

Alberto Carradore, Fabio Chinellato, Andrea Favaretto, Nicola Zago,
Renzo De Battisti

ANALISI DEL BRAMITO DEL CERVO, *CERVUS ELAPHUS*,
NELLA FORESTA DEL CANSIGLIO:
APPLICAZIONE DI METODOLOGIE BIOACUSTICHE
(ARTIODACTYLA, CERVIDAE)

Riassunto. Le tradizionali attività di censimento del cervo (*Cervus elaphus*, Linnaeus, 1758) durante la stagione degli amori nella Foresta del Cansiglio, che si susseguono dal 2000, sono state integrate con nuove metodologie bioacustiche. Si sono utilizzati 4 registratori digitali stereo SongMeter® che permettono di analizzare l'attività vocale dei maschi bramanti per archi temporali superiori a quelli tradizionali, potendo preimpostare la registrazione in orari anche variabili e per più giorni. I files digitali vengono, dunque, analizzati con l'ausilio di softwares dedicati che permettono di visualizzare e misurare in modo sinestetico la struttura acustica dei segnali sonori registrati. Gli strumenti sono stati impiegati per: 1) sperimentare metodi di monitoraggio alternativi basati sull'utilizzo di un apparecchio digitale che sostituisca validamente l'operatore annullando, de facto, disturbi provocati dalla frequentazione di aree in periodi sensibili per la specie; 2) sviluppare nuove metodologie automatiche per determinare numerosità e posizione topografica dei maschi bramanti. La possibilità di replicare le letture in condizioni ambientali confortevoli porta ad una definizione più precisa dell'attività di bramito per gli archi temporali giornalieri e/o stagionali indagati, nonché analisi e quantificazioni precise di disturbi antropici e naturali che sul sito si possono presentare. Inoltre, la sincronizzazione delle tracce audio permette, con la misura dei ritardi con cui i segnali arrivano ai microfoni, la materializzazione grafica e analitica del soggetto emettitore. Questo nuovo metodo consente: indagini non invasive per la specie e l'ambiente, sforzo ridotto di campionamento per minor impiego di unità operative, possibilità di analisi più evolute e per periodi temporali lunghi e formazione di banche dati durevoli. L'impiego di queste strumentazioni e la conseguente adozione di nuove procedure analitiche, come noto, permettono di indagare praticamente in assenza di disturbo taxa dal comportamento elusivo, dimoranti in ambienti difficilmente raggiungibili e vocalmente attivi in momenti giornalieri e/o stagionali poco noti.

Summary. *Analysis of Red Deer (Cervus elaphus) roaring activity in the Cansiglio Forest (NE Italy): application of bioacoustical methodologies (Artiodactyla, Cervidae).*

Traditional census activities on the Red Deer (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758) during mating season in the Cansiglio Forest (CF), which have been carried out since 2000, are now supported by new bioacoustical tools. Four SongMeter stereo digital recorders were used, which allow to analyze the vocal activity of stags for longer periods than traditional methods, as well as to set recording times to span up to several days. Obtained files are analyzed with software packages that are capable to synaesthetically visualize and measure the acoustic structure of the recorded sounds. The new instruments have been used to: 1) test alternative monitoring methods that use digital recorders as valid substitutes of the human operator, thus avoiding human-induced disturbance in study areas; 2) develop new automatic techniques to detect roaring stags number and their topographic position. The possibility to listen repeatedly to the recordings in a comfortable environment lead to a more detailed and precise resolution of the vocal activity during monitoring sessions; it allows also to analyze and quantify precisely the possible disturbance, of both natural and human origin, in the area. The measurement of the delay among synchronized tracks allows the localization of the sound source. These new methodologies allow non-invasive investigations, reduced efforts in data collecting and more detailed analyses with permanent datasets. Such methods can be extended also to more elusive and difficult-to-monitor taxa.

La Foresta del Cansiglio (FC) nel corso degli anni '70 del secolo scorso, come altre aree del NE d'Italia, è stata interessata dalla ricolonizzazione da parte del cervo (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758) (BON et al., 1995).

Dal 1976 l'area della Valmenera è nota come area di bramito del cervo (DE BATTISTI et al., 1998). Le osservazioni sistematiche, che si susseguono dal 2000, hanno portato all'individuazione di almeno tre punti fissi di osservazione permanenti per tutta la stagione dei bramiti; questi siti hanno "tiri di ascolto" (BOBEK et al., 1986) utili a monitorare ampie aree, con annotazione dell'attività per periodi cumulati di 10 minuti ciascuno che iniziano almeno un'ora prima del tramonto astronomico (TA) e che terminano almeno mezz'ora dopo la culminazione del primo picco serale (DI GANGI et al., 2008).

Il progresso tecnologico verificatosi con i sistemi di registrazione ed analisi digitale dei suoni, permette di indagare il fenomeno disponendo di database archiviabili e riproducibili (FAVARETTO et al., 2011).

MATERIALI E METODI

Primo approccio tecnologico

Nel punto fisso di Col del Nas, dall'11 settembre al 27 ottobre 2009, è stato posizionato un registratore stereo digitale SongMeter™ preimpostato per effettuare registrazioni della durata di circa 5 ore continuative a cavallo del TA.

Nelle serate del 12, 13 e 20 settembre si sono effettuate anche sincroniche tradizionali registrazioni su scheda cartacea.

Dal 7 ottobre analoghi strumenti sono stati installati nei punti denominati "Quota 1.044" e "Base". La prima postazione è sita nel punto più elevato sulla dorsale che separa Cornesega da Pian Cansiglio, la seconda è posizionata sull'isoipsa 1.050 ed equidistante da Casera Davià e Casera Lissandri.

Dal 25 al 27 settembre e al 2 al 4 ottobre si sono effettuati i consueti censimenti coordinati dalle postazioni storiche.

Le tracce registrate sono state analizzate, in riferimento al TA giornaliero, previa suddivisione nei tradizionali intervalli di 10 minuti ciascuno. Per ogni intervallo si è contato il numero di bramiti presenti nel secondo, nel sesto e nel nono minuto (minuti-campione).

Per le serate in cui è stato condotto contemporaneamente anche il rilievo tradizionale su scheda, si sono confrontati i risultati ottenuti con entrambi i metodi negli intervalli di riferimento. Il valore cumulato ottenuto con la registrazione digitale è stato confrontato con il risultato dell'analisi per campioni.

Secondo approccio tecnologico

Allo scopo di sperimentare le nuove metodologie automatiche, per determinare la numerosità e la posizione degli animali bramenti nell'area aperta di Valmenera, si sono impiegati tre registratori, posti ai vertici di un triangolo rettangolo isoscele ($AB=AC=380$ m; $BC=540$ m), dall'11 al 15 settembre e dal 1° al 6 ottobre per una durata media di 5 ore per sera. I vertici del triangolo sono stati georiferiti mediante procedura GIS; in area è stato posizionato anche un Datalogger allo

scopo di avere dati puntuali riguardanti temperatura ed umidità relativa del sito in quanto, come noto, la velocità del suono dipende dalla densità del fluido attraverso il quale esso si espande.

Il metodo si basa sull'analisi dei ritardi con cui uno stesso suono giunge ai tre differenti registratori. Gli strumenti non sono collegati tra loro e, quindi, non pre-sincronizzabili con precisione: affinché i ritardi possano essere misurati, le tracce devono poter così essere allineabili in base ad un segnale univoco sincronicamente registrato, emesso cioè da un punto del triangolo equidistante (E) dai tre vertici. Per questo motivo, sempre tramite utilizzo di tecnologia GIS, si è materializzato in campo il punto E, in questo caso sito sull'ipotenusa.

Un suono emesso da una fonte sonora giunge così in momenti diversi ai singoli registratori. L'onda sonora raggiunge prima lo strumento più vicino, quindi il secondo e successivamente il terzo, più distante. Riconosciuto il segnale convenzionale e così sincronizzate le tre tracce, si potrà utilizzare il registratore più vicino alla fonte come "punto 0" e misurare i ritardi con cui lo stesso segnale arriva al secondo e al terzo. Il ritardo sonoro può essere così trasformato in misura lineare secondo la formula

$$d = t * c$$

dove d è la misura lineare calcolata, t il ritardo misurato e c la velocità del suono nel luogo e nel momento dell'evento; la velocità del suono è calcolabile applicando la formula

$$c = 331,4 + 0,62t \text{ [}^\circ\text{C]}$$

La posizione della fonte sonora può essere quindi individuata su mappa con metodo grafico: ogni distanza identifica il raggio di una circonferenza che ha come centro il registratore considerato. Si può così costruire una terza circonferenza tangente esternamente alle prime due e passante per il punto in cui è collocato il primo microfono: la posizione della fonte sonora è il centro di questa circonferenza (fig. 1).

Per l'analisi delle tracce registrate si sono utilizzati due software (Audacity® e Praat©) che permettono di visualizzare e misurare gli spettri sonori dei segnali ricevuti.

RISULTATI

Primo approccio tecnologico

Il confronto tra la frequenza dei bramiti registrati con i tre metodi nelle diverse serate evidenzia la corrispondenza degli intervalli di picco e degli intervalli di minima attività ottenuti con i diversi metodi sottoposti al test del χ^2 .

I test indicano che l'andamento delle frequenze nei diversi intervalli è altamente significativo ($P < 0,01$) in tutte e 4 le serate e con tutti e tre i metodi che forniscono, dunque, frequenze simili (tab. 1).

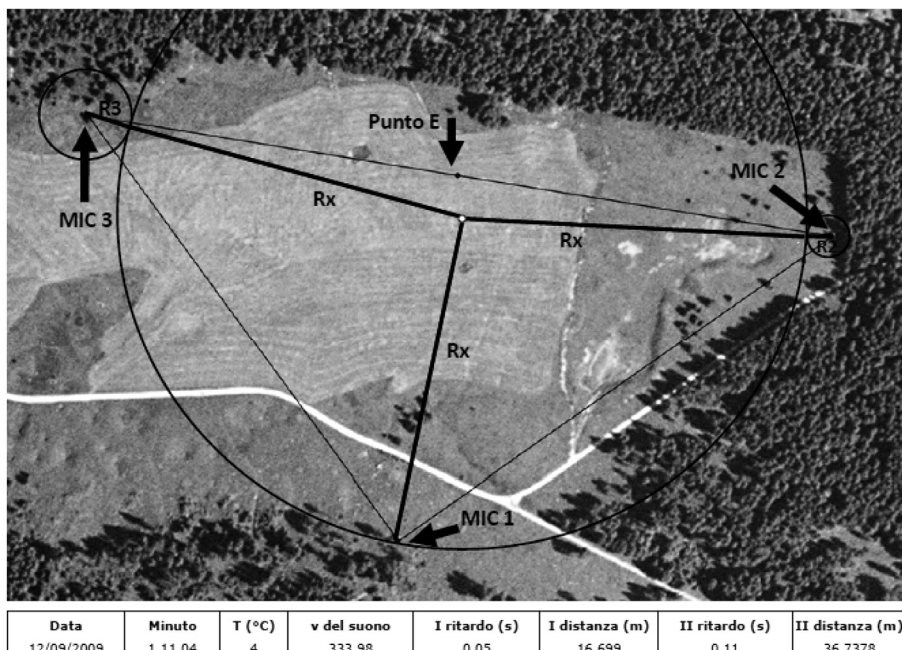


Fig. 1. Ortofoto dell'area indagata in Valmenera. Si possono osservare le posizioni dei tre microfoni (MIC1, MIC2, MIC3) ai vertici del triangolo ed il punto da essi equidistante (E). Esempificazione del metodo grafico sviluppato analizzando una serie di bramiti emessi la sera del 12 settembre 2009 che ha portato all'identificazione della posizione di un maschio bramente alle ore 20.11: sono stati misurati i ritardi con cui il suono è giunto ai microfoni MIC2 e MIC3 rispetto al primo (MIC1) e trasformati in misure lineari (rispettivamente R2 e R3, raggi delle circonferenze con centro in MIC2 e MIC3). Per costruzione è stata disegnata la circonferenza di raggio Rx (corrispondente al tempo impiegato dall'onda sonora a giungere dalla fonte al primo registratore, non misurabile). Il centro rappresenta la posizione della fonte sonora (ortofoto GIS, rielaborata da Carradore).

Secondo approccio tecnologico

In figura 1 è esemplificato il metodo grafico sviluppato analizzando una serie di bramiti emessi la sera del 12 settembre che ha portato all'identificazione della posizione di un maschio bramente alle ore 20:11.

DISCUSSIONE

L'analisi comparata dei rilievi effettuati con i diversi metodi, statisticamente testata, suggerisce la bontà del metodo campionario per l'indagine quantitativa dell'attività di bramito e ne consente il monitoraggio stagionale senza la presenza assidua e continua di operatori in situ.

Il modello di registratore impiegato non possiede sensibilità tali da poter quantificare la direzione di provenienza del suono, né la sua distanza; pertanto,

per il momento, risulta molto difficile determinare il numero effettivo dei maschi vocalmente attivi.

Tab. 1. Nelle prime tre colonne i valori di χ^2 per i diversi metodi nelle diverse serate (bramiti per intervallo, prime tre colonne; totale bramiti, ultime due colonne).

		χ^2	P	g.d.l.	operatore vs registratore	registratore vs campione
					χ^2 (P > 0,05 – g.d.l. = 2)	χ^2 (P > 0,05 – g.d.l. = 2)
09/10/09	operatore	55,37	< 0,01	5	1,11	0,61
	registratore	56,14	< 0,01	5		
	campioni	106,65	< 0,01	5		
12/09/09	operatore	133,03	< 0,01	13	0,92	0,34
	registratore	146,62	< 0,01	13		
	campioni	252,37	< 0,01	13		
13/09/09	operatore	27,3	< 0,01	6	0,18	0,06
	registratore	22,49	< 0,01	6		
	campioni	40,04	< 0,01	6		
20/09/09	operatore	48,69	< 0,01	7		
	registratore	46,75	< 0,01	7		
	campioni	85,9	< 0,01	7		

La restituzione grafica dell'analisi dei ritardi evidenzia l'applicabilità del metodo. Strumenti più evoluti, già disponibili sul mercato, permettono la sincronizzazione di più registratori mediante moduli GPS integrati: in questo modo si superano le difficoltà legate all'emissione giornaliera del segnale convenzionale e, conseguentemente, alla forma del triangolo di riferimento e la superficie indagata. Ulteriori sviluppi applicativi deriveranno dall'automatizzazione dei calcoli matematici necessari per la localizzazione e georeferenziazione della fonte sonora.

L'utilizzo di una serie di registrazioni consente comunque e per tutte le metodologie esposte, l'analisi degli eventi in condizioni ambientali più confortevoli. Questo aspetto, unito alla possibilità di replicare le letture, permette di ampliare gli archi temporali di indagine, di ridurre i margini di errore dovuti all'incalzare di attività frenetiche come il bramito del cervo (acme di oltre 900 bramiti/ora - DI GANGI et al., 2008) e di analizzare puntualmente gli effetti di disturbi acustici sia antropici, sia naturali (CAMPAGNARO, 2002).

In generale, l'utilizzo di registratori digitali consente di indagare, praticamente in assenza di disturbi provocati dalla frequentazione delle aree da parte dei rilevatori, taxa dal comportamento elusivo, dimoranti in ambienti difficilmente raggiungibili ed attivi vocalmente in momenti della stagione e del giorno poco conosciuti (FAVARETTO et al., 2008).

Bibliografia

- BOBEK B., PERZANOWSKI K., ZIELINSKI J., 1986. Red deer population census in mountains: testing of an alternative method. *Acta theriologica*, 31: 423-431.
- BON M., PAOLUCCI P., MEZZAVILLA F., DE BATTISTI R., VERNIER E. (eds.), 1996. Atlante dei Mammiferi del Veneto. *Lavori Soc. Ven. Sc. Nat.*, suppl. al vol. 21 (1995), 132 pp.
- CAMPAGNARO M., 2002. Analisi del bramito del cervo (*Cervus elaphus* L.) e sue applicazioni alle tecniche di censimento nella Foresta del Cansiglio (Prealpi Venete). Tesi di Laurea in Scienze Forestali ed Ambientali. Rel. L. Masutti. AA 2001/2002. Padova.
- DE BATTISTI R., PICCIN A., CONFORTI L., BERTO M., 1998. Primi dati sulla consistenza faunistica di ungulati in aree protette del Cansiglio (Belluno). In: Bon M., Mezzavilla F. (red.), Atti 2° Convegno Faunisti Veneti. *Associazione Faunisti Veneti, Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia*, suppl. al vol. 48: 1-254.
- DI GANGI E., DE BATTISTI R., ROCCA G., ANDRICH C., FARENZENA G., GUELLA M., MAFFINI E., LUPANO S., MAZZOCCO M., MOCELLIN M., PICCIN A., 2008. Evoluzione spazio-temporale dell'attività di bramito del cervo, *Cervus elaphus*, in Cansiglio (Prealpi Venete): Monitoraggi 2003-2006. In: Bon M., Bonato L., Scarton F. (eds.), Atti 5° Convegno Faunisti Veneti. *Associazione Faunisti Veneti, Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia*, suppl. al vol. 58: 335-340.
- FAVARETTO A., MEZZAVILLA F., LOMBARDO S., 2008. Vocalizzazioni di Civetta capogrosso (*Aegolius funereus*) nella Foresta del Cansiglio. In: Bon M., Bonato L., Scarton F. (red.), Atti 5° Convegno Faunisti Veneti. *Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia*, suppl. al vol. 58: 213-218.
- FAVARETTO A., SALOGNI G., PAVAN G., DE BATTISTI R., 2011 (questo volume). Sistemi automatici di registrazione: nuove metodologie bioacustiche applicate a indagini ornitologiche in alcuni siti della Rete Natura 2000 del Veneto. Risultati e prospettive. In: Bon M., Mezzavilla F., Scarton F. (red.), Atti 6° Convegno Faunisti Veneti. *Boll. Mus. St. Nat. Venezia*, suppl. al vol. 62.

Indirizzi degli autori:

Alberto Carradore - Piazza Napoli 9, I-35142 Padova (PD); 86renne@libero.it

Fabio Chinellato - Via Grecia 5, I-31100 Treviso (TV); fabiokine@alice.it

Andrea Favaretto - Via Montebello, I-35141 Padova (PD); dejano@libero.it

Nicola Zago - Via S. Antonio 80, I-31050 Camalò di Povegliano (TV); zago.nicola@gmail.com

Renzo De Battisti - Via Cavalieri di Vittorio Veneto 21, I-35126 redeva@tin.it