



Foto di copertina
**Un gruppo di stambecchi nel
Parco Nazionale Gran Paradiso**
Foto: PNGP/Alice Brambilla

Foto retro
**Sguardo nella Val Trupchun
nel Parco Nazionale Svizzero**
Foto: SNP/Seraina Campell Andri

CRATSCHLA

Edizione speciale



LO STAMBECCO ALPINO

Storia della ricerca e nuove conoscenze

EDITORIALE

1 LO STAMBECCO IN EUROPA

Bruno Bassano

STORIA

2 SULLA FINE DELLO STAMBECCO

Andreas Zechner

FRUIZIONE

4 DOVE OSSERVARE GLI STAMBECCHI

Alice Brambilla, Seraina Campell Andri

ECOLOGIA

6 CHI È E DOVE VIVE LO STAMBECCO

Alice Brambilla, Flurin Filli

RICERCA

10 STORIA DELLA RICERCA

Bruno Bassano, Seraina Campell Andri

14 DINAMICA DI POPOLAZIONE

Achaz von Hardenberg, Seraina Campell Andri

16 CONSEGUENZE GENETICHE DELLA REINTRODUZIONE

Iris Biebach, Christine Grossen, Lukas Keller

19 LA DIETA DELLO STAMBECCO

Pia Anderwald, Francesca Brivio

21 STRATEGIE INVERNALI

Claudio Signer

24 CAMBIAMENTI NELL'USO DELLO SPAZIO

Ivar Herfindal



LO STAMBECCO IN EUROPA

Lo stambecco delle Alpi, come specie, è arrivato ad un passo dall'estinzione nella metà dell'800. La prova più chiara risiede nel bassissimo valore della sua variabilità genetica media. Oggi tutti conoscono la storia della scomparsa di questa specie da tutte le regioni alpine, dalla Francia alla Slovenia, e un po' ovunque si prospetta come causa del declino l'intervento diretto dell'uomo: una caccia senza freni e senza regole. La ricerca condotta in molti distretti abitati dalla specie ha aperto nuovi fronti d'interpretazione. La dinamica di molte popolazioni alpine è infatti legata in modo diretto all'altezza del manto nevoso. Durante inverni particolarmente nevosi gli spostamenti dei maschi riproduttivi si riducono drasticamente e quindi si riduce il contatto con le femmine in estro e dunque la dispersione genica. Nessun adattamento anatomico alla deambulazione sulla neve si è avuto nella storia di questa specie, a differenza di quanto è accaduto, ad esempio, per il camoscio. L'unica possibilità di sopravvivenza all'inverno è legata alla strategia di accumulare il più possibile grasso durante la bella stagione. Più s'indaga questa specie è più appare evidente che non si è ancora adattata al clima alpino, soprattutto se caratterizzato da grandi precipitazioni nevose.

La progressiva scomparsa di questa specie è avvenuta in un periodo che i climatologi oggi designano con il nome di Piccola Era Glaciale (Little Ice Age, LIA), iniziato intorno al 1300 e terminato nel 1850, in cui i ghiacci hanno raggiunto la loro massima estensione nell'emisfero settentrionale nel passato prossimo. Relegati alla periferia dei villaggi, respinti dalla neve e dai ghiacci, gli stambecchi residui non hanno avuto scampo e, forse, si sono salvati sulle Alpi Italiane non perchè erano meno accessibili per l'uomo, ma perchè erano meno fredde e meno innevate.

Non sapremo forse mai le vere ragioni delle estinzioni locali, ma quello che la storia ci insegna è che abbiamo di fronte una specie difficile da conservare, con una scarsa variabilità genetica ed ecologicamente molto sensibile.

Come apparente paradosso, negli ultimi decenni, alcune popolazioni alpine, anche protette, hanno iniziato a declinare, in una fase caratterizzata da un forte e dimostrato riscaldamento globale anche del clima delle Alpi. Questa contraddizione apparente in realtà conferma la dipendenza della specie dalla neve: in assenza d'inverni rigidi, la sopravvivenza degli adulti si incrementa in modo sensibile e le popolazioni, prive di regolazione, invecchiano. Per trarre il massimo insegnamento da questa storia tutti dovremo sentirci motivati ad approfondire le nostre conoscenze sulla biologia e sull'eco-etologia di questo simbolico e splendido animale. Al primo posto in questa missione sono chiamate le aree nazionali protette che devono fungere non solo da «santuari» per la sua protezione, ma anche come laboratori di studio e di ricerca scientifica, in cui intraprendere indagini impostate e mantenute sul lungo periodo.

Bruno Bassano

Servizio sanitario e della ricerca scientifica, Parco Nazionale Gran Paradiso,
Via della Rocca 47, I-10123 Torino



Le opportunità non hanno confini.

Editore Parco Nazionale Svizzero, Parco Nazionale Gran Paradiso e Interreg Italia-Svizzera. Redattrice della edizione Seraina Campell Andri, PNS. Lettorato e traduzione Reinhold Ferrari, ALPS-LaRete, Seraina Campell Andri, SNP. Impostazione, composizione e riproduzione fotografia DUPLEX DESIGN GMBH, Basel. Stampa, fornitura e spedizione Galledia, Flawil. Carta LuxoArt Silk FSC MIX IMO-COC-028666. Redazione Parco Nazionale Svizzero, Centro del Parco Nazionale, 7530 Zerne, Telefono 081 851 41 11, Telefax 081 851 41 12, www.nationalpark.ch, info@nationalpark.ch. Pubblicazione realizzata con fondi INTERREG ITALIA-SVIZZERA, progetto GREAT.

SULLA FINE DELLO STAMBECCO

Negli ultimi secoli lo stambecco ha vissuto vicissitudini varie e travagliate che lo hanno portato al limite dell'estinzione. Mentre nel medioevo era ancora piuttosto diffuso in gran parte delle Alpi, agli inizi dei tempi moderni le sue popolazioni hanno subito un drastico calo.

Andreas Zechner

Accanto alla riduzione del suo habitat per mano dell'uomo e dell'allevamento, e a causa delle condizioni climatiche avverse durante la cosiddetta *Piccola Era Glaciale* (*Little Ice Age*, LIA), il destino dello stambecco è stato segnato soprattutto dalla sempre maggior diffusione delle armi da fuoco. È divenuto preda ambita innanzitutto a causa del potere taumaturgico attribuito a tutte le parti del suo corpo. In epoca barocca, in particolare, il corno dello stambecco o il bezoario, ma anche la pelle, il sangue e perfino le feci venivano trasformati in medicinali messi in vendita in apposite farmacie.

CRONOLOGIA DI UN'ESTINZIONE

Dal XVI secolo in poi in tutto l'arco alpino si osserva un calo costante delle popolazioni di stambecchi. Nel Canton Glarona l'ultimo maschio di stambecco era caduto già nel 1550, nella zona del Gottardo nel 1580. All'epoca lo stambecco era scomparso anche da ampie zone dell'Austria e dell'Alto Adige e nel 1574 su tutte le terre ereditarie della corona d'Asburgo non era più possibile avvistare uno stambecco. Nell'Engadina questa specie era stata completamente sterminata verso la metà del XVII secolo e nel 1661, infine, anche in tutta la Svizzera centrale. Attorno al 1710 è datata la



Fig. 1 Facsimile di un libro di ricette, Augsburg 1719

fine dell'ultima colonia delle Alpi orientali, nello Zillertal interna, in Tirolo, che all'epoca era di proprietà dell'arcivescovo di Salisburgo. A tutt'oggi non è chiaro se qui vivessero gli ultimi esemplari di una sottospecie di stambecco delle Alpi orientali. Nelle regioni di alta montagna delle Alpi occidentali, fra cui il Vallese, lo stambecco ha potuto sopravvivere più a lungo. Ma anche qui l'ultimo maschio sembra essere stato abbattuto all'inizio del XIX secolo sulla Dent Blanche. In tutto l'arco alpino era ormai sopravvissuta un'unica colonia nel nordovest dell'Italia, sul Gran Paradiso. Sotto la protezione del casato dei Savoia fu possibile conservare una popolazione residua di circa 100 capi da cui, in definitiva, discendono tutti gli stambecchi alpini oggi viventi.

NUOVE CONOSCENZE SULLA FINE DELLO STAMBECCO NELLE ALPI ORIENTALI

Il momento dell'estinzione è abbastanza ben ricostruibile nelle diverse regioni delle Alpi. Ma poco si sa delle ragioni che hanno condotto a questa estinzione caso per caso. Un progetto di ricerca dell'Università di Salisburgo si sta occupando della fine dell'ultima popolazione autoctona di stambecchi delle Alpi orientali nello Zillertal. Già nel XVII secolo gli arcivescovi di Salisburgo emanarono norme rigorose a protezione e per la conservazione di questa pregiata specie selvatica. Queste norme comprendevano divieti di accesso e di monticazione con severe sanzioni per il bracconaggio fino alla pena della «galera», e cioè la condanna a diventare remieri sui vascelli. Inizialmente tutte queste misure parvero coronate da successo; le fonti dell'epoca, infatti, parlano di un incremento della popolazione di stambecchi nello Zillertal da 135 capi nel 1683 a 180 nell'anno 1694. Non più tardi dell'inverno 1710/11, tuttavia, la colonia cessa di esistere.

Per molto tempo non è stato possibile spiegare l'estinzione improvvisa della popolazione dello Zillertal. Recenti ricerche tuttavia hanno individuato un nesso fra il declino della colonia e un piano ambizioso dell'ultimo proprietario della riserva di caccia, l'arcivescovo di Salisburgo Johann Ernest Conte di Thun (1687-1709). Per far crescere la popolazione di stambecchi sul suo territorio ordinò la costituzione di un'altra colonia nel Tennenengebirge, a sud della città di Salisburgo. Fece catturare nello Zillertal gli stambecchi destinati al trasferimento.

In questo modo, fra il 1696 e il 1706 dalla popolazione dello Zillertal vennero prelevati almeno 68 stambecchi (24 maschi, 28 femmine e 16 piccoli).



Fig. 2 Corno di stambecco usate come ritone 1740 circa

Complessivamente deve essersi trattato di circa 100 individui in quanto non per tutti gli anni è documentato il numero esatto di animali catturati. Questa eccessiva riduzione della popolazione avrebbe quindi portato a un indebolimento permanente della colonia dello Zillertal, che non venne però ancora cancellata completamente. Per questo c'era bisogno di un ulteriore fattore che doveva essere di natura sovraregionale. In realtà un solo anno prima della segnalazione dell'estinzione dello stambecco nello Zillertal, anche il «trasloco» nel Tennenengebirge si rivelò un fallimento totale.

Il sospetto cade su uno degli inverni più rigidi degli ultimi 500 anni, quello del 1708/09, che riservò ad ampie parti dell'Europa temperature artiche e abbondanti precipitazioni nevose. Ad ogni apparenza, questo inverno particolarmente rigido diede il colpo mortale all'ultima popolazione autoctona di stambecchi delle Alpi orientali, già indebolita negli anni precedenti da un numero eccessivo di catture.

Andreas Zechner, Fachbereich Geschichte, Universität Salzburg, Erzherzog Eugen Str. 24, A-5020 Salzburg

Due esperti suggeriscono DOVE OSSERVARE GLI STAMBECCHI

Alice Brambilla, Seraina Campell Andri

VALLONE DI LEVIONAZ (VALSAVARENCHÉ) – ULTIMO ASILO DEGLI STAMBECCHI

A chi vuole vivere una giornata alla scoperta dello stambecco nel luogo speciale dove si è salvato dall'estinzione e dove ancora oggi è studiato e protetto, non si può che consigliare un'escursione nel vallone di Levionaz. L'inizio del sentiero, ben tracciato e facilmente percorribile, si trova nei pressi di Eau Rouse, piccola frazione di Valsavarenche. Dopo circa un'ora e mezza di cammino, durante il quale ci si può soffermare a leggere i pannelli informativi sulla biologia e le abitudini dello stambecco, si raggiunge il casotto dei Guardaparco a quota 2300 m. Proseguendo per pochi metri sul sentiero il vallone di Levionaz si apre agli occhi dei visitatori come una piccola e preziosa valle incantata. Secondo il periodo in cui si visita Levionaz sarà possibile avvistare gli animali in zone diverse. Ai primi escursionisti che vi si avventurano agli inizi di giugno, spetterà lo spettacolo più appagante: gli stambecchi pascolano tranquilli nella piana del vallone.

Levionaz è un'area di studio intensivo dello stambecco e la maggior parte degli animali che s'incontrano sono marcati. Questo consente ai ricercatori di riconoscere gli animali individualmente e di seguirli negli anni raccogliendo preziose indicazioni sull'e-

cologia di questa specie. Con l'avanzare dell'estate e l'aumento delle temperature le ore di attività degli stambecchi si riducono e si concentrano prevalentemente al mattino poco dopo l'alba e la sera intorno al tramonto. Anche i pascoli frequentati cambiano e per osservare gli animali bisogna avventurarsi a quote più elevate fino a Levionaz di Sopra (2700 m) o nei valloni di Lauson e Timorion. Lo spettacolo degli stambecchi al tramonto che corrono in gruppo facendo giravolte e scornandosi giocosamente per raggiungere una delle saline rifornita dai guardaparco ripaga però senza dubbio la fatica di raggiungere queste quote. Se invece visitate il Parco in inverno o agli inizi della primavera, un luogo idoneo a osservare gli stambecchi è nei pressi della frazione di Tignet, a poche centinaia di metri dal capoluogo di Valsavarenche. Qui in primavera si radunano i primi gruppi di maschi ed è possibile talvolta osservare alcuni individui già durante l'inverno.

FUORCLA TRUPCHUN – IL PARADISO DEGLI STAMBECCHI

La Fuorcla Trupchun – un'impareggiabile escursione attraverso due parchi nazionali: il Parco Nazionale dello Stelvio e il Parco Nazionale Svizzero. Questo passo è raggiungibile da due punti di partenza: da Livigno, attraversando l'affascinante Valle del Saliente con il suo frastagliato paesaggio di alta montagna, oppure da S-chanf attraverso la Val Trupchun, l'arena dei cervi per eccellenza nelle Alpi, prescelta da molti escursionisti del parco nazionale. La Fuorcla Trupchun offre uno splendido panorama su entrambi i versanti. Quest'area è nota per la presenza di numerosi stambecchi.

Nella Val Trupchun gli stambecchi si fanno spesso ammirare lungo i fianchi erbosi sul lato orografico destro, le cosiddette Spedlas (spalle): se ne contano ben cinque. Spesso questi animali sono talmente ben mimetizzati, soprattutto quando sono sdraiati, da rendere impossibile l'individuazione della loro presenza. Anche gli stambecchi si sono accorti che il sentiero,



Casotto dei Guardaparco nel Parco Nazionale Gran Paradiso

talvolta frequentato dagli escursionisti, è il giaciglio ideale. Perciò si adagiano nelle zone piane del sentiero e gioiscono poco quando il turista si avvicina. Gli stambecchi sono esseri mansueti, anche se talvolta abbassano le corna in maniera provocatoria. La Valle del Saliente offre una buona prospettiva di osservazione degli stambecchi, presso la Stretta, sul versante sinistro della vallata. Attaccati alle pareti rocciose, si possono osservare stambecchi giovani e vecchi insieme.

In inverno questa specie dalle lunghe corna trova il suo habitat ideale sul versante est, a Il Motto, in Italia.

Durante la stagione calda gli animali salgono ad altitudini superiori e trovano nelle folate di vento delle creste il fresco che desiderano. Durante le giornate bollenti della piena estate, gli stambecchi sono spesso visibili sulla cresta ventosa del Piz Chaschauna o in zone ombreggiate – nella maggior parte dei casi sdraiati, occupati a ruminare.

Alice Brambilla, Dipartimento di scienze della terra e dell'ambiente, Università di Pavia, Via Ferrata 9, I-27100 Pavia

Seraina Campell Andri, Parc Naziunal Svizzer, Chastè Planta-Wildenberg, CH-7530 Zernez



Il vallone di Levionaz nel Parco Nazionale Gran Paradiso



Sguardo nella Valle del Saliente vicino al Parco Nazionale Svizzero



Sguardo dalla Fuorcla nella Val Trupchun nel Parco Nazionale Svizzero

CHI È E DOVE VIVE LO STAMBECCO

Lo stambecco alpino è un ungulato di grandi dimensioni che popola le montagne di tutto l'arco alpino. È uno dei più noti e amati tra gli animali che abitano gli ambienti di alta quota ed è facilmente riconoscibile per le grandi corna che rendono il suo profilo, stagliato contro il cielo delle vette montuose, praticamente inconfondibile. Sebbene l'attuale areale di distribuzione dello stambecco sia esteso all'intero arco alpino, la sua presenza sul territorio è ancora molto frammentata; le popolazioni attuali sono spesso isolate e ciò impedisce scambi d'individui tra le colonie.

Alice Brambilla, Flurin Filli



Foto: SNPI/Hans Lozza

Uno stambecco in primavera

DISTRIBUZIONE

La causa della distribuzione frammentata di questa specie va ricercata nella sua storia recente: tutte le colonie attuali, infatti, eccetto la popolazione presente intorno al massiccio del Gran Paradiso (Italia), sono frutto di operazioni di reintroduzione. Lo stambecco era ampiamente diffuso su tutte le Alpi fino al 17° secolo. La progressiva scomparsa di questa specie è avvenuta in un periodo che i climatologi oggi designano con il nome di *Piccola Era Glaciale (Little Ice Age, LIA)*. Anche l'avvento delle armi da fuoco ha causato una rapida diminuzione delle sue popolazioni sino quasi ad arrivare all'estinzione della specie. Uno studio effettuato alla fine degli anni '70 ha stimato che nel 18° secolo fossero rimasti meno di 100 esemplari di stambecco tutti localizzati nella zona del Gran Paradiso. La popolazione del Gran Paradiso fu soggetta a protezione dal 1821 ed è tuttora tutelata grazie all'istituzione, nel 1922, del primo Parco Nazionale Italiano: il Parco Nazionale Gran Paradiso (PNGP). Proprio da questa popolazione, sin dagli inizi del 1900, alcuni individui furono prelevati e poi rilasciati prima in Svizzera e in seguito sul resto delle Alpi consentendo di salvare la specie dall'estinzione. Attualmente alcune delle colonie vivono all'interno di parchi nazionali (solo per citarne alcuni: Parc Naziunal Svizzer (CH), Parc National du Mercantour (FR), Parc National de la Vanoise (FR), Nationalpark Hohe Tauern (AT), Triglavski Narodni Park (SI), mentre altri risiedono in aree protette di minori dimensioni o in territori liberi da vincoli protezionistici. La regolamentazione della caccia a questa specie è molto varia e cambia in ogni paese d'Europa: si va dalla protezione totale con divieto assoluto di caccia fino addirittura alla gestione venatoria all'interno delle aree protette consentita in alcuni paesi.



Foto: SNPI/Hans Lozza

Una femmina di stambecco con il suo piccolo

BIOLOGIA

Lo stambecco è un animale forte e possente, i maschi adulti possono arrivare a pesare più di 120 kg nel periodo autunnale mentre le femmine sono più piccole e da adulte pesano massimo 55 a 60 kg. Nonostante la sua grande mole, lo stambecco è un agile arrampicatore, la speciale conformazione dello zoccolo lo rende capace di ripararsi su pareti rocciose quasi verticali in caso di pericolo. Le femmine, specialmente nel periodo dei parti, prediligono piccoli spazi erbosi in prossimità di pareti scoscese dove, in caso di pericolo, possono facilmente cercare riparo assieme ai piccoli che pochi minuti dopo la nascita sono già molto agili e in grado di seguirle ovunque. I maschi invece, che temono meno pericoli grazie alle loro grandi dimensioni, si osservano spesso pascolare tranquilli nelle vaste praterie di alta quota.

Come accade per molte specie alpine, la vita dello stambecco è scandita dalle stagioni: in primavera, quando la neve inizia a sciogliersi, i maschi cominciano a riunirsi in gruppi nei pascoli di bassa quota; anche le femmine vanno in cerca dei primi prati liberi

dalla neve ma tendono sempre a rimanere in zone più riparate e meno accessibili. In questa stagione si possono talvolta incontrare gruppi misti di maschi e femmine, cosa che non accade normalmente nel resto dell'anno. Le femmine talvolta vengono avvistate ancora in compagnia dei capretti nati durante l'estate precedente. Con l'avanzare della primavera e l'avvicinarsi dell'estate, anche i maschi salgono in quota seguendo il progressivo scioglimento della neve e il rinverdersi dei pascoli. Lo stambecco infatti mal sopporta le temperature elevate e, non riuscendo a termoregolare autonomamente, tende a stazionare a quote diverse in base alle temperature. Il mese di giugno è caratterizzato dalle nascite dei capretti; con l'approssimarsi del parto, le femmine gravide si isolano dalle altre femmine cercando luoghi riparati ed inaccessibili per dare alla luce i capretti in sicurezza. Solo qualche giorno dopo il parto si riuniscono nuovamente alle altre femmine formando gruppi che rimangono abbastanza costanti per tutta l'estate.



Foto: SNP/Hans Lorz

Una femmina di stambecco dimostra le sue capacità di arrampicata

COMPORTEMENTO

I maschi invece sono caratterizzati da una socialità che è definita *fission-fusion*, cioè sono spesso riuniti in gruppi la cui composizione è molto dinamica e cambia in continuazione. L'elemento che sembra influire maggiormente sulla composizione dei gruppi è l'età con i maschi che tendono ad associarsi più spesso in gruppi composti di animali della stessa classe d'età, anche se ancora molte sono le cose da scoprire in quest'ambito. La primavera è anche caratterizzata dall'inizio delle interazioni agonistiche tra maschi che cercano di stabilire in anticipo le gerarchie di dominanza: queste saranno poi mantenute fino al periodo riproduttivo invernale consentendo ai maschi un notevole risparmio energetico in una stagione sfavorevole come l'inverno.

L'attività principale della stagione primaverile-estiva, che lo stambecco deve sfruttare al meglio per accumulare sufficienti risorse per superare l'inverno, è il foraggiamento. Quasi tutte le ore di attività, preva-

lentamente concentrate intorno all'alba e al tramonto, vengono, infatti, spese pascolando. Nelle ore centrali della giornata invece, quando le temperature si alzano, gli stambecchi riducono il livello di attività per evitare il surriscaldamento e si coricano a ruminare cercando il fresco a quote elevate, riparandosi all'ombra di grossi massi o dentro anfratti nelle pareti rocciose. In autunno gli stambecchi raggiungono le massime dimensioni corporee, dopo aver accumulato grasso per tutta l'estate, sono pronti ad affrontare il rigido inverno alpino.

RIPRODUZIONE

Prima però di poter concentrare tutti gli sforzi per la sola sopravvivenza invernale un'altra grande fatica li attende: dicembre e gennaio sono, infatti, i mesi della stagione riproduttiva. Maschi e femmine si riuniscono nuovamente e per qualche settimana si possono osservare corteggiamenti, combattimenti tra maschi e accoppiamenti.

Il sistema riproduttivo dello stambecco è tradizionalmente definito poligenico con difesa delle femmine: ogni maschio tende ad accoppiarsi con più femmine, ma solo i grossi maschi dominanti che riescono a difendere le femmine dal corteggiamento degli altri maschi riescono realmente a riprodursi. Sono state descritte due strategie principali di corteggiamento: il *tending*, messo in atto dai grossi maschi dominanti che controllano la femmina impedendo agli altri maschi di avvicinarsi e il *coursing*, in cui maschi giovani e agili sfruttano i rari momenti in cui le femmine non sono controllate e cercano di accoppiarsi *in corsa*.

La descrizione di queste due strategie e i primi risultati sulla paternità ottenuti da analisi genetiche dei capretti stanno cominciando a mettere in discussione la tradizionale convinzione per cui siano solo i grossi vecchi maschi a potersi riprodurre. Le fatiche della stagione riproduttiva e il rigido inverno sono tra le principali cause di mortalità dello stambecco. Contrariamente a quanto si pensi, infatti, questa specie non è ben adattata agli inverni nevosi caratteristici delle Alpi: la sua corporatura pesante le rende molto dispendioso e difficile incedere sui pendii innevati in cerca di cibo e, verso la fine dell'inverno, non è infrequente osservare individui stremati che si muovono a stento sprofondando ad ogni passo nella neve. In questo periodo i gruppi tendono a separarsi e gli individui sopravvissuti all'inverno si riuniranno solo con l'inizio della primavera successiva e del nuovo ciclo annuale.

USO DELLO SPAZIO

Lo stambecco è un animale abbastanza confidente e facile da osservare, gli incontri in quota sono spesso occasione di grande soddisfazione per fotografi ed escursionisti. Gli animali all'interno delle aree protette mostrano spesso un minor timore dell'uomo a riprova dell'importanza fondamentale della protezione della natura. È tuttavia opportuno ricordare che una maggior confidenza degli animali non significa che ci si possa avvicinare loro sempre di più: è fondamentale mantenere dagli animali distanze tali da non disturbarli nelle loro attività e attenersi scrupolosamente ai regolamenti delle aree protette. Le diverse fasce altitudinali occupate durante l'anno rendono possibile l'osservazione degli stambecchi da parte di tutti, alpinisti esperti e semplici visitatori giornalieri. Per

osservare al meglio questi animali però è opportuno seguire alcuni accorgimenti: come la maggior parte degli animali selvatici in piena estate anche lo stambecco è attivo solo in alcuni momenti della giornata. Per individuare facilmente gli animali e osservarli mentre pascolano o interagiscono è consigliabile arrivare nei punti di osservazione al mattino presto o al pomeriggio verso l'imbrunire; più difficile è trovarli sotto il sole cocente di mezzogiorno e anche nel caso riuscite ad avvistarli, probabilmente, li troverete immobili che dormono all'ombra di qualche masso.

Alice Brambilla, Dipartimento di scienze della terra e dell'ambiente, Università di Pavia, Via Ferrata 9, I-27100 Pavia

Flurin Felli, Parc National Suisse, Chastè Planta-Wildenberg, CH-7530 Zermes

Un gruppo di stambecchi maschi interagiscono per stabilire la gerarchia



Foto: PNGP/Alice Brambilla

STORIA DELLA RICERCA

Due parchi studiano lo stambecco

Progetti di ricerca sullo stambecco sono effettuati in entrambi i parchi, Parco Nazionale Svizzero e Parco Nazionale Gran Paradiso, sin dalla loro istituzione. I progetti si occupano di vari temi come la genetica, le malattie, l'ecologia della riproduzione, le strategie di sopravvivenza invernale, l'uso dello spazio e l'alimentazione.

Bruno Bassano, Seraina Campell Andri

LA RICERCA NEL PARCO NAZIONALE SVIZZERO

Già nel lontano 1904 diversa gente si era preoccupata dell'idea di istituire una grande area protetta. Dopo un attento esame della situazione, l'area attorno al Passo del Forno – grazie alla sua posizione remota e alla ricchezza della fauna e flora – si rivelò la più adatta. Il 1° agosto 1914 venne costituito il Parco Nazionale Svizzero (PNS). Il PNS è un'oasi naturale nel cuore delle Alpi. Da quasi 100 anni animali, piante, habitat e processi naturali sono protetti dall'impatto antropico. Qui la natura può dispiegarsi in piena libertà – l'uomo è relegato in secondo piano, testimone di processi dinamici che conferiscono a questo paesaggio alpino il suo carattere inconfondibile.

La ricerca scientifica permette la comprensione dei processi naturali. Il Parco Nazionale è un grandioso laboratorio all'aperto, in cui possiamo osservare come la natura si sviluppa senza l'intervento dell'uomo. Al centro di tutto c'è la comprensione delle dinamiche naturali. Scienziati provenienti da diverse istituzioni di ricerca utilizzano questo eccezionale laboratorio all'aperto per favorire i processi conoscitivi sullo sviluppo delle specie e sui cambiamenti degli habitat alpini. L'impatto umano ridotto al minimo e l'attività di ricerca sviluppata negli anni da generazioni di scienziati offrono le condizioni ideali per approfondire le discipline scientifiche più diverse. I dati storici del Parco Nazionale, risalenti a molti anni fa, sono unici ed eccezionali e ne mettono in risalto l'importanza come luogo di ricerca di grande interesse.

CENSIMENTI COME BASE DI DATI PER NUMEROSI STUDI

Le prime aree destinate ad osservazioni permanenti sono state istituite già nel 1917 e, da allora, vengono costantemente monitorate e documentate. La reintroduzione dello stambecco nel PNS è stato uno degli



Uno stambecco alla ricerca di cibo

obiettivi fin dalla sua costituzione. Dopo i primi rilasci negli anni '20 e '30 del secolo scorso iniziarono i censimenti, che proseguono fino ai nostri giorni. Questa base di dati è stata il fondamento per numerosi studi sulla dinamica delle popolazioni di stambecco delle Alpi in condizioni naturali (FILLI 2002, SÆTHER et al. 2002) ed è stata ulteriormente sviluppata per predire scenari futuri della popolazione svizzera di questa specie (SÆTHER & FILLI 2007, GRÖTAN et al. 2008). Nonostante questo è passato parecchio tempo prima

Una femmina di stambecco con i piccoli sta riposando e ruminando



che – negli anni '60 del secolo scorso – l'ex Presidente della commissione del Parco Nazionale pubblicasse uno primo studio sull'utilizzo degli habitat da parte dello stambecco (NIEVERGELT 1966) e promuovesse un'altra serie di ricerche sull'etologia (WIRZ 1991, CATANIA 1995) e sull'ecologia (HOFMANN & NIEVERGELT 1972, STAUFFER 1988, BOLLMANN 1989, ZIMMERMANN 1990, HEMMI 1991, BRANDT 1992, SCHATANEK 1992, HEGGLIN 1996). Da questi studi risulta che in estate lo stambecco predilige soprattutto le altitudini superiori ed in inverno/inizio primavera quelle inferiori. La scelta dell'habitat dipende da vari fattori, fra cui l'esposizione, l'inclinazione, l'altezza sul livello del mare e la copertura nevosa.

DANNI DEL BOSCO COME FONTE DI CONFLITTO

Sono stati esaminati anche problemi di gestione (NIEDERBERGER 1992, WÜST 1996, FILLI 2002). Danni boschivi nell'Alta Engadina hanno dato luogo a conflitti e ad un monitoraggio attento della colonia SNP/Albris. Ne sono nati contributi sull'impatto dello stambecco sul patrimonio forestale (FEUERSTEIN 1996, ABDERHALDEN 2005, THEUS 2006), sull'utilizzo degli habitat (ROCHAT 1996) e sulla segregazione sessuale. Queste ricerche hanno messo in evidenza migrazioni fino a 20 chilometri dai quartieri estivi a quelli invernali. Nel periodo da giugno ad ottobre si possono osservare quasi esclusivamente gruppi di maschi e gruppi di femmine con i piccoli.

QUALE È LA DIETA DELLO STAMBECCO?

Recentemente è stata pubblicata una serie di lavori sull'alimentazione e sulle risorse trofiche degli stambecchi (RUCKSTUHL et al. 2001, GRIGNOLIO et al. 2003), effettuate anche nel SNP (ZINGG 2009) e contenenti comparazioni con il camoscio (TRUTMANN

2009). L'alimentazione degli stambecchi è per il 70% composta da graminacee. In inverno e in primavera la dieta contiene una grossa percentuale di ciperacee, mentre in estate si nutrono soprattutto di erbe dicotiledoni.

La dominanza sociale è un aspetto fondamentale nell'ecologia evolutiva dei mammiferi poliginici (BERGERON et al. 2010, WILLISCH & NEUHAUS 2010, TETTAMANTI 2011). Attualmente ci si concentra in particolare sui temi della genetica delle popolazioni (KELLER et al. 2012), sull'impatto del clima (Grötan et al. 2008), sulle interazioni con la vegetazione e la predazione (GRIGNOLIO et al. 2007). Si tratta peraltro di temi che oggi sono, e in futuro saranno, i principali filoni di ricerca nel SNP.

LA RICERCA NEL PARCO NAZIONALE GRAN PARADISO

Il Parco Nazionale Gran Paradiso (PNGP) è stato istituito nel dicembre del 1922. A sostegno delle ragioni istitutive del Parco, gli uomini di scienza dell'epoca elencavano le valenze zoologiche, botaniche e geologiche dell'area protetta, fornendo una prima rappresentazione delle tematiche che, in futuro, sarebbero state oggetto di ricerca.

Negli anni '30 la commissione che gestiva il neonato parco incaricava valenti zoologi piemontesi, su tutti, il Prof. Enrico Festa, di studiare la fauna presente nell'area protetta. Si trattava di descrizioni critiche delle peculiarità zoologiche del Gran Paradiso, con il rilievo delle specie presenti e di quelle che erano scomparse (ad esempio: Gipeto, Lupo, Lince).

LA DINAMICA DELLA CRESCITA DEL CORNO

Le prime indagini sullo stambecco risalgono agli anni '50 con descrizioni scientifiche sulla specie, sulle malattie e sui parassiti (GOIDANICH 1951, BISBOCCI & GUARDA 1959, BARASA 1963 & 1968). Lavori poco valorizzati e conosciuti, ma di grande rilievo, se riletti in chiave di studio della *life history*. Barasa, oltre 40 anni fa, già aveva descritto la dinamica della crescita del corno dello stambecco, distinguendo tra maschi e femmine e, soprattutto, rilevando il meccanismo dell'arresto tardivo (late maturation) della crescita corporea nel maschio di stambecco (che termina di crescere intorno all'8° anno di età). Questi rilievi sono stati ripresi anni dopo e i risultati di allora sono stati confermati, anche se riletti in chiave più approfondita.



Foto: SNP/Seraina Campell Andri

Stambecco marcato riposa al sole

PROGETTI DI REINTRODUZIONE IN EUROPA

Gli anni '70 e '80 hanno visto crescere l'interesse per lo studio dell'eco-etologia e dell'eco-patologia dello stambecco, con le ricerche, in particolare, del Prof. Paolo Durio, e del gruppo del Prof. Teresio Balbo, entrambi dell'Università di Torino. Ma, per il parco, questi sono stati gli anni soprattutto delle grandi reintroduzioni: decine di stambecchi sono stati catturati e traslocati in diverse aree dell'Arco Alpino Italiano ed Europeo, ponendo le basi per il grande recupero di questa specie e per la sua piena conservazione. Quelle catture hanno visto protagonisti il parco, le sue guardie e, soprattutto, l'allora ispettore sanitario, dott. Vittorio Peracino, che ha dedicato la sua esisten-

za professionale a questo scopo, rendendo possibile la redistribuzione dello stambecco in tutta Italia e ponendo le basi per la futura ricerca a lungo termine su questa specie.

Sullo stimolo impresso da Peracino sulle tecniche di cattura, esclusivamente basate sulla tele-sedazione, e quindi sulla possibilità di manipolare animali in grandi numeri e con un impatto pressoché nullo sulla loro sopravvivenza, si sono potute attivare aree di studio a lungo termine su questa specie. Questo, ovviamente, in collaborazione con ricercatori di Università italiane e straniere che, attratti dalla possibilità di seguire animali marcati, hanno iniziato a produrre quantità importanti di lavori scientifici, pubblicati su riviste internazionali di rilievo.

LA RICERCA OGGI

La ricerca sullo stambecco nello PNGP è oggi basata su due aspetti fondamentali: la raccolta periodica di dati operata dal personale di sorveglianza, censimenti esaustivi biennali compresi, e l'indagine di lungo periodo su un cospicuo numero di animali marcati, con marchi auricolari o radio-collari (VHF o GPS). Dalla serie storica dei censimenti biennali, che dura dal 1956, sono emersi dati importanti sull'ecologia di popolazione di questa specie, che hanno rilevato la sua sensibilità alle variazioni del clima e, in particolare, all'altezza del manto nevoso che, con un effetto amplificato dalla densità, è in grado di spiegare oltre l'80% delle fluttuazioni annuali della popolazione dello PNGP (JACOBSON et al. 2004, JACOBSON et al. 2006, BASSANO et al. 2007 a & b, MIGNATTI et al. 2012). Il clima è risultato essere responsabile anche del declino registrato nella stessa popolazione negli ultimi decenni, dal 1993 ad oggi, legato alla caduta della sopravvivenza dei capretti di stambecco, a sua volta correlata con le variazioni della fenologia della vegetazione sui pascoli alpini, desunta in base all'analisi di indici satellitari (NDVI, PETTORELLI et al. 2007).

Stime di densità e raccolta periodica di reperti biologici e dei crani di tutti gli stambecchi deceduti nel parco hanno permesso di incrementare anche le conoscenze sui legami tra variabilità genetica e *life history* individuale. Emerge, innanzi tutto, l'estrema fragilità di questa specie, legata alla sua bassissima variabilità genetica media, tra le più basse descritte nelle specie di mammiferi oggi viventi (MAUDET et al. 2002). Le corna, insieme al peso corporeo, rappresentano un elemento di grande utilità per comprendere la qualità dell'individuo, gli effetti genetici età-dipendenti (VON HARDENBERG et al. 2007), per predire la storia di

vita individuale (VON HARDENBERG et al. 2004) e la longevità dei maschi (BERGERON et al. 2008). Il peso corporeo e la lunghezza delle corna sono stati analizzati (BASSANO et al. 2003, BERGERON 2007) e da indagini comportamentali risulta che il peso corporeo del maschio, piuttosto che la dimensione delle sue corna, condiziona la gerarchia, stabilita con intensi scontri fisici (BERGERON et al. 2010).

COMPORTEMENTO RIPRODUTTIVO E LIFE HISTORY

Con la cattura e marcatura di un ampio gruppo di stambecchi in un'area di studio intensiva del Parco (Vallone di Levionaz, Valsavarenche, Aosta) si sono ottenute anche informazioni sull'eco-etologia della specie, sul suo comportamento riproduttivo e sulla *life history* individuale. Nuove informazioni sono così arrivate sull'uso dello spazio e sulla selezione dello habitat da parte dei maschi (PARRINI et al. 2003, GRIGNOLIO et al. 2003) e delle femmine di stambecchi marcati, in funzione delle condizioni climatiche (GRIGNOLIO et al. 2004). Si è reso evidente come la presenza – o l'assenza – dei capretti influenzi in modo rilevante l'uso dello spazio da parte delle femmine, che, per la tutela della prole, tendono a usare porzioni di habitat più sicure anche se meno produttive (GRIGNOLIO et al. 2007) e che il rischio di predazione condiziona la segregazione tra i sessi (GRIGNOLIO et al. 2007). La registrazione degli spostamenti di maschi di stambecco marcati ha permesso di rendere evidente che l'uso dello spazio in estate è condizionato più dalle temperature al suolo che non dalla qualità della risorsa trofica disponibile, confermando la sensibilità di questa specie per le alte temperature (AUBLET et al. 2009).

Il costante controllo della popolazione protetta si traduce anche nella periodica raccolta di dati sullo stato sanitario della fauna, con lo scopo di rilevare la presenza di malattie in grado di influenzare la sopravvivenza degli individui e quindi la dinamica della popolazione o di essere trasmesse all'uomo (ZONOSI, FERROGLIO et al. 1998, 2001 e 2007, DECRISTOPHORIS et al. 2007).

La sinergia tra corpo autonomo di sorveglianza e ricercatori, nazionali e internazionali, è la forza dell'attuale struttura di ricerca dei due parchi. Questa vocazione deve essere mantenuta, rinforzata e trasmessa all'intero sistema delle aree nazionali protette: i parchi, in altre parole, devono diventare sempre di più occasione di studio dei diversi aspetti ambientali.



Foto: SNP/Seraina Campell Andri

Guardaparco controllano la bilancia utilizzata per la ricerca

Bruno Bassano, Servizio sanitario e della ricerca scientifica, Parco Nazionale Gran Paradiso, Via della Rocca 47, 1-10123 Torino

Seraina Campell Andri, Parc Naziunal Svizzer, Chastè Planta-Wildenberg, CH-7530 Zernez

Bibliografia su richiesta

DINAMICA DI POPOLAZIONE

Censimenti annuali e conclusioni

Il monitoraggio quantitativo degli ungulati ha una lunga tradizione nei due parchi. Questi dati sono utilizzati per la descrizione della dinamica di popolazione di cervo, stambecco e camoscio.

Achaz von Hardenberg, Seraina Campell Andri

IL PARCO NAZIONALE SVIZZERO

Poco dopo la costituzione del Parco Nazionale Svizzero (PNS), si è cominciato a censire annualmente le popolazioni di ungulati; i dati ricavati, registrati in alcune aree ben distinte all'interno del territorio del parco, vengono inseriti nei rapporti annuali del PNS. I censimenti sono effettuati dai guardaparco con un metodo ampiamente sperimentato (conteggi diretti capillarmente su tutto il territorio in primavera ed estate). Nel 2012 sono stati contati circa 2000 cervi, 1500 camosci e 350 stambecchi (figura 1).

I dati del monitoraggio sono stati utilizzati per la descrizione dello sviluppo delle popolazioni di cervo (HALLER 2002), stambecco (SÆTHER et al. 2002, ABDERHALDEN 2005) e camoscio (LANDE et al. 2002). Il PNS si è occupato anche di questioni localizzate territorialmente riguardanti le specie di ungulati presenti. NIEVERGELT (1966) ha descritto l'habitat dello stambecco, mentre ABDERHALDEN (2005) ha effettuato analisi degli habitat di questa specie per mezzo di capi marcati o dotati di radio collari.

Mancavano però le analisi sul comportamento territoriale degli animali, basate sulle variazioni delle po-

polazioni locali e sulle analisi spaziali di tutte le specie di ungulati. Dal 1997 è stato istituito un programma di monitoraggio per il rilevamento delle variazioni nelle scelte dell'habitat delle specie di ungulati presenti nel PNS, con l'obiettivo principale di individuare le variazioni spazio-temporali delle popolazioni di cervi, camosci, stambecchi e caprioli in due aree del Parco Nazionale, analizzando le relazioni con altri fattori e altri rilevamenti (HALLER 2006). I rilevamenti della distribuzione territoriale sono stati effettuati in due aree del PNS agli inizi dei mesi di gennaio, maggio, agosto e novembre. I censimenti sono stati considerati rappresentativi per la rispettiva stagione. Ai fini del rilevamento, le aree prese in esame, ossia Trupchun (2060 ha) e Il Fuorn a destra dell'Ova dal Fuorn e dello Spöl (3689 ha), sono state suddivise rispettivamente in sei (Il Fuorn) e cinque (Trupchun) sotto aree, ognuna delle quali è stata ispezionata da due persone pratiche del posto.

La dinamica delle popolazioni degli ungulati, specie longeve in cui diverse generazioni vivono contemporaneamente, è spiegabile solo con lunghe serie di dati storici. Negli ultimi anni è stata elaborata una base su cui procedere in futuro. Le lacune ancora esistenti saranno colmate con futuri progetti di ricerca.

IL PARCO NAZIONALE GRAN PARADISO

È dal 1956 che nel Parco Nazionale Gran Paradiso (PNGP) agli inizi di settembre di ogni anno (e più irregolarmente anche ai primi di luglio) sono censiti, seguendo un protocollo standardizzato e senza interruzioni, gli ungulati di montagna. Il censimento, eseguito su tutta la superficie del Parco, si svolge grazie al lavoro dei guardaparco che, nei due giorni del conteggio, ognuno nella propria zona di sorveglianza, censiscono in maniera esaustiva. Oggi, più di 50 anni dopo il primo censimento, questi dati sono di fondamentale importanza per comprendere le recenti modifiche nella dinamica di popolazione dello stambecco nel PNGP.

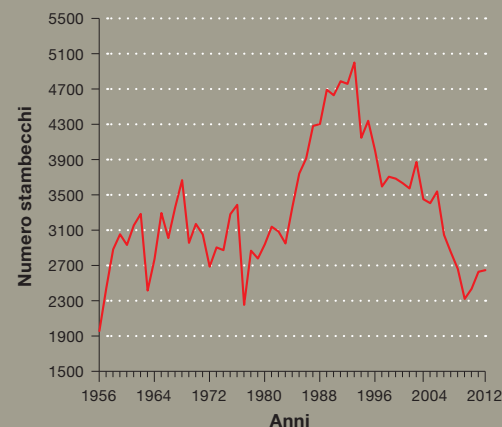


Fig. 2 Andamento complessivo della popolazione di stambecco alpino nel Parco Nazionale Gran Paradiso dal 1956 a oggi.

Le prime analisi condotte su questi dati (JACOBSON et al. 2004) mostrano come fino alla metà degli anni 80 la dinamica di popolazione dello stambecco è stata guidata dall'interazione fra la quantità di neve caduta in inverno e la densità che ha fatto oscillare la popolazione attorno a una media di circa 3300 stambecchi (figura 2). JACOBSON et al. (2004) hanno dimostrato come il calo della nevosità media invernale registrato negli ultimi 25 anni sulle Alpi a causa dei cambiamenti climatici abbia ridotto la mortalità dei soggetti più vecchi, che riescono a sopravvivere meglio durante gli inverni meno rigidi. Questa situazione ha portato a un forte aumento della popolazione dal 1985 fino al 1993 quando la popolazione del PNGP ha raggiunto la cifra record di quasi 5000 individui. In seguito però la popolazione ha incominciato calare fino ai 2321 stambecchi contati durante il censimento di settembre 2009 che rappresenta il minimo storico mai registrato dal 1956 (figura 2). Questo calo della popolazione è molto maggiore di quanto ci si aspettava dai modelli. Dal 1993 al 2009 la popolazione di stambecco nel PNGP è calata del 53%. Un effetto inaspettato è stato che, mentre aumentava la sopravvivenza degli individui adulti, la sopravvivenza invernale dei capretti è fortemente diminuita (figura 3) passando da un valore medio del 58% (percentuale di capretti che arrivano al primo anno di vita negli anni 1981 fino al 1990) a una media del 35% negli ultimi 10 anni. In misura minore è calata anche la percentuale di femmine che partoriscono un capretto ogni anno (dal 1981 al 1990: 43%; dal 2003 al 2012: 40%). Questo forte calo nella sopravvivenza dei capretti può da solo spiegare, il crollo della popolazione registrato dal 1993 a

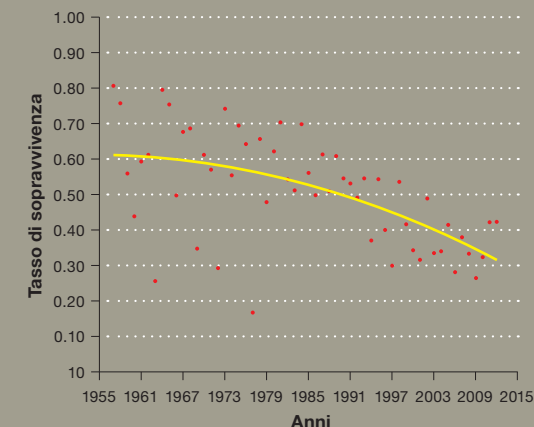


Fig. 3 Tendenza della sopravvivenza invernale dei capretti di stambecco alpino nel Parco Nazionale Gran Paradiso dal 1956 a oggi.

oggi (MIGNATTI et al. 2012). Non sopravvivendo la maggioranza dei capretti, il tasso di mortalità in questa classe di età supera il tasso d'individui giovani che passano alla fase adulta con l'inevitabile conseguenza del calo nella popolazione totale. Le ragioni del recente drammatico calo nella sopravvivenza dei capretti sono al momento sotto studio. Le ipotesi attualmente analizzate includono il possibile effetto dell'invecchiamento della popolazione a causa dell'aumento della sopravvivenza degli individui più anziani.

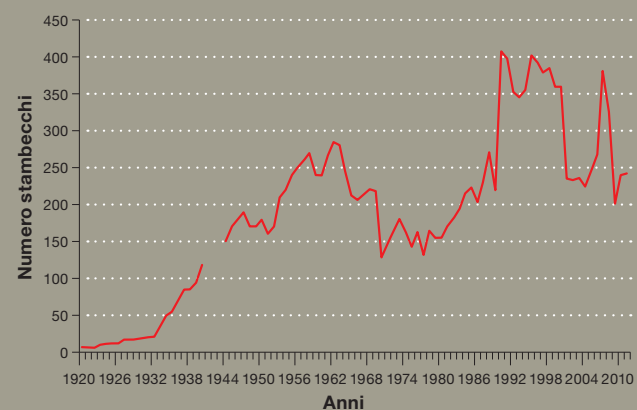
Un'altra ipotesi in corso di studio è legata alla progressiva anticipazione dell'inizio della stagione vegetativa in primavera a causa della riduzione della neve a fine inverno e all'aumento delle temperature. L'ipotesi è che anticipando l'inizio della stagione vegetativa, la vegetazione cresce più velocemente, con l'effetto che, al momento della nascita dei capretti a fine giugno, la qualità del foraggio è già ridotta. Un recente studio (PETTORELLI et al. 2007) mostra come il calo nella sopravvivenza dei piccoli sia correlato con un indice della rapidità di crescita dello stadio vegetativo (analisi d'immagini satellitari all'infrarosso). Lo stesso fenomeno si è registrato in due popolazioni di mufloni sulle Montagne Rocciose in Canada, a dimostrazione che questo effetto sembra essere un fenomeno che influenza gli ungulati di montagna a livello globale e non solo lo stambecco.

Achaz von Hardenberg, Centro Studi Fauna Alpina, Parco Nazionale Gran Paradiso, Degioz 11, I-111010 Valsavarenche (Ao)

Seraina Campell Andri, Parc National Suisse, Chastè Planta-Wildenberg, CH-7530 Zernez

Bibliografia su richiesta

Fig. 1 Andamento complessivo della popolazione di stambecco alpino nel Parco Nazionale Svizzero a partire dalla reintroduzione.



CONSEGUENZE GENETICHE DELLA REINTRODUZIONE

Il ritorno dello stambecco delle Alpi in Svizzera è uno dei progetti di reintroduzione di specie animali quasi estinte di maggiore successo. Le popolazioni di stambecco, ormai numerose in Svizzera e nell'intero arco alpino, risalgono tutte a una popolazione originaria del nord Italia e possono quindi essere considerate il risultato di un processo di grande interesse dal punto di vista genetico.

Iris Biebach, Christine Grossen, Lukas Keller

STUDIO DELLA GENETICA DELLO STAMBECCO

Nell'ambito del programma di ricerca «Stambecco» dell'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM), l'Università di Zurigo ha studiato le conseguenze genetiche della reintroduzione. Anche dopo l'avvenuto insediamento e consolidamento di una popolazione permangono una serie di rischi associati alla reintroduzione. Queste conseguenze a lungo termine sono anche di natura genetica e riguardano la perdita di variabilità genetica e l'inbreeding. Entrambi i problemi sono stati analizzati nell'ambito della ricerca sulla genetica dello stambecco.

INBREEDING

L'inbreeding è l'accoppiamento tra individui consanguinei. Nelle piccole popolazioni quasi tutti gli animali sono imparentati fra di loro, per cui il rischio dell'inbreeding è particolarmente rilevante. In realtà, senza l'arrivo di nuovi animali, l'inbreeding di ogni piccola popolazione aumenta di generazione in generazione. Le conseguenze dannose dell'inbreeding, la

cosiddetta depressione da inbreeding, sono state scoperte tanto tempo addietro, in particolare nelle razze da allevamento, ma sono documentate sempre più anche nelle popolazioni selvatiche. La depressione da inbreeding comprende anche l'aumentata predisposizione a contrarre malattie o un minore successo riproduttivo degli animali. La depressione da inbreeding ha quindi un impatto negativo sui singoli individui risultanti d'accoppiamento tra consanguinei. Ai fini della protezione della natura è fondamentale sapere se la depressione da inbreeding riscontrata in singoli animali presenta o meno un impatto sulla crescita della popolazione. Ci si deve chiedere, ad esempio, se una popolazione con individui frutto d'inbreeding cresce più lentamente di una popolazione senza inbreeding. Se una popolazione cresce lentamente o regredisce addirittura a causa dell'inbreeding, si possono prendere misure gestionali atte a ridurre l'inbreeding. Per questa ragione, lo studio sulla genetica dello stambecco vuole verificare se l'inbreeding ha un impatto sulla crescita della popolazione di stambecchi.

A questo fine è stato determinato il grado di inbreeding di 41 popolazioni svizzere di stambecco. Con i dati genetici raccolti nel periodo 2003 fino al 2007, il gruppo di lavoro di Lukas Keller ha analizzato il tasso di consanguineità di ogni popolazione. In media il grado di inbreeding delle popolazioni di stambecco corrisponde a quello dei discendenti di una coppia di fratellastri. Questo è il tasso di inbreeding risultante nelle popolazioni di stambecchi dai primi rilasci di popolazioni provenienti da parchi faunistici. Fra le singole popolazioni, però, esistono anche differenze a livello di tasso d'inbreeding (figura 1). Queste differenze hanno la loro origine soprattutto nelle diverse storie di rilascio: il tasso di inbreeding scende quanto più alto è il numero di animali fondatori rilasciati e quanto più alto è il numero di colonie che ha contribuito alla fondazione di una nuova colonia. Vale la pena ribadire il fatto che dopo ben 100 anni dal rilascio dei primi stambecchi in Svizzera, la genetica di questa specie dipende fortemente dalla sua storia di fondazione.

È stato poi calcolato il tasso di crescita delle popolazioni con l'ausilio dei dati concernenti la consistenza annuale dalla fondazione di una popolazione. Nella media delle 26 popolazioni per cui il calcolo è stato possibile, il tasso di crescita annuo della popolazione si avvicina al 28%. Questa crescita della popolazione corrisponde alla crescita massima possibile quando una popolazione è composta da pochi esemplari, per cui la crescita non è frenata dalla concorrenza fra gli individui della stessa popolazione.

L'impatto dell'inbreeding sulla crescita della popolazione è stato calcolato con modelli che tengono conto anche delle condizioni climatiche differenti fra le popolazioni.

Si è visto che il grado d'inbreeding può avere un impatto significativo sul tasso di crescita delle popolazioni. Quando l'inbreeding sale di un fattore 0,1, il tasso di crescita scende di 0,14. Questo significa che – con un aumento dell'inbreeding paragonabile ad un accoppiamento fra cugini – la crescita di una popolazione tipica (tasso di crescita del 28% e dipendenza dalla densità pari a 0,01) è inferiore al 46% (figura 2). L'inbreeding presente nelle popolazioni di stambecchi, quindi, riduce notevolmente il tasso di crescita. È perciò possibile che il tasso di crescita delle popolazioni di stambecchi potrebbe essere molto maggiore se l'inbreeding venisse ridotto. Nonostante ciò l'inbreeding non pare a tutt'oggi compromettere la crescita delle popolazioni in una misura tale da produrre un grande impatto. La maggior parte delle popolazioni

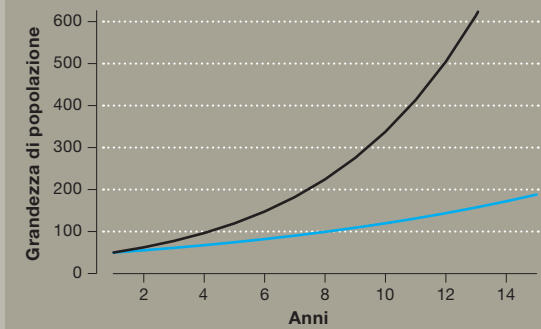


Fig. 2 Confronto su un arco di 15 anni fra il tasso di crescita di una popolazione di stambecchi teorica senza inbreeding (linea nera) e di una con inbreeding del tipo accoppiamenti fra cugini (linea blu). La popolazione di stambecchi senza inbreeding ha un tasso di crescita del 30%. La popolazione con inbreeding invece cresce del solo 15% all'anno.

di stambecchi continua a crescere ed è sfruttata ai fini venatori. Con il grado di inbreeding esistente paiono semplicemente crescere meno di quanto non farebbero senza inbreeding. Il quadro potrebbe cambiare in futuro, quando saranno passate altre generazioni di stambecchi: l'inbreeding sarà ulteriormente aumentata e il tasso di crescita sarà ulteriormente calato.

VARIABILITÀ GENETICA

Accanto all'inbreeding, anche la perdita della variabilità genetica dopo il rilascio può avere un impatto negativo su una popolazione. Il problema deriva dal fatto che i pochi animali rilasciati rappresentano solo una piccola parte della variabilità genetica della loro popolazione d'origine. A lungo termine, questa scarsa variabilità genetica può dare luogo a problemi di adattamento evolutivo; in altri termini la variabilità genetica della popolazione neo costituita è insufficiente per un adattamento alle condizioni ambientali che cambiano, a causa dei cambiamenti climatici o nuovi agenti patogeni. Se la variabilità genetica di una popolazione è alta, è molto probabile che singoli animali portino geni che consentono loro di sopravvivere nelle nuove condizioni di un ambiente cambiato.

Gli stambecchi presentano in generale una diversità genetica molto bassa. In media le popolazioni di stambecchi hanno meno di un quarto della variabilità genetica dei loro parenti più prossimi: le capre domestiche. Analogamente all'inbreeding, ci sono differenze di variabilità genetica fra le popolazioni di stambecchi, riconducibili alla storia della reintroduzione (figura 3). La popolazione del Gran

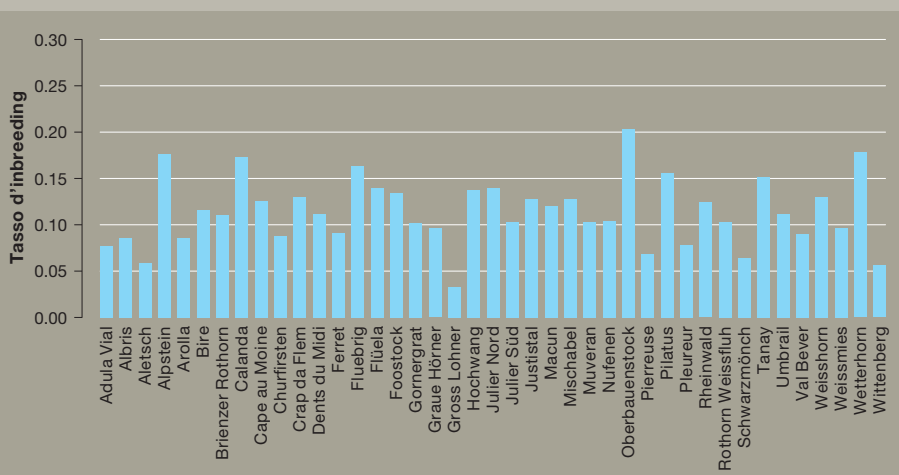


Fig. 1 Tasso d'inbreeding di 41 popolazioni di stambecco svizzere. Viene riportato il grado d'inbreeding creatosi a partire dalla reintroduzione dello stambecco in Svizzera.

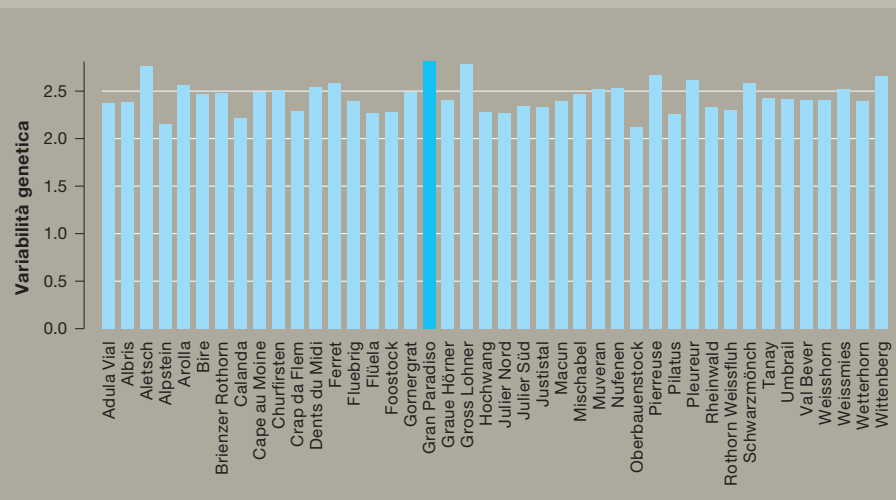


Fig. 3 Variabilità genetica di 41 popolazioni di stambecchi in Svizzera. La colonna in blu scuro indica la variabilità genetica della popolazione originaria del Parco Nazionale Gran Paradiso.

Paradiso, in quanto popolazione d'origine di tutti gli stambecchi nelle Alpi, presenta la maggiore variabilità genetica. Ogni singola popolazione svizzera ha una variabilità genetica minore, ma nel loro complesso gli stambecchi svizzeri hanno la stessa diversità genetica della popolazione del Gran Paradiso. La variabilità genetica in Svizzera è quindi suddivisa su diverse popolazioni. Sarà la ricerca a dirci se questa scarsa variabilità genetica delle popolazioni di stambecchi potrà o meno presentare un problema per il futuro.

INTROGRESSIONE

La scarsa variabilità genetica degli stambecchi si manifesta in maniera drastica in una regione genetica importante ai fini del sistema immunitario, il complesso maggiore di istocompatibilità (MHC). Di norma una popolazione di mammiferi ha numerosissime varianti genetiche in corrispondenza del MHC. Maggiore è il numero di varianti di una popolazione in questa regione genetica, migliore è la capacità di difesa di questa popolazione contro le malattie. Le pecore domestiche, ad esempio, ne hanno quasi 200, mentre le capre domestiche possiedono 44 diverse varianti genetiche in corrispondenza di un luogo genico particolarmente diversificato del MHC. Gli stambecchi, invece, possiedono solamente due varianti genetiche in corrispondenza di questo *locus* così diverso e importante ai fini della difesa contro le malattie. Una di queste due varianti genetiche è perfettamente identica a quella della capra domestica. Con i più moderni metodi genetici di

laboratorio si è potuto dimostrare che questa variante genetica non deriva originariamente dallo stambecco, ma è invece giunta nel DNA dello stambecco mediante ibridazione con una capra domestica.

Questa variante genetica della capra domestica nel DNA dello stambecco non ha necessariamente un impatto negativo. Al contrario, è immaginabile addirittura che consenta allo stambecco una migliore difesa contro le malattie.

Lo studio sulla genetica dello stambecco mostra che i moderni metodi genetici consentono di ottenere preziose indicazioni a livello di biologia della fauna selvatica. Le informazioni così acquisite rappresentano le basi per future misure gestionali dello stambecco in Svizzera e possono fornire un contributo decisivo alla sopravvivenza delle specie selvatiche.

Iris Biebach, Lukas Keller, Institut für Evolutionsbiologie und Umweltwissenschaften, Universität Zürich-Irchel, Winterthurerstr. 190, CH-8057 Zürich

Christine Gossen, Département d'écologie et évolution, Université de Lausanne, CH-1015 Lausanne

LA DIETA DELLO STAMBECCO

Composizione e comportamento alimentare

Lo stambecco è un ruminante pascolatore selettivo, in grado di sfruttare foraggio grezzo: in estate si alimenta principalmente di dicotiledoni, in inverno di ciperacee. Le dimensioni corporee influenzano il comportamento dello stambecco durante l'alimentazione.

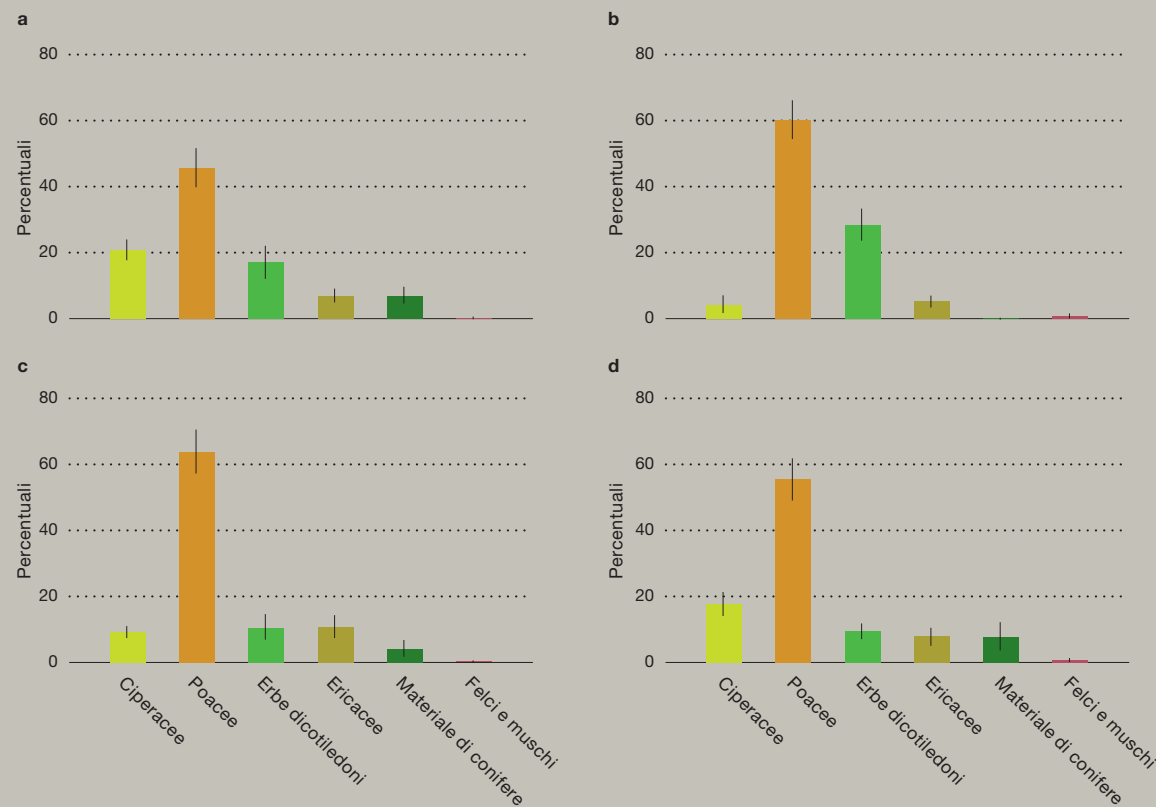
Pia Anderwald, Francesca Brivio

COMPOSIZIONE DELLA DIETA

Nell'ambito di due tesi di dottorato all'istituto federale di ricerca per la foresta, la neve e il paesaggio (WSL, TRUTMANN 2009; ZINGG 2009), nella Val Trupchun nel Parco Nazionale Svizzero (PNS) sono stati raccolti campioni di feci di stambecco, camoscio e cervo nei mesi di febbraio, maggio, agosto e novembre 2008, con lo scopo di sottoporli a un esame microscopico per rilevare la composizione della dieta. Come ci si aspettava, nell'alimentazione dello stambecco le graminacee (*poaceae*) prevalgono in tutte le stagioni (da

poco meno del 50% fino a sopra il 60%). In estate, gli animali sfruttano la disponibilità stagionale di dicotiledoni (quasi il 30%), mentre in inverno sale l'importanza delle ciperacee (attorno al 20%). In primavera l'incidenza delle dicotiledoni e delle ciperacee è pressoché identica (circa il 20%). Le ericacee erano assunte in piccole quantità in tutte le stagioni, mentre nei campioni estivi mancavano completamente tracce di conifere. Felci e muschi hanno un'importanza quasi trascurabile (figura 1).

Fig. 1 Composizione della dieta in primavera (a), estate (b), autunno (c) e inverno (d)



È stata riscontrata una netta sovrapposizione del regime alimentare degli stambecchi con quello dei camosci e dei cervi, soprattutto in primavera e in estate. In inverno invece, nel cervo l'assunzione di parti di conifere prevale sensibilmente rispetto allo stambecco e al camoscio. Rispetto allo stambecco, in autunno l'alimentazione del camoscio comprende meno ciperacee e conifere ma più dicotiledoni. Tutte e tre le specie hanno in comune un ampio spettro trofico che varia in funzione della stagione. Le differenze nella composizione stagionale dell'alimentazione sono maggiori rispetto alle differenze interspecifiche nella stessa stagione.

COMPORAMENTO ALIMENTARE

L'efficienza digestiva degli erbivori, e quindi anche la qualità e la quantità minime di alimenti necessari per la sopravvivenza, dipende in larga misura dal peso corporeo. I ruminanti di grossa taglia possiedono un grande rumine che permette loro di digerire materiale vegetale di qualità più scarsa rispetto agli animali più piccoli. La teoria vorrebbe quindi che gli animali più piccoli debbano selezionare un'alimentazione più facilmente digeribile.

La dimensione dei maschi di stambecco varia fortemente con l'età: il peso dei maschi adulti è doppio rispetto a quello dei giovani. Noi abbiamo analizzato il regime alimentare degli animali nel periodo maggio a ottobre nel Parco Nazionale Gran Paradiso (PNGP) 32 stambecchi maschi sono stati costantemente osser-

vati durante il foraggiamento. Oltre ciò questi individui sono stati automaticamente pesati su una bilancia a piattaforma, posizionata in una salina. L'identità e il peso di ogni individuo apparivano su un display digitale leggibile a distanza con il cannocchiale, senza disturbare gli animali.

I risultati mostrano che gli stambecchi maschi di piccole dimensioni erano più selettivi nella loro alimentazione dei maschi più grandi, probabilmente a causa della loro ridotta capacità di digerire il materiale vegetale qualitativamente inferiore. Fra i maschi più giovani si è potuto osservare inoltre una più frequente interruzione del foraggiamento per controllare l'eventuale presenza di predatori. I maschi pascolavano in maniera più selettiva su terreni con un'elevata qualità alimentare. Questo significa che il loro comportamento è flessibile, per cui sono in grado di modificare l'alimentazione in funzione della qualità del terreno. Questa capacità degli stambecchi di modulare il loro assorbimento energetico complessivo, adattandolo, può essere considerata rilevante ai fini evolutivi, siccome permette loro di comportarsi in maniera ottimale secondo le risorse disponibili.

*Pia Anderwald, Parc Nazional Svizzer,
Chastè Planta-Wildenberg, CH-7530 Zerne*

*Francesca Brivio, Dipartimento di zoologia e genetica evolutiva,
Università di Sassari, Via Muroni 25, I-07100 Sassari*

Bibliografia su richiesta

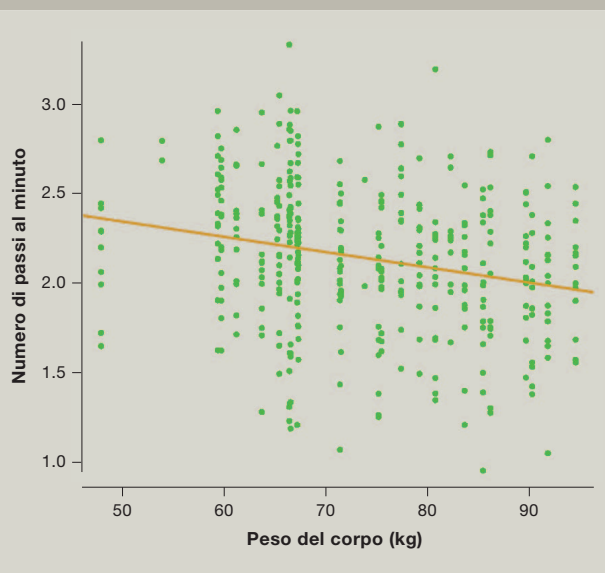


Fig. 2 Relazione fra peso del corpo e numero di passi al minuto degli stambecchi maschi

STRATEGIE INVERNALI

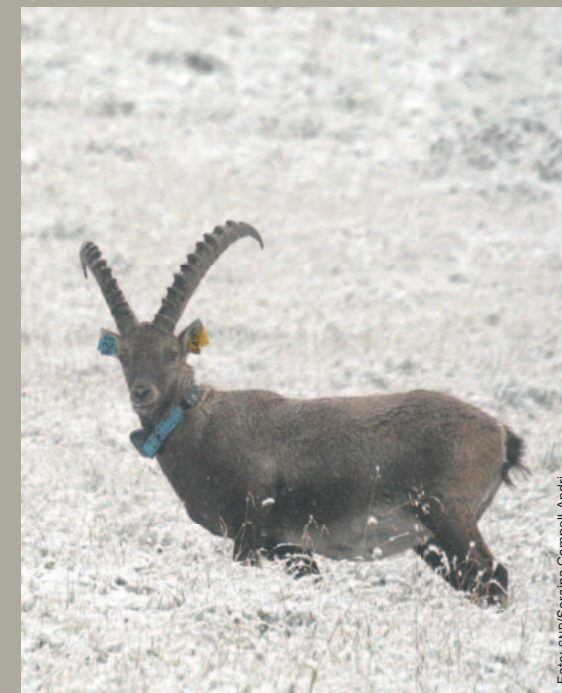
Lo stambecco alpino è un vero e proprio specialista della sopravvivenza. Nessun'altra specie di mammifero occupa per tutto l'arco dell'anno un habitat tanto inospitale quanto quello del «re delle Alpi». Per diversi mesi invernali è costretto ad affrontare un freddo severo, il vento, la neve e l'estrema scarsità alimentare. Come può lo stambecco sopravvivere a condizioni talmente ostili ed apparentemente inadatte alla vita? Uno studio sul campo nella colonia di stambecchi di Albris, in Engadina, fornisce indicazioni preziose sugli adattamenti eco-fisiologici ed etologici fondamentali di questa affascinante specie animale.

Claudio Signer

Chi vuole sopravvivere in alta montagna deve essere capace di adattarsi alle condizioni ambientali alpine che variano di stagione in stagione. La strategia di sopravvivenza adatta sarà decisiva per la vita o la morte, soprattutto in inverno, e lo stambecco alpino la incarna come nessun altro mammifero. Le sue brillanti strategie di adattamento comprendono la preparazione di notevoli riserve di grasso nei mesi estivi, il cambio del pelo – che, corto e sottile in estate, diventa una spessa pelliccia ben isolata in inverno – e adattamenti specifici a livello morfologico. A ciò si aggiungono strutturate migrazioni stagionali, che consentono alla specie uno sfruttamento ottimale dell'habitat disponibile in estate e in inverno. Fino ad oggi non è stato possibile conoscere i processi in atto nel periodo invernale nel corpo degli stambecchi. Il presente studio ha voluto analizzare questi processi fisiologici per approfondire la conoscenza delle capacità di adattamento di specie alpine.

MISURE CON UNA TRASMITTENTE SPECIALE

Questa ricerca è stata possibile grazie ad uno speciale sistema di telemetria, sviluppato dall'Istituto della fauna selvatica e dell'ecologia (FIWI) della Facoltà di medicina veterinaria dell'Università di Vienna, impiegato per la prima volta sul campo con gli stambecchi della colonia di Albris. Il sistema telemetrico è composto da una trasmittente somministrata per via orale, che dopo l'ingestione si deposita nel rumine o nel reticolo dell'animale. Qui, nelle immediate vicinanze del cuore, sono misurati i battiti cardiaci e la temperatura corporea. La frequenza cardiaca è un buon indicatore del tasso metabolico, da cui in definitiva si desume il consumo energetico di un animale. Oltre a questa trasmittente inserita nel rumine, il sistema telemetrico è composto da un radiocollare dotato di altri sensori



Stambecco con radio-collare e marca all'orecchio

per la misurazione dell'attività motoria. Grazie al notevole impegno dei guardaparco, nell'estate 2007 è stato possibile catturare 20 stambecchi allo stato brado e dotarli di radiocollare. Per un periodo di uno-due anni sono stati rilevati ininterrottamente la frequenza cardiaca, la temperatura corporea e l'attività motoria di questi animali.

RIGORI INVERNALI

L'elaborazione dei dati ha prodotto diversi risultati piuttosto sorprendenti. Mentre in estate la frequenza cardiaca giornaliera media raggiunge dei picchi vicini a 100 battiti il minuto, in inverno essa diminuisce del 60% circa e in febbraio raggiunge il suo minimo: soli 40 battiti al minuto (figura 1). Anche la temperatura corporea e l'attività motoria diminuiscono sensibilmente in inverno. La temperatura corporea scende anche nel corso delle 24 ore. Ogni notte, infatti, la temperatura degli animali scende, in inverno addirittura del doppio rispetto all'estate (figura 2). Con ogni evidenza gli stambecchi non tentano nemmeno di compensare le temperature ambientali rigide con una maggiore produzione interna di calore e con una più intensa ricerca di cibo. La loro strategia prevede invece la riduzione al minimo del tasso metabolico, l'abbassamento della temperatura corporea e la riduzione dell'attività motoria. Nell'inverno 2008/09, molto più freddo e ricco di neve di quello 2007/08, queste reazioni fisiologiche sono state molto più accentuate. Ciò dimostra che l'entità della riduzione metabolica viene adattata alle esigenze ambientali. Questa strategia permette di ridurre sensibilmente il fabbisogno energetico, per cui la poca erba, povera di sostanze nutritive, e le riserve di grasso precedentemente accumulate sono sufficienti per superare l'inverno. Il sensibile calo del tasso metabolico invernale, tuttavia, non è spiegabile solamente con le condizioni ambientali diverse e con la riduzione della temperatura corporea e dell'attività motoria. Gli stambecchi quindi devono disporre di altre capacità per risparmiare energia, ma di che tipo?

IL «BAGNO DI SOLE» MATTUTINO

L'enigma si spiega con la modalità con cui, alla fine di una notte invernale caratterizzata dalla bassa temperatura corporea, gli animali ritornano alla normale «temperatura di esercizio». Si è potuto constatare, infatti, che esiste una stretta correlazione fra variazione della temperatura corporea, attività motoria e irraggiamento solare. In inverno la temperatura corporea degli stambecchi sale marcatamente poco dopo il sorgere del sole, e lo fa con una maggiore rapidità e con un gradiente maggiore rispetto all'estate (figura 2). L'attività motoria degli animali invece aumenta lentamente e raggiunge il suo massimo giornaliero solamente nel pomeriggio. Pare quindi che la funzionalità muscolare degli stambecchi «freddi» nelle prime ore del mattino sia appena sufficiente a consentire loro di abbandonare i quartieri notturni

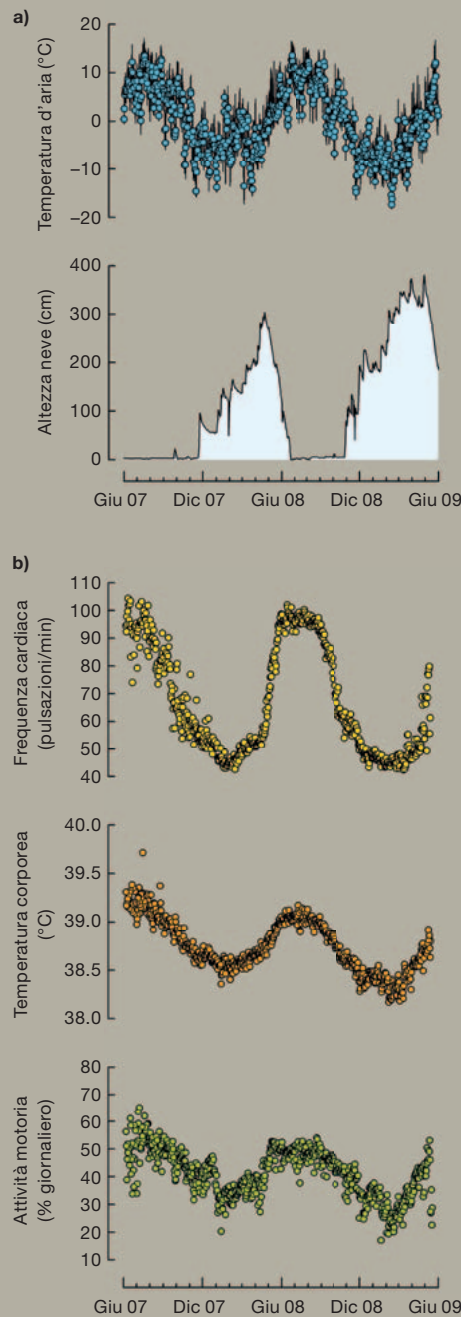


Fig. 1 Nello stambecco alpino, il cambiamento stagionale delle condizioni climatiche genera marcate reazioni fisiologiche ed etologiche. Sono rappresentati a) la temperatura giornaliera media dell'aria ± massimo e minimo giornaliero nonché l'altezza del manto nevoso (entrambi misurati a 2450 m s.l.m.), e b) i valori di misura della frequenza cardiaca, della temperatura corporea e dell'attività motoria (ogni punto corrisponde a un valore medio giornaliero di tutti gli individui radiocollariati).

protetti per raggiungere un vicino punto esposto al sole. Qui gli animali si fanno riscaldare dal sole durante la mattinata. Con il graduale aumento della temperatura corporea, infine, migliora sostanzialmente anche la funzionalità muscolare e l'attività motoria aumenta. Questo riscaldamento passivo tramite i raggi solari implica un consumo energetico pressoché nullo e non richiede quindi un incremento attivo del metabolismo. Il «bagno di sole» mattutino è quindi un fattore chiave che permette agli stambecchi il deciso calo della temperatura corporea durante le notti invernali, contribuendo fortemente alla riduzione del bilancio energetico complessivo. Un simile uso dell'energia solare era finora noto per i rettili e i piccoli mammiferi. La presente ricerca ha per la prima volta potuto dimostrare che anche grandi mammiferi come lo stambecco alpino adottano questa forma di «guadagno energetico». È perciò possibile che l'utilizzo di fonti di calore esterne abbia un ruolo maggiore per il bilancio energetico dei mammiferi di quanto non si pensasse finora.

Claudio Signer, Forschungsgruppe Wildtiermanagement WILMA, Institut Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Schloss, CH-8820 Wädenswil

Bibliografia su richiesta

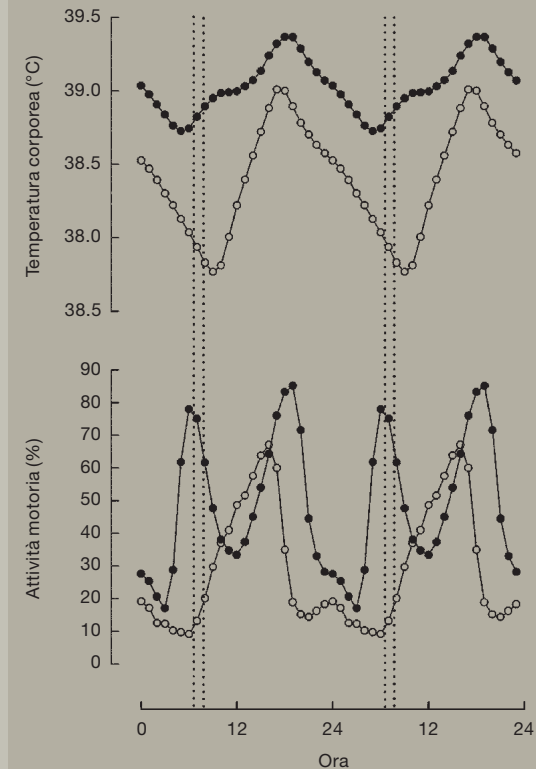


Fig. 2 Valori medi degli orari della temperatura corporea e dell'attività motoria. Per febbraio, tipico mese invernale, in cerchi aperti e per agosto, tipico mese estivo, in cerchi chiusi. Per evidenziare l'andamento della curva, i dati della stessa giornata (24 h) sono riportati due volte sull'asse dei tempi. La linea verticale punteggiata rappresenta il momento del sorgere del sole.

Stambecchi durante il «bagno di sole». In primo piano un individuo radiocollareto per la ricerca.



Foto: C. Signer

CAMBIAMENTI NELL'USO DELLO SPAZIO

I maschi e le femmine di stambecco si distinguono per diversi fattori chiave. I maschi pesano quasi il doppio delle femmine ed hanno perciò un più elevato fabbisogno energetico. Alle femmine spetta l'allevamento dei piccoli. Questi sono i fattori responsabili di un utilizzo diverso del territorio da parte di maschi e femmine. Per gli stambecchi queste differenze si esprimono in una diversa distribuzione altitudinale.

Ivar Herfindal

L'habitat è molto legato alle stagioni: le condizioni d'innervamento, la durata del periodo vegetativo e le condizioni climatiche locali influiscono fortemente sull'accesso e sulla qualità delle fonti alimentari. E da questi fattori dipende anche l'uso del territorio nel corso dell'anno. Com'è normale per i grandi erbivori alpini, anche gli stambecchi passano l'inverno ad altitudini inferiori. Quando nel tardo aprile o in maggio si sciolgono le nevi, scendono ancora più a valle per approfittare della prima vegetazione fresca. Nel corso della primavera e dell'estate, gli animali salgono i pendii per raggiungere la vegetazione fresca, che offre una maggiore qualità delle sostanze nutritive

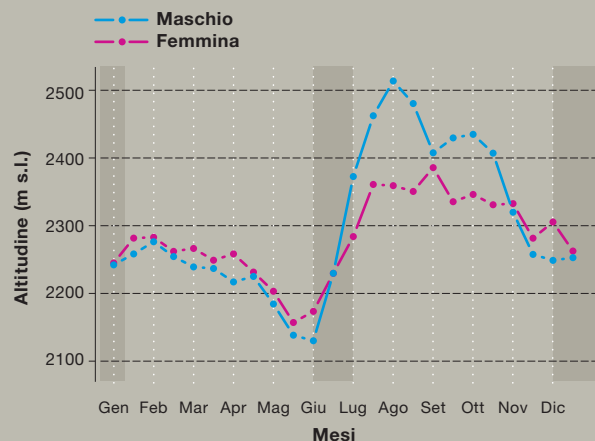


Fig. 1 Osservazioni di stambecchi maschi e femmine a quote intermedie nella Val Trupchun nel Parco Nazionale Svizzero. Da luglio a ottobre i maschi prediligono quote sensibilmente superiori alle femmine. Le barre scure rappresentano il periodo degli accoppiamenti (da dicembre a gennaio) e il periodo delle nascite (giugno).

rispetto alla vegetazione matura. In questo periodo i maschi prediligono altitudini superiori alle femmine, probabilmente a causa delle nascite dei piccoli. Dopo l'estate invece (dicembre e gennaio) maschi e femmine passano insieme il periodo di riproduzione allo stesso livello altimetrico, dove rimangono fino all'inizio della primavera, in aprile/maggio (figura 1).

CAMBIAMENTI DELLA VEGETAZIONE

In un mondo che cambia, anche l'utilizzo degli habitat da parte della fauna selvatica può cambiare. Quando le successioni di fitocenosi si spostano verso altitudini maggiori e in direzione nord, agli erbivori non resta che adeguare le proprie migrazioni oppure adattare le proprie scelte alimentari alle nuove condizioni. Non è escluso però che altre specie concorrenti seguano i cambiamenti della vegetazione, per cui un cambiamento nella diffusione può essere inevitabile.

Nelle Alpi diversi studi hanno mostrato che al momento le singole tipologie vegetali si muovono verso l'alto. Questo dipende dal fatto che la neve si scioglie prima nel corso dell'anno e le estati degli ultimi anni sono diventate diffusamente più calde. Il quesito è quindi se anche gli stambecchi spostano i loro territori verso l'alto.

UTILIZZAZIONE DELL'AMBIENTE NELLA VAL TRUPCHUN

Dalle serie dati storiche della Val Trupchun nel Parco Nazionale Svizzero (PNS) risulta un cambiamento graduale dell'utilizzo di diversi livelli altimetrici (figura 2). Tuttavia vanno considerati due punti importanti. In primo luogo sono soprattutto le femmine a utilizzare le altitudini maggiori, mentre negli ultimi 20 anni

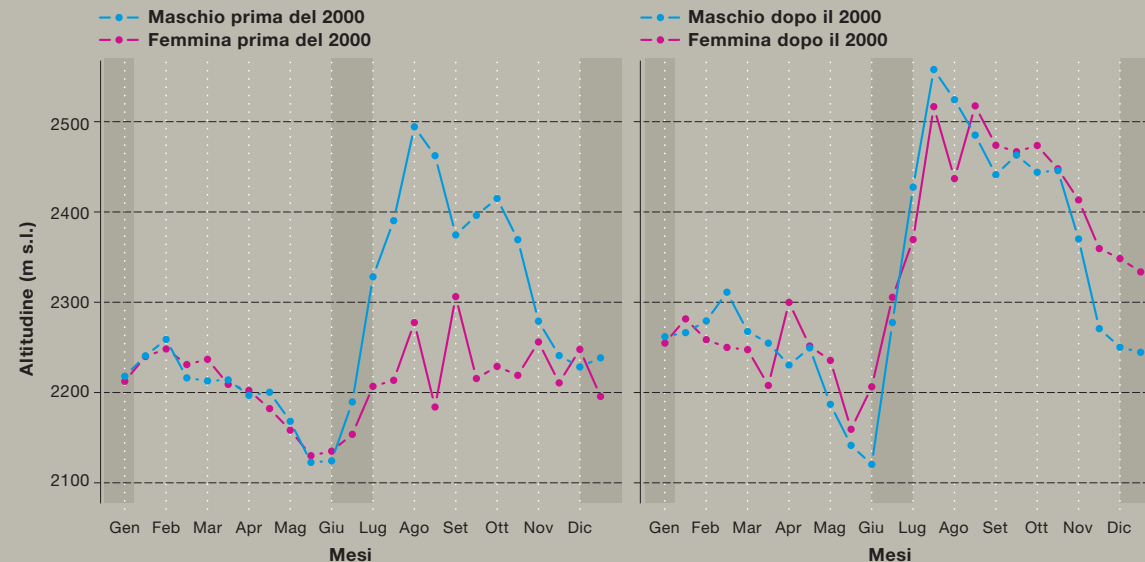


Fig. 2 Un modello per il cambiamento della distribuzione altimetrica di stambecchi maschi e femmine dal 1992 al 2010 nella Val Trupchun nel Parco Nazionale Svizzero.

i maschi sono rimasti alle stesse altezze. In secondo luogo il cambiamento della distribuzione delle femmine ad altitudini maggiori riguarda soprattutto l'estate. Ciò è in linea con i cambiamenti climatici osservati sul territorio. Le condizioni nevose in inverno non cambiano eccessivamente e gli inverni continuano a essere abbastanza freddi da garantire precipitazioni di carattere nevoso. Ma le temperature superiori in primavera e in estate conducono a uno scioglimento delle nevi precoce e a un inizio anticipato della primavera. Per questa ragione gli animali devono salire prima verso quote superiori, onde aver accesso alla vegetazione fresca. Un'altra ragione per gli spostamenti in alto degli stambecchi femmine potrebbe avere a che fare con il fatto che i camosci e i cervi occupano sempre più i territori prediletti dalle femmine di stambecco. Per evitare conflitti interspecifici gli stambecchi potrebbero essersi ritirati a quote superiori, ove la presenza di cervi e camosci è minore.

Ci si potrebbe aspettare che anche i maschi risalano di quota quando le femmine raggiungono i loro quartieri estivi. Ma in estate i maschi frequentano già quote notevoli ed è possibile che risalendo ancora sarebbe per loro difficile garantirsi le risorse alimentari in quantità adeguate. L'entità del cambiamento climatico infine e il suo impatto sulle condizioni di crescita dei vegetali potrebbe essere maggiore per le fitocenosi nelle zone alpine basse rispetto alle quote

superiori. Ciò farebbe sì che i cambiamenti dell'habitat a basse altezze inducano le femmine a salire più in alto, ma non alle quote stesse di maschi. Siccome in estate maschi e femmine utilizzano gli stessi territori e quindi le stesse risorse alimentari, in entrambi gli scenari il risultato è una maggiore concorrenza alle quote superiori. Senza informazioni più precise sulle risorse disponibili, tuttavia, non è chiaro in che misura questo possa avere un impatto sulla sopravvivenza delle popolazioni di stambecco.

Ivar Herfindal, Centre for Biodiversity Dynamics, Department of Biology, Norwegian University of Science and Technology, NO-7491 Trondheim