMANN L. 1991. Reproduction in European Moufflon. *Ongulés/Ungulates* 91, 557-560.
- BRIEDERMANN, L. (1993). Unser Muffelwild: auf meinen Erlebnissen bei Forshung an europäischen Wildschafen. Morschen-Heina: Neumann-Neudamm.
- BURT, W.H. (1943). Territoriality and home range as applied to mammals. *J. Mammal.* 24: 346-352.
- CAMERON G. N. & SPENCER S. R. 1985. Assessment of space-use patterns in the hispid cotton rat (*Sigmodon hispidus*). *Oecologia* 68, 133-139.
- CASSOLA, F. (1985). Management and conservation of the sardinian moufflon (*Ovis musimon* Schreber). An outline. In Lovari S. (ed.): *The biology and management of Mountain Ungulates*, *Croom Helm*. 197-203.

- CIUTI, S., BONGI, P., VASSALE, S. & APOLLONIO, M. (2006). Influence of fawning on the spatial behaviour and habitat selection of female fallow deer (*Dama dama*) during late pregnancy and early lactation. *J. Zool.* 268:97-107.
- CIUTI, S., DAVINI, S., LUCCARINI, S. & APOLLONIO, M. 2003. Variation in home range size of female fallow deer inhabiting a sub-Mediterranean habitat. *Rev Ecol – Terre Vie* 58, 381-395
- CIUTI, S., DAVINI, S., LUCCARINI, S. & APOLLONIO, M. 2004. Could the predation risk hypothesis explain large-scale spatial sexual segregation in fallow deer (*Dama dama*)? *Behav Ecol Sociobiol*, 56, 552-564.
- CLUTTON-BROCK T. H. 1989. Mammalian mating system. *P. Roy. Soc. Lond. B Bio.* 236, 339-372.
- CLUTTON-BROCK, T.H. & GUINNESS, F.E (1975). Behaviour of red deer (*Cervus elaphus*) at calving time. *Behaviour.* 55:287-300.
- CLUTTON-BROCK, T.H. & HARVEY, P.H. (1978): Mammals, resources and reproductive strategies. *Nature.* 273, 191-195.
- CLUTTON-BROCK, T.H., GUINNESS, F. ALBON, S.D. (1982): Red deer: behavior and ecology of two sexes. *Chicago University Press.* Chicago.
- CLUTTON-BROCK, T.H., IASON, G.R., ALBON, S.D. & GUINNESS, F.E. (1982b). Effects of lactation on feeding behaviour and habitat use in wild red deer hinds. *J. Zool.* 198:227-236.
- CORBET, G.B. (1984). The mammals of the palearctic region: a taxonomic review. *Suppl. British Museum National History*
- DAVINI, S., CIUTI, S., LUCCARINI, S. & APOLLONIO, M. 2004. Home range patterns of male fallow deer *Dama dama* in a sub-Mediterranean habitat. *Acta Theriol.* 49, 393-404.
- DUBOIS M., GERARD J.F., MAUBLANC M.L & VITAL F. (1991). Dynamics of spatial occupation by female corsican mouflon (*Ovis ammon*) in a Mediterranean mountain range, southern France. *Oungulès/ungulates.* 91: 305-308.
- DUBOIS M., GERARD J.F., MAUBLANC M.L & VITAL F. 1991. Dynamics of spatial occupation by female corsican mouflon (*Ovis ammon*) in a Mediterranean mountain range, southern France. *Oungulès/ungulates* 91, 305-308.
- DUBOIS M., GERARD J.F., VINCENT JP 1994. Areas of concentrated use within seasonal ranges of Corsican mouflon: Importance of psychophysiological and ecological contexts in their modulation. *Behav proc* 32:163-172
- FESTA-BIANCHET, M. (1988). Nursing behaviour of bighorn sheep: correlates of ewe age, parasitism, lamb age, birthdate and sex. *Anim. Behav.* 36:1445-1454.
- GEIST, V. (1971). Mountain sheep: a study in behaviour and evolution. *The University Chicago Press.* Chicago.
- GHIGI, A. (1917). I Mammiferi d'Italia considerati nei loro rapporti coll'agricoltura. *Natura* VIII:85-137.
- GONZALEZ G. 1985. Les groupes sociaux d'isards et de mouflons, au massif du Carlit (Pyrénées Orientales). *Gibier Faune Sauvage* 4, 85-102.
- GOODSON, N.J., STEVENS, D.R. & BAILEY J.A. (1991). Effects of snow on foraging ecology and nutrition of bighorn sheep. *J. Wildl. Manage.* 55: 214-222.
- HARESTAD A. S. & BUNNELL F. L. 1979. Home range and body weight - a reevaluation. *Ecology* 60, 389-402.
- JENRICH, R.I. & TURNER, F.B. (1969). Measurement of non-circular H.R. *J. Theor. Biol.* 22: 227-237
- JEWELL, P.A. (1966). The concept of home range in Mammal. *Symp. Zool. Soc. Lond.* 18: 85-109.
- KENWARD, R. & HODDER, R.H. (1996). Range V. An analysis system for biological location data. Wareham, UK: Institute of Terrestrial Ecology.
- LENT, P.C. (1974). Mother-infant relations in ungulates. In *The behaviour of ungulates and its relation to management*: 14-54. Geist, V. & Walther, F. (Eds). Morges, Switzerland: Vol. 1 IUCN.

- LEUTHOLD, W. (1977). African ungulates: a comparative review of their ethology and behavioral ecology. New York. *Springer Verlag*.
- LINDSTED, S.L. & CALDER, W.A. (1981). Body size, physiological time, and longevity of homeothermic animals. *Q. Rev. of Biol.* 56: 1-16.
- LINDSTEDT S. L., MILLER B. J. & BUSKIRK S. W. 1986. Home-range, time, and body size in mammals. *Ecology* 67, 413-418.
- LOUDON, A.S.I. (1985). Lactation and neonatal survival of animals. *Symp.Zool. Soc. Lond.* 54: 183-207.
- MACDONALD, D.W., BALL, F.G., HOUGH, N.G. (1980): The evaluation of home range size and configuration using radio tracking data. In: Amlaner C.G. e MacDonald D.W. (eds.), A handbook on biotelemetry and radiotracking, *Pergamon*, Oxford. 405-424.
- MAIN, M. B., WECKERLY, F. W. & BLEICH, V. C. 1996. Sexual segregation in ungulates: new directions for research. *J. Mammal.*, 77, 449-461.
- McClelland, B. E. 1991: Courtship and agonistic behavior in mouflon sheep. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 29,67—85.
- MCNAB B. K. 1963. Bioenergetics and the determination of home range size. *Am Nat* 97, 133-140.
- MECH, L. D. (1983): Handbook of animal radio-tracking. *University of Minnesota press*, Minneapolis.
- MILLER, B. K & LITVAITIS, J. A. 1992. Habitat segregation by moose in a boreal forest ecotone. *Acta Theriol*, 37, 41-50.
- MIQUELLE, D. G., PEEK, J. M. & VAN BALLEMBERGHE, V. 1992. Sexual segregation in Alaska moose. *Wildl monographs*, 122, 1-57.
- MOHR, C.O. (1947): Table of equivalent populations of North American small mammals. *Am. Midl. Nat.* 37: 223-249.
- MUSTONI, A., PEDROTTI, L., ZANON, E., TOSI, G. (2002): "Il muflone" da: Ungulati delle alpi - Biologia-Riconoscimento-Gestione. Nitida immagine editrice. 389-436.
- OZOGA, J. J., VERME, L. S. AND BIENZ, C. S. (1982). Parturition behavior and territoriality in white-tailed deer: impacts on neonatal mortality. *J. Wildl. Menage.* 46: 1-11.
- PFEFFER, P. & GENEST, H. (1967). Biologie comparée d'une population de mouflons de Corse du Parc Naturel du Caroux. *Mammalia*. 33: 165-192.
- PFEFFER, P. (1967). Le Mouflon de la Corse (*Ovis ammon musimon*, Schreber 1782), position systématique, ecologie et ethologie compares. *Mammalia*. 31: 1-262.
- PRIEN, S., PEUKERT, R., & TELLER. (1982). Das Muffelwild. In: Stubbe H. (ed.); *Buch der Hege I*. Berlin. 110-147.
- RUCKSTUHL, K.E. & FESTA-BIANCHET, M (1998). Do Reproductive Status and Lamb Gender Affect the Foraging Behavior of Bighorn Ewes? *Ethology*. 104: 941-954.
- RUCKSTUHL, K.E. & NEUHAUS, P. 2000. Sexual segregation in ungulates: a new approach. *BEHAVIOUR*, 137, 361-377.
- RUDGE, M.R. (1970). Mother and young behaviour in feral goats (*Capra hircus*). *Z.Tierpsychol.* 27: 687-692.
- SAN JOSÉ, C. & BRAZA, F. (1992). Antipredator aspects of fallow deer behaviour during calving season at Doñana National Park (Spain). *Ethol. Ecol. Evol.* 4: 139-149.
- SANDELL M. & LIBERG O. 1992. Roamers and stayers: a model on male mating tactics and mating systems. *Am. Nat.* 139, 177-189.
- SANDELL M. & LIBERG O. 1992. Roamers and stayers: a model on male mating tactics and mating systems. *Am. Nat.* 139, 177-189.
- SCHWEDE, G., HENDRICHS, H. & WEMMER, C. (1993). In Proceedings of the Second International Symposium of Deer Biology: 56-62. Brown, R. (Ed.). New York. *Springer Verlag*.

- SCHWEDE, G., HENDRICH, H. AND MCSHEA, W. (1993). Social and spatial organization of female white-tailed deer, *Odocoileus virginianus*, during the fawning period. *Anim. Behav.* 45: 1007-1017.
- SEIP, D.R & BUNNEL, F.L. (1985). Foraging behaviour and food habits of Stone's sheep. *Can. J. Zool.* 63: 627-633.
- SILVESTRI, A. (1975). Il Muflone sardo. *Ed. Forum*, Forlì. 134 pp.
- SWIHART, R.K., & SLADE, N.A. (1985): Testing for independence of observations in animal movements. *Ecology* 66(4), 1176-1184.
- TUFTO, J., ANDERSEN, R., & LINNELL, J. (1996): Habitat use and ecological correlates of home range size in a small cervid: the roe deer. *J. Anim. Ecol.* 65: 715-724.
- TÜRCKE, F. & SCHMINKE, S. (1965). Das Muffelwild. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- VILLARET, J.C., BON, R. & RIVET, A. (1997). Sexual segregation of habitat by the alpine ibex in the French Alps. *J. Mammal.* 78: 1273-1281.
- WALTHER, R.F. (1968). Verhalten der Gazellen. Wittenberg Lutherstadt, Germany. *A. Ziemsen Verlag*.
- WHITE, G.C., GARROTT, R.A. (1990). Analysis of wildlife radio-tracking data. *Academic press inc.* San Diego.
- WORTON, B.J. (1989). Kernel method for estimating the utilization distribution in home range studies. *Ecology* 70:164-168.