



<p style="text-align: center;">Dottorato di Ricerca in Scienze delle Produzioni Vegetali e Animali PhD Programme in Plant and Animal Science Codice del Corso di dottorato/PhD code: DOT1335834 Coordinatore/Coordinator: Prof. Roberta BERNINI</p>
<p style="text-align: center;">Piano di attività/Activity plan</p>
<p>Data/Date 10/01/2024</p>
<p>Ciclo/Cycle XXXIX</p>
<p>Dottorando/PhD student Pedro Girotti</p>
<p>Posizione/Position <input checked="" type="checkbox"/> Con borsa di studio/With scholarship <input type="checkbox"/> Senza borsa di studio/Without scholarship <input type="checkbox"/> Riservata a dipendenti di enti di ricerca/Reserved for research center employees <input type="checkbox"/> Dottorato industriale/Industrial PhD <input type="checkbox"/> Altra tipologia/Other typology</p>
<p>Tutor/Supervisor Umberto Bernabucci Affiliazione/Affiliation Università degli Studi della Tuscia di Viterbo</p>
<p>Co-Tutor Riccardo Primi Affiliazione/Affiliation Università degli Studi della Tuscia di Viterbo</p>
<p>Sede prevalente dell'attività di ricerca/ Main place of research Università degli Studi della Tuscia di Viterbo</p>
<p>Titolo dell'attività di ricerca/Research title Studio di aspetti innovativi del monitoraggio di specie faunistiche di interesse gestionale</p>
<p>Breve descrizione dell'attività di ricerca/Short description of the research activity (Max 10.000 caratteri, spazi inclusi/Max 10000 characters, included spaces)</p> <p>Negli ultimi anni, l'esplosione demografica e distributiva di alcune specie faunistiche, ungulati e carnivori in particolare, sta determinato una intensificazione delle interazioni problematiche con le attività antropiche e con gli ecosistemi. Di conseguenza lo studio ed il monitoraggio delle popolazioni risultano indispensabili per pianificare efficacemente la gestione di specie sia problematiche sia di interesse per la conservazione. I metodi tradizionali utilizzati per la determinazione dei parametri di popolazione, si basano su conteggi diretti degli animali e richiedono un grande sforzo sia organizzativo sia operativo, prevedendo la partecipazione di molti rilevatori la cui presenza contemporanea può, tra l'altro, influenzare la probabilità di rilevamento con il rischio di risultati distorti. Inoltre, per l'esecuzione dei conteggi di alcune specie, galliformi in particolare, risulta spesso necessario il coinvolgimento di cani specificatamente addestrati alla ricerca dei selvatici. In questo scenario, la costante riduzione del numero di cacciatori, categoria sociale storicamente coinvolta nella attività di rilevamento faunistico, sta determinando sempre maggiori difficoltà attuative.</p> <p>Alla luce di quanto sopra esposto, emerge la necessità di evolvere verso metodi e strumenti innovativi che siano in grado di acquisire da remoto (c.d. remote sensing) dati sia qualitativi sia quantitativi utili allo studio delle popolazioni faunistiche con conseguente riduzione degli sforzi e dei costi di monitoraggio.</p> <p>Nell'ultimo decennio, lo sviluppo di nuove tecnologie e la progressiva riduzione dei loro costi sta favorendo la sperimentazione e l'applicazione di nuovi protocolli e metodi di monitoraggio verso una transazione digitale in campo faunistico.</p> <p>A titolo esemplificativo, per indagini che riguardano specie elusive e/o tipicamente notturne risultano diffusamente impiegati dispositivi ad infrarosso (termocamere-visori) mentre per lo studio dell'ecologia, del</p>



movimento e della fenologia delle migrazioni la radiotelemetria sta trovando grandi vantaggi in tecnologie VHF/GPS sempre più performanti e miniaturizzate ma non sempre economicamente accessibili.

Piano di lavoro

Uso di fototrappole (CT): Un metodo alternativo per contare gli animali selvatici è rappresentato dal fototrappolaggio (Camera Trapping-CT). Le fototrappole sono standardizzate rispetto alla capacità di visualizzazione e consentono di eseguire il conteggio degli animali sia di giorno sia di notte, in qualsiasi condizione meteorologica ed in contesti ambientali in cui l'osservazione diretta risulterebbe molto difficile. Sebbene le fototrappole abbiano da tempo trovato applicazione nell'ambito di studi inerenti alle preferenze ambientali, la distribuzione, la struttura e l'abbondanza relativa (Es. tasso di cattura fotografica) delle popolazioni faunistiche, solo di recente sono stati proposti, con risultati incoraggianti, alcuni metodi matematico-statistici per la stima della loro abbondanza assoluta (densità e consistenza). Tuttavia, le performance in termini di precisione e accuratezza delle stime ed il miglior compromesso tra sforzo e beneficio nella definizione del disegno di campionamento richiedono ulteriori approfondimenti e miglioramenti.

Alla luce delle conoscenze disponibili, appare quindi utile un approfondimento inerente ai modelli di stima dell'abbondanza assoluta considerati più promettenti come ad esempio il Random Encounter Model (REM) ed il Random Encounter and Staying Time (REST).

In particolare, si propone la sperimentazione dei due metodi per la stima delle densità di ungulati secondo disegni di campionamento a diversa densità/intensità di rilevamento (CT/km²) uno intensivo ed uno estensivo utilizzando eventualmente, per la validazione, metodi di conteggio diretto considerati attendibili (Es. conteggi in battuta e/o conteggi notturni).

Intelligenza artificiale (AI): Considerando un periodo medio di sette giorni di rilevamento, 15 fototrappole possono registrare oltre 6.000 foto e 400 video. Data la gran mole di lavoro necessario alla catalogazione, preparazione e visualizzazione del materiale foto/video, emerge l'importanza di automatizzare le procedure sino a) al riconoscimento della specie e delle classi di età e sesso, e b) alla quantificazione dei contatti e dei parametri di movimento richiesti per il calcolo delle densità REM e REST. Grazie al recente sviluppo del Machine Learning (ML) e delle c.d. reti neurali di apprendimento profondo (Deep Learning network), algoritmi specifici sono in grado di riconoscere gli oggetti con precisione superiore a quella umana. Attualmente, esistono già alcuni programmi che rendono disponibili sistemi di riconoscimento automatico attraverso l'uso dell'intelligenza artificiale (AI).

Alla luce di quanto sopra esposto si propone: a) di allenare, testare e validare la capacità di alcuni di questi programmi di riconoscere, automaticamente, non solo la specie di interesse ma anche le classi di sesso ed età degli individui fotografati/ripresi e b) sviluppare algoritmi per la classificazione ed il calcolo automatico dei parametri di movimento (alimentazione, interazione sociale, spostamento; Tasso di movimento giornaliero: km/day).

Si propone inoltre uno specifico approfondimento rivolto a testare l'applicazione del ML alla bioacustica per il conteggio di specie di uccelli che emettono specifici canti per il mantenimento dei territori riproduttivi (ES. coturnici, pernici e starne). Tale approccio dovrebbe consentire la discriminazione delle variazioni interindividuali per arrivare al riconoscimento/conteggio dei singoli individui attraverso l'analisi dei sonogrammi delle registrazioni dei canti.

Termocamera/Visori infrarossi: un recente metodo statistico matematico applicato, di norma, ai conteggi diretti lungo transetti campione, è rappresentato dal campionamento a distanza o Distance Sampling (DS). Tale tecnica si basa sulla misurazione, lungo un transetto, delle distanze tra l'oggetto del conteggio e il rilevatore, con l'intento di stimare la frazione non contattata della popolazione consentendo di addivenire ad una stima di abbondanza assoluta. Nel caso di specie con attività strettamente notturne, i conteggi vengono eseguiti con visore infrarossi (termocamera). In tal caso si parla di Nocturnal Distance Sampling (NDS). Recentemente questo metodo ha trovato diffusa applicazione per la stima di abbondanza degli ungulati con risultati promettenti ma meriterebbe di essere testato anche per lo studio di altre popolazioni faunistiche

In particolare, le stime di abbondanza di alcuni scolopacidi con abitudini principalmente notturne, come la beccaccia (*Scolopax rusticola*), vengono normalmente eseguite attraverso conteggi che coinvolgono cacciatori e cani da ferma specializzati ponendo in evidenza le problematiche descritte in premessa.



Alla luce di quanto sopra esposto si propone la definizione di uno specifico disegno di campionamento che consenta il confronto dei risultati dei conteggi di beccacce eseguiti mediante NDS e con i cani da ferma. IL NDS potrà inoltre risultare utile a confrontare i dati e validare i risultati dei conteggi degli ungulati eseguiti mediante fototrappolaggio.

Dispositivi VHF/GPS: I Sistemi di radiotelemetria ad altissima frequenza (VHF) rappresentano il metodo standard per monitorare i movimenti e determinare l'uso dello spazio degli animali selvatici. Tale tecnica prevede l'applicazione di una trasmittente VHF all'animale da monitorare ed il successivo rilevamento della sua posizione viene eseguito da uno o più operatori sul campo tramite una ricevente dotata di antenna direzionale Yagi. Nonostante sia una tecnologia relativamente economica, lo sforzo necessario ad acquisire set di dati adeguatamente consistente richiede un notevole sforzo umano ed economico. Un metodo alternativo è rappresentato dalla telemetria GPS che, grazie alla localizzazione satellitare, le possibilità di controllo remoto e di trasmissione dati GSM/GPRS riduce in modo molto significativo lo sforzo di monitoraggio. Tuttavia, il peso, il lifespan e/o i costi di questi dispositivi risultano spesso inadeguati alla mole della specie da monitorare, ai budget e/o alle esigenze di progetto.

Di conseguenza, la sfida è quella di sviluppare tecnologie sempre più miniaturizzate, dotate di sufficiente lifespan e a costi accessibili.

A questo scopo, si ritiene di grande interesse un'eventuale costituzione di partnership con aziende nel settore dello sviluppo delle tecnologie di tracciamento satellitare, per a) testare dispositivi e tecnologie eventualmente già sviluppate e b) definire, di concerto, le caratteristiche di peso, frequenza di rilevamento, setting e trasmissione dati da remoto, lifespan e le modalità di applicazione, più opportune in funzione della specie e degli obiettivi specifici.

Analisi dei dati: Tutti i dati raccolti saranno analizzati adeguatamente tramite analisi statistiche multivariate e con algoritmi di intelligenza artificiale.

Inoltre, si prevede di trascorrere un periodo di almeno 6 mesi, anche non consecutivi, presso istituti di ricerca e/o Università sia estere sia italiane per approfondire le conoscenze riguardo nuovi metodi

Obiettivi del progetto

- Stesura di un protocollo scientifico per la stima di densità animale tramite l'utilizzo della tecnica del fototrappolaggio;
- Facilitare l'archiviazione dei dati ottenuti dall'uso delle fototrappole e semplificare la determinazione di alcuni parametri di popolazione animale attraverso l'utilizzo dell'intelligenza artificiale;
- Proporre eventuali nuove metodologie di monitoraggio per alcune specie animali attraverso l'utilizzo di termocamere o visori ad infrarosso;
- Eventuale determinazione dell'uso dello spazio di una o più specie animale attraverso l'impiego di GPS economici;
- Pubblicazioni scientifiche;
- Partecipazione a convegni e seminari nazionali ed internazionali per la divulgazione scientifica.

Attività formative/Training activities Attività programmate dal Consiglio dei docenti

Firma (Tutor)/Signature (Supervisor)

Firma del Dottorando/Signature (PhD student)