

II BRAMITO del cervo

Osservazioni bioacustiche sul bramito del cervo in Alta Valle di Susa

PAOLO DE CESERO

La comunicazione vocale assume un ruolo fondamentale per la vita sociale e la sopravvivenza di molte specie di mammiferi. La scienza che studia le caratteristiche, i significati, le origini e lo sviluppo dei segnali acustici emessi dagli animali e dall'uomo per comunicare è la bioacustica: questa disciplina negli ultimi anni sta sviluppando nuove linee di ricerca di ecologia acustica e acustica ambientale sui mammiferi terrestri, con la prospettiva di un possibile utilizzo delle conoscenze acquisite nel campo della demoeologia, della gestione faunistica, del monitoraggio e della tutela della biodiversità. Il presente lavoro rivolge l'attenzione alle vocalizzazioni di cervo (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758) della popolazione dell'Alta Val di Susa (TO) durante la stagione di bramito, emissioni sonore emesse dai maschi adulti durante il periodo degli accoppiamenti. Anche il cervo è una specie caratterizzata da una struttura sociale definita, nella quale la comunicazione gioca un ruolo fondamentale per regolare tutte le relazioni tra i membri del gruppo: i segnali vocali quindi, oltre a quelli visivi e chimici, costituiscono un sistema molto efficiente di comunicazione. L'obiettivo del lavoro è rivolto a studiare il feno-

meno di bramito, al fine di delinearne un quadro generale, analizzando sia l'aspetto quantitativo sia quello più strettamente acustico delle caratteristiche dei singoli suoni. La struttura acustica dei bramiti varia tra differenti specie e sottospecie (Reby & McComb, 2003a, Della Libera, 2009), ma sono generalmente emissioni di tono grave, forti e ripetitive, atte ad enfatizzare la presenza dell'individuo e avvertire della sua posizione a grande distanza. Il bramito si estrinseca infatti nelle due principali funzioni di richiamo delle femmine e di allontanamento di altri maschi (funzione territoriale). Dal punto di vista acustico il bramito si spiega con la teoria del *source-filter* (Figura 1), comune ad altri mammiferi: il segnale-origine generato nella laringe dalla vibrazione delle corde vocali viene progressivamente filtrato nella cavità del tratto vocale sopralaringeale prima di essere irradiato fuori dalla bocca; il tratto vocale agisce quindi come un filtro che amplifica selettivamente alcune frequenze del segnale: i picchi di frequenze a banda larga risultanti da questo processo di filtro sono dette "frequenze formanti". Più precisamente è possibile distinguere nel bramito classico tre fasi, che rappresentano tre diversi comportamenti del tratto vocale del cervo: inizialmente, dopo aver inspirato, il cervo emette aria dai polmoni provocando la vibrazione delle corde vocali e l'emissione di un suono quasi periodico, con determinata "frequenza fondamentale (F0)", che in questa fase assume un valore minimo e un numero intero di armoniche successive; il suono passa attraverso la struttura di risonanza e viene filtrato, dando origine alle formanti, che

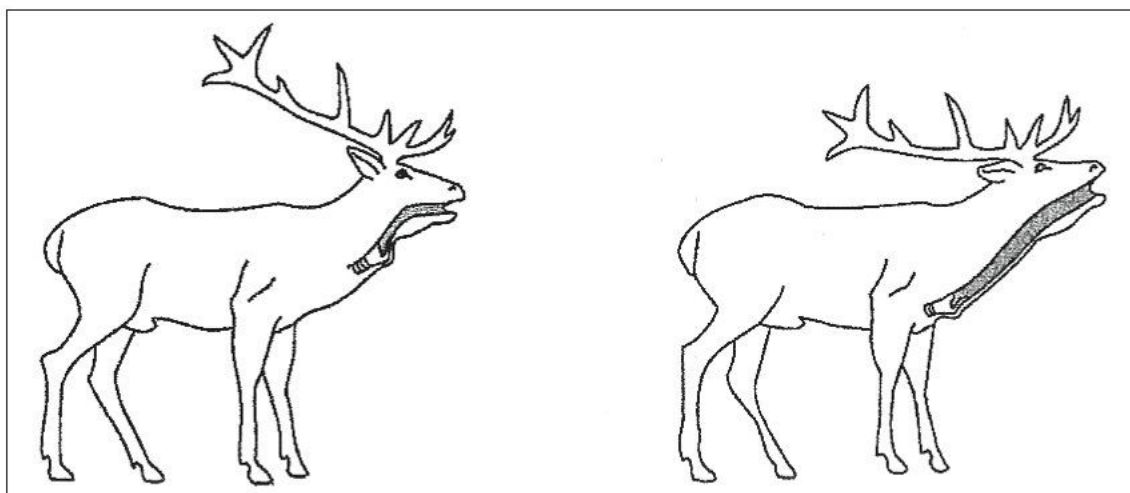
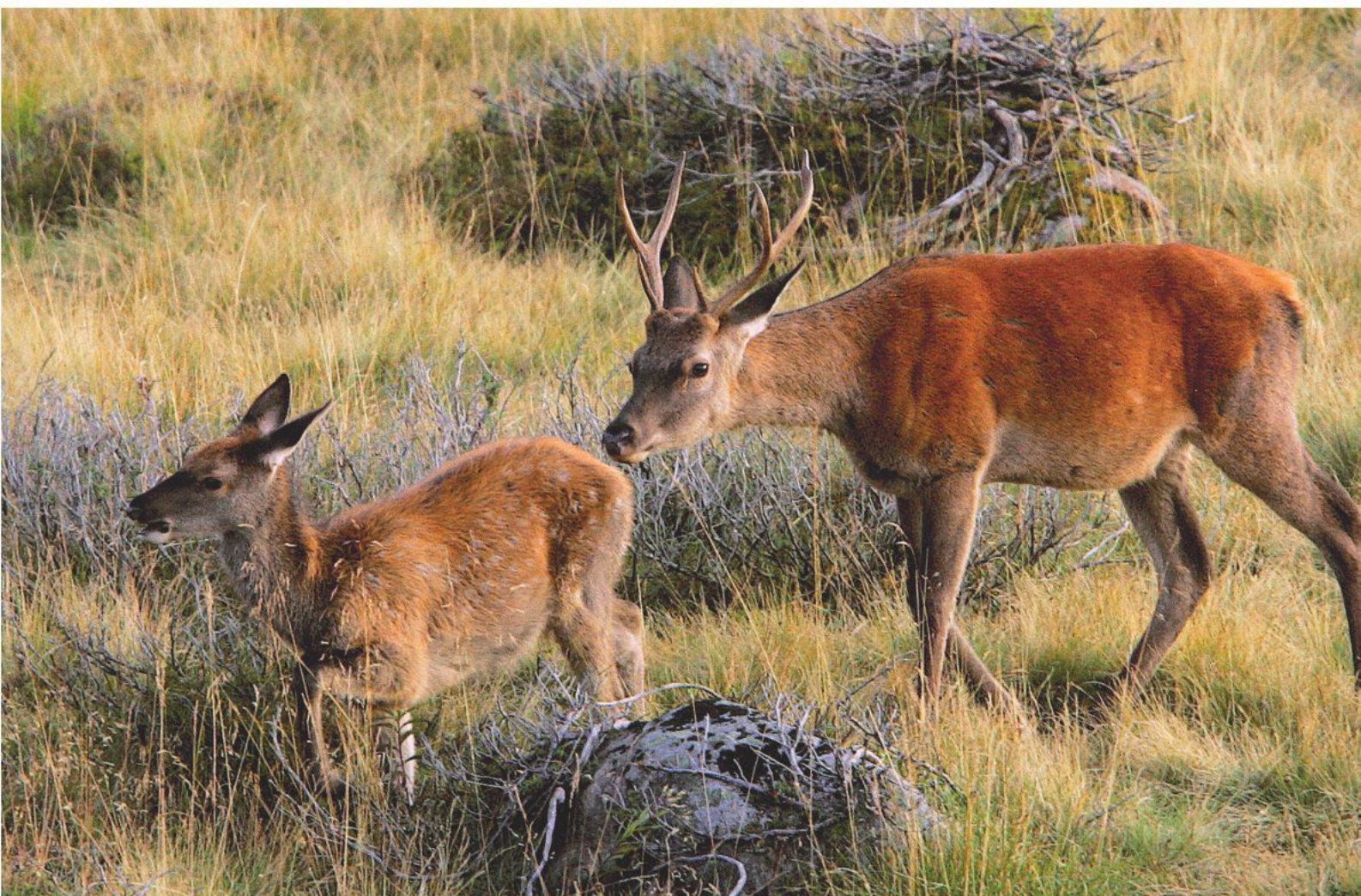


Figura 1

assumono invece il valore massimo. Successivamente le formanti subiscono una repentina discesa e raggiungono il livello minimo: questo trova spiegazione nel fatto che il cervo allunga al massimo il tratto laringeale, abbassando la laringe fino allo sterno e inarcando all'estremo il collo all'indietro. In questa seconda fase la F0 termina la sua fase di crescita e culmina (massima emissione di aria). Nella parte terminale del bramito il cervo rilascia la tensione sul

collo e lo raddrizza: le formanti risalgono e la F0 decresce rapidamente. Nonostante l'analisi complessiva dei suoni abbia messo in luce una sostanziale predominanza della componente vocalica nei bramiti, esistono casi in cui si alternano fasi vocaliche e caotiche, come descritto nel caso comune di bramito. La casistica ha messo in luce sia i casi limite di bramiti esclusivamente vocalici o caotici, sia i bramiti in cui si alternano due o tre differenti fasi.



Nei bramiti a struttura caotica (*harsh roars*) la frequenza fondamentale e le armoniche sono poco definite o assenti: in questo caso il cervo estende completamente il collo e abbassa la laringe prima di emettere la vocalizzazione.

Materiali e metodi

La metodologia e la strumentazione utilizzate per le registrazioni sono il risultato di scelte tecniche basate sulle esperienze di campo avvenute, a partire già dal 2001, nella Foresta del Cansiglio e nel Bosco della Mesola, dove sono emersi i limiti dell'utilizzo di registratori portatili e modalità di rilievo "itineranti", quali la ridotta autonomia in termini di durata delle registrazioni e la difficoltà di avvicinamento agli animali senza provocarne la fuga o, quantomeno, un'alterazione comportamentale: si è quindi scelto l'installazione della strumentazione in postazioni fisse. I microfoni, collegati a un computer portatile e a un interfaccia audio, erano caratterizzati da basso rumore ed elevata sensibilità e montati in configurazione stereo binaurale a doppio cardioide per consentire, con il riscolto in cuffia, una ottimale ricostruzione del fronte stereofonico per identificare i maschi vocalizzanti da varie direzioni. Le circa 35 ore di registrazione acquisite tramite il software di registrazione "PEAK™" sono state successivamente riascoltate col software acustico "PRAAT®", attraverso il quale è stata possibile l'estrazione delle migliori sequenze di bramito. Durante il riscolto si è cercato, con molta pazienza ed attenzione, di contare tutti i bramiti, anche quelli più lontani, registrati dai microfoni, in modo tale da ottenere un buon dato quantitativo del fenomeno. Le vocalizzazioni di migliore qualità estratte sono state acusticamente analizzate con "PRAAT®": la finestra di analisi del programma è costituita nella parte superiore dall'oscillogramma, che mostra la forma d'onda del segnale in funzione del tempo, e nella parte inferiore dallo spettrogramma, una rappresentazione grafica bidimensionale della variazione delle frequenze in funzione del tempo, con il colore, o differenti livelli di grigio, per rappresentare l'ampiezza delle componenti in frequenza. Le variabili estratte,



successivamente soggette ad analisi statistica, sono state: numero di vocalizzazioni per sequenza, durata totale della sequenza, durata del singolo suono, pausa (tempo intercorrente tra la fine di un suono e l'inizio del successivo), intervallo (tempo intercorrente tra l'inizio di due suoni successivi), frequenza fondamentale massima (F0max) e frequenze formanti.

Risultati

L'analisi acustica delle durate e delle strutture dei suoni ha permesso di distinguere tre principali tipologie di vocalizzazioni:

- Bramito "tipico" e sue varianti, vocalico e caotico (*common roar*): la durata media del bramito è di 1,033 s (Dev.St.=0,51), con un minimo di 0,201 s e un massimo di 7,223 s, e una *repetition rate* di 0,841/s;
- Tosse (*grunt roar*): la durata media della tosse è di 0,153 s (Dev.St.=0,04), con un minimo di 0,061 s e un massimo di 0,471 s, e una *repetition rate* di 2,631/s;
- Tosse breve (*chase bark*): la durata media della tosse breve è di 0,092 s (Dev.St.=0,02), con un minimo di 0,042 s e un massimo di 0,150 s, e una *repetition rate* di 3,446/s.

I bramiti sono riuniti in sequenze di composizione e durata variabile: le sequenze possono quindi essere costituite o da un singolo bramito estemporaneo o da una serie di due o più bramiti in stretta successione. Analogamente a quanto visto per i singoli suoni è possibile di-

stinguere tre tipologie di sequenze, rispecchianti tre differenti stati comportamentali e motivazionali dell'animale:

- Sequenze di soli bramiti (*common roar bouts*): sequenze composte da un numero variabile di bramiti, da un minimo di 1 (*single bark*) a un massimo di 9; il numero medio di bramiti per sequenza è di 2,1 (Dev.St.=1,22). La durata totale media della sequenza è di 3,191 s (Dev.St.=2,53), con un minimo di 0,303 s e un massimo di 17,993 s.
- Sequenze con tossi (*grunt roar bouts*): sequenze composte da colpi di tosse emessi in serie, spesso a struttura rauca, e in molti casi anche da bramiti, solitamente ad aprire o chiudere la sequenza; il numero medio di vocalizzazioni per sequenza è di 7,4 (Dev.St.=3,19), con un minimo di 2 e un massimo di 20. La durata totale media delle sequenze è di 5,046 s (Dev.St.=2,10), con un minimo di 0,595 s e un massimo di 9,924 s. L'analisi di questo tipo di sequenze ha messo in evidenza una certa eterogeneità nella successione di tosse e bramiti: la letteratura riporta i casi di un solo bramito conclusivo o talvolta iniziale della sequenza, mentre nel presente studio si osservano casi in cui i bramiti di chiusura e apertura della serie sono anche due. Altra particolarità osservata è l'alternanza di colpi di tosse e bramiti all'interno della stessa sequenza.
- Sequenze di tosse brevi (*chase barks bouts*): sequenze composte da sole vocalizzazioni molto brevi e struttura non ben definita, senza bramiti iniziali o conclusivi; il numero medio di vocalizzazioni è di 6,9 (Dev.St.=3,21), con un minimo di 3 e un massimo di 14. La durata totale media delle sequenze è di 2,198 s (Dev.St.=1,26), con un minimo di 0,595 s e un massimo di 4,393 s.

Le tosse vengono emesse in misura maggiore nelle giornate di picco della stagione e questo ci induce a pensare che possano essere un'importante espressione di territorialità. Sia le femmine, sia i maschi competitori non dovrebbero essere indifferenti a queste serie ripetute di suoni: si ritiene infatti che i colpi di tosse possano essere emessi per focalizzare l'attenzione del competitore sul bramito conclusivo, la cui intensità e struttura acustica sono espressioni

delle massime dimensioni corporee. Le sequenze con tosse analizzate hanno anche messo in evidenza che il numero di queste vocalizzazioni è elevato (il numero medio di colpi di tosse per sequenza è di 6): questo potrebbe essere un segnale che la competizione all'interno di una conca aperta sia elevata, a possibile conferma che l'area, per la sua morfologia, possa essere una un'arena di bramito preferenziale. Discorso a parte meritano le tosse brevi, dette anche "tosse di attacco": a differenza delle sequenze precedentemente descritte queste vengono emesse da individui in movimento, durante le rincorse ai maschi che si stanno avvicinando all'harem (spesso maschi giovani) o alle femmine che si stanno allontanando (imbrancata).

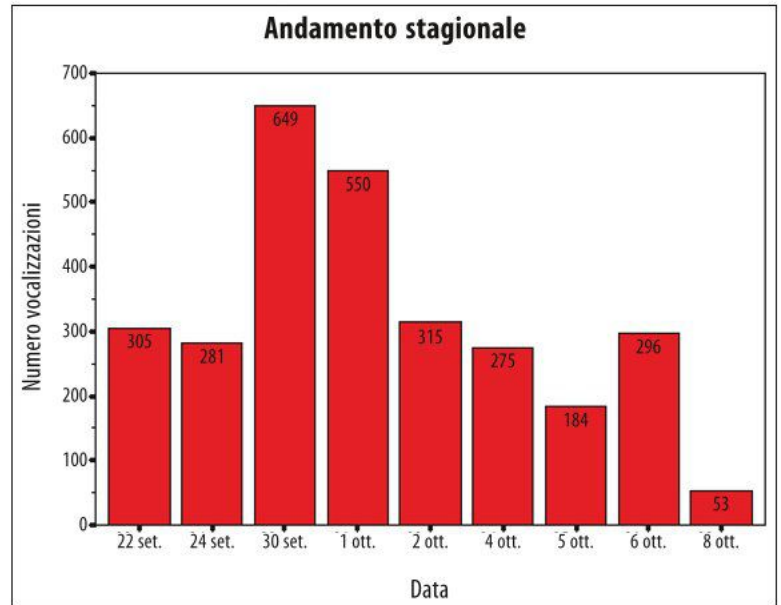
Per quanto riguarda l'analisi della frequenza fondamentale è stata presa in considerazione solo la frequenza fondamentale massima: il valore di F0 è responsabile del tono della vocalizzazione, e il modo con cui viene modulato definisce l'intonazione. La misura della frequenza fondamentale massima, espressione della massima emissione di aria durante il bramito, ha messo in luce, nei suoni campionati, un'elevata variabilità (da 48,9 a 206,2 Hz, media di 126,6 Hz, Dev.St.=27,03): una variabilità che si può notare anche all'interno di una stessa sequenza di bramiti, e quindi nelle vocalizzazioni emesse dallo stesso individuo. Sembra confermato quindi che la frequenza fondamentale non possa essere una caratteristica acustica in grado di caratterizzare i diversi individui. Diversi studi hanno dimostrato che non esiste correlazione tra F0 e l'età dell'individuo e neppure le sue dimensioni corporee e che in pratica è errato affermare che bramiti di tonalità alta appartengano a individui giovani o di minori dimensioni. Di conseguenza non ci sono preferenze da parte delle femmine per valori di frequenza fondamentale più o meno alte. Esiste invece una relazione inversa ben definita tra formanti e lunghezza del tratto vocale: le frequenze formanti e la variazione media delle formanti decrescono con l'età, conseguentemente all'allungamento del collo e del tratto vocale che segue all'accrescimento corporeo. Le minime frequenze formanti e la dispersione formantica minima segnalano quindi la statura del corpo, il peso e il successo riproduttivo

del maschio. In seguito all'attribuzione certa di un campione di bramiti ad un unico maschio è stata possibile l'applicazione del metodo di stima del tratto vocale (*vocal tract length*, VTL): esiste infatti un'equazione che, approssimando ad un tubo la cavità di risonanza del tratto vocale costituito da laringe e spazio sopraringeale (sostanzialmente, il volume d'aria compreso tra corde vocali e labbra), tramite la misura della dispersione media delle formanti, stima la lunghezza massima raggiunta da questo tubo ideale, chiuso ad un'estremità dalla glottide e aperto dall'altra con la bocca. Basandosi sui valori minimi raggiunti dalle formanti durante il bramito è quindi possibile calcolare la dispersione formantica media: è stato dimostrato infatti che il "plateau" minimo di formanti raggiunto nelle fase centrale dell'emissione acustica rappresenta l'elongazione massima del tratto vocale. Per ciascun bramito è stata calcolata la dispersione formantica; successivamente l'insieme di tali misure è stato mediato, per ottenere la dispersione formantica media ΔF dell'individuo, da inserire nella seguente funzione (dove c è la velocità del suono in aria, approssimata costante e pari a 350 m/s in un tratto vocale di mammifero omeotermo) per la stima della massima lunghezza del tratto vocale.

$$\max VTL = \frac{c}{2(\min \Delta F)}$$

Nel caso in esame il $\max VTL$ calcolato è stato di 58,1 cm.

Nel corso della stagione di bramito l'attività acustica del cervo subisce delle variazioni, più o meno importanti, sia nella frequenza, intesa come numero di vocalizzazioni emesse nell'unità di tempo, sia nelle altre caratteristiche acustiche. Il grafico in figura 3 è stato ottenuto confrontando, per nove differenti serate, il numero totale di vocalizzazioni emesse nel medesimo intervallo di tempo di 30 minuti: si può ipotizzare che il picco stagionale si sia verificato a cavallo tra il mese di settembre e il mese di ottobre, dove il numero di vocalizzazioni è nettamente superiore alle altre serate. Si può inoltre notare che, se nelle giornate precedenti e immediatamente successive al picco il numero di emissioni è relativamen-



te costante, l'attività subisce una drastica riduzione nella serata dell'8 ottobre, per divenire nulla nei giorni seguenti. Con questo metodo quindi, confrontando le frequenze di bramiti nello stesso intervallo di tempo, si può pensare di individuare con precisione quando sarà il picco stagionale. Diversi lavori hanno focalizzato il legame, a breve e lungo termine, della frequenza di bramito ("roaring rate") con variabili fisiche e ambientali, come età, peso corporeo, successo riproduttivo, presenza di competitori e femmine disponibili, e stadio del periodo riproduttivo, identificandola come un segnale determinante per il risultato della competizione vocale tra cervi maschi. Ogni maschio cerca dunque di aumentare la propria frequenza di bramito al fine di dimostrare la propria superiorità nei confronti dei competitori. Risulta quindi facile intuire il motivo per cui le femmine preferiscono maschi con elevate frequenze di bramito: il maschio che riesce a mantenere elevati livelli d'attività è tendenzialmente più forte e di dimensioni maggiori (=maggiore *fitness*) rispetto ad altri, ed è in grado di investire maggiori energie nella riproduzione. La possibilità di associare la frequenza di bramito a misure acustiche, biometriche e di qualità del trofeo potrebbero contribuire a delineare un quadro più esauriente sul successo riproduttivo legato al complesso fenomeno del bramito.

Conclusioni

I dati immagazzinati si configurano come una buona base sperimentale e di confronto per possibili ripetizioni dell'esperienza in Alta Val di Susa, dove il fenomeno è stato preso in considerazione per la prima volta.

Dalle registrazioni effettuate è emersa la possibilità di una corretta analisi quantitativa del fenomeno, confermando la reale possibilità operativa di un monitoraggio acustico del territorio mediante l'utilizzo delle registrazioni. Le variazioni dell'attività acustica del cervo nel corso della stagione, sia nella frequenza (numero di vocalizzazioni nell'unità di tempo), sia nelle altre caratteristiche acustiche conferma invece l'ipotesi che il bramito possa influenzare la scelta delle femmine e risulta-

re determinante per il risultato della competizione tra maschi.

I progressi tecnologici in atto potranno permettere di migliorare le registrazioni in campo utilizzando microfoni dotati di maggiore sensibilità e con capacità di captazione dei suoni a distanze più elevate per eludere l'innata diffidenza del cervo nei confronti dell'uomo. Associando ai rilievi l'uso di altre tecnologie (termocamere e visori notturni) sarà possibile un riconoscimento individuale dei singoli soggetti emettitori di suoni. Questo permetterà di effettuare confronti acustici, non solo fra popolazioni geneticamente distinte, ma anche all'interno di un identico "pool" genico, fra popolazioni dimoranti in contesti naturali diversi. Sarà così possibile analizzare puntualmente i fattori ambientali che interagiscono con il fenomeno del bramito del cervo. ■

