



UNIVERSITÀ DI PISA

Dipartimento di Scienze Veterinarie

Scuola di Dottorato in Scienze Agrarie e Veterinarie

Programma in: "Produzioni animali, sanità e igiene degli alimenti nei Paesi a clima mediterraneo"

Codice Settore Scientifico Disciplinare (SSD) Bio 10

Tesi di dottorato

27° Ciclo

"Individuazione e monitoraggio mediante l'uso delle fototrappole associato al radiotracking, di alcuni fitness-desiderata di fagiano e di istrice, importanti specie di interesse venatorio e conservazionistico"

Candidato

Dr. Giuseppe Vecchio

Docente Guida

Dr. Antonio Felicioli

Presidente del programma di dottorato
Prof. Domenico Cerri

Anno accademico 2014 – 2015

Per concludere, ritengo che nulla possa essere più utile per un giovane naturalista di un viaggio in paesi lontani: acuisce e al tempo stesso appaga in parte quell'anelito e quel desiderio che, come osserva Sir Herschel, un uomo prova anche quando tutti i suoi bisogni materiali sono pienamente soddisfatti. L'eccitamento destato da tante novità e la possibilità di successo stimolano a un'attività sempre più intensa. Inoltre, siccome molti particolari slegati perdono presto d'interesse, si acquista l'abitudine ai confronti, abitudine che conduce a porsi problemi generali. Però, siccome il viaggiatore sosta solo per breve tempo a ciascuna tappa, le sue descrizioni sono il più delle volte semplici schizzi, piuttosto che minuziose osservazioni. E di qui nasce, come ho provato a mie spese, la tendenza irresistibile a colmare le grandi lacune del sapere con ipotesi approssimative e superficiali. Ma ho troppo goduto di questo mio viaggio per non spronare ogni naturalista (anche se non potrà sperare di avere la mia stessa fortuna nell'incontrare i compagni di viaggio) ad approfittare d'ogni occasione per intraprendere, un lungo viaggio. Potrà stare sicuro che, salvo rari casi, non incontrerà difficoltà o pericoli così brutti come se li figurava prima di partire. Per quanto riguarda gli effetti sul carattere, egli imparerà a pazientare senza perdere il buon umore, a sbarazzarsi dell'egoismo, a fare da sé, e a vedere il meglio di ogni situazione. In una parola, acquisterà le qualità caratteristiche della maggior parte della gente di mare. Il viaggiare gli insegnerà che esiste molta gente generosa, mai incontrata prima e che mai più ritroverà, pronta a prestare senz'altro l'aiuto più disinteressato.

Viaggio di un naturalista intorno al mondo. Charles Darwin

Indice generale

| | |
|---|-----------|
| Riassunto..... | 5 |
| Abstract..... | 7 |
| Introduzione..... | 9 |
| <i>Premessa.....</i> | 9 |
| <i>Fototrappole.....</i> | 11 |
| Meccanismo di funzionamento..... | 13 |
| Evoluzione delle fototrappole..... | 15 |
| <i>Radio-Telemetria.....</i> | 17 |
| Trasmettitori..... | 18 |
| Posizionamento trasmettitore..... | 21 |
| Antenne riceventi..... | 23 |
| Ricevitori..... | 23 |
| <i>Tecniche di radio-telemetria.....</i> | 24 |
| <i>Fagiano (Phasianus colchicus L., 1758).....</i> | 27 |
| Sistematica..... | 29 |
| Distribuzione..... | 30 |
| Morfologia..... | 31 |
| Bioetologia..... | 37 |
| Riproduzione..... | 38 |
| Uso e selezione dell'habitat..... | 39 |
| Alimentazione..... | 40 |
| Importanza economico-gestionale in Provincia di Pisa..... | 42 |
| <i>Istrice (Hystrix cristata L., 1758).....</i> | 45 |
| Sistematica..... | 45 |
| Distribuzione..... | 46 |
| Morfologia..... | 49 |
| Bioetologia..... | 52 |
| Riproduzione..... | 55 |
| Uso e selezione dell'habitat..... | 57 |
| Alimentazione..... | 60 |
| Miscellanea..... | 61 |
| <i>Legislazione.....</i> | 63 |
| Scopo della tesi..... | 66 |
| Materiali e metodi..... | 67 |
| <i>Fagiano (P. colchicus).....</i> | 67 |
| Area di studio..... | 67 |
| Uso del suolo..... | 68 |
| Corine Land Cover..... | 68 |
| <i>QGIS.....</i> | 69 |
| Morfologia: raccolta dati..... | 70 |
| Inizio attività..... | 70 |
| Radiotracking..... | 72 |
| Home range..... | 72 |
| Sopravvivenza..... | 75 |
| Riproduzione..... | 75 |
| Fototrappole..... | 75 |
| Strumentazione utilizzata..... | 75 |
| Posizionamento delle fototrappole..... | 78 |
| <i>Istrice (H. cristata).....</i> | 81 |
| Area di studio..... | 81 |
| Soggetto sperimentale..... | 83 |

| | |
|---|------------|
| Procedura di “rilascio” | 84 |
| Radiotracking..... | 89 |
| Caratteristiche tecniche del radiocollare utilizzato..... | 90 |
| Analisi dell' attività diurna e notturna..... | 93 |
| Home range..... | 94 |
| Fototrappole..... | 96 |
| Strumentazione utilizzata..... | 96 |
| Posizionamento delle fototrappole..... | 100 |
| Analisi Statistica..... | 101 |
| Risultati..... | 102 |
| <i>Fagiano (P. colchicus)</i> | 102 |
| Area di studio..... | 102 |
| Misure morfometriche..... | 103 |
| Radiotracking..... | 105 |
| Home range..... | 105 |
| Sopravvivenza..... | 109 |
| Riproduzione..... | 110 |
| Analisi Fototrappolaggio..... | 111 |
| Uso fototrappole sui nidi naturali..... | 114 |
| Uso fototrappole sui nidi artificiali..... | 115 |
| Nidi naturali- Analisi delle covate..... | 117 |
| Nidi artificiali- Cause di mortalità..... | 118 |
| <i>Istrice (H. cristata)</i> | 120 |
| “Rilascio” dell'istrice e studio degli spostamenti..... | 120 |
| Attività diurna e notturna..... | 122 |
| Home range..... | 122 |
| Fototrappole..... | 125 |
| Studio delle istrice residenti..... | 125 |
| Uso delle tane e alcuni comportamenti dell'istrice..... | 128 |
| Discussione..... | 132 |
| Fototrappole..... | 132 |
| <i>Fagiano (P. colchicus)</i> | 132 |
| Morfologia..... | 132 |
| Radiotracking..... | 133 |
| Fototrappolaggio..... | 134 |
| <i>Istrice (H. cristata)</i> | 136 |
| Radiotracking..... | 136 |
| Home range..... | 136 |
| Fototrappolaggio..... | 139 |
| Conclusioni..... | 142 |
| Fototrappole..... | 142 |
| Radio-telemetria..... | 142 |
| <i>Fagiano (P. colchicus)</i> | 143 |
| <i>Istrice (H. cristata)</i> | 143 |
| Bibliografia..... | 145 |

Riassunto

Le specie target di questo studio sono:

- Specie di interesse venatorio: un gruppo di fagiane (N. 17) provenienti da cattura in Aziende Faunistiche (AFV), monitorate mediante radiocollare VHF e tramite attività di video-fototrappolaggio durante il periodo della nidificazione;
- Specie di interesse conservazionistico: un istrice “rilasciato” e monitorato con l'ausilio del radiocollare GPS con tecnologia GSM e tramite il video-fototrappolaggio delle tane.

A questo scopo è stato ideato e realizzato un progetto con duplice azione di monitoraggio mediante utilizzo di fototrappole e radiotracking .

Attraverso l'utilizzo di radiocollari VHF, è stato possibile indagare su preferenze ambientali, *home range* e sopravvivenza di questa specie. Le fototrappole sono state installate direttamente sul punto di nidificazione con lo scopo di individuare le principali cause di predazione e la loro dinamica attuativa.

Lo studio è stato effettuato su femmine adulte di fagiano provenienti da un' Azienda Faunistico (AFV Camugliano). Tali soggetti provenienti da allevamento erano stati immessi in natura nel mese di Luglio/Agosto, a un'età giovanile (60-70 gg). Successivamente sono state catturate e immesse in una Zona di Ripopolamento e Cattura, dove la caccia è interdetta e come attività di gestione ordinaria viene effettuato il controllo delle specie antagoniste presenti: volpe (*Vulpes vulpes*), gazza (*Pica pica*), cornacchia grigia (*Corvus corone cornix*) e cinghiale (*Sus scrofa*).

Successivamente è stata adottata la stessa tecnica, ovvero fototrappolaggio associato alla radiotelemetria, per monitorare alcuni comportamenti di un istrice rilasciato in natura.

Il soggetto utilizzato era un istrice maschio, sub-adulto, proveniente da un centro di recupero, monitorandone l'attività post “rilascio”, in un ambiente già popolato da istrici.

È molto importante sottolineare, ai fini dello studio, che l'istrice è giunto al centro di recupero cucciolo, di pochi giorni di vita ed è stato allevato presso la struttura fino al momento del “rilascio”.

La prima fase dello studio ha previsto il monitoraggio di diverse buche e, in seguito, è stata individuata quella ritenuta più adatta al “rilascio” in quanto non abitata in quel momento da altri animali.

Lo studio degli spostamenti è avvenuto tramite l'applicazione di un radiocollare GPS con tecnologia GSM. Le informazioni ottenute sono state utilizzate per il calcolo dell'*home range* sia dell'intero periodo di sopravvivenza in natura sia analizzando il periodo diviso per decenni, in modo da poter meglio comprendere l'adattabilità e gli spostamenti dell'animale.

Lo studio è stato integrato con l'utilizzo di fototrappole per l'individuazione del luogo adatto al “rilascio” dell'istrice oggetto di studio e per monitorare la popolazione residente *in loco* di istrici, al fine di studiarne le interazioni tra conspecifici e con le altre specie.

Per poter studiare e comprendere alcuni moduli comportamentali di questi misteriosi animali è stata prevista la locazione di fototrappole per almeno un anno così da completare le informazioni relative all'utilizzo dello spazio dell'istrice monitorato, permettendoci di analizzare il tutto con una panoramica più ampia e una mente più predisposta a comprendere le modalità di azione e interazione di questa specie con l'ambiente.

Le preziose informazioni raccolte in questo lavoro sono volte a definire e allestire un protocollo operativo atto al “rilascio” di questo affascinante animale della fauna italiana, di cui molto poco conosciamo.

Abstract

The target species of this study are:

- Species of interest hunting: a group of female pheasant (No. 17) from catching in Companies Faunistica (AFV), monitored by VHF radio collar and via video-camera trapping activities during the breeding season;
- Species of conservation concern: a porcupine "released" and monitored with the aid of GPS radio collar with GSM technology and through video-camera trapping burrows.

For this purpose it was designed and implemented a project with dual action by radio-tracking and use of camera traps.

Through the use of VHF radio collars, it was possible to investigate habitat preferences, home range and survival of this species. The camera traps were installed directly on the point of nesting with the aim to identify the main causes of predation and their dynamic implementation.

The study was performed on adult female pheasant from a 'Company Fauna (AFV Camugliano). These subjects from farming had been placed in nature in the month of July / August, at an early age (60-70 days). Subsequently were captured and placed in an area of restocking and Capture, where hunting is banned and as ordinary operations control takes antagonistic species present: fox (*Vulpes vulpes*), magpie (*Pica pica*), hooded crow (*Corvus crowns cornix*) and wild boar (*Sus scrofa*).

She was subsequently adopted the same technique, or camera trapping associated with radio telemetry to monitor certain behaviors of a porcupine released in the wild.

The subject used was a male porcupine, sub-adult, coming from a rehabilitation center, and monitoring the activities post "release", in an environment already populated by porcupines.

It is very important to point out, for the purposes of the study, that the porcupine has come to the rescue center puppy, a few days old and was bred at the property until the moment of "release".

The first phase of the study has provided for the monitoring of several holes and, subsequently,

has been identified that deemed most suitable to the "release" as it is not populated at that time by other animals.

The study of the movements was effected through the application of a GPS radio collar with GSM technology. The information obtained was used for the calculation of the home range is the whole period of survival in nature is by analyzing the period divided by decades, in order to better understand the 'adaptability and the movements of the animal.

The study was integrated with the use of camera traps to identify the suitable place to "release" porcupine object of study and to monitor the population living in the area of porcupines, in order to study the interactions between conspecifics and with other species.

In order to study and understand certain behavioral patterns of these mysterious animals was planned leasing of camera traps for at least one year in order to complete the information on the use of space porcupine monitored, allowing us to analyze everything with a wider overview and a mind more prepared to understand the mode of action and interaction of this species with the environment.

The valuable information gathered in this work are to define and set up a protocol act to "release" of this fascinating animal of the Italian fauna, of which we know very little.

Introduzione

Premessa

Questo lavoro di ricerca nasce dalla necessità di indagare, tramite l'ausilio di strumenti tecnologici avanzati, i “fitness-desiderata” di due specie, una di importanza faunistico venatoria il Fagiano (*Phasianus colchicus*) e l'altra, di alto valore conservazionistico, l'Istrice (*Hystrix cristata*). Con il termine “fitness-desiderata” ci riferiamo a quegli aspetti, della biologia e del comportamento determinanti per il successo riproduttivo delle specie indagate, che siano particolarmente utili anche agli enti preposti e agli operatori del settore per il miglioramento delle tecniche di gestione.



Figura 1: Istrice fotografato mediante l'ausilio di una fototrappola

Negli ultimi anni il declino generalizzato del fagiano (*Phasianus colchicus*) suscita molti quesiti nell'ambiente della gestione faunistica. La particolare scarsità di risultati riscontrata solleva molti dubbi, in special modo sulla qualità della selvaggina presente o immessa. I fattori limitanti probabilmente sono da ricercare in altre cause tra cui condizioni meteo, attività di disturbo antropico, forte predazione, anche da specie che finora non si pensava potessero avere un reale impatto sia sulle uova che sui pulcini.



Figura 2: Fagiano maschio adulto - foto di Angelo del Vecchio

Un ulteriore campo di interesse è rivestito dalla scarsità di reali conoscenze sulla biologia e sul comportamento dell'istrice. Recentemente, tuttavia, la non attenzione per questo animale, che trae origine dal suo scarso interesse economico, sembra lasciare spazio ad un maggiore apprezzamento del suo alto pregio naturalistico. Alla luce di ciò, sempre più spesso, questo prezioso animale è oggetto di soccorso a seguito di incidenti e, frequentemente, ricoverato in centri di recupero in vista di un suo successivo “rilascio”. Di solito questo sebbene si tratti di un animale protetto, avviene senza alcun protocollo definito scientificamente, ma con il solo “rilascio” dell'animale vicino alla zona di ritrovamento. Dal momento successivo al “rilascio” l'animale non viene più seguito o monitorato e di conseguenza non esistono dati relativi alla sopravvivenza in natura di tali soggetti.

Non sono presenti, leggi regionali o provinciali che specifichino le modalità di "rilascio" di questi animali; non esiste un protocollo differenziato in base alla specie e alla condizioni che ne hanno determinato il ritrovamento (cucciolo o adulto, ferito o debilitato); non esiste un iter da seguire e da rispettare che già abbia dato dei risultati positivi e che quindi sia scientificamente approvato. Il "rilascio" avviene con la speranza che l'animale sopravviva in ambiente esterno, ma non essendo mai stata analizzata la questione in maniera approfondita, non si può affermare che gli sforzi dei centri di recupero siano indispensabili.

Fototrappole

Per "trappola fotografica" si intende un'attrezzatura realizzata associando ad una fotocamera un dispositivo (sensore) capace di far scattare automaticamente la fotocamera al passaggio di un corpo. Queste semplici attrezzature, offrono interessanti possibilità sia nel campo della ricerca che della gestione faunistica. Le applicazioni possono riguardare la documentazione di aspetti eco-etologici di specie selvatiche presenti a basse densità o particolarmente elusive, o anche lo studio non invasivo di modelli comportamentali di specie gestite in cattività. Inoltre tra le molteplici informazioni che possono essere ottenute con queste attrezzature, per determinate specie è possibile ottenere anche stime di popolazione (Bowkett, 2008).

Questa tecnica è stata utilizzata nel censimento di felidi, che presentano caratteristiche del mantello tali da permettere il riconoscimento del singolo individuo. In questo caso, utilizzando una variante non invasiva al metodo di "cattura marcatura e ricattura", si può arrivare a buone stime di densità della specie oggetto di studio (O'Brien, 2003).

In tutti i casi le trappole fotografiche consentono di ottenere dati inediti da integrare con quelli ottenuti con altre tecniche ed immagini documentative delle specie oggetto di studio e dovrebbero quindi essere uno strumento d'uso comune di qualunque gruppo di studio che si occupa di fauna selvatica (O'Connell, 2006).

Il numero di pubblicazioni che riporta l'uso delle fototrappole come strumentazione di campo, è aumentato con il passare degli anni.

Queste sono state utilizzate per registrare attività di fauna selvatica in una vasta gamma di habitat, dal leopardo delle nevi (*Panthera uncia* Schreber, 1775) in Himalaya (Jackson et al.,



Figura 3: Vari modelli di fototrappole reperibili in commercio

2006) e lince nel nord della California (*Lynx rufus* Schreber, 1777) (Larrucea et al., 2007), a una serie di studi in ambiente umido dei tropici (ad es. Karanth & Nichols, 1998; Nichols 1998a, 1998b, 2008; Rovero & De Luca, 2007; Tobler et al., 2008a). Le fototrappole

sono state utilizzate per ottenere anche le prime immagini in natura del gatto di montagna cinese (*Felis bieti*) (Sanderson, 2007; Yufen et al., 2007) e cefalofo di Abbott (*Cephalophus spadix* True, 1890) (Rovero et al., 2005), e per individuare una nuova specie di toporagno-elefante gigante (*Rhynchocyon udzungwensis*) (Rovero et al., 2008).

Meccanismo di funzionamento

Il cuore della trappola fotografica è rappresentato dal sensore, cioè dall'elemento che rileva il passaggio dell'animale e che fa scattare la fotocamera. In passato erano utilizzati molti tipi di sensore, soprattutto di tipo meccanico (i più comuni a pedana), realizzati artigianalmente, che hanno fornito in certi casi risultati sorprendenti, un esempio molto curioso è quello che ha visto l'uso di tale tecnologia per lo studio delle istrice in cattività effettuato da Dr. Antonio Felicioli nella sua tesi laurea.

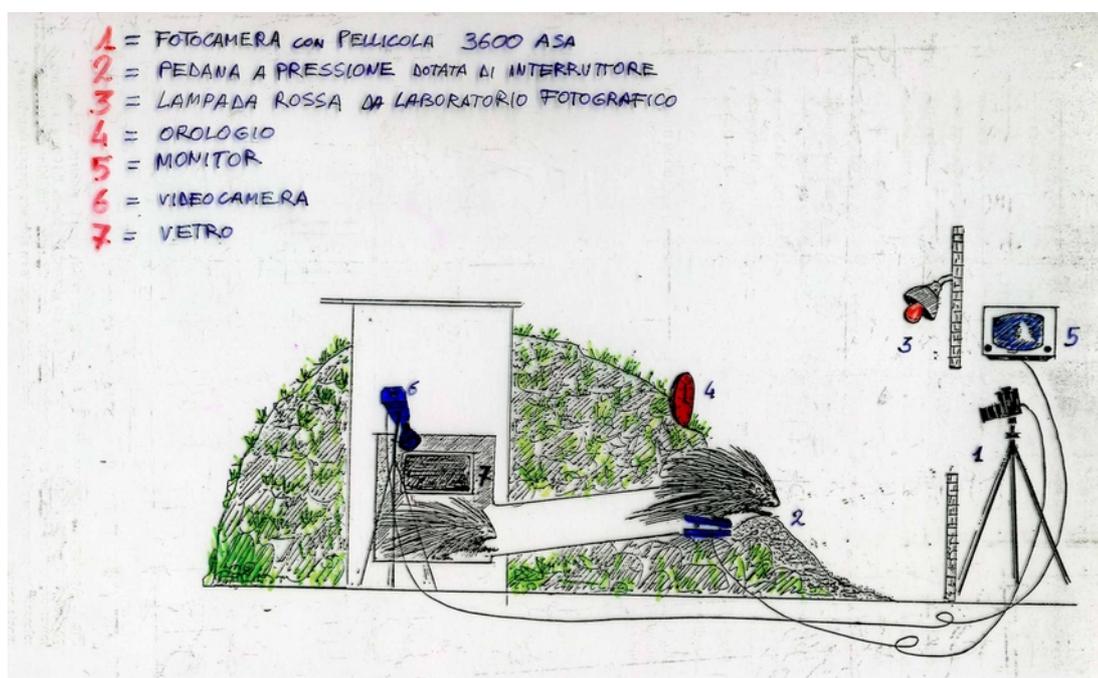


Figura 4: Disegno semi schematico dove sono visibili le componenti principali di una trappola fotografica artigianale per istrice. Disegno della Pittrice Pat Gordon (Felicioli, 1991)

Alla luce dell'esercizio della fantasia, della praticità d'uso e della necessità (la necessità aguzza l'ingegno!) raccontiamo brevemente le caratteristiche di questa atavica fototrappola per istrice.

Essendo le istrice animali strettamente notturni, il recinto e l'interno della tana artificiale erano stati dotati di illuminazione a luce rossa (N. 3) così da rendere visibili gli animali e i loro movimenti all'operatore, senza allarmare le istrice sotto osservazione. La macchina fotografica, analogica ancora a pellicola (N. 1), era stata dotata di una pellicola a 1600 ASA, tirata in fase di sviluppo a 3200 ASA, ciò portava alla realizzazione di una foto con forte dominanza del colore rosso ma che rendeva visibili gli animali. La macchina fotografica scattava automaticamente facendo due scatti ad ogni passaggio dell'animale su di una pedana (N. 2), ricavata da due

sottovasi in plastica, sovrapposti e al cui interno vi era stata posta della gomma piuma e alloggiato un interruttore elettrico, connesso mediante cavo elettrico direttamente alla macchina fotografica, dotata di motorino di riavvolgimento.

All'interno del campo inquadrato dalla macchina fotografica, sopra la buca d'ingresso della tana artificiale, era stato previamente collocato un grande ed economico orologio da parete (N. 4), in modo da stabilire, dall'analisi delle fotografie, l'orario di ingresso e uscita dalla tana di ogni singolo animale.

La tana artificiale era costituita da una camera all'interno di un grande tumulo di terra, nel quale era stato ricavato un piccolo alloggio ove era stata posta una videocamera (N. 6). Questa era puntata su una delle pareti dell'alloggio, che era in vetro (N. 7), e connessa a un monitor presente nel laboratorio (N. 5). Questo era collegato a sua volta con un video registratore, entrambe accesi in modo remoto manualmente. Questo tipo di trappola permetteva di stabilire i tempi di permanenza dentro e fuori tana di ciascun istrice presente e il monitoraggio delle attività intratana di questi elusivi animali.

Attualmente sono però utilizzati fondamentalmente sensori elettronici, di due tipo: attivi e passivi. I primi basano il loro funzionamento su un raggio di luce infrarossa emessa da un trasmettitore e rilevata da un ricevitore. Quando il raggio luminoso (invisibile) viene interrotto dal passaggio di un qualsiasi corpo, il ricevitore attiva lo scatto della fotocamera (Moruzzi, 2002).

Questi sensori, ampiamente utilizzati in campo civile (cancelli, ascensori, allarmi), sono caratterizzati da una risposta operativa molto veloce e precisa. In campo fotografico vengono utilizzati per fotografare animali molto veloci: dal Martin pescatore (*Alcedo atthis*) nell'attimo del tuffo per predare il pesce, all'Allocco (*Strix aluco*) in entrata nel nido e ecc., generalmente associati a reflex.

L'impiego dei sensori attivi è penalizzato da diversi fattori:

- il consumo di batterie, molto più elevato rispetto ai sensori passivi;
- il rischio di fotografare qualunque corpo (ad esempio foglie, rami) che si muove davanti al sensore;
- la necessità di dover utilizzare più unità (trasmettitore, ricevitore, alimentazione) ognuna

con i propri cavi e spinotti che complicano la messa in funzione della trappola ed introducono numerosi rischi di guasto (Silveira, 2003).

I sensori passivi, o “P.I.R.” (Passive Infra-Red) di più recente introduzione, basano il loro funzionamento sul rilevamento termico dello spazio inquadrato utilizzando un sensore sensibile ai raggi infrarossi. Appena viene rilevata una differenza di temperatura nello spazio inquadrato, che può essere ad esempio un corpo caldo che attraversa l’inquadratura, si attiva lo scatto. Si tratta quindi di un’evoluzione “intelligente” dei sensori attivi, che evita lo scatto a soggetti inanimati come foglie o ramoscelli. Inoltre tali sensori, hanno un consumo elettrico molto modesto (i modelli comunemente in commercio sono in grado di funzionare per almeno 15 giorni con un set di tre batterie stilo) e non necessitano di una stazione ricevente come i sensori attivi, semplificando molto la messa in opera (Srbek-Araujo & Garcia, 2005).

La sensibilità del sensore è determinata dalle sue caratteristiche costruttive (alcuni modelli hanno anche la possibilità di regolarla), e da fattori ambientali:

- differenza di temperatura tra ambiente esterno e corpo in passaggio;
- dimensione di questo e distanza tra soggetto e sensore.

In pratica, i modelli commerciali più diffusi, utilizzati per gli allarmi domestici, sono in grado di rilevare una volpe nel bosco in stagione invernale a circa 9-11 m (che sono ben più della portata utile del flash) o un piccolo topo selvatico a 50 cm. Nel caso in cui il sensore risultasse troppo sensibile e si verificassero scatti a vuoto è comunque possibile ridurne la sensibilità con varie opzioni (Maffei, 2002).

Gran parte dei modelli disponibili, di fototrappole dotate di tale sensore passivo, è caratterizzato da un ritardo nello scatto significativamente più lungo rispetto ai modelli attivi. Questo ne limita l’uso a chi vuole fotografare animali in veloce passaggio, anche se con qualche semplice trucco si riesce a compensare in parte il ritardo di scatto (Di Bitetti, 2008).

Evoluzione delle fototrappole

Il fototrappolaggio è stato inventato alla fine del 1890 da George Shiras III, un avvocato di Yale che ha perfezionato il modo di fotografare la fauna selvatica di notte con un fotocalera di grande dimensioni e un flash manuale. Shiras si è presto guadagnato considerevoli consensi per

le sue splendide fotografie notturne di cervi e altri animali (Sanderson & Trolle, 2005; Trolle, 2005). La prima macchina fotografica in grado di fare fotografie a distanza è stata installata da Shiras utilizzando un cavo che veniva tirato al passaggio dell'animale e determinava lo scatto della fotografia stessa. Le sue fotografie sono state pubblicate su articoli della rivista *National Geographic* 1906-1921 suscitando notevole interesse per la fotografia naturalistica (Shiras, 1913). Successivamente, nel 1920, Shiras ha insegnato a Frank M. Chapman (un ornitologo dell'*American Museum of Natural History di New York*) come utilizzare le trappole fotografiche per il suo lavoro nella foresta pluviale tropicale di Barro Colorado a Panama, per catturare immagini di fauna poco nota, a quel tempo, tra cui tapiri, ocelot e puma. Per molti anni, Chapman è stato uno dei pochi ricercatori di utilizzare trappole fotografiche. Diversi decenni dopo le trappole fotografiche sono state riscoperte come strumento di ricerca da parte di Seydack (1984) che fu probabilmente il primo ad utilizzare le trappole fotografiche attivate in modo automatico con un sensore di movimento attivo, che gli hanno permesso di studiare i mammiferi della foresta pluviale, raccogliendo dati sulle presenza e per la stima dell'abbondanza del Tregelafò striato (*Tragelaphus scriptus* Pallas, 1766) e infine per identificare i singoli leopardi in Africa. Griffiths & van Schaik (1993) usata fotocamera a scatto automatico per studiare i mammiferi della foresta pluviale in Indonesia, e capito le potenzialità di questo metodo per rilevare la presenza di specie e di studio comportamento, modelli di attività e l'abbondanza di mammiferi elusive (Griffiths & van Schaik, 1993; van Schaik e Griffiths, 1996). Nel frattempo, Karanth ha utilizzato trappole fotografiche per identificare le singole tigri nel parco nazionale Nagarhole, India (Karanth & Nichols, 1998).

I cacciatori, soprattutto negli Stati Uniti, hanno iniziato a utilizzare trappole fotografiche alla fine del 1990 per cercare cervi e altre specie cacciabili con trofei di un certo livello. Questo ha creato una piccola industria che ha portato a un numero crescente di modelli di trappola fotografica con una vasta gamma di prezzi. Allo stesso tempo, la tecnologia avanzando in modo rapido, ha portato alla costruzione delle moderne trappole fotografiche ora hanno custodie di plastica a prova di acqua, dotate di "*point-and-shoot*" per vedere il campo di inquadramento della fotocamera stessa. Grazie a questi progressi, la fototrappola è diventata uno strumento ampiamente utilizzato in biologia della fauna selvatica, aprendo la strada a una impressionante numero di studi (Rowcliffe & Carbone, 2008).

Radio-Telemetria

La radiotelemetria è una tecnica, entrata in uso verso la metà del novecento, che permette di seguire animali, dotati di apposite trasmettenti che emettono impulsi radio, negli ambienti da essi frequentati.

L'assunto principale di ogni indagine radio-telemetrica è che gli esemplari radiomarcati siano rappresentativi dell'intera popolazione e che pertanto mantengano gli stessi comportamenti di quelli non radiomarcati (White, 2009).

La radio-telemetria applicata allo studio della fauna selvatica può essere definita come la trasmissione di informazioni da un trasmettitore posto su un animale allo stato libero, ad un ricevitore. Pertanto le componenti essenziali per il monitoraggio tramite questa tecnica sono:

- Trasmettitore
- Antenna ricevente
- Ricevitore

I progressi nel campo della telemetria sulla fauna selvatica hanno permesso di acquisire dati dettagliati su molti aspetti della biologia, tra cui l'uso dell'habitat, dimensione dell'*home range*, la predazione, il successo riproduttivo, mortalità e sopravvivenza, le tempistiche della migrazione e le rotte utilizzate. (Simonetta e Dessì, 1998).

Visto che molte specie di fauna selvatica sono elusive e difficili da osservare, la radio-telemetria ha fornito un valido strumento per conoscere meglio la loro vita. Di conseguenza, sono molto comuni in tutta la letteratura che tratta di fauna selvatica, studi scientifici che fanno uso della radio-telemetria.

Nonostante la sua popolarità, la radio-telemetria risulta inadeguata in molte circostanze. Si tratta di una tecnica costosa e che richiede tempo, che ha dimostrato di essere inadatta in alcune specie (a causa delle dimensioni dell'animale o a causa di certi comportamenti). Nonostante la frequenza con cui i radiocollari e altri trasmettitori sono posizionati sugli animali a scopi di ricerca, sorprendentemente poco si sa sui loro effetti sul comportamento e la sopravvivenza della specie munita di radiocollare.

Alcuni studi hanno dimostrato che sia i radiocollari, ma anche marchi auricolari, possono influenzare il comportamento degli animali muniti di tali supporti; le modificazioni del comportamento unite a una variazione della sopravvivenza degli animali radiomarcati rischia di introdurre errori supplementari, che si possono riflettere sui risultati dello studio stesso. Da un'attenta analisi bibliografica emerge che il peso del trasmettitore deve essere minore del 3% del peso corporeo degli animali, così da non influenzare negativamente la sopravvivenza, come indicato da vari autori (Marcstrom et al., 1989; Warner e Etter, 1993; Pérez et al., 2004).

Trasmettitori

Il trasmettitore è costituito da un corpo principale (unità trasmittente) composto dal sistema elettronico di base che viene alimentato da una batteria. A questo viene associata un'antenna di varie dimensioni e lunghezza.

Le varie tipologie di corpo trasmittente (*tag*) sono disponibili come unità complete generalmente inclusi nei collari o come componenti che vengono assemblati e rifiniti da chi le utilizza. In generale le ditte costruttrici dei radiocollari proteggono con un metallo e/o con un rivestimento acrilico o resina epossidica per proteggere le varie componenti (ad esempio, da acqua salata o dai denti, becco o artigli dell'animale). In commercio esistono varie tipologie:

VHF o Very High Frequency

Il VHF è il tracking classico, in uso già da molti anni ed è ancora oggi, il metodo maggiormente diffuso. La trasmittente applicata all'animale emette i segnali sulla banda VHF, che vengono ricevuti da un antenna di un ricevitore. Le trasmittenti più comuni sono i radiocollari che si diversificano in base alle dimensioni della specie a cui vengono applicati. Sono comunemente impiegati per monitoraggi di mammiferi di grossa taglia quali ungulati (cervi, daini, caprioli, cinghiali), felini (leoni, tigri, leopardi), ma anche di uccelli (anatidi, caradriformi, rapaci diurni e notturni) e mammiferi di taglia inferiore (roditori, mustelidi). Rispetto agli altri metodi di telemetria, il VHF ha dei costi realmente contenuti, ma non è applicabile per ricerche su animali migratori. I segnali, infatti, sono recepiti ad una distanza massima di pochi chilometri, quindi è applicabile solo con animali localizzati all'interno di un'area ristretta. Grazie ai progressi nella tecnologia, la riduzione delle trasmittenti ha reso possibile l'applicazione anche su animali di piccola taglia.

Platform Terminal Transmitters (PTTs)

Conosciuto anche come tracking satellitare, prevede l'utilizzo di trasmettenti conosciute come PTT (Platform Terminals Transmitter) le quali emettono segnali prestabiliti di frequenza ricevuti da satelliti in orbita polare. Il sistema è fornito dalla compagnia franco-americana Argos e si avvale di sei satelliti in orbita polare a bassa quota (850 km).

La rilevazione della posizione avviene attraverso la misurazione dell'effetto *doppler* dei segnali ricevuti. Per la localizzazione geografica del PTT sono necessari almeno due segnali consecutivi ricevuti dal satellite. I dati sono poi trasmessi a terra alle stazioni riceventi (due o tre su tutto il pianeta) che inviano le informazioni agli utenti del sistema. Il metodo è applicabile su scala globale, quindi anche per animali che compiono spostamenti di migliaia di chilometri come gli uccelli migratori, tartarughe marine, cetacei. I PTT sono stati applicati per la prima volta negli anni '70 in una popolazione di Albatros nel circolo polare antartico per individuare le rotte di spostamento di ciascun individuo legate al foraggiamento. Purtroppo gli esperimenti, che utilizzano questo potente metodo di navigazione sono comunque molto ridotti a causa degli elevatissimi costi di gestione.

Le informazioni che si ottengono vanno al di là della localizzazione degli individui e consentono di ampliare le conoscenze etologiche della specie oggetto della ricerca; i trasmettitori PTT possono inviare dati diversi come la temperatura, monitoraggio dell'attività, monitoraggio immersione, durata dell'ultima immersione, tempo trascorso fuori dall'acqua, ecc.

Trasmettitori Global Positioning System.

Il GPS è un sistema di navigazione a copertura globale e continua, gestito dal dipartimento della difesa statunitense, che consente ad un utente di conoscere la propria posizione geografica, mediante una strumentazione palmare detta ricevitore. Il sistema è costituito da cinque componenti fondamentali: 24 satelliti che orbitano inclinati di 55° sul piano equatoriale che seguono un'orbita praticamente circolare con raggio di circa 26 560 km; quattro stazioni di tracciamento; un centro di calcolo; due stazioni di soccorso e finalmente il ricevitore GPS. Al passaggio di un satellite in territorio U.S.A., le stazioni di tracciamento registrano i dati doppler che sono immediatamente avviati verso il centro di calcolo per la determinazione dei parametri dell'orbita. Mediante una delle due stazioni di soccorso i dati sono rinviati al

satellite che, a sua volta, li irradia al ricevitore GPS.

Conoscendo la posizione di 3 satelliti ed il tempo impiegato dal segnale per arrivare al ricevitore, è possibile determinare la posizione nello spazio del ricevitore stesso. Tale metodo di telemetria applicato in ricerche eco-etologiche permette di minimizzare lo sforzo di campionamento, ottenendo localizzazioni abbastanza accurate sulla posizione degli animali che si muovono in un territorio circoscritto. La precisione della posizione fornita attraverso il GPS può variare con la densità della copertura forestale.

Il trasmettitore GPS, applicato sull'animale, può essere programmato per registrare i dati di localizzazione per un determinato intervallo di tempo, trasmettendo tutti i dati immediatamente quando contattato da un ricevitore speciale azionato dall'utente. In questo modo, diverse settimane di posizione e di dati possono essere recuperati in un unico momento. Il trasmettitore GPS può anche essere combinato con il sistema ARGOS per scaricare i dati via satellite. Rispetto al sistema VHF, esiste il vantaggio di monitorare i movimenti dell'animale anche in zone poco raggiungibili e senza vincolo di orario.

Per quanto riguarda le antenne, ne esistono sul mercato varie tipologie. Le due principali sono le antenne a frusta e ad anello.

Antenne a frusta. Risulta il modello più utilizzato. Il segnale viene trasmesso in tutte le direzioni (Omni-direzionale). Solitamente l'antenna è di acciaio con un rivestimento in Teflon. Deve essere leggero, robusto, e generalmente sopportare un enorme quantità di flessione.

Il vantaggio di utilizzare un'antenna a frusta è quello di avere un segnale più uniforme su una distanza maggiore rispetto alle antenne ad anello.

Di contro però sono potenzialmente soggette a rottura o corrosione. Le antenne a frusta possono essere inserite tra gli strati di un collare per una maggiore protezione dalle morsicature (ad esempio, istrice o auto-morsicature nella lepre).

Antenne ad anello. Vengono fissate ad un collare ed hanno la massima irradiazione del segnale a livello del collo, pertanto risulta fondamentale l'esatta circonferenza (tolleranza $\pm 5\%$).

Per questo tipo di antenna si ha un segnale di tipo radiale, più limitato come ampiezza di trasmissione. Si impiega preferibilmente su specie che potrebbero danneggiare l'antenna tramite

masticature, ecc. La stessa antenna può servire sia come collare e antenna.

Fonti di alimentazione

La scelta delle fonti di alimentazione è limitata ai due tipi più comuni che sono le batterie al litio o micropannelli solari (cellule solari). Le batterie a litio rappresentano la fonte di alimentazione più comunemente usata per i trasmettitori della fauna selvatica, anche se sono potenzialmente ingombranti. La durata e il tipo di studio devono essere commisurati alla durata della batteria che è direttamente proporzionale alla durata dell'impulso e inversamente proporzionale alla larghezza di impulso e potenza del segnale (Lessard, 1989).

La cellula solare è una fonte di energia rinnovabile alimentata direttamente dalla luce solare. Sono caratterizzate da un peso ridotto, da un pacchetto trasmettitore molto longevo.

Risulta una fonte di alimentazione non consigliata per il monitoraggio di

- Specie notturne
- Specie che occupano tane o grotte
- Specie acquatiche che spesso si immergono (per esempio, le tartarughe)

Posizionamento trasmettitore

L'applicazione dei trasmettitori della fauna selvatica può avvenire in molti modi. L'opzione di fissaggio deve essere scelta sulla base del tipo di corpo, forma, dimensione e stile di vita delle specie di studio e in base al tipo di dati richiesti.

I materiali con cui si realizzano i trasmettitori devono avere le seguenti caratteristiche:

- durevoli
- confortevoli e sicuri per l'animale;
- capaci di resistere a condizioni ambientali esterne
- in grado di non assorbire l'umidità
- mantenere la loro flessibilità a basse temperature (Burger 1989c).

Collari

I materiali con cui sono costruiti sono: tessitura piatta di nylon, tubolari metallici , plastica PVC, filo di ottone o rame.

Il pacchetto trasmettitore generalmente viene posizionato sotto al collo dell'animale o sopra di esso. I collari devono essere adeguatamente conformati per garantire il comfort e la sicurezza dell'animale. Un collare deve adattarsi comodamente sia per evitare che si stacchi a seguito di sfregamenti, sia per non interferire con la deglutizione o la respirazione. Per ridurre il rischio di sfregamento sul collo, dovrebbe essere generalmente fissato da un lato, con eventuali raccordi metallici coperti e levigati sulla superficie interna. La circonferenza del collo varia a seconda della specie, dell'età, del sesso e, talvolta, anche in base alla stagione. I produttori di trasmettitori hanno di solito dimensioni standard di collare a seconda delle specie oggetto di studio. La larghezza del collare riveste un ruolo importante, influisce sul posizionamento. Alcuni ricercatori preferiscono collari stretti perché c'è meno superficie a contatto con l'animale, altri preferiscono ampi collari per una migliore distribuzione del peso.

Nel caso in cui il posizionamento del trasmettitore avvenga su soggetti giovani dobbiamo prevedere collari o pettorine espandibili. In questo modo si agevola l'accrescimento o le variazioni di peso legate al cambiamento di stagione.

Montaggio sulla coda

Sono attaccati alle piume della coda di un uccello. In diversi studi, sono stati incollati (con cera) o cuciti alle timoniere di un uccello, oppure collegato con fascette o morsetti alla coda del cocodrillo.

Trasmettitori impiantabili

Questa tipologia è maggiormente adatta per specie nelle quali le dimensioni del collo non sono ben definite, ad esempio i serpenti, oppure la cui testa è inferiore al collo (ad esempio gli orsi polari maschi). Altri casi in cui è possibile utilizzare dei trasmettitori impiantabili sono ad esempio quando l'animale potrebbe essere ostacolato dal trasmettitore stesso (piccoli roditori), o per animali per i quali è impossibile effettuare un impianto esterno (ad esempio gli anfibi).

Trasmettitori adesivi

Possono essere incollati sul corpo di un animale, spesso sulla schiena, con colla cianoacrilato, falso cemento, legame chirurgico (cemento pelle) o altre sostanze simili. Tali supporti sono generalmente fissati sul carapace delle tartarughe mentre nei mammiferi possono essere incollati direttamente sul pelo (per esempio, i pipistrelli, arvicole) oppure il pelo viene rimosso prima del fissaggio.

Trasmettitori a collana

Sono spesso utilizzati sui galliformi. Questi trasmettitori vengono fissati attraverso cavo flessibile rivestito da un manicotto di nylon e pendono sul petto dell'uccello.

Antenne riceventi

Le antenne sono di varie tipologie, ma quelle che conferiscono una maggiore direzionalità dell'impulso prendono il nome di antenne **Yagi** (dal nome dell'inventore giapponese Hidetsugu Yagi). La ricezione del segnale permette di stabilire la direzione dell'emittente e di localizzare l'effettiva direzione sulla quale si trova l'animale.

Le antenne sono di tipo Yagi a tre elementi, hanno ricezione direzionale, captando il segnale con la massima intensità e chiarezza solo se puntate nella direzione che congiunge l'animale all'operatore. I tre elementi delle antenne Yagi svolgono, in senso antero-posteriore, differenti ruoli. Il primo è direzionale, cioè favorisce l'incanalamento del segnale verso il secondo elemento, che è collegato al cavo coassiale e ha funzione ricevente. L'ultimo elemento, riflettore, riflette in concomitanza di fase il segnale radio verso il ricevente, schermandolo inoltre da segnali indesiderabili (i tipici "rimbalzi"), provenienti dalla direzione opposta alla sorgente emettente.

Ricevitori

La funzione di un ricevitore è di ricevere il segnale captato dall'antenna, (al quale è collegato da un cavo coassiale), amplificarlo, e renderlo udibile all'operatore. I ricevitori sono disponibili in una varietà di dimensioni, pesi e prezzi da una numero di fornitori nazionali ed internazionali. Ricevitori sono alimentati da batterie sostituibili e / o ricaricabili, e può anche essere dotato di un

adattatore da collegare a un accendisigari del veicolo. Alcuni modelli sono dotati di scanner che possono essere programmati per passare tra un numero di differenti frequenze; questo è ideale per studi con numero di animali che tendono a cambiare nel tempo.

Le funzioni principali della radio sono:

- *gain*: è la risoluzione della radio su una scala da 1 (massima) a 10 (minima), indica, cioè, la qualità del segnale e la vicinanza dell'animale;
- intensità media: compare sul display in forma di tacche ad andamento crescente, da 0 (segnale assente) a 7 (segnale massimo). Il numero di tacche è utili per determinare a quale distanza si trova l'animale e che tipo di attività sta svolgendo, ad esempio, un segnale con 6 tacche, ripetute in modo costante, indica che l'animale è vicino ed è fermo; un segnale con un numero di tacche che oscilla tra 3 e 6 indica che l'animale è comunque vicino, ma che si sta spostando; un segnale con 1 o 2 tacche sporadiche indica che l'animale è lontano, mentre un segnale che oscilla da 1 tacca a 7, in modo scostante e casuale, indica che probabilmente l'animale non è in quella direzione e che tale segnale è il rimbalzo del segnale radio originale, da cercare in un'altra direzione;
- volume: serve per regolare il volume della radio in modo da poterlo abbassare o alzare in situazioni ambientali che lo richiedono.

Tecniche di radio-telemetria

Le regole per il corretto svolgimento dell'attività di radiotracking per una più precisa localizzazione dell'animale sono:

- tenere l'antenna sempre parallela al terreno e alta sopra la testa;
- muoversi lentamente, completando almeno due volte un giro su se stessi;
- iniziare il rilevamento con il *gain* al massimo e abbassarlo gradualmente, per restringere l'arco direzionale dal quale arriva il segnale;
- fermarsi dove si rileva il segnale più limpido e costante, controllando il numero di tacche e la loro frequenza sul display;
- scegliere la direzione con il numero di tacche più elevato, purché siano costanti;

-
- abbassare il *gain* il più possibile, senza però far scomparire le tacche;
 - appoggiare l'antenna a terra in direzione del segnale migliore e, seguendo il corpo centrale, prendere la direzione in gradi con la bussola

La localizzazione dell'animale, detta *fix*, può avvenire rispettando le seguenti tecniche.

Triangolazione:

Attraverso il metodo della triangolazione, da punti diversi di saggio si individua la posizione dell'animale dotato di radiocollare. In sistemi più sofisticati, è possibile collegare ad una o più antenne riceventi fisse un calcolatore, che localizza le posizioni in "poligoni di probabilità di presenza", associando alle coordinate un intervallo di confidenza.

Sul campo uno o più operatori, a seconda delle distanze da coprire, eseguono contemporaneamente rilevamenti da postazioni diverse e le direzioni di provenienza del segnale vengono rilevate con una bussola come angolo di deviazione dal nord. Una volta annotato l'angolo, nel più breve tempo possibile si raggiunge una terza postazione e si rileva un'ulteriore direzione di provenienza del segnale. Le direzioni vengono riportate su carta topografica 1:10.000 contrassegnata con i punti di riferimento, utilizzando un goniometro nel tracciare le rette corrispondenti alle direzioni rilevate, l'incrocio delle rette direzionali da origine al *fix*. Inoltre l'area delimitata dalle rette coincide con la zona di massima probabilità in cui è possibile rintracciare l'animale dotato di radiocollare (Spriger, 1979).

Tecnica dell'homing o tecnica di osservazione radio assistita (Mac Donald et al., 1980; White e Garrot, 1990). Consiste nel seguire l'intensità massima del segnale, *Loudest Signal Method*, (Spriger, 1979) fino al ritrovamento della sorgente o la stima precisa della sua posizione sufficientemente vicina (questa tecnica viene usata in presenza di particolari esigenze e situazioni). L'antenna ricevente viene orientata sia verticalmente che orizzontalmente permettendo di controllare i due piani di polarizzazione del segnale (Kenward, 1987).

Risulta una tecnica valida, da attuare dopo ripetute localizzazioni dell'animale nel medesimo punto, per verificare se il soggetto è vivo o meno, se ha perso il radiocollare, ecc.



Figura 5: Uso dell'antenna Yagi costituita da tre elementi flessibili e la ricevente spalleggiabile, durante l'attività di radiotracking

Fagiano (Phasianus colchicus L., 1758)

Inglese : Common Pheasant

Americano : Ring-necked Pheasant

Francese : Faisan de chasse

Spagnolo : Faisan vulgar

Danese : Fasan

Olandese : Fazant

Tedesco : Jagdfasan



Figura 6: Fagiana femmina adulta - foto di Angelo del Vecchio

L'areale originario della specie trova la sua collocazione nel continente asiatico ed, in particolare, nelle regioni che si estendono dalle rive orientali del Ponto Eusino ovvero l'attuale Mar Nero a quelle sud occidentali del Mar Caspio; da quest'area si è poi diffuso verso oriente in altre zone del continente, come in Manciuria e in Corea (Johnsgard, 1986).

Il nome scientifico *Phasianus colchicus* deriva dal luogo in cui il galliforme fu scoperto dagli

antichi Romani; il primo avvistamento sarebbe infatti avvenuto in prossimità delle rive del fiume Phasi o Phasis (da cui *Phasianus*) nella regione asiatica Colchide in Crimea (da cui *colchicus*). In questo periodo si verificarono dunque in Italia le prime introduzioni, a scopo ornamentale e alimentare, di diverse sottospecie di fagiano; in Europa centrale è, tra i galliformi selvatici più comuni ed abbondanti (Robertson, 1997).



Figura 7: Antico Caucaso con la regione della Colchide (cartina del 1907)

Le introduzioni di questo galliforme avvennero anche in altre epoche ed in varie riprese; le più consistenti furono effettuate negli anni compresi tra le due guerre e negli anni '50 e interessarono soggetti appartenenti alle sottospecie dei gruppi “*colchicus*”, “*mongolicus*” e “*torquatus*”; pertanto, attualmente, la popolazione italiana risulta costituita essenzialmente da ibridi, aventi caratteristiche intermedie tra le diverse sottospecie (Meriggi, 1992).

Sistematica

Tabella 1: Classificazione tassonomica del fagiano

| | |
|----------------------|----------------------------|
| Regno | Animalia |
| Phylum | Chordata |
| Classe | Aves |
| Ordine | Galliformes |
| Sottordine | Phasiani |
| Famiglia | Phasianidae |
| Sottofamiglia | Phasianinae |
| Genere | Phasianus |
| Specie | <i>Phasianus colchicus</i> |

La sistematica del genere *Phasianus* appare piuttosto complessa. Secondo alcuni autori, infatti, questo genere comprende due differenti specie: il fagiano comune (*P. colchicus*), di nostro interesse, e il fagiano verde o giapponese (*P. versicolor*) (Delacour 1977, Del Hoyo et al., 1994). La prima specie citata comprende ben 30 sottospecie suddivise in 5 gruppi in base alla colorazione del piumaggio dei maschi ed alla distribuzione geografica (Hill e Robertson 1988):

- “colchicus”
- “principalis-chrysomelis”
- “mongolicus”
- “tarimensis”
- “torquatus”

Esiste una variante melanotica relativamente comune detta “*tenebroso*”, caratterizzata dalla colorazione del corpo verde-nerastra, risultando così superficialmente simile al *P. versicolor*, dal quale probabilmente deriva per ibridazione. Si differenzia da *P. Colchicus* per la colorazione delle parti inferiori nettamente verdi e non nerastre, per il sopraccoda e le copritrici alari grigio-bluastro e non brune, contrastanti con il resto delle parti superiori.

Alla seconda specie, tipica dell'arcipelago giapponese, sono invece attribuite due sole sottospecie riunite nel gruppo “*versicolor*” (Del Hoyo et al., 1994).

Distribuzione

L'ampia distribuzione geografica odierna del fagiano fa sì che la specie venga considerata cosmopolita; attualmente, infatti, il fagiano è diffuso pressoché in tutte le regioni temperate occidentali: Europa, America del Nord (Stati Uniti e Canada) e, grazie a introduzioni più recenti, anche America del Sud, Australia e Nuova Zelanda. In Europa manca al di sopra del 65° parallelo, in Islanda e nelle isole mediterranee.

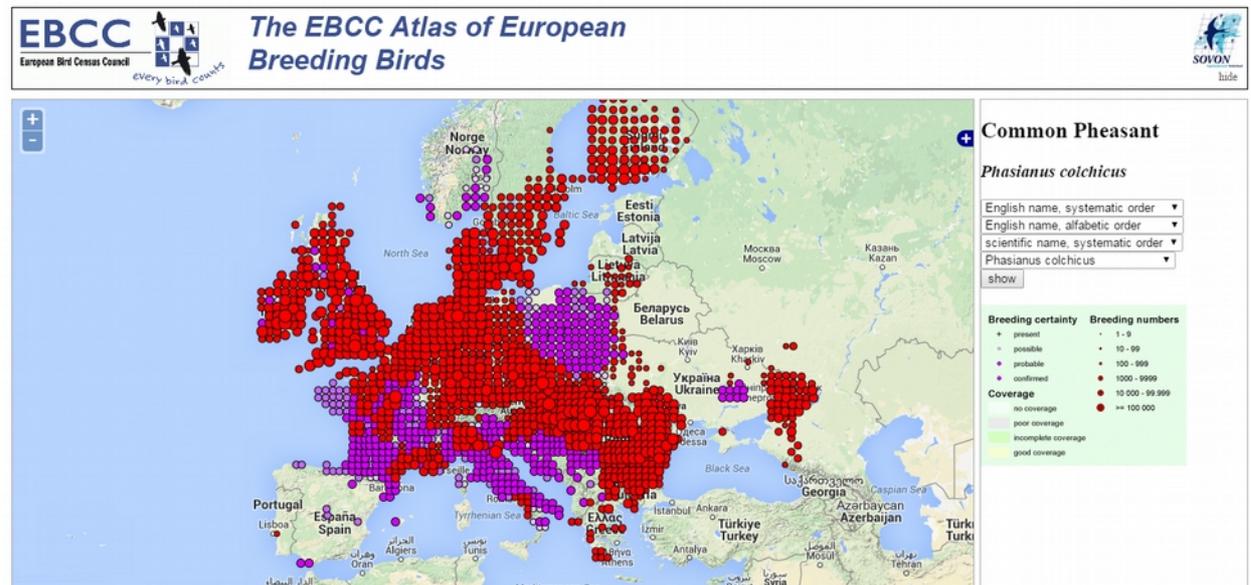


Figura 8: Distribuzione in Europa con relativa abbondanza del fagiano comune

Il fagiano comune occupa quasi tutti gli ambienti italiani che si estendono dal livello del mare fino ad altitudini massime di 1500 m s.l.m. Popolazioni stabili e autosufficienti sono presenti in tutta l'Italia settentrionale e centrale, particolarmente nelle zone protette, mentre risultano più localizzate e instabili nelle regioni dell'Italia meridionale. È assente in Sicilia ed è presente in Sardegna con un unico piccolo nucleo (a nord della provincia di Carbonia-Iglesias). Le popolazioni dell'Italia meridionale (localizzate nella Puglia e nella Basilicata settentrionali, nella Puglia meridionale e sulla Sila) sono numericamente limitate e fortemente influenzate da massicce immissioni effettuate a scopo venatorio.

Nei territori dove si pratica la caccia, in genere, la presenza del fagiano è fortemente condizionata dai ripopolamenti che vengono effettuati per mantenere una pressione venatoria altrimenti insostenibile dalle popolazioni (Robertson, 1997).

Morfologia

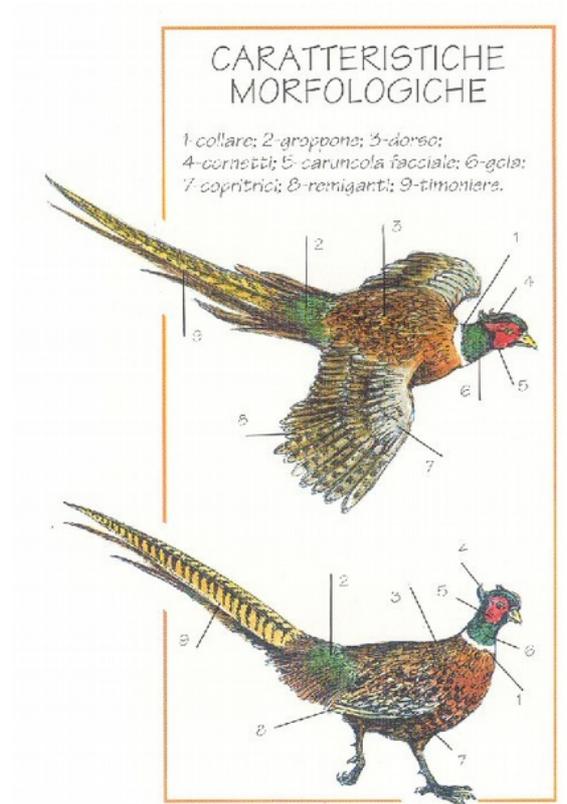


Figura 9: Schematizzazione delle caratteristiche morfologiche del fagiano

Dimensioni e peso. Galliforme di dimensioni medio-grandi, il peso del maschio in autunno oscilla tra 1100-1500 g, mentre la femmina, più piccola, varia da 900-1100 g. La lunghezza totale oscilla tra 750-870 mm. L'ala del maschio è di 234-260 mm e nella femmina 210-232 mm, l'apertura alare oscilla tra 700 e 800 mm. La coda è composta da 18 penne lunghe 420-520 mm che si presentano graduate e puntate. Le due penne mediane della coda sono molto più lunghe del paio esterno. Il becco è di 28-32 mm; I tarsi sono lunghi 60-70 mm e quelli dei maschi sono dotati di speroni molto robusti (Bricchetti & Fracasso, 2004).

Struttura e colorazione. Entrambi i sessi sono caratterizzati da becco robusto giallo corneo, spesso tendente al verdastro; zampe e piedi bruno grigiastri; narici ovali, nude e opercolate, presenza di uno spazio nudo o quasi nudo attorno all'occhio, caratterizzato da un iride bruno-nocciola; la pelle nuda si presenta rossa più vermiglia durante la riproduzione.

In ambedue i sessi, le ali sono brevi e rotonde, tipiche di un cattivo volatore, che si alza solo per brevi tratti e preferisce muoversi a terra, con tipica andatura lenta e “solenne”, quando minacciato tende ad immobilizzarsi tra la vegetazione o a correre rapidamente al coperto; tipico involo “esplosivo” e spesso quasi verticale con battuta d'ali fragorosa, seguita da un volo sostenuto alternato da planate a ad ali arcuate verso il basso, di solito prima di toccare terra (Robertson, 1998).



Figura 10: Fagiano maschio adulto - foto di Angelo del Vecchio

Maschio. Il piumaggio presenta tonalità molto vivaci e complesse, non facili da descrivere. La testa è provvista di penne, piuttosto lunghe, ai lati del capo, che formano ciuffetti auricolari (sopraciliari) molto sviluppati nel maschio e suscettibili di sollevamento durante il periodo degli amori tanto da prendere l'aspetto di due cornetti. L'occhio risulta papilloso e ampio, al di sotto del quale sono presenti caruncole erettili, in una sorta di bargiglio. Sia la testa, i ciuffi e il collo sono nerastri con riflessi blu-verdi e purpurei, è presente un collare bianco in alcune sottospecie. Le parti del basso collo, mantello e penne scapolari sono di colore rossastro-rame, le penne della parte superiore del mantello sono caratterizzate da due macchie nere a V rovesciato di colore nero-purpurea, intercalate da una macchia chiara della stessa forma; le penne del dorso sono bruno-nerastre con strie pallide, linea verdastra sub-terminale e apici rosso porpora; il groppone e il sopraccoda sono simili, tipicamente rosso-arancione con riflessi verde purpurei ovvero

ardesia-verdastri. Timoniere bruno-dorate barrate trasversalmente di nero con margini rossastri purpurei o verdastri; copritrici alari tipicamente brune con centri nerastri e margini rosso porporini, ovvero biancastre o blu ardesia. Il gozzo, il petto e i fianchi si presentano di colore ruggine con riflessi dorati e bronzo-purpurei, le penne sono orlate di blu-violaceo cupo; il ventre nerastro con i lati verdastri, penne ascellari e sotto alari bruno fulve macchiate di scuro.

Il piumaggio può variare in funzione del grado di incrocio tra le sottospecie introdotte (Robertson, 1996).

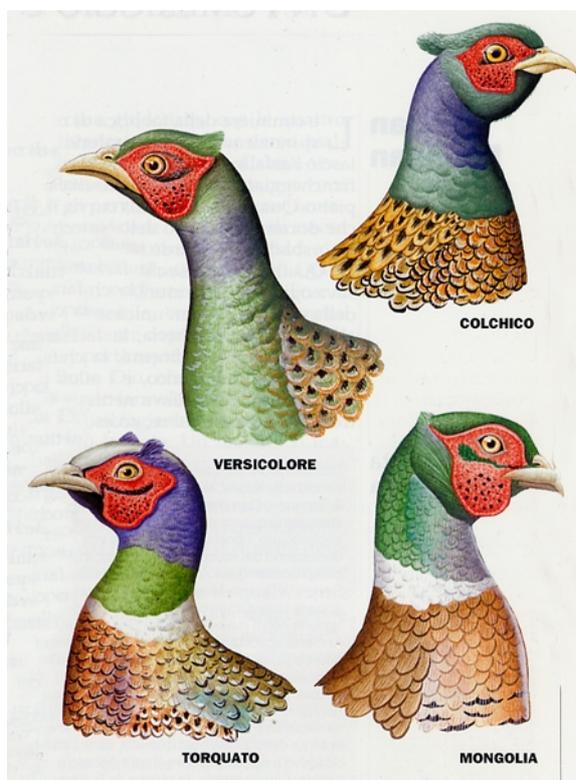


Figura 11: *Differenti colorazioni del piumaggio in funzione delle varie sottospecie presenti*

Femmina. La femmina presenta piumaggio criptico di colore grigio-bruno uniforme con barrature e macchie diffuse. Le penne superiori sono brunastre con margini giallastro-fulvi con macchie e strie nere e bruno-rossastre; il collo si presenta sfumato di colore bruno-rossastro o vinato. La coda è più breve rispetto al maschio, irregolarmente barrata e screziata di bruno-nero. Le parti inferiori si presentano fulvo-rossicci con la base delle penne nerastre e barre irregolari più brune e cospicue sul gozzo e sui lati del corpo, ove assumono una forma di V medialmente interrotta. Mento, gola, parte centrale del ventre e addome sono quasi uniformemente fulvi.



Figura 12: Femmina di fagiano su un campo appena seminato a mais - foto di Angelo del Vecchio

Giovane. Simile alla femmina adulta, di dimensioni più ridotte. Parti superiori bruno scure con macchie sub-terminali e strie fulve che danno un aspetto macchiato; tinta rossiccia sul collo; mantello, dorso, groppone e sopraccoda più bruni e chiari. Parti inferiori fulve; gola striata e macchiata di bruno-nero come i fianchi con barre più larghe, interrotte e piuttosto irregolari. Già da agosto nei maschi compaiono tracce, sempre più estese, dell'abito da adulto, ma lo sperone di solito è inferiore a 11 mm per tutto l'autunno. Nel primo inverno il piumaggio è simile all'adulto.



Figura 13: Fagiano maschio giovane - foto di Angelo del Vecchio

Pulcino. Vertice da bruno-rosso a nerastro, i lati della testa sono fulvi con macchie e linee nere; nuca rossiccia; dorso del collo fulvo con linea mediana nerastra; parti superiori da fulvo rossastre a brune con tre linee nere di cui un'ampia banda mediana e due laterali più sottili di colore castano scuro; ali con macchie nere; parti inferiori fulvo biancastre. I pulcini delle mutazioni più scure sono superiormente nerastri, mentre inferiormente biancastro-crema e perciò contrastanti; i lati della testa sono biancastri con macchie nere. Solo nel maschio sono presenti alla nascita due piccole pieghe di pelle nuda sulla guancia e sulle redini. Becco color corno, più scuro alla base della mandibola superiore e zampe rosa giallastro.



Figura 14: Pulcini di pochi giorni di vita - foto di Angelo del Vecchio

Uova. Corte, da ovali a piriformi. Lisce e poco lucide od opache. Variabilità moderata, simili nella covata. Generalmente sono di colore ocre o oliva in varie sfumature, a volte crema, azzurro o grigio chiari, con tinta unita e uniforme.

Muta. La muta *Post riproduttiva* avviene in modo completo, tra giugno e ottobre. Nella femmina inizia alla schiusa delle uova e spesso è contemporanea a quella dei giovani. La sequenza di muta procede sia nelle remiganti che nelle timoniere in modo centripeto.

La muta *Post juvenile* avviene in modo completo; il piumino del pulcino viene sostituito dal piumaggio giovanile a partire dai dieci giorni di vita, ma prima della completa sostituzione inizia una nuova muta (a partire dall'alula) a circa tre settimane di età. Auasi tutto il piumaggio di adulto viene assunto entro ottobre, ma le timoniere centrali, le primarie esterne e alcune terziarie e copritrici sotto alari concludono la crescita più tardi (Brichetti & Fracasso, 2004).

Bioetologia

E' una specie sedentaria ma sono noti movimenti erratici nell'areale originario (Cramp e Simmons, 1980). Il maschio emette vari richiami, quello territoriale è udibile a distanza durante tutto il giorno.

I ritmi di attività del fagiano sono essenzialmente diurni e generalmente più intensi all'alba e nel tardo pomeriggio fino al crepuscolo. Le ore notturne vengono trascorse invece in dormitori comuni sugli alberi, sotto i cespugli o tra la vegetazione erbacea.

L'attività di alimentazione si concentra invece nelle prime ore del mattino e nel pomeriggio (Meriggi, 1992). Le ore centrali della giornata sono di solito dedicate alla pulizia del piumaggio e al riposo. Le fasi d'attività, sebbene seguano questa periodicità, mostrano una notevole variabilità in base alla stagione e allo stato fisiologico degli animali. In inverno, ad esempio, la ricerca del cibo occupa gran parte delle ore di luce disponibili, a causa della minor abbondanza di risorse trofiche e della loro distribuzione più localizzata.

Durante l'inverno è riscontrabile nel fagiano una fase gregaria che porta alla formazione di gruppi sia eterosessuali sia monosessuali; questi gruppi subiscono continui cambiamenti nella composizione e nel numero, a testimonianza del fatto che non esistono dei legami più stretti tra alcuni componenti della popolazione piuttosto che tra altri.

Con l'avvicinarsi della stagione più mite, ha inizio una fase di dispersione concomitante col manifestarsi del comportamento territoriale nei maschi; in primavera, quindi, la tendenza all'associazione tra maschi è minima, sebbene esistano rare eccezioni connesse ad un non completo sviluppo del territorialismo in alcuni soggetti.

Riproduzione

Il sistema riproduttivo del fagiano è di tipo poliginico, con un sistema di harem abbastanza stabili (un maschio con più femmine, in genere da 2 ad un massimo di 10) oppure con un sistema promiscuo, ovvero una femmina può accoppiarsi in una stessa stagione riproduttiva con più di un maschio ed un maschio con più femmine (Meriggi, 1992).

Il successo riproduttivo del maschio dipende allora dal tempo durante il quale riesce a trattenere i gruppi di femmine all'interno del proprio territorio. Ciò porta alla conclusione che saranno i maschi con territori più ricchi di siti di nidificazione e di alimentazione ad essere favoriti. La competizione tra maschi per aumentare il proprio successo riproduttivo determina, quindi, una gerarchia per la scelta ed occupazione del territorio.

La difesa dei territori avviene tramite le posture di esibizione territoriale, il canto, sempre accompagnato dal battito delle ali, e combattimenti veri e propri. Gli atteggiamenti territoriali sono generalmente limitati al periodo riproduttivo, che inizia tipicamente nella seconda metà del mese di marzo, sebbene maschi di rango particolarmente elevato possano manifestare territorialismo anche nel periodo autunno-invernale. In generale, comunque, l'attività di canto cade costantemente tra aprile e maggio e si conclude tra agosto e settembre. Nell'arco della giornata si registrano due picchi massimi: appena dopo l'alba e al tramonto.

Nido. A terra, in piano o leggero pendio, ben mimetizzato tra le erbe di media densità e altezza, sotto rami bassi di alberi o arbusti. Esposto completamente o quasi, specialmente se localizzato all'ombra o penombra dell'alta vegetazione. Spesso situato in argini o scarpate lungo fossi, canali, corsi d'acqua, strade secondarie, tra i coltivi e in particolare nella fascia marginale cespugliata di campi di cereali e prati di Leguminose. Costruito in un avvallamento naturale asciutto o ottenuto da raspate e calpestamento; successivamente guarnito o tappezzato di materiali diversi presenti sul posto: fogliame secco, detriti vari, humus, a volte è presente uno strato di erba verde, secca o mista, generalmente costituito da Graminacee. La costruzione del nido compete esclusivamente alla femmina, la coppa si presenta con un diametro di 20 cm (15-30 cm) profondo 5 cm (3-7 cm).

Deposizione. Caratterizzata da un intervallo di 1 giorno, il periodo della deposizione inizia la prima decade di marzo fino ad agosto (Pazzuconi, 1997).

Covate. Generalmente 1 con eventuali covate di recupero (fino a 4). Vengono deposte da 3 a 23 uova con differenze numeriche legate all'orografia del sito di deposizione:

- pianura asciutta in media 11,4
- pianura irrigua media 13,2
- zona golenale media 9
- collina media 9,5

Le covate con oltre 15-18 uova possono essere di più femmine (Pazzuconi, 1997).

Incubazione. Effettuata esclusivamente dalla femmina, inizia dopo la deposizione dell'ultimo uovo o qualche giorno dopo. L'incubazione dura 23 giorni (Pazzuconi, 1997).

Uso e selezione dell'habitat

I tipi vegetazionali più utilizzati dal fagiano sono la vegetazione spontanea e gli incolti; la femmina trova in questi habitat un ambiente idoneo alla nidificazione, mentre il maschio li predilige come riparo. I territori dei maschi risultano preferenzialmente stabiliti lungo fasce di vegetazione naturale o spontanea (siepi, bordi erbacei e alberati, boschi) ed in aree caratterizzate da alti livelli di diversità ambientale (Genghini, 1993; Genghini, 1994).

Alcuni studi hanno dimostrato che durante il periodo riproduttivo maschi e femmine sfruttano habitat differenti, con l'eccezione di siepi e filari che sono ambienti scelti attivamente da entrambi i sessi; i boschi naturali ed i pioppeti sembrano, selezionati maggiormente dai maschi mentre gli incolti e le coltivazioni erbacee a rotazione (p. es. mais, cereali e foraggiere) sono gli habitat preferiti per le femmine (Genghini, 2004; Genghini, 2007).



Figura 15: Fagiano maschio in primo piano e femmina sullo sfondo, in un campo di mais in fase di post-emergenza nel mese di maggio - foto di Angelo del Vecchio

Nel periodo della deposizione e della cova, sia i maschi sia le femmine utilizzano aree più piccole rispetto a quelle usate durante il resto dell'anno. In particolare, le femmine compiono movimenti ridotti in vicinanza del nido, occupando un'area vitale d'estensione inferiore all'ettaro. Con la nascita dei pulcini, l'area utilizzata viene però allargata (Meriggi et al., 1989). Nel periodo non riproduttivo, le differenze nell'uso degli habitat tra i sessi sono ancora più marcate: si verifica un utilizzo maggiore di siepi e filari da parte delle femmine e di pioppeti e coltivazioni di cereali autunno vernini da parte dei maschi (Vecchio, 2006; Vecchio, 2008).

Alimentazione

Tendenzialmente onnivora e decisamente generalista, l'alimentazione degli adulti risulta costituita, seppur con sensibili variazioni stagionali e locali, da semi, bacche, radici, germogli, foglie e parti verdi per quanto riguarda la parte vegetale, da artropodi, molluschi e piccoli vertebrati per quanto riguarda la frazione animale. Particolarmente appetiti sono i cereali e numerose piante infestanti dei generi *Polygonum*, *Rumex*, *Chenopodium*.

La dieta dei pulcini nel corso delle prime due settimane di vita comprende quasi esclusivamente

larve e adulti di insetti, soprattutto afidi, formicidi, tipulidi e altri artropodi. Anche negli adulti la frazione animale della dieta si mantiene comunque piuttosto consistente, in media tra il 15 e il 30% (Campbell, 2001).

Per l'Italia Meriggi (1992) segnala per la componente vegetale, oltre ai cereali ed altre essenze coltivate, numerose specie spontanee appartenenti a vari generi, tra cui *Setaria*, *Lolium*, *Phleum*, *Poa*, *Bromus*, *Plantago*, *Stellaria*. Uno studio specifico condotto nell'area del Mezzano (FE) (Vecchio Mantovani, 1991) ha mostrato una netta preferenza per i cereali in tutte le stagioni. Anche l'erba medica viene selezionata positivamente, mentre altre colture vengono utilizzate in misura minore e in proporzione alla disponibilità. Lo stesso studio ha inoltre evidenziato una separazione trofica tra il fagiano e la starna, in quanto lo spettro trofico di quest'ultima è risultato meno ampio in tre stagioni su quattro (Bence, 2000).

In situazioni di particolare e prolungata scarsità di cibo è stato accertato che il fagiano può nutrirsi anche di carogne di conspecifici (Hill e Robertson, 1988).

Se confrontato a quello della starna o di altri galliformi il regime alimentare del fagiano appare quindi assai meno specializzato e comunque molto più legato alle disponibilità locali, elemento che indica un certo "opportunismo" trofico della specie e che contribuisce indubbiamente a spiegare la maggiore facilità di adattamento a svariate condizioni ambientali così come alla cattività (Hammer et al., 1958).

Importanza economico-gestionale in Provincia di Pisa

La specie risulta fortemente radicata nelle tradizioni venatorie provinciali e ad essa si rivolge, almeno per i periodi iniziali della stagione venatoria, una larga maggioranza dei cacciatori. Dopo le prime settimane successive all'apertura della caccia, la pressione venatoria si riduce fortemente, anche per la forte riduzione di presenza della specie sul Territorio, rimanendo ad appannaggio di un ridotto gruppo di cacciatori specialisti e di Istituti Faunistici privati (AFV e AAV). L'attuale prassi gestionale è impostata sulla conservazione di piccole popolazioni negli Istituti Faunistici pubblici e privati e sulla pressoché completa eradicazione della specie nel territorio cacciabile, durante il periodo di prelievo. Annualmente le popolazioni, nelle aree cacciabili, vengono ricostituite sia attraverso l'irradiamento naturale dagli Istituti suddetti sia, con l'immissione artificiale di soggetti di allevamento.

L'immissione operata dagli ATC pisani negli ultimi 14 anni (2001-2014) è stata di 170.066 capi, con una media di 12.148 capi/anno, con una tendenza caratterizzata da una graduale diminuzione nei primi anni: dai 15.212 del 2001 si è passati ai 9.245 nel 2010. Successivamente si è assistito a una graduale ripresa fino ai 13.448 del 2014.

La diminuzione ha interessato gli animali di allevamento (-5.000 capi circa nel decennio), mentre sono rimasti sostanzialmente stabili i ripopolamenti con materiale proveniente da catture.

Nel 2010 quest'ultime, giungono a coprire circa l'11% del totale. Anche le modalità di immissione sono gradualmente cambiate e un numero sempre più consistente di fagiani vengono immessi in situazioni protette (ZRV) e con strutture di pre-ambientamento (voliere fisse e mobili a cielo aperto), privilegiando i capi con meno di 70gg d'età, essendo questi soggetti caratterizzati da una maggiore adattabilità.

Un ulteriore contingente di fagiani d'allevamento (1.225 capi adulti/anno, in media negli ultimi tre anni) è immesso invece dalle associazioni venatorie locali nel corso di manifestazioni cinofile.

E' possibile avere un'idea del prelievo effettuato sulla specie solo dai dati ricavati dalla lettura dei tesserini venatori regionali. Su tali valori, nel caso del Fagiano devono essere tuttavia considerati le certe sottostime derivate dalla mancata annotazione del capo abbattuto da parte del cacciatore.

Ai Fagiani immessi dagli ATC si sommano i capi immessi dagli Istituti privati. Nelle sole AFV, a titolo di esempio nel quinquennio 2008-2012, sono stati immessi 99.130 Fagiani, con una media di 19.826 capi/anno, nella quasi totalità provenienti da allevamento, quasi esclusivamente adulti, e salvo qualche eccezione, senza strutture di ambientamento. Le percentuali di abbattimento di Fagiano nelle AFV variano dal 31,47 al 35,78% rispetto ai capi immessi (triennio 2008-2010).

Considerando globalmente la relazione tra tutte le immissioni e gli abbattimenti in provincia di Pisa, si riscontra che per lo stesso periodo, la percentuale di abbattimento sui capi immessi varia tra il 45,12 ed il 61,02%. Le percentuali suddette si abbasserebbero ulteriormente se venissero considerati i capi abbattuti provenienti dall'irradiazione naturale dalle ZRC.

Nel quadriennio 2008-2011 l'immissione media riferita a tutto il territorio agro-silvo-pastorale della Provincia di 14,10 fagiani ogni 100 ha di SAF.

Se tali immissioni avessero ottenuto anche minimi risultati riproduttivi, ovvero se attraverso queste, si fosse conseguito lo scopo di aumentare il "patrimonio" naturale, il budget annuale di fagiani da abbattere (o da conservare almeno in parte per gli anni successivi), dovrebbe essere altissimo: ad esempio, in linea teorica considerando prudenzialmente che delle femmine immesse annualmente (il 50% del totale per semplificare) solo una su 5 arriva a portare a termine una covata di 4 fagianotti, metà degli animali prelevati annualmente dall'attività venatoria dovrebbe essere rappresentata da tali soggetti (circa 12.500 giovani fagiani).

Nonostante l'elevato numero di animali immessi e il loro potenziale riproduttivo, dai dati cinegetici disponibili non risulta nessun incremento numerico nella popolazione. Gli effetti di tale mancanza possono essere riconducibili a:

- scarsa sopravvivenza dei soggetti immessi
- potenziale riproduttivo molto limitato
- maggiore pressione venatoria rispetto a quanto emerge dall'analisi dei tesserini venatori

Evidentemente, rispetto alle credenze empiriche, bisogna dare per certo che un'elevata mortalità incida su una parte consistente del materiale immesso precedentemente all'inizio della caccia. In effetti, le informazioni su tale argomento conosciute dalla bibliografia specifica e ricavate anche con studi sperimentali realizzati in Provincia di Pisa, indicano che circa il 50% dei fagiani d'allevamento adulti (sopra 90 giorni d'età) immessi senza protezione muoiono nel corso delle

prime 5 settimane. La mortalità su tali soggetti arriva a colpire circa l'80% dei soggetti immessi, nel corso dei tre mesi successivi al rilascio.

Tale tendenza spiegherebbe, in buona parte, i valori riscontrati nel confronto tra immissioni/abbattimenti e parrebbe dimostrare che l'immissione di fagiani d'allevamento adulti senza protezione, rappresenta uno spreco di risorse sia economiche e sia in termini di volontariato impegnato.

Un contingente di animali sicuramente con migliore *fitness* deriva dalle popolazioni riprodotte naturalmente negli Istituti faunistici. Tale popolazione è soggetta ad irradiazione naturale nelle aree circostanti e, in parte viene, prelevata e immessa mediante le catture. Riguardo agli Istituti pubblici (ZRC e ZRV) è possibile notare un aumento sensibile della densità media del Fagiano tra il 2004 ed il 2011 (Mazzarone et al., 2013).

Istrice (Hystrix cristata L., 1758)

L'istrice è il più grande roditore appartenente alla fauna italiana (Orsomando e Pedrotti, 1976; Tomei e Cavalli, 1976; Mori et al., 2013) ed è protetto dalla legislazione vigente (inizialmente con la L.N. 968/77 e in seguito dalla L.N. 157/92).

Da sempre suscita stupore, ammirazione e a volte timore. Nella lunga storia della sua convivenza con l'uomo l'istrice non ha mai suscitato un interesse particolare di quest'ultimo per la poca utilità che esso riveste: non fornisce carni particolarmente pregiate né pelliccia.

Sistematica

Tabella 2: Classificazione tassonomica dell'istrice

| | |
|----------------------|-------------------------|
| Regno | Animalia |
| Phylum | Chordata |
| Classe | Mammalia |
| Ordine | Rodentia |
| Sottordine | Hystricomorpha |
| Famiglia | Hystricidae |
| Sottofamiglia | Hystricinae |
| Genere | Hystrix |
| Specie | <i>Hystrix cristata</i> |

La famiglia Hystricidae include 4 generi e 20 specie dell'istrice del Vecchio Mondo (Walker, 1964), che hanno in comune la caratteristica copertura di aculei sul corpo. In accordo con Corbet e Jones (1965), la specie *cristata* è inclusa nel genere *Hystrix* insieme ad altre due specie in apparenza molto simili: *Hystrix indica* (Asia sud-occidentale) e *Hystrix africaeausstralis* (Africa est, centrale e meridionale).

Hystrix indica è presente nella maggior parte dell'Asia sud-occidentale. *Hystrix africaeausstralis* è presente nell'Africa del sud, centrale ed orientale. *Hystrix cristata* è adesso presente in gran parte del nord Africa e nell'Africa sub-sahariana dal Senegal all'Etiopia, fino alla Tanzania settentrionale.

Le caratteristiche distintive fra queste due specie sono:

- il colore delle corte spine della schiena e la parte inferiore della coda, che sono bianche in *Hystrix africae australis* e nere o picchiettate in *Hystrix cristata*;
- la conformazione di testa e coda (Freye, 1974).

Distribuzione

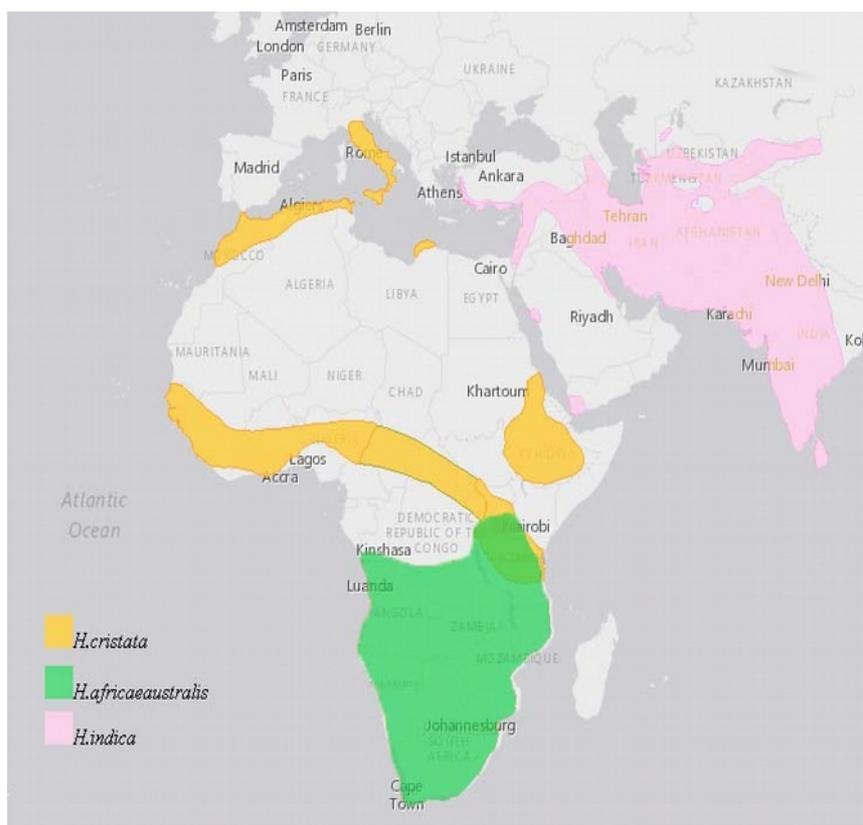


Figura 16: distribuzione delle specie del genere *Hystrix* nel mondo. IUCN 2015.
In giallo *H. cristata*, un verde *H. africae australis* e in rosa *H. indica*

Hystrix cristata è presente allo stato selvatico in Italia, ma il suo *status*, come vero e proprio rappresentante di fauna autoctona, è discutibile (M. Masseti, 2010). Come accennato in precedenza, questo roditore proviene dall'Africa settentrionale e centrale (Senegal, Etiopia e Tanzania) dove *Hystrix cristata* è in simpatria con *H. africae australis*, ma non ne sono state comunque osservate forme intermedie (Kingdon, 1974).

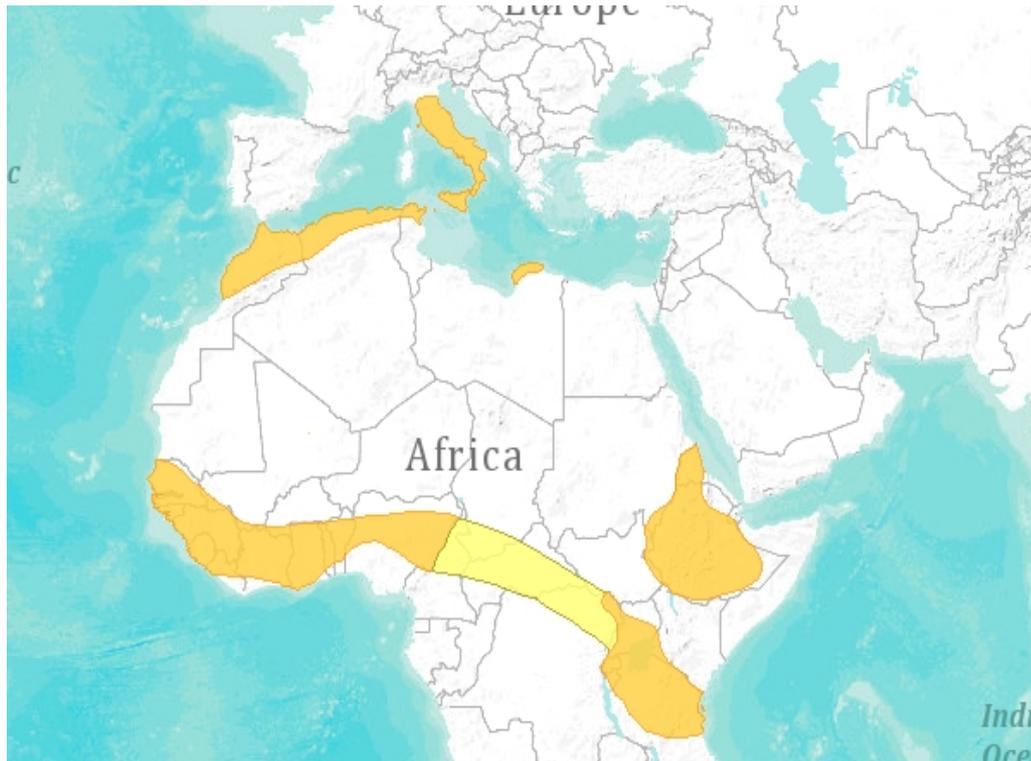


Figura 17: Distribuzione di *Hystrix cristata* nel mondo. IUCN 2014. Il giallo più chiaro rappresenta la zona di simpatria con *Hystrix africae australis*

La distribuzione dell'istrice nello Ionio e nelle isole dell'Egeo, nei Balcani e nella Penisola iberica è oggetto di opinioni contrastanti. Masseti (2010), nel suo lavoro sulla distribuzione dell'istrice, fa riferimento a diversi autori come Wettstein (1942), Brink (1969), Corbet (1978), Honacki et al. (1982), Burton e Pearson (1987) e Cheylan (1988) che ipotizzano la presenza dell'istrice in queste aree.

Anche lo stesso Masseti (2010), sulla base di testimonianze della popolazione locale, ne ha segnalato la presenza sulle isole di Ikaria e Lesbo. Riporta inoltre, quanto già indicato da Wettstein nel 1942, ovvero che l'istrice potesse essere stato confuso con il riccio (*Erinaceus europaeus*); infatti il termine greco usato per indicare quest'ultima specie è *skanzohiros*, che significa "maiale spinoso" che potrebbe facilmente aver dato luogo alla confusione con il termine inglese porcospino. Tutte queste notizie hanno dato origine a diverse credenze non dimostrate che ancora persistono. Secondo Masseti, quindi, la presenza dell'istrice nella penisola balcanica non è mai stata confermata, in accordo con Pigozzi (1992) e con Nowak (1999).

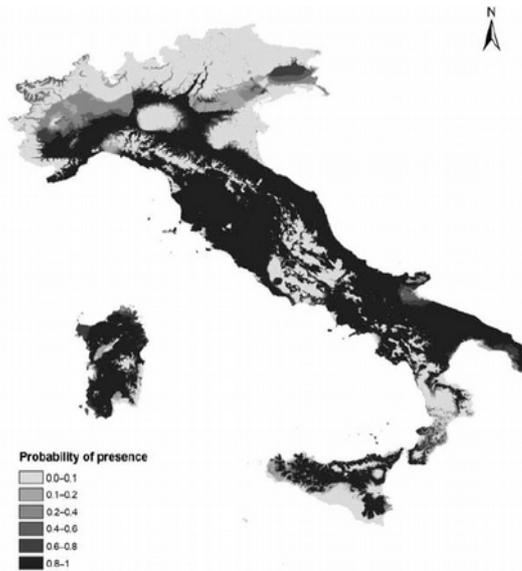


Figura 18: Distribuzione attuale (2013) dell'istrice (*Hystrix cristata*) in Italia

In Europa, attualmente, la sua distribuzione è limitata all'Italia peninsulare, alla Sicilia e, fino a qualche decennio fa, anche all'isola d'Elba.

Nell'Italia peninsulare è presente in Basilicata e Calabria dove sembra assente nell'Istmo di Catanzaro. In Puglia, con eccezione del promontorio del Gargano, la presenza dell'istrice è scarsa ed irregolare. La situazione della Campania è poco conosciuta: nelle province di Salerno e Napoli la specie sembra estinta, mentre alcuni individui sono stati avvistati nella provincia di Caserta (Mori et al., 2013). In Abruzzo la specie è presente nelle province di L'Aquila e Teramo (De Santis, 2011). In Molise l'istrice è presente ne comune di San Croce in Magliano, nel comune di Campobasso ed alcuni segni di presenza sono stati rinvenuti nella provincia di Isernia. L'istrice è abbondantemente presente in Lazio, Toscana (Vanni, 1980; Tinelli, 1983), Umbria, Marche (Pandolfi, 1986) ed Emilia Romagna (Zangheri, 1946; Mori, 2014) Il limite nord-occidentale, fino agli anni '70, era rappresentato dal fiume Arno, in provincia di Pisa (Tomei e Cavalli, 1976) e alcune segnalazioni relativa alla Liguria centro-occidentale (Balletto, 1977). In Liguria è stato segnalato nelle province di La Spezia e Savona: nel 1969 circa sono stati introdotti cinque esemplari nella riserva di caccia di Stampino, vicino Andora, nella provincia di Savona che poi sono riusciti a fuggire nelle campagne circostanti (Balletto, 1977); alla fine del 1990 è stato rinvenuto un esemplare investito vicino Conna, sempre nella provincia di Savona, confermando la presenza della specie in questa area. In Lombardia l'istrice è stato segnalato nelle province di Cremona, Pavia, Brescia e Lodi (Mori et al., 2013). In Veneto sono stati ritrovati aculei (nel 2001, 2002, 2004, 2005), animali deceduti (nel 2001, 2003, 2004, 2005) e segnalati

animali vivi osservati direttamente (nel 2004 e 2005) nelle province di Verona, Vicenza e Rovigo (Bon, 2006); un istrice morto è stato trovato nell'aprile del 2004 ad una altitudine di 1104 m in zona nevosa. Le più recenti notizie relative all'espansione a nord dell'istrice si ritrovano nel Piemonte sud-occidentale, più precisamente a Peveragno nella provincia di Cuneo dove nel 2012 è stato avvistato un istrice e a Castellar, sempre in provincia di Cuneo, dove nel 2013 sono stati avvistati degli aculei nel mese di agosto e nel mese di ottobre sono stati rinvenuti resti (zampe e aculei) di un esemplare precedentemente investito da un'auto (Dutto, 2014).

Per quanto riguarda l'Italia insulare, in Sicilia, l'istrice ne occupa l'intero territorio (Santini, 1980; Mori, 2013) ed è presente in misura abbondante. La presenza dell'istrice all'isola d'Elba era stata documentata all'inizio del 1800 (Thiebaut de Bernaud, 1808). Secondo Masetti (2010) la specie è stata nuovamente e recentemente introdotta probabilmente intorno alla prima metà del 1980, ma la recente testimonianza della biologa del Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano, Francesca Giannini, ne smentisce l'attuale presenza all'Isola d'Elba (Mori et al., 2013). Un altro dato interessante è relativo alla recente introduzione dell'istrice in Sardegna, dove nel 2010 ne è stata indirettamente segnalata la presenza nella zona nord e a Budoni nella provincia di Oristano (Mori et al., 2013).

Alcuni autori (Orsomando e Pedrotti, 1976; Santini, 1980) riportavano che l'istrice non era reperibile al di sopra dei 700-800 m s.l.m. e ciò rendeva credibile l'ipotesi che la barriera geografica all'espansione della specie fosse rappresentata dagli Appennini. In seguito, quindi, a introduzioni illegali e spostamenti di animali, forse più giovani e avventurosi, l'areale di questa specie si è progressivamente ampliato fino a raggiungere le zone nord-occidentali della penisola italiana.

Morfologia

L'istrice (*Hystrix cristata* L., 1758) è un'animale di taglia media: la lunghezza del corpo varia dai 70 ai 90 cm coda compresa (Kingdon, 1974). Il peso corporeo dell'adulto varia dai 18 ai 20 Kg, con una media delle forme italiane di 15 Kg (Santini, 1980). Per quanto riguarda il dimorfismo sessuale, la femmina presenta peso e dimensioni leggermente maggiori rispetto al maschio (Chevallier, 2006).

E' stata appurata una differenza di peso e di lunghezza nei due sessi, a favore di quello

femminile, mentre non sono state riscontrate differenze nelle altre misurazione biometriche (Pigozzi, 1987). I risultati ottenuti da Pigozzi sono peraltro in accordo con studi condotti da Alkon & Saltz (1985) su *Hystrix indica* e con quelli di Gaigher e Currie (1985) condotti su *Hystrix africaeaustralis*. L'uso del peso come parametro di misurazione della taglia, però, è criticato poiché varia con le condizioni riproduttive della femmina e dipende anche dalla dieta e dalle condizioni fisiche dell'animale (Ralls, 1976). In studi condotti da Ralls (1976) in altre specie facenti parte dell'ordine dei Roditori, si evidenzia un rapporto tra la media del peso e della lunghezza della femmina e la media del peso e della lunghezza del maschio simile a quello riscontrato nello studio di Pigozzi.

La testa dell'istrice è tozza e globosa con un cranio tipicamente isticognato, fortemente arcuato con ossa pneumatizzate ed osso occipitale massiccio. Il naso è molto voluminoso. Le narici hanno in genere una forma ad S; il labbro superiore è attraversato da una scissura; il muso è smussato alle estremità e ricoperto di peli molto morbidi (Freye, 1974).

Gli arti sono tozzi, corti, ricoperti di setole e caratterizzati da una forte muscolatura, dal momento che l'istrice è un formidabile scavatore.

Caratteristica è la mano dell'istrice con il pollice atrofizzato e quattro dita provviste di aculei. Il palmo della mano e la pianta del piede sono tipiche dei plantigradi. Gli occhi sono scuri timidi e buoni (Tinelli, 1983) e le orecchie corte (3-5 cm) quasi completamente nascoste tra i peli.

L'orecchio è caratterizzato da un padiglione auricolare ovale, piccolo ma ben strutturato. L'istrice è provvisto di un collarino di colore bianco subito sotto la gola; l'intensità del colore e la sua estensione si ritiene siano in stretta relazione con l'età dell'animale (Tinelli, 1983). La coda è provvista di aculei o setole fortemente modificate. La nuca è provvista da una lunga criniera, alla base della quale si trova una finissima lanugine (Freye, 1974).

Tutte le istrice del genere *Hystrix* presentano una particolare struttura degli aculei della coda, che quando si colpiscono l'un l'altro, provocano un forte crepitio che sembra essere utilizzato sia come segnale di allerta, sia nella comunicazione sociale (Freye, 1974).

La chiave di identificazione per il genere e per le specie della famiglia Hystricidae è definita da D. van Weers (1983) e in questo modo viene descritta la specie *cristata*: "La lunghezza di testa e corpo è di circa 60-90 cm. Nel centro della schiena ci sono brevi aculei sia totalmente neri sia

con barratura bianca. Il lato ventrale della coda non è totalmente bianca e i suoi aculei hanno strisce pigmentate. Gli aculei della coda (modificati) sono piccoli e la loro lunghezza è inferiore a 60 mm; il diametro degli aculei è di circa 2-5 mm. Le setole della testa sono completamente bianche.

L'istrice possiede 20 denti.

Tabella 3: Formula dentaria dell'istrice

| | | | |
|-------|-------|--------|-------|
| 1-1=i | 0-0=c | 1-1=pm | 3-3=m |
| 1-1=i | 0-0=c | 1-1=pm | 3-3=m |

Gli incisivi non hanno solchi longitudinali, i molari sono provvisti di radice e portano sulla superficie masticatoria delle pieghe di smalto di forma irregolare, che vengono ben presto consumate. Tra i sensi il più sviluppato è l'udito, seguito dall'olfatto mentre ha una vista pessima (Freye, 1974; Tinelli, 1983).

Il corpo dell'istrice è ricoperto di aculei che mostrano un'alternanza di bande bianche e nere lungo la lunghezza dell'aculeo stesso. Questi aculei rappresentano peli modificati. Gli aculei sono distribuiti sulla parte dorsale del corpo dell'istrice. Al limite di questa area i peli possono essere intervallati da aculei di piccole dimensioni, che altro non sono che aculei di transizione. Il tipo comune di aculeo da difesa è breve e rigido, con una punta affusolata, lucida e pericolosamente appuntito. La lunghezza della banda nera è indicativa della lunghezza dell'aculeo: gli aculei più grandi generalmente hanno la banda nera più lunga rispetto a quelli più piccoli. (Findlay, 1976).

Esistono alcune eccezioni di aculei totalmente neri, non specificatamente localizzati e di aculei totalmente bianchi, confinati nella regione della coda (Van Weers, 1983).

Si possono riconoscere:

- **le spine:** setole rigide, piatte, scanalate e ben appuntite che ricoprono gran parte del corpo;
- **gli aculei:** spessi peli modificati, non flessibili, a sezione circolare, che a circa metà della loro lunghezza presentano un diametro maggiore rispetto alle estremità. La lunghezza varia da pochi centimetri ad alcune decine di centimetri e hanno una punta molto affilata. Si trovano su fianchi e dorso. Sono la principale arma di difesa-offesa

-
- **le setole o aculei tattili:** sono setole molto flessibili, a sezione circolare con il diametro maggiore alla base. Il diametro all'apice è minore di quello degli aculei da difesa. Le setole possono essere molto lunghe, da 30 a 50 cm. Si trovano all'altezza delle spalle e sulla schiena;
 - **gli aculei di transizione:** sono forme intermedie tra aculei e setole tattili sia per lunghezza, sia per diametro e flessibilità.
 - **gli aculei della coda:** di colore bianco e modificati, a forma di capsula cava ed aperta nella parte distale, se sbattuti fra loro producono un caratteristico suono crepitante (Van Weers, 1983)

Aculei, peli e setole e tutte le altre formazioni cutanee sono già presenti, sebbene molto corti e deboli, al momento della nascita e poi crescono con grande rapidità; se durante questa fase un aculeo o un pelo vengono strappati, possono nuovamente ricrescere (Freye, 1974).

Per quanto riguarda i genitali, il maschio non presenta scroto (Weir, 1974; Bjarvall, 1986) e il pene è situato nella regione urogenitale, diretto caudalmente (Weir, 1974) e quando non estroflesso, è nascosto in una piega della pelle (Tohmè et al., 1981). La lunghezza e il diametro medio sono, rispettivamente, di 5 e 1 cm (Atalar, 2006). Nel corpo del pene dell'istrice sono state individuate delle piccole papille cornificate, queste strutture sono considerate come delle caratteristiche sessuali secondarie (Atalar, 2006). Il pene dell'istrice è di “tipo vascolare” come quello umano, di equini e carnivori, caratterizzato da tessuto erettile (Atalar, 2006).

La femmina presenta una membrana che solitamente ostruisce la vagina e che si apre solo nel periodo degli accoppiamenti (Weir, 1974).

Bioetologia

Le istrici vivono in piccoli gruppi familiari (Weir, 1974) composti dal maschio, dalla femmina e dalla loro prole anche se è frequente incontrare individui solitari (Kleiman, 1974). Per interagire fra di loro sono stati ipotizzati vari segnali di comunicazione. Al suono crepitante della coda e all'esibizione della groppa vengono attribuite funzione di comunicazione inter e intraspecifica, rispettivamente con finalità di corteggiamento e minaccia (Kingdon, 1974).

Le femmine sono affettuose nei confronti del proprio partner mentre mostrano aggressività verso

maschi sconosciuti. La contesa per una femmina è un'occasione di violenta aggressività (Kleiman, 1974).

Il comportamento di difesa dell'istrice è descritto come una progressiva successione di azioni: come prima cosa innalza gli aculei e la cresta, poi sbatte tra loro gli aculei modificati della coda emettendo il caratteristico crepitio, batte il piede e ringhia e come azione finale attacca muovendosi lateralmente e/o indietreggiando (Mori et al., 2013). L'allontanamento è subitaneo e ha come conseguenza l'abbandono degli aculei conficcati nel corpo dell'avversario (Kleiman, 1974).

L'attività motoria, studi condotti da Felicioli (1990), in istrici detenuti allo stato semi-naturale, mostrano che nessun animale è mai uscito dalla tana durante le ore diurne. Lo stretto evitamento dalla luce è osservato dal momento che l'animale fuoriesce dalla tana con regolarità dopo il calare del sole. Mostra, inoltre, che tale regolarità di uscita dalla tana, non è correlata né con la temperatura esterna, né con le condizioni meteorologiche. L'unica motivazione che ha fatto uscire l'animale dalla tana in ore diurne è stato il digiuno forzato di 4 giorni consecutivi. Nel periodo invernale, quando la durata della notte è molto lunga, le istrice ritardano la loro uscita. Le istrice hanno uno stretto legame con il mese lunare sinodico e i picchi di attività motoria sono stati riscontrati nelle fasi di luna nuova per poi decrescere fino alla luna piena in cui l'animale ha un'attività motoria inferiore alla metà di quelle precedenti (Felicioli, 1990). Questa teoria è stata confermata anche da studi condotti da Brown e Alkon (1990) sull'alimentazione dell'istrice poiché questi animali riducono molto la loro attività, anche alimentare, durante le notti illuminate dalla luna piena, momento in cui si potrebbero intensificare gli atti di predazione. Successivi studi condotti con la telemetria, su animali allo stato selvatico, sostengono quanto già affermato prima da Felicioli per quanto riguarda la dipendenza dalla luminosità notturna esercitata dalla luna, ma indicano che l'attività è maggiore nei periodi caldi e che, quindi, la temperatura esterna, influenza l'attività motoria dell'istrice (Mori, 2014). L'istrice ha un comportamento foto-fobico per la luce lunare, non limitato alle notti estive. Questo comportamento, il cosiddetto *moonlight avoidance* sembra derivare dalle istrice presenti in Africa ed è mantenuto in quelle introdotte nella penisola italiana per limitare i rischi di predazione (Felicioli, 1990; Mori, 2014). Il tempo speso per la ricerca del cibo e il conseguente allontanamento dell'istrice dalla tana è maggiore nei periodi di totale oscurità notturna corrispondenti ai momenti di luna nuova (Brown, 1980).

Nelle cure parentali, il maschio, a differenza di altre specie appartenenti al sotto-ordine degli

istricomorfi, è molto impegnato nel *baby-sitting* ed è molto tollerante e amichevole nei confronti dei cuccioli con ricorrenti episodi di *grooming* (Kleiman, 1974).

Un modulo comportamentale riscontrato sia in individui adulti che in cuccioli è la *frisky-hop-syndrome* che consiste in improvvise manifestazioni motorie come corse rettilinee o circolari seguite dalla fase di sospensione oppure salti e torsioni. Il gioco finisce improvvisamente, così come è iniziato. Ignoto sono le circostanze e le motivazioni che lo hanno causato e che ne conseguono (Kleiman, 1974). Questo modulo comportamentale è stato tradotto come “rallegramento gratuito” (Grazzini, 1993).

Riproduzione

Le istrice sono animali monogami (Weir, 1974; Van Aarde, 1987; Chevallier, 2006)

Si presume che l'istrice si riproduca durante tutto l'anno (Santini, 1983). Il periodo di gestazione non è perfettamente noto: Rosevear (1969) scrive che le istrice si riproducono bene in cattività e la loro gestazione può variare dai 63 ai 112 giorni; Santini (1983) e Chevallier (2006) affermano che sia di 90 giorni circa. L'Enciclopedia Grzimek scrive che la gestazione varia dalle 6 alle 8 settimane e l'intervallo tra due parti oscilla tra i 91 e i 110 giorni.

Secondo uno studio condotto da Grazzini (1993) su due soggetti di istrice la media dei giorni di gestazione è di $159 \pm 24,8$ giorni in una e $119,5 \pm 9,7$ giorni nell'altra. Partorisce due volte all'anno. Il numero di nati per cucciolata varia da uno a due (Weir, 1974; Grazzini, 1993).

Weir (1974) riporta che la gestazione è uguale sia per *H. cristata* che per *H. africae australis* ed è pari a 112 giorni.

Il corteggiamento inizia con il *grooming* reciproco; il maschio e femmina si posizionano l'uno accanto all'altro, sollevati o distesi al suolo. Quando la femmina è pronta all'accoppiamento, sposta la coda in dietro battendola sul dorso ed il compagno la monta appoggiando gli arti anteriori al suo corpo. La copula può avvenire anche in assenza di estro, la femmina accetta il corteggiamento del maschio assumendo una posizione di lordosi (Sever e Mendelsohn, 1980; Grazzini, 1993). La copula consenziente, non procreativa, è stata interpretata come meccanismo per mantenere la monogamia (Sever e Mendelsohn, 1980).

Il comportamento di monta e la copulazione sono diversi. Il comportamento di monta non prevede la penetrazione e il movimento pelvico che ne deriva, mentre la copulazione è il vero e proprio comportamento riproduttivo che prevede l'inserimento del pene in vagina (Dewsbury, 1972). Entrambi i comportamenti sono caratterizzati dalla presenza del *grooming* e del *nose-quill contact*. Quest'ultimo comportamento è descritto come il contatto, da parte del maschio nei confronti della femmina, di naso o testa con gli aculei laterali della coda (Felicioli, 1997)

Hystrix africae australis mostra la monta con copula soltanto nel periodo dell'estro (Morris and van Aarde, 1985) mentre *Hystrix indica* e *Hystrix cristata* compiono monta e copula indipendentemente dalla presenza dell'estro (Sever and Mendelsson, 1988, Felicioli, 1997).

I piccoli, alla nascita, sono ben formati e con gli occhi aperti (Santini, 1983). Il peso alla nascita oscilla tra i 262 e i 402 g (Grazzini, 1993). Vengono svezzati a circa 40-50 giorni e possono già alimentarsi autonomamente. La maturità sessuale viene raggiunta a circa 9 mesi, quando raggiungono il peso di 8-9 Kg (Santini, 1983). Le istrice hanno 3 mammelle per lato a pochi centimetri di distanza una dall'altra e sono disposte sul fianco al di sopra della spalla (Tinelli, 1983).

Le istrice sono solite utilizzare l'atto del *grooming* che può essere *self-*, *allo-* or *mutual-* grooming (Felicioli, 1997).

Uso e selezione dell'habitat

L'habitat dell'istrice è rappresentato dalla lecceta, eventualmente con presenza di pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*), dall'orno-ostrieto, dal querceto di roverella e dalla cerreta. Sono habitat prettamente collinari. La lecceta rappresenta una vegetazione di sclerofille sempreverdi, mentre l'orno-ostrieto, il querceto di roverella e la cerreta sono boschi di caducifoglie. I boschi maggiormente frequentati dall'istrice sono la lecceta e l'orno-ostrieto (Orsomando, 1976).

La specie ama insediarsi nel terreno arenario, ben esposto e ad altitudini basse (non più di 600 metri sul livello del mare), dove alle aree coltivate si alternano boschi, con la presenza di molte gole quasi inaccessibili. Questi ambienti presentano in grande quantità piante spontanee erbacee che costituiscono la dieta dell'istrice. Qui il terreno è spesso di tipo sciolto, quindi ideale per la costruzione di tane. L'istrice si adatta bene anche a terreni peggiori come il bosco, la macchia mediterranea e le pianure aperte sottoposte a colture. Nell'ultimo caso costruisce le sue tane sull'argine dei fiumi dove la vegetazione offre una maggiore copertura (Santini, 1980). Per alimentarsi può percorrere anche 12 Km e si muove percorrendo ogni volta gli stessi sentieri e frequenta gli stessi biotopi.

Sembra che l'istrice compia una sorta di migrazione stagionale per spostarsi da un territorio ad un altro nelle vicinanze, in cerca di cibo e di un ambiente più ospitale (Santini, 1980).

L'istrice è presente sia su rocce dure e compatte (come i calcari mesozoici) sia su rocce tenere e friabili (formazioni marnoso-arenacee). Il substrato con rocce calcaree e compatte presenta una morfologia molto aspra con ripidi versanti e gole rocciose, anfratti e cavità naturali che si prestano molto bene ad ospitare l'istrice; quello marnoso-arenaceo presenta una morfologia meno articolata e l'istrice può facilmente scavare tane e ricoveri, facilitato dalla friabilità del terreno (Orsomando, 1976). L'istrice è, comunque, un animale poco esigente; vive in condizioni ideali soprattutto in località tranquille dove reperisce facilmente cibo e rifugio (Orsomando, 1976).

In Toscana l'istrice occupa la macchia mediterranea più fitta, le rive incolte di canali fluviali nei pressi di pianure coltivate, gli anfratti boscosi su colline coltivate; boschi vicino a coltivazioni o aree aperte.

Secondo studi condotti da Aleandro e Piero Tinelli nella Riserva Presidenziale di Castelporziano

(1980) la macchia mediterranea è sicuramente uno degli ambienti più idonei all'escavazione della tana grazie alla ottima copertura vegetale assicurata lungo tutto il corso dell'anno e alla grande quantità di alimento che essa offre. Spesso le istrice utilizzano anche la parte superiore del pendio di vecchie cave abbandonate, di difficile accesso all'uomo, con passaggi scoscesi e ripidi e i ruderi archeologici preesistenti inglobati nella vegetazione (Tinelli, 1980), tubi di drenaggio sotto le strade e vecchi cimiteri abbandonati (Sever, 1985) o vecchi rifugi di guerra.

La facilità di scavo e un buon drenaggio sono i due requisiti più importanti nella scelta del sito da parte dell'istrice (Tinelli, 1980).

Più i mammiferi passano il tempo sottoterra più la struttura della loro tana è complessa (Reichman, 1990). E' quindi importante definire la differenza tra tana, buca e insediamento: la tana è composta da una o più camere comunicanti, in serie o in parallelo, per via sotterranea, alle quali si accede, attraverso uno o più tunnel, che individualmente o dopo anastomosi, si aprono all'esterno; la buca è l'apertura del terreno che è in comunicazione con la tana; l'insediamento, invece, è genericamente definito come una limitata area nella quale i singoli sistemi tana non sono individuabili dall'esterno. Non si esclude che l'insediamento sia sinonimo di tana (Felicoli, 1990).

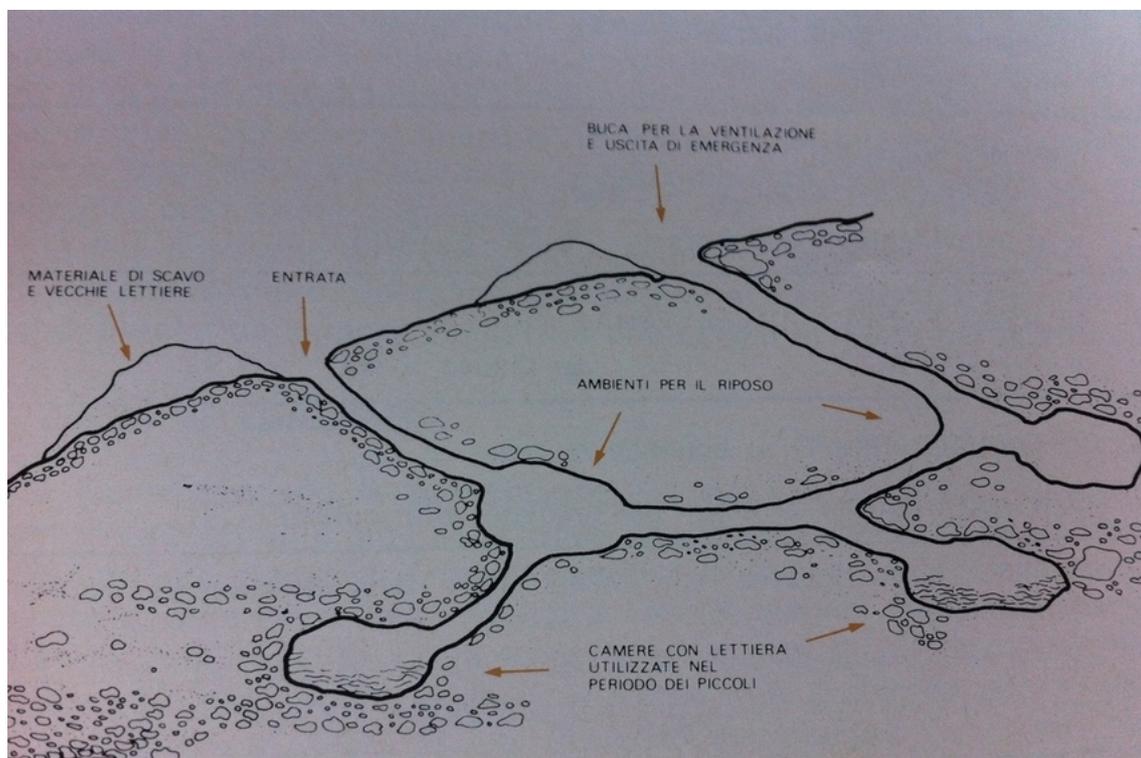


Figura 19: Sezione di una tana di istrice (*Hystrix cristata*) (Tinelli, 1980)

Le tane possono essere caratterizzate da una grande flessibilità della loro struttura, da una sola buca con un solo antrò fino ad arrivare a sette buche con tre antri. Nella maggior parte dei casi la conformazione strutturale della tana dipende dalla composizione del gruppo sociale che ne usufruisce e dalla disponibilità alimentare dell'ambiente in cui l'istrice risiede (Tinelli, 1988).

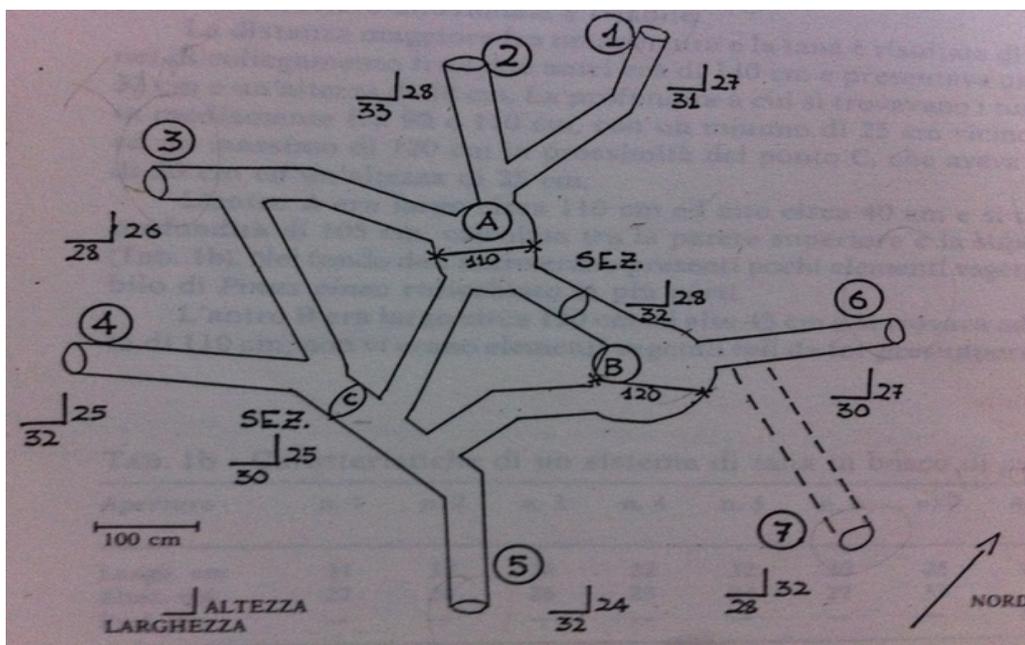


Figura 20: Configurazione di un sistema tana in bosco di caducifoglie. Valori riportati in cm. (Tinelli, 1988)

Alimentazione

L'istrice è polifago, ma strettamente vegetariano, con una spiccata preferenza per le parti ipogee (Santini, 1980). La dieta dell'istrice si basa su radici, bacche, frutta caduta a terra (Kingdon, 1974), infatti non è capace di arrampicarsi sugli alberi (Santini, 1980), rizomi e tuberi delle seguenti specie: *Sanseveria ssp.*, *Combretum ssp.*, *Commiphora ssp.*, *Colophospermum ssp.*, *Adenia ssp.*, *Aloe ssp.*, *Ficus petersi*, *Gladioli ssp.*, *Liliaceae*, *Talinum ssp.* e *Cyperus ssp.* Si ciba della gran parte della radici di colture alimentari come manioca, patate, carote, barbabietole e arachidi. (Kingdon, 1974). Molte di queste piante sono tossiche per l'uomo, ma non hanno effetti negativi sull'istrice *Arum spp.*, il tamaro (*Tamus communis*), il giaggiolo maggiore (*Iris germanica*) e il ciclamino europeo (*Cyclamen europaeum*) e considerata la loro alta percentuale in amido sono molto ricercate da questa specie (Santini, 1980; Riccardi, 1992). I danni che può arrecare un'istrice ad una campo di mais, in una sola notte, sono molto importanti. Ama alimentarsi anche di zucche ed altre *Cucurbitaceae* e può provocare onerosi danni alle piantagioni di cotone (Kingdon, 1974). Tipico dell'istrice è rosicchiare le ossa che si possono trovare sia all'interno che all'esterno della tana; ciò avviene sia per assimilare calcio ed altri minerali, ma anche per levigare i suoi incisivi (Kingdon, 1974; Santini, 1980).

L'istrice adulto mangia in solitudine, mentre fino ai 6-8 mesi è accompagnato dalla madre o da entrambi i genitori.

Santini (1980) riporta quanto scritto da Mineo (1979), che le istrice presenti in Sicilia mangiano spesso i bulbi della Scilla marittima (*Urginea maritima*), conosciuta per la sua proprietà raticida.

Tabella 4: Elenco delle piante spontanee più comunemente mangiate da *Hystrix cristata* (Santini, 1980)

| Nome scientifico | Nome comune | Famiglia | Parte mangiata |
|------------------------------|--------------------|--------------|-------------------|
| <i>Arum maculatum</i> | gigaro scuro | Araceae | rizoma |
| <i>Tamus communis</i> | tamaro | Discoreaceae | tubero |
| <i>Iris germanica</i> | giaggiolo maggiore | Iridiaceae | rizoma |
| <i>Allium ursinum</i> | aglio selvatico | Liliaceae | bulbo |
| <i>Asparagus officinalis</i> | asparago comune | Liliaceae | rizoma, germoglio |
| <i>Rumex crispus</i> | romice | Poligonaceae | radice |
| <i>Cyclamen europaeus</i> | ciclaminio europeo | Primulaceae | tubero |
| <i>Fraxinus ornus</i> | frassino | Oleaceae | corteccia |

Tabella 5: Elenco delle piante coltivate più comunemente mangiate da *Hystrix cristata* (Santini, 1980)

| Nome scientifico | Nome comune | Famiglia | Parte mangiata |
|-----------------------------------|--------------|----------------|--------------------|
| <i>Zea mays</i> | mais | Graminaceae | semi |
| <i>Solanum tuberosum</i> | patata | Solanaceae | tubero |
| <i>Beta vulgaris</i> | barbabietola | Chenopodiaceae | radice |
| <i>Brassica oleracea botrytis</i> | cavolfiore | Cruciferae | germoglio centrale |
| <i>Cicer arietinum</i> | cece | Leguminosae | semi |
| <i>Citrullus lanatus</i> | anguria | Cucurbitaceae | frutti e semi |
| <i>Cucurbita spp.</i> | zucca | Cucurbitaceae | frutti e semi |
| <i>Allium cepa</i> | cipolla | Liliaceae | bulbo |
| <i>Vitis vinifera</i> | vite | Ampelidaceae | frutto |

Miscellanea

L'istrice è considerato come una specie *pest* in molte nazioni. È stato riportato che in Malesia, non solo si ciba delle più succulenti parti di tapioca, ananas e patate dolci, ma provoca anche ingenti danni alle giovani piante di palma da olio. In Sumatra è menzionato per i danni alle giovani piante di cocco e ananas, mentre in India e Pakistan come predatore di colture agricole soprattutto cocomeri e patate (Greaves, 1978). In Israele sono stati riscontrati diversi danni sulle piantagioni di patata (Alkon e Saltz, 1985). Anche in Italia riveste un interesse agrario per i danni alle coltivazioni (Amori e Angelici, 1992).

Data la forte presenza dell'istrice in Toscana (Tomei e Cavalli, 1976; Tinelli, 1983) nella Provincia di Pisa, è stata richiesta dall'amministrazione provinciale, nel 1997, una relazione

tecnica per prevenire il pericolo di esondazione per rottura degli argini comportati dall'attività di scavo (Felicioli, 1997).

L'istrice prima delle L.N. 968/77 era un animale sottoposto a pressione venatoria e molto ricercato per la prelibatezza delle sue carni (Greaves, 1978).

L'uomo non è l'unico a cibarsi delle carni dell'istrice, infatti, in uno studio condotto da Fais, Costanzo e Massa nel 1991, riguardante l'alimentazione della volpe (*Vulpes vulpes*) in Sicilia, tramite l'analisi delle feci, è stato riscontrato, in un caso, una predazione di istrice, probabilmente di un individuo giovane.

Le carcasse di istrice possono essere, inoltre, consumate da lupo (*Canis lupus*), tasso (*Meles meles*) gatto selvatico (*Felis silvestris*) e domestico (*Felis catus*), poiana (*Buteo buteo*), gazza (*Pica pica*) e cornacchia (*Corvus corone*) (Mori, 2013). La predazione sembra interessare principalmente gli individui più giovani in *Hystrix spp.* (Monetti et al., 2005) poiché più vulnerabili e con aculei morbidi. Tuttavia, i cuccioli sono sempre protetti da almeno un genitore (Sever e Mendelsohn 1989). Sono stati osservati anche attacchi di cani da caccia durante il periodo di caccia al cinghiale (Mori, 2013).

Tabella 6: Predatori dell'istrice (*Hystrix cristata*) in Italia (Mori, 2013)

| Predatore | Riferimento bibliografico |
|--|----------------------------------|
| volpe (<i>Vulpes vulpes</i>) | Fais, 1991; Lucherini, 1995 |
| lupo (<i>Canis lupus</i>) | Mori, 2013 |
| cane domestico (<i>Canis familiaris</i>) | Monetti, 2005 |

In studi condotti nel deserto del Negev (Brown, 1980) sull' *Hystrix indica*, è stato dimostrato che l'unico suo vero predatore è il leopardo (*Panthera pardus* Linnaeus, 1758), anche se l'area è comunque frequentata da molti carnivori quali il lupo (*Canis lupus*), la iena (*Hyaena hyaena*) e il caracal (*Caracal caracal* Schreber, 1776). Infatti la copertura di aculei e le dimensioni dell'animale (che da adulto può raggiungere i 14 Kg) intimoriscono molti predatori.

Legislazione

Per una maggiore comprensione del testo si ritiene opportuno chiarire il significato della terminologia utilizzata nel proseguo della tesi.

Con il termine ***liberazione*** ci riferiamo alle procedure idonee a dare “via libera” ovvero “Libertà” a fauna selvatica, nata in cattività ma che vogliamo torni a vivere in condizioni libere.

Con il termine ***rilascio*** s'intende dare il via libera ovvero la “Libertà” a fauna selvatica, che precedentemente alle vicissitudini che lo hanno portato ad essere riabilitata, libera lo era già.

Un'ulteriore precisazione va fatta sulla legislazione di riferimento.

Nel settore faunistico, la legge quadro nazionale (157/92 'Norme sulla protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio'), il suo recepimento a livello regionale (per la Toscana la L.R. n. 3/94) ed i regolamenti attuativi, costituiscono il riferimento normativo per la gestione della fauna selvatica. In particolare all'interno di questa legge vengono definite le finalità di ciascun istituto faunistico pubblico e privato.

Zone di Ripopolamento e Cattura (ZRC)

Si tratta di zone la cui finalità è la riproduzione della minuta selvaggina (fagiano, lepre, starna e pernice rossa) allo stato naturale e la cattura della stessa per l'immissione e il suo irradiazione sul territorio, fino alla ricostituzione e alla stabilizzazione della densità faunistica ottimale per il territorio. In tali zone non si effettuano ripopolamenti con selvaggina di allevamento. All'interno delle ZRC la caccia è interdetta. Il controllo dei predatori e delle specie dannose per l'agricoltura viene effettuato dalla Polizia Provinciale, che può essere coadiuvata da personale formato con appositi corsi, ai sensi dell'art. 37 della Legge regionale Toscana.

Aziende Faunistico Venatorie (AFV)

L'istituto è finalizzato “al mantenimento, all'organizzazione ed al miglioramento degli ambienti naturali, ai fini dell'incremento della fauna selvatica e dell'irradiazione nel territorio circostante”, (comma 2 dell'art. 20 della Legge regionale 3/94). La caccia, risulta, sempre ai sensi della legge, una concessione ai proprietari inclusi nell'AFV, subordinata alla creazione e

mantenimento di fauna e ambiente, non dovrebbe perciò rappresentare lo scopo principale dell'Istituto e la sua gestione non deve avere scopo di lucro. Rispetto alla precedente versione della Legge 3/94, nella quale si prevedeva una specie faunistica di indirizzo prioritario per ogni AFV, nel vigente testo si tolgono le specie ungulate e si indica che tutte le AFV devono essere finalizzate alla conservazione e produzione delle specie di Galliformi stanziali tipici regionali e della Lepre, fatte salve le AFV situate nelle zone umide che hanno come scopo la tutela della fauna acquatica ornitica migratrice. Tali concetti sono ripresi nel Piano Regionale Agricolo Forestale (PRAF).

Nel settore della fauna di interesse conservazionistico, la legge quadro regionale è LEGGE QUADRO REGIONALE è la n. 56 de 6 aprile 2000, “Norme per la conservazione e la tutela degli habitat naturali e seminaturali, della flora e della fauna selvatiche”

La L.R. 56/00, con l'articolo 9, comma 1 individua una diversa tipologia di centri, destinati alla conservazione, riproduzione, al recupero ed al ricovero delle specie animali di interesse regionale, questi sono i centri di conservazione *ex situ* della fauna (C.E.S.F.A.).

La Regione, con la DGR N. 1175/04, riconosce i C.E.S.F.A come una struttura a carattere tecnico-scientifico che ha come obiettivo principale la conservazione, mediante riproduzione, la cura e la riabilitazione, delle specie di fauna selvatica di interesse conservazionistico, che non devono perseguire scopi di lucro; inoltre questi centri possono essere riconosciuti anche come C.R.A.S., ai sensi dell'articolo 38 della L.R. 3/94.

Per specie di interesse conservazionistico si intendono specie presenti negli allegati A, B e C della L.R. 56/00, nell'allegato II della Direttiva 92/43/CEE e nell'allegato I della Direttiva 79/409/CEE.

Come già accennato precedentemente le attività istituzionali dei C.E.S.F.A sono la riproduzione, l'allevamento, la conservazione e la cura degli animali appartenenti a specie faunistiche di interesse conservazionistico; le attività opzionali sono, invece, il monitoraggio sanitario della fauna selvatica, in collaborazione con le Istituzioni scientifiche, l'educazione ambientale e la formazione professionale.

Per quanto riguarda le caratteristiche strutturali ed organizzative, i C.E.S.F.A devono predisporre strutture minime, che devono presentare caratteristiche tali da garantire il benessere animale e

devono essere recintate lungo tutto il perimetro e lontane da fonte di disturbo.

Oltre alle strutture minime, i C.E.S.F.A, devono essere dotati di strutture ambulatoriali o cliniche allestite ed autorizzante secondo la normativa vigente oppure stipulare una convenzione con un centro veterinario prossimo alla struttura. Ogni C.E.S.F.A deve prevedere la presenza di un direttore responsabile e di un medico veterinario oltre ad altro personale adeguatamente addestrato ed al volontariato. I C.E.S.F.A devono essere destinati almeno ad un raggruppamento tassonomico-funzionale.

Per ciascun gruppo tassonomico sono richieste caratteristiche strutturali ed organizzative specifiche elencate nella Delibera. Non vengono presi in considerazione, da codesta delibera, alcuni aspetti importanti come il numero di strutture autorizzabili in ogni provincia. Inoltre le precisazioni riguardano esclusivamente i C.E.S.F.A, mentre non c'è nessun riguardo particolare verso i C.R.AS.

Quindi, dopo che il soggetto facente parte della fauna selvatica locale è stato adeguatamente curato e riabilitato, dovrà essere liberato in natura. L'unico articolo che tratta questo argomento è l'articolo 38 comma 1 della L.R. 3/94 che afferma: “la liberazione di fauna selvatica curata avviene sotto il controllo provinciale una volta accertata la completa guarigione”

Giunti a questo punto, è necessario valutare e verificare quando, e grazie a quali caratteristiche, un habitat si possa definire adatto ad una determinata specie e quali siano le specie che interagiscono, positivamente e negativamente, con la specie oggetto di “rilascio”.

Affinché tutto ciò avvenga, con una impostazione scientificamente corretta, è necessaria l'elaborazione di un vero e proprio protocollo per il “rilascio”. È necessario analizzare l'habitat in cui si intende liberare il soggetto e, di conseguenza, la fauna e la flora che lo compone.

Per quando riguarda sempre le modalità di “rilascio” della fauna selvatica, la L.N. 157/92 nell'articolo 28 comma 3 definisce la località di liberazione come “adatta” oppure che venga liberato nel suo “ambiente naturale”; a livello generale questa terminologia è corretta però una specifica analisi di tali termini porta colui che è interessato alla sopravvivenza dell'animale a porsi delle domande in quanto nessuna legge definisce quale e come sia una località adatta e quali siano le circostanze che definiscono un ambiente naturale proprio della specie, dal momento che l'animale selvatico, spesso e volentieri, viene rinvenuto lontano da suo habitat.

Scopo della tesi

Questo lavoro di ricerca nasce da una duplice esigenza: da una parte la verifica dell'affidabilità di un metodo di monitoraggio costituito dall'uso delle fototrappole associato alla radiotelemetria, dall'altra la necessità di conoscere in modo dettagliato i predatori di uova di fagiano e investigare il comportamento post-rilascio di un'animale poco conosciuto, come l'istrice.

In particolare con questa ricerca ci prefiggiamo di ottenere informazioni e dati sperimentali utili:

- ad una migliore gestione della fase post-liberazione dei fagiani, nati in cattività e provenienti da catture in AFV, alla luce di una crescente esigenza di gestione faunistico-venatoria.
- alla messa a punto di un protocollo operativo per il rilascio di istrici (animale di alta valenza conservazionistica) provenienti da centri di recupero;

Materiali e metodi

Fagiano (P. colchicus)

Il progetto si è svolto attraverso diverse fasi:

- radiotracking su fagiane di cattura
- fototrappole su nidi di fagiana naturali
- fototrappole su nidi artificiali appositamente costruiti nella medesima zona

Area di studio

L'area di studio principale è stata una Zona di Ripopolamento e Cattura della Provincia di Pisa, la ZRC TERRA ROSSA. Ubicata in un'area collinare del centro della provincia, la zona si estende per una superficie di circa 351 ha ed è situata in un ambiente scarsamente abitato. Il 50% circa del territorio vede una prevalenza di coltivazioni di oliveti, vigneti, e frutteti, mentre la restante parte è frammentata in piccole aree incolte, piccoli boschetti di macchia e boschi misti sempre di limitata estensione. Non vi sono grandi vie di comunicazione tranne la via del Commercio che costituisce il confine ovest della ZRC e collega i paesi di Ponsacco e Casciana Terme.



Figura 21: Evidenziato in rosso, il confine della Zona di Ripopolamento e Cattura

La scelta di tale zona è stata effettuata sulla base dei seguenti fattori:

-
- buona rappresentatività degli istituti faunistici della Provincia di Pisa
 - buon livello di vigilanza da parte di guardie volontarie ed agenti di polizia provinciale al fine di limitare al massimo episodi di bracconaggio
 - esistenza di un Comitato di Gestione attivo e una rete di volontari disponibili a collaborare.

Lo scopo di questa selezione era ovviamente quello di limitare al minimo eventuali variabili che potevano influenzare sia positivamente che negativamente l'andamento dei risultati.

L'area di studio è stata poi modificata sulla base della superficie effettivamente frequentata dalle fagiane. Questo ovviamente è stato possibile grazie ai punti rilevati durante il radiotracking (*fixes*).

Uso del suolo

Tutta l'area di studio è stata analizzata in modo particolare ed è stato rilevato l'uso del suolo, realizzando adeguata cartografia. Il processo di rilievo è stato caratterizzato dalle seguenti fasi:

- parcellizzazione del territorio, sulla base di fotogrammetria aerea, mediante l'utilizzo di software *QGIS*
- sopralluoghi diretti in loco per assegnare ad ogni particella una categoria di uso del suolo, utilizzando i codici del CORINE Land Cover, parzialmente modificato ed adattato alle colture ed ambienti presenti

Il rilievo dell'uso del suolo serve a determinare gli elementi componenti il territorio interessato dal progetto di ricerca, in questo modo si è potuto indagare sulle preferenze ambientali della specie, preferenza di vegetazione come sito di nidificazione,

Corine Land Cover

Il programma CORINE (*COoRdination of INformation on Environment*) è stato definito dalla Commissione Europea nel 1985 con lo scopo di organizzare la raccolta di informazioni sull'ambiente e le risorse naturali della Comunità Europea. Il progetto CORINE Land Cover ha creato una copertura d'uso del suolo estesa a tutta la Comunità Europea secondo una metodologia univoca per la prima volta nel 1990. La copertura d'uso del suolo è composto da 44

classi suddivise in tre livelli (5 classi per il primo livello, 15 per il secondo livello e 44 per il terzo).

Il Management Board dell'AEA, nel novembre del 2004, ha valutato la possibilità di aumentare la frequenza di aggiornamento del Corine Land Cover ed ha avviato un aggiornamento del CLC, riferito all'anno 2006.

L'organizzazione delle voci di uso del suolo, organizzate in livelli, è diventata uno standard di riferimento assoluto.

QGIS

QGIS (un tempo noto come *Quantum GIS*) è un'applicazione desktop GIS *Geographic(al) Information System. Open Source* molto simile nell'interfaccia utente e nelle funzioni alle release di pacchetti GIS commerciali equivalenti.

QGIS è mantenuto continuamente da un attivo gruppo di sviluppatori volontari che emettono con regolarità aggiornamenti e correzioni, rilasciando una nuova versione ogni 4 mesi circa. Al momento QGIS ha una interfaccia tradotta in 14 lingue ed è usato in scuole, università e in ambienti professionali.

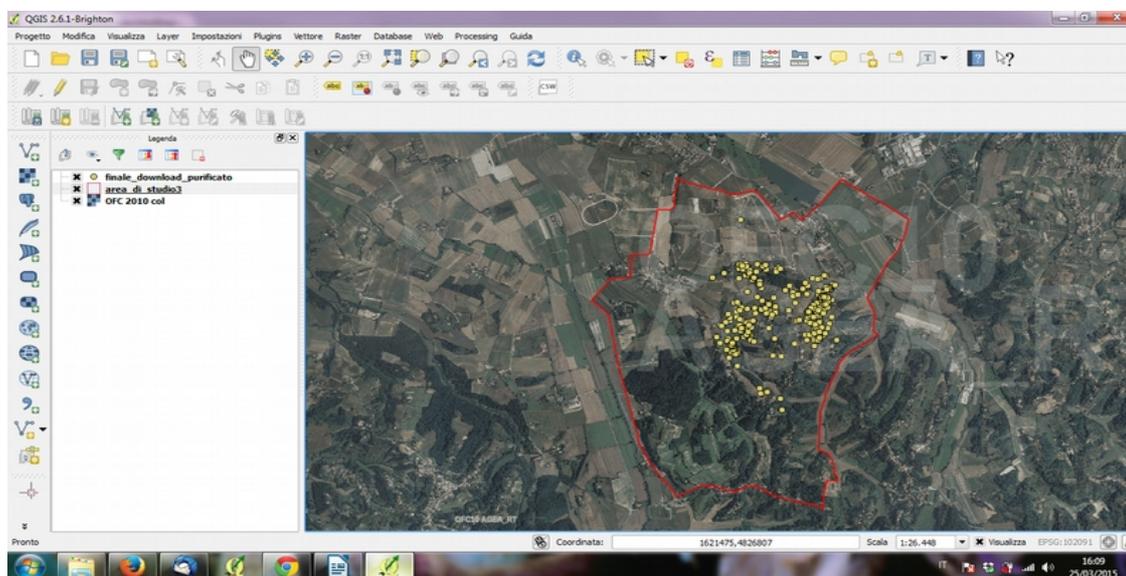


Figura 22: schermata di QGIS desktop GIS *Geographic(al) Information System. Open Source*

Morfologia: raccolta dati

Per tutte le fagiane immesse sono stati effettuati rilievi morfologici allo scopo di poter confrontare tali dati in relazione alla sopravvivenza e alle capacità di riproduzione e cova, nonché al possibile diverso tipo di comportamento e utilizzo dell'ambiente.

I parametri morfologici rilevati sono i seguenti (tra parentesi la strumentazione utilizzata e il grado di precisione):

- peso (bilancia elettronica, precisione ± 1 g)
- lunghezza del tarso, misurazione effettuata esternamente, dall'articolazione tibio-tarsica alla troclea distale del tarso-metatarso (calibro ventesimale, $\pm 0,1$ mm)
- diametro del tarso (calibro ventesimale, $\pm 0,1$ mm)
- lunghezza ala (riga graduata, ± 1 mm)
- carico alare, calcolato tramite il rapporto peso/lunghezza ala

Sono stati effettuati anche altri rilievi, come ad esempio la presenza di parassiti e l'integrità del piumaggio. Tutti gli animali immessi risultavano privi di parassiti esterni ed avevano piumaggio integro.

Tutti i soggetti immessi, sono stati dotati di un anello in alluminio inamovibile, riportante un numero identificativo univoco.

Inizio attività

Alla fine del mese di marzo 2013, all'interno delle ZRC Terra Rossa (Località Ripoli) sono state immesse 17 fagiane femmina catturate presso l'AFV Camugliano. L'immissione è stata effettuata mediante piccole voliere dotate di mangime ed acqua. Tramite questo tipo di immissione è possibile limitare al massimo la dispersione iniziale in quanto il rilascio avviene in modo non traumatico e dopo un breve periodo di ambientamento.



Figura 23: Fagiana adulta munita di radiocollare

Radiotracking

Sono stati utilizzati 17 radiocollari dotati di sensore di attività, acquistati presso la ditta inglese Biotrack. Il peso medio dei radiocollari, compreso il cinturino, era di circa 12 g.

La durata dell'emissione del segnale era stimata dalla casa costruttrice in 12 mesi e la banda di trasmissione del segnale era compresa tra le frequenze di 151.001 e 151.999 Mhz.

Le riceventi utilizzate nell'ambito di questa ricerca erano di marca YAESU modello FT 817, collegate ad antenne, di due distinti modelli:

- un'antenna omnidirezionale applicata con un dispositivo a calamita al tetto della macchina. L'impiego dell'antenna omnidirezionale ci ha permesso di rintracciare alcuni individui che hanno compiuto spostamenti notevoli e repentini;
- un'antenna direzionale Yagi.

Gli animali sono stati monitorati inizialmente per tre volte a settimana e successivamente, nel periodo della cova, l'attività di radiotracking è stata intensificata a quattro volte a settimana. Durante il monitoraggio particolare importanza risulta avere la compilazione dell'apposita scheda di campo, in cui vengono indicati la data, l'ora, le condizioni meteo, l'avvistamento dell'animale, l'ambiente ed eventuali note. Quando la fagiana risulta immobile la frequenza di emissione del suono diviene regolare e con un tono più basso, si può procedere all'avvicinamento per verificarne se l'animale è vivo e sta covando oppure se è morto. In caso di morte i resti degli animali vengono recuperati per determinarne le cause. Se invece l'immobilità dell'animale è dovuta alla cova, si rileva la posizione del nido e si contavano le uova cercando di arrecare il minimo disturbo, veniva acquisita documentazione fotografica del sito e annotate eventuale le caratteristiche del nido stesso.

Home range

Lo spazio vitale, in altre parole l'*home range*, è stato definito da numerosi autori come “l'area utilizzata da un individuo nelle sue normali attività di raccolta del cibo, ricerca di rifugio, accoppiamento ed allevamento della prole”. La dimensione dell'*home range* è uno tra gli aspetti di maggiore interesse nell'ambito dell'ecologia di una specie animale. Il comportamento spaziale dei mammiferi è influenzato da numerosi fattori: peso corporeo, esigenze metaboliche, scelte

alimentari e sistema riproduttivo (McNab 1963, Harestad & Bunnell 1979, Cameron & Spencer 1985, Lindstedt et al., 1986, Clutton-Brock 1989, Sandell & Liberg 1992).

Per l'analisi dell'*home range* sono stati utilizzati i seguenti metodi:

- MPC al 100%. Tale metodo (Minimo Poligono Convesso Mohr, 1947) consiste nell'individuare l'area compresa tra tutte le localizzazioni più esterne. Si tratta di un metodo facile da calcolare, che non richiede assunti statistici e che permette di definire un'area al cui interno, le fagiane immesse, hanno svolto tutte le loro attività, nel periodo di studio.
- “*Kernel with adjusted h*”, apposito *plugin* del *software QGIS*, sviluppato su piattaforma *open-sources*, proprio a questo scopo.

Tali sistemi di analisi sono in grado di operare con il complesso di analisi statistiche noto come “metodo di Kernel”. Il metodo Kernel converte le “nuvole” di punti, corrispondenti alle localizzazioni dell'animale, in curve di isoprobabilità entro le quali è possibile, con la stessa probabilità, stimare la presenza dei soggetti. In pratica esso permette il passaggio da una distribuzione discontinua di punti ad una distribuzione continua di curve. La probabilità da noi impostata è dell'85% del totale ed esclude quindi il 15% dei *fix* più esterni alla nuvola, i quali possono essere interpretati come avvistamenti dovuti a singoli movimenti dispersivi. Da ciò si arriva a definire, anche dal punto di vista dimensionale, l'*home range* di ciascun animale. Sono stati considerati gli animali di cui erano stati rilevati almeno 5 localizzazioni.

Gli *home range* sono stati utilizzati e confrontati tra loro per analizzare sia i dati di mortalità che di nidificazione. Per ognuno degli *home range* è stata calcolata la superficie di ogni tipo di ambiente compreso al suo interno avvalendosi dell'uso del suolo.

In seguito, al fine di poter effettuare un confronto tra le preferenze ambientali, sono state confrontate le medie delle superfici calcolate per ogni ambiente nei singoli gruppi.

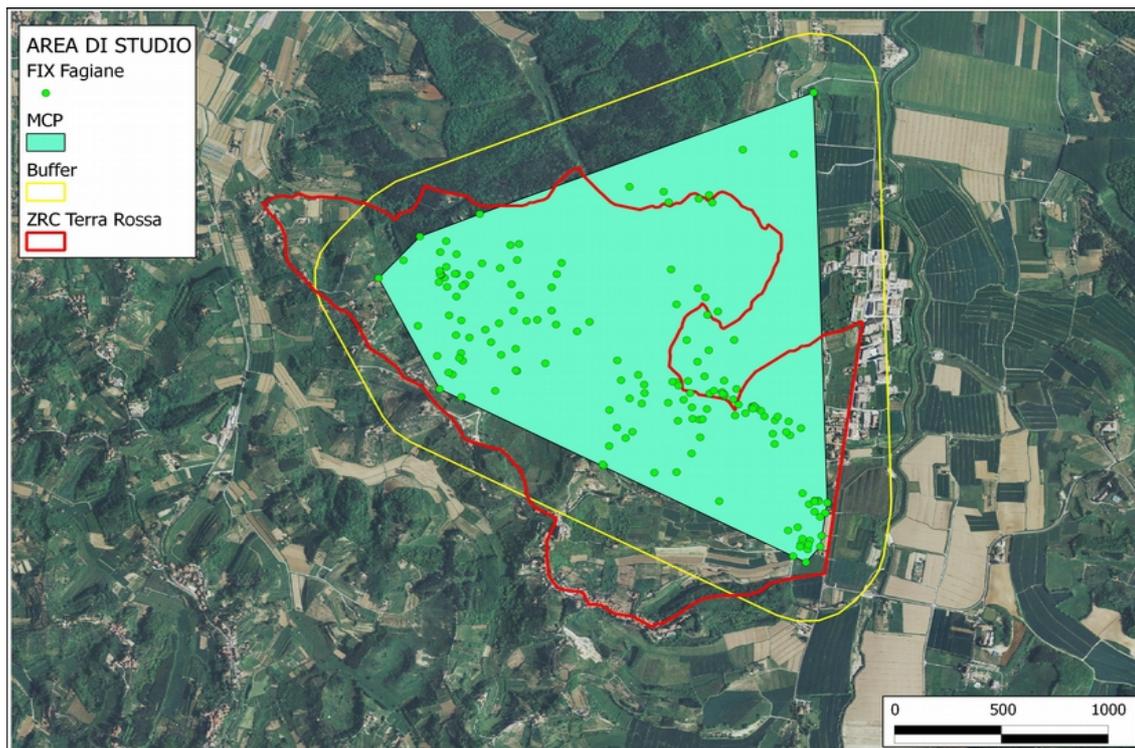


Figura 24: In rosso il confine della ZRC Terra Rossa, in giallo l'area di buffer presa in considerazione attorno alla ZRC, in verde l'home range ottenuto con MPC, grazie ai punti rilevati durante il radiotracking (fixes fagiane)

Successivamente al calcolo dell'MPC 100% è stato rilevato un buffer di 300 m intorno all' MPC stesso. per caratterizzare meglio la superficie utilizzata dalle fagiane. L'area di studio che ne deriva copre una superficie di 544,67 ha.

Sopravvivenza

Per l'analisi della sopravvivenza è stato scelto il metodo del *Product-limit estimator* proposto da Kaplan e Meier (1958) e ripreso da Pollock et al. (1989a; 1989b) per adattarlo a studi di telemetria (Petrini, 1995). Essendo un metodo non parametrico non è necessario definire a priori una curva di sopravvivenza parametrica o dei periodi all'interno dei quali la sopravvivenza sia costante.

Questo metodo permette di seguire l'andamento temporale della mortalità e di gestire proficuamente gli animali che, per rottura della trasmittente o per eccessivo allontanamento, non possono essere più localizzati senza doverli, quindi, eliminare dall'analisi. Inoltre permette di effettuare confronti fra i diversi gruppi sperimentali utilizzando il Log-rank test, che restituisce un valore di χ^2 con 1 grado di libertà.

Riproduzione

Le fagiane immesse sono state seguite con attività di radiotracking tre volte a settimana triangolando la posizione per avere *fix* utili se non si riusciva ad avvistare fisicamente l'animale. Nel periodo della riproduzione l'attività di radiotracking si è modificata, intensificando i sopralluoghi settimanali e gli animali sono stati seguiti fino a determinarne l'involo per potere individuare il sito di nidificazione.

Fototrappole

Strumentazione utilizzata

In questa ricerca sono stati utilizzati due tipi di fototrappole:

Scout Guard SG560k

La fototrappola è dotata di display interno a colori che permette di visualizzare sul campo i risultati ottenuti, è altresì dotata delle seguenti interfacce: porta USB, sede scheda SD, TV out, DC in, inserimento tastiera. E' progettata per l'uso in esterni e resiste alla pioggia e alla neve. Caratteristiche tecniche:

- Illuminatore IR dotato di Led IR completamente invisibili efficaci fino a 25 m

-
- Risoluzione foto 8 megapixel (3328 x 2496);
 - Risoluzione video 640x480 (16fps);
 - Tempo di attivazione 1 Sec;
 - Alimentazione 4+8 batterie stilo AA;
 - 16 GB di memoria.



Figura 25: Modello di fototrappola Scout Guard SG560k

Boskon Guard BG-520

Fototrappola di ultima generazione molto robusta e dalle elevate prestazioni; azionata da un sensore passivo di movimento a infrarossi (PIR) altamente sensibile, si attiva in 1" al passaggio di persone o animali. Dotata di schermo LCD frontale da 2" che permette di visualizzare le foto ed i video realizzati inoltre, permette di vedere in tempo reale l'inquadratura di ripresa della fototrappola. Grazie al registratore audio integrato, in modalità video, verrà registrato anche il sonoro. Dotata di telecomando wireless per la programmazione a distanza.

- Risoluzione foto 5, 8 o 12 megapixel
- Risoluzione video HD 1440x1080
- Modalità combinata foto + video
- Illuminazione notturna fino a 20 metri

-
- Ripresa diurna fino a 20 metri
 - Tempo di attivazione 1 secondo
 - Alimentazione: batteria esterna da 6V
 - Numero di Led: 38 completamente invisibili
 - Capacità di memoria: 8 GB
 - Stampa su foto di data e ora
 - Immagini diurne a colori, notturne in bianco e nero
 - Dimensione: LxPxH mm 90x50x150
 - Registrazione audio integrata
 - Puntatore laser e telecomando wireless
 - Password di protezione



*Figura 26: Modello di fototrappola
Boskon Guard BG-520*

Posizionamento delle fototrappole

Le fototrappole sono state impiegate in due situazioni differenti:

- nidi naturali
- nidi artificiali

La disposizione delle fototrappole è avvenuta, cercando di utilizzare supporti presenti sul campo (alberi, pali) senza alterare in alcun modo il sito di nidificazione.

Nidi naturali

I nidi naturali sono stati individuati sia mediante radiotracking sia mediante segnalazione dei referenti di ZRC e ZRV o agricoltori, i quali erano stati coinvolti nella realizzazione di questo progetto. I nidi segnalati dai vari referenti erano tutti appartenenti alla specie fagiana e scoperti, perché durante l'esecuzione delle operazioni agricole, era stata disturbata la femmina che si trovava sul nido.



Figura 27: Fagiana su nido naturale

Nidi artificiali

Sono stati realizzati 18 nidi artificiali, tenuti sotto costante monitoraggio mediante fototrappole. Per il posizionamento di tali nidi è stata effettuata l'analisi dell'uso del suolo rilevando tutti i possibili teorici siti di nidificazione. Per far questo sono stati creati dei buffer di 100 metri su tutti i limiti di vegetazione, le cosiddette fasce ecotonali. All'interno di questi buffer il software ci ha consentito l'inserimento random di posizioni da utilizzare per la creazione dei siti che sono state validate poi direttamente sul campo.

Dai dati presenti in letteratura emerge infatti che il fagiano predilige tali ambienti come sito di nidificazione; tale teoria è supportata anche dai dati ottenuti dall'analisi preliminare dei *fixes* delle fagiane munite di radiocollare.

Le uova, fornite dall'allevamento Selvaggina Migliarino, sono state poste in numero variabile da 7 a 14 in ciascun nido, cercando di ricreare il più possibile condizioni simili a quelle naturali.



Figura 28: Nido artificiale con uova di fagiana

Al fine di ottenere delle informazioni relative sulla ricaduta economico-gestionale, che la scelta della tipologia di fagiano da immettere può avere, è stato effettuato un confronto tra le varie classi commerciali presenti.

Tabella 7: Confronto varie tipologie commerciali di fagiano

| Tipologia di fagiano | Età (gg) | Prezzo singolo fagiano € |
|-----------------------------|-----------------|---------------------------------|
| Allevamento Giovane | 60/70 | € 7,60 |
| Allevamento Adulto | 250/300 | € 16,00 |
| Cattura AFV | 250/300 | € 65,00 |
| Cattura ditta import/export | 250/300 | € 16,00 |
| Catture AFV Camugliano | 250/300 | € 16,00 |

Istrice (H. cristata)

Area di studio

L'area utilizzata per questo studio è stata identificata a seguito delle informazioni raccolte dal radiocollare in modo da comprendere ampiamente tutti i *fixes*.



Figura 29: Area di studio evidenziata di colore arancione con linea tratteggiata

L'area misura poco più di 500 ha, localizzata nell'ex comune di Crespina (a partire dal 1 gennaio 2014 comune di Crespina-Lorenzana), in Provincia di Pisa; l'ex comune di Crespina e l'area stessa, confinano a ovest con il comune di Fauglia; l'ex comune di Crespina confina a Nord con il comune di Cascina, a sud-ovest con l'ex comune di Lorenzana, a est e sud-est con il comune di Lari. Questa area è stata scelta poiché sono noti, grazie a censimenti compiuti negli anni passati, un gran numero di insediamenti di istrice.

L'area non è attraversata da fiumi importanti, ma soltanto da qualche fosso; sono presenti due piccoli laghetti nella zona centro-occidentale. L'area è intercorsa da diverse zone urbanizzate e industriali e da una rete stradale sia asfaltata che sterrata.

Il clima è caldo e temperato. In inverno la piovosità è intensa rispetto all'estate. Ha una temperatura media di 14.6 °C. e una piovosità media annua di 842 mm con 26 mm nel mese di luglio, il più secco, e 112 mm nel mese di novembre, il più piovoso.

Tabella 8: Temperatura media, minima e massima a Crespina (dati presi da: climate-data.org)

| Mese | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| T media | 6,8 | 7,7 | 9,9 | 12,8 | 16,5 | 20,3 | 23 | 23,1 | 28,11 | 15,7 | 11,1 | 7,6 |
| T min | 3,1 | 3,6 | 5,6 | 8,1 | 11,5 | 15 | 17,4 | 17,6 | 15 | 11,2 | 7,4 | 4,1 |
| T max | 10,5 | 11,8 | 14,3 | 17,6 | 21,6 | 25,7 | 28,7 | 28,7 | 25,3 | 20,3 | 14,8 | 11,1 |

L'area di studio è caratterizzata da una grande biodiversità della vegetazione, sia spontanea che colturale.

L'area è composta in prevalenza da bosco maturo di robinia (*Robinia pseudoacacia*) e da bosco secolare di cerro (*Quercus cerris*), ma in percentuale minore. La robinia ha colonizzato in tempi relativamente recenti prima le aree marginali e progressivamente il bosco di cerro. Sono presenti campi di cereali autunno-vernini come orzo e grano e campi di cereali primaverili-estivi quali sorgo e mais. L'area di studio è caratterizzata dalla presenza di molti vitigni che rappresentano circa il 25% della stessa.

Il bosco è separato dai campi coltivati e dalle aree incolte da una fascia ecotonale composta da sambuco (*Sambucus nigra*), alloro (*Laurus nobilis*), canna (*Arundo donax*), rovo (*Rubus ulmifolius*) ed erica (*Erica scoparia*).

Entrambi i boschi sono caratterizzati dai requisiti fondamentali per la presenza delle istrice quali copertura del sottobosco, impenetrabilità e ricchezza alimentare. Molti insediamenti sono localizzati in boschi di acacia e databili, per tradizione orale e sulla base dell'elevato numero di buche presenti, a epoche precedenti l'espansione della robinia (Felicioli, 1990) quindi quando ancora era presente il bosco di cerro.

L'istrice è animale longevo pertanto nell'arco di 3-4 generazioni si è adattato al passaggio dal bosco di cerro al bosco di robinia (Felicioli, 1990).

Soggetto sperimentale



Figura 30: Istrice oggetto di studio presso il centro di recupero “L’Assiolo”

L'istrice oggetto di questo studio è stato trovato, cucciolo, di pochi giorni di vita e peso non rilevato, in Provincia di Lucca il 28/02/2011 per assenza di cure parentali ed è stato poi trasferito dal C.R.U.M.A. di Livorno al C.R.A.S. “L’Assiolo” di Marina di Carrara.

Nel maggio 2012, all'inizio di questo lavoro, l'animale aveva almeno 14 mesi.

L'istrice, all'interno del Centro di Recupero, era tenuto in una gabbia di circa 150 cm di larghezza e 250 cm di lunghezza, alta circa 170 cm. La gabbia, a terra, era rivestita con rete elettrosaldata e in fondo era presente una cassetta che fungeva da rifugio, apribile nella parte esterna posteriore per poter controllare le condizioni dell'animale. L'istrice poggiava, all'interno della cuccia, su uno strato di lettiera di paglia, anche se superfluo, poiché questo animale non necessita di una vera e propria lettiera, ma, soltanto, di uno strato di terra (Felicioli, 1990). La sua alimentazione al centro era basata su mais spezzato o intero, fioccato di cereali misto, verdure varie e frutta. L'acqua veniva messa a disposizione *ad libitum*. Le condizioni dell'animale, al momento del “rilascio” erano comunque buone: erano fitti i peli tra gli aculei, segno di benessere fisico.

Procedura di “rilascio”

Prima del “rilascio” in natura, sono stati effettuati diversi sopralluoghi per individuare il posto adatto. Sono state monitorate mediante fototrappole, per circa 10-15 giorni ciascuna, diverse buche, fino a individuarne una che non fosse abitata né da istrici né da altri animali. Una volta individuata è stato indispensabile continuare il monitoraggio della stessa per altri 15 giorni a conferma della sua inattività.

La buca individuata per il “rilascio” era localizzata in una zona boschiva con l'accesso ad un campo adibito a miglioramento ambientale a fini faunistici, ricco di essenze alimentari.

Una volta identificata la zona di rilascio è stato settato il radiocollare con le seguenti impostazioni:

- sensore di ibernazione: inattivo;
- sensore di mortalità: attivo, dopo 24 ore in assenza di movimento;
- frequenza VHF: 150.150 Mhz;
- modalità di invio GSM: 1-7 *fixes* per SMS (6 bit, retry);
- Scheda GPS: localizzazione animale dalle 1:00 alle 7:00 ogni ora + alle ore 10:00, 15:00, 19:00, 20:00, 21:00, 23:00. Per un totale di 13 *fixes* giornalieri. Utilizzando queste impostazioni, abbiamo stimato un tempo di durata della batteria pari a circa 3 mesi;
- Scheda VHF: dalle 09:00 alle 20:59.

Dopo aver settato il collare è stato necessario provvedere al trasferimento dell'animale dal centro di recupero “L'Assiolo” fino al bosco di rilascio, presso Crespina (PI).

L'istrice, in questa circostanza, è stato posizionato all'interno di una gabbia di trasporto in legno affinché si potessero effettuare la pesatura. Il peso è risultato essere di 8,56 Kg.

Successivamente è stato spostato dalla cassa di trasporto in legno a una gabbia a ghigliottina di rete metallica in modo da poter effettuare l'anestesia attraverso le maglie della rete con l'ausilio della cerbottana.

Per l'anestesia è stato utilizzato lo Zoletil (Massolo, 2003) anziché la Ketamina e xilazina

cloridrato (Filibeck et al., 1981; Pigozzi, 1987). Lo Zoletil 100 (TZ) è stato somministrato sotto la supervisione del medico Veterinario responsabile designato nel progetto di ricerca presentato al Comitato Etico di Ateneo, Dott. Enrico D'Addio.

La dose somministrata è stata di circa 2/3 di quella utilizzata nel protocollo di Massolo. Sono stati somministrati 4,7 mg/Kg di peso per Kg, anziché 7,8 mg/kg di peso come da bibliografia, ovviamente sotto controllo veterinario, con un dosaggio totale di 4 ml di anestetico. È buona norma monitorare l'animale dopo il risveglio e attendere alcune ore prima del “rilascio”. Una volta anestetizzato, è stato possibile indagare il sesso dell'animale. Tramite l'estroffessione dei genitali (Tohmè et al., 1981; Atalar, 2006).



Figura 31: Identificazione del sesso dell'istrice dopo somministrazione sedativo

È stato necessario tappare gli occhi dell'animale, con una garza e mantenerli umidi in quanto le istrice non sono provvisti di terza palpebra. La temperatura era di 39,3 °C, non si rilevavano parassiti esterni. Il collare è stato applicato con massimo riguardo e accuratezza, è stata adeguatamente spostata la cresta e stretto in maniera tale che non si potesse sfilare o rimanere incastrato in rami o nei suoi stessi denti nel caso avesse tentato di morderlo. È stato successivamente rimosso il magnete dal radiocollare per attivarne il funzionamento.



Figura 32: Manipolazione dell'istrice anestetizzato per l'applicazione del radiocollare



Figura 33: Istrice dopo il risveglio; con radiocollare posizionato

Il tempo di induzione post anestesia è stato di 5'30", il tempo di immobilizzazione di 30' ed il tempo di risveglio di 2h30'. L'operazione è durata diverse ore proprio perché l'animale non era ancora pienamente cosciente. Il “rilascio” è avvenuto a notte inoltrata posizionando la cassa di fronte alla buca.

Dopo 12 giorni dal “rilascio”, per il mancato soddisfacimento delle esigenze di studio, è stato necessario catturare nuovamente l'istrice e settare il collare con un nuovo protocollo.

Dopo il recupero, l'animale non è stato anestetizzato per la rimozione e la seconda applicazione del collare. È stata spuntata leggermente la cresta alla base delle setole sulla nuca in modo da far alloggiare più comodamente il radiocollare, evitando che le setole su cui era posto tirassero troppo la pelle.

Le nuove impostazioni del radiocollare erano pressoché identiche, è stata modificata la modalità di invio GSM, che è passata da “1-7 *fixes* per SMS (6 *bit*, *retry*)” a “5-6 *fixes* per SMS (6 *bit*, *retry*)”. La nuova impostazione è più adatta alle condizioni dell'ambiente e della specie.

Nell'occasione, è stato deciso di abbinare al radiocollare GPS anche un radiocollare VHF del peso di 16 gr., con frequenza 150.148 Mhz, in modo da monitorare indipendentemente, sia tramite ricerca *in loco* con la nuova frequenza VHF, sia grazie ai *fixes* inviati dal GPS. Questa decisione è stata maturata per ovviare a limiti strutturali del VHF integrato, legati al protocollo di emissione dati tramite GSM.

Inoltre, sono state applicate agli aculei delle bandierine di nastro adesivo rosse in modo da poterlo rintracciare anche attraverso il ritrovamento degli aculei potenzialmente persi lungo i sentieri percorsi.

Nei 12 giorni vissuti in natura, l'animale non è mai tornato alla tana utilizzata per il primo “rilascio”, pertanto è stato deciso di modificare anche la *location* della buca da utilizzare nel secondo “rilascio”. È stata, infatti, individuata una seconda buca, poco distante dalla prima, circa 50 metri, anch'essa disabitata. Il secondo rilascio è avvenuto alle ore 15.30 del 22 settembre 2012.

Radiotracking

Le aziende che abbiamo contattato per l'acquisto del radiocollare sono state due: la Followit con sede a Stoccolma, Svezia e la Lotek con sede a Newmarket, Ontario, Canada.

Entrambe le aziende non avevano esperienza nell'utilizzo del radiocollare richiesto per quanto riguarda il monitoraggio dell'istrice e quindi, non hanno saputo fornire informazioni relative alla circonferenza media del collo dell'animale e circa eventuali rischi che si sarebbero potuti presentare durante lo studio.

La Followit non prevedeva che si potesse montare in modo autonomo una batteria nuova una volta esaurita la prima. Sarebbe stato infatti necessario inviare il collare in Svezia e far sostituire la batteria dai tecnici della compagnia stessa. Inoltre, questa azienda applica un costo fisso mensile per la raccolta dei dati e per ogni fix rilevato. La Lotek, invece, forniva, su richiesta, insieme al radiocollare una seconda batteria e la sua sostituzione era semplice e intuitiva. Per la raccolta del dato non era previsto nessun costo aggiuntivo mensile o per ogni fix. Per il trasferimento dei dati dal radiocollare alla *Ground Station* è stato sufficiente utilizzare una SIM card. Queste motivazioni hanno fatto sì che fosse scelto il radiocollare fornito dalla casa produttrice Lotek

Caratteristiche tecniche del radiocollare utilizzato



Figura 34: Modello di radiocollare GPS/GSM utilizzato

Il modello utilizzato è *WildCell SLG* con un peso di 230 grammi. Le dimensioni del radiocollare sono 7,8 cm (L) x 2,5 cm (H) x 4.7 cm (D). Il collare utilizza la tecnologia “NAVSTAR” *Global Positioning System* (GPS), secondo la quale una costellazione di 24 satelliti, che orbitano attorno alla terra, trasmettono i dati di navigazione.

Il collare è caratterizzato dal sensore di mortalità, di attività, di ibernazione e di temperatura, che si attiva ogni 5 minuti.

Il collare si compone di:

- un ricevitore GPS;
- un modem GSM;
- un ricevitore per il segnale VHF.

Il modem GSM ha funzione di scaricare i dati e di caricare le schede di impostazione del collare stesso.

A corredo del collare vengono forniti dalla casa produttrice anche il software *Total Host* per il

computer, il cavo DL4 e la *Ground Station*.

Il software *Total Host* è di fondamentale importanza per il settaggio del radiocollare e della *Ground Station*. Grazie al un software suddetto è stato possibile creare schede per l'acquisizione dei *fixes*, da caricare poi sul collare. Il dato acquisito dal radiocollare è il *fix* ovvero un'informazione georeferenziata che indicata la posizione dell'animale che lo indossa in formato latitudine-longitudine. Le schede possono essere giornaliere, settimanali o mensili; anche le fasce orarie e l'invio dei *fixes* stessi può essere diversificato in base agli obiettivi preposti. Tramite la creazione delle schede è possibile decidere se attivare o interrompere il segnale VHF.

La memoria interna al radiocollare può registrare fino a 65.000 *fixes*. In base al tipo di scheda e a quanti *fixes* vengono presi al giorno varia la durata della batteria che può essere calcolata tramite la funzione *calculation battery life* nel software, utilizzato per la composizione delle schede stesse.

La batteria del GPS e del segnale VHF sono separate e indipendenti l'una dall'altra. Quella del segnale VHF dura diversi mesi in più rispetto all'altra. Il collare richiede una scheda SIM con account di messaggistica di testo SMS e il *roaming* per il Nord America. La scheda SIM viene saldata nel collare.

Il primo *step* per il funzionamento del collare è il *set-up* del *software*, dopodiché può venire collegato il radiocollare al computer tramite l'apposito connettore DL4 in modo da poter essere registrato.

Successivamente viene collegata la *Ground Station* all'interno della quale è stata inserita una seconda scheda SIM che riceve gli SMS inviati dalla scheda SIM saldata nel collare. In questa seconda scheda SIM vengono immagazzinati i *fixes* presi dal collare in modalità testo e, tramite il software settato nel computer, è possibile leggerli, memorizzarli ed eventualmente caricarli sul software *QGIS*, in formato *gpx*, o su *Google Earth*, in formato *ktml*.

È necessario settare nel computer anche la *Ground Station* e registrarla correttamente, controllandone l'alimentazione e il segnale GSM.

Le schede di impostazione vengono caricate nel collare tramite il *software Total Host* con collegamento diretto collare-computer oppure, dopo che il collare è stato rilasciato, vengono

inviare come SMS dalla *Ground Station* al collare. La creazione della scheda avverrà sempre tramite il software *Total Host* in collegamento diretto con la *Ground Station* (tramite cavo USB).

Durante il trasferimento delle schede di impostazione dal software *Total Host* al collare, tramite collegamento con cavo DL4, è necessario mantenere alloggiato nell'apposito punto contrassegnato dalla lettera "M", il magnete, in modo da non compromettere il buon esito dell'operazione.

Al fine di valutare l'efficacia del radiocollare è stato definito lo "sforzo utile di reperimento *fix* primario" e "lo sforzo utile di reperimento *fix* secondario" del radiocollare GPS con tecnologia GSM.

Lo sforzo utile di reperimento *fix* primario è indicato dalla seguente formula:

$$\text{SUP} = \text{FLG}/\text{FT}$$

dove: FLG sta per *fixes* con localizzazione geografica e FT sta per *fixes* totali raccolti dal collare.

Lo sforzo utile di reperimento *fix* secondario è invece indicato dalla formula:

$$\text{SUS} = \text{FRSms}/\text{FT}$$

dove FRSms sta per *fixes* ricevuti tramite SMS e FT sempre per *fixes* totali raccolti dal collare.

All'interno dei *fixes* totali (FT) vengono considerati tutti i *fixes* raccolti, aventi e non la posizione geografica in formato latitudine-longitudine ed *Earth-Centred*, *Earth-Fixed* (ECEF), scaricati collegando il radiocollare, ormai recuperato, al connettore DL4, a sua volta collegato al computer.

Queste due tipologie di sforzo sono, appunto, utili per:

- valutare l'efficacia del radiocollare come strumento di monitoraggio su una specie che vive nella vegetazione fitta dove il segnale GPS non sempre è presente. Questa efficacia ci è fornita dal SUP;
- adottare una modalità di invio GSM specifica per la situazione oppure valutare se è il caso di utilizzare altre tipologie di reperimento dati. Questa modalità di azione può essere suggerita dalla

valutazione del SUS.

È bene puntualizzare che le due tipologie di sforzo non sono complementari.

Analisi dell'attività diurna e notturna

Sono stati analizzati i *fixes* scaricati direttamente dal radio-collare tramite collegamento al computer al momento del recupero dello stesso e sono stati riportati sul software *QGIS*. Come base cartografica sono state utilizzate le carte disponibili sul portale della Regione Toscana Geoscopio.

Tra tutti *fixes* relativi all'attività diurna sono stati selezionati quelli che corrispondevano alle ore di luce e quindi relativi al *range* 9.00- 16.00; per l'attività notturna è stato utilizzato lo stesso principio di esclusione dei *fixes* che potevano non appartenere alla notte pertanto sono stati scelti quelli relativi al *range* 21.00-5.00.

Questa selezione è stata fatta consapevolmente al fatto che il software *Total Host* permette il settaggio automatico dell'ora al momento del passaggio da ora solare a legale.

Sono stati scartati tutti i *fixes* appartenenti ai giorni dei “rilasci” (9 e 22 settembre 2012) e al periodo di cattura (19 e 20 settembre 2012) poiché in questi periodi l'istrice è stato per diverse ore fermo in un punto noto e, pertanto, questi *fixes* non sono utilizzabili per la determinazione dell'attività dell'animale.



Figura 35: Istrice a cui sono state applicate delle bandierine rosse sugli aculei. Al radiocollare GPS con tecnologia GSM è stato integrato un radiocollare VHF di cui si può notare l'antenna nella foto

Home range

Per la determinazione dell' *home range* è stato utilizzato il software *QGIS*.

Come base è stata utilizzata la cartografia aerea in formato 'ECW (*Enhanced Compression Wavelet*) N. 284030 volo del 2010 relativa al comune di Crespina.

L'*home range* è stato determinato utilizzando il metodo *kernel* (Silvermann, 1986; Worton, 1989) e il metodo del Minimo Poligono Convesso o MCP (*Minimum Convex Polygon*). Powell (2000) citando Burt (1943), definisce l'*home range* di un animale come quell'area da lui attraversata nelle quotidiane attività di procacciamento del cibo, accoppiamento e cure parentali. Occasionalmente l'animale può allontanarsi dall'*home range*, forse in fase di esplorazione, ma questi luoghi non dovrebbero essere considerati come facenti parte dell'*home range*.

Importante nel metodo *kernel* è il fattore *h* di smorzamento. Per la scelta del fattore *h* è stato scelto il metodo REF (Worton, 1989; Silvermann, 1986) del *kernel* al 95%.

Secondo Powell (2000) il metodo *kernel* è il migliore stimatore disponibile.

I punti deboli del *kernel* sono:

- sensibilità imprecisa;

-
- sensibilità a bassi numeri di *fixes*;
 - scarsa affidabilità alle zone periferiche dell'*home range*;
 - contorni disegnati al 95% possono essere disgiunti poiché il metodo calcola la probabilità che ha l'animale di essere in qualsiasi parte del suo *home range*.

L'MCP (Mohr, 1947), a differenza del *kernel*, è un metodo non parametrico e non probabilistico, che consiste nel disegnare il minimo, che poi coincide con il massimo, poligono convesso che comprenda i punti più esterni del set di dati.

Usando il 100% dei *fix*, perciò è molto sensibile alle localizzazioni sensibilmente distanti del resto dei punti e dipende dalle eventuali escursioni occasionali (Powell, 2000). Dipende, infatti, dal numero di *fix* e si può ovviare escludendo a priori quelli che sono i *fix* più esterni.

In questo studio è stato utilizzato il metodo MCP con il 100% dei *fixes*:

- per il calcolo dell' *home range* diviso per 7 decenni con il fine per confrontare gli sviluppi nel corso del tempo;
- per la determinazione dell' *home range* complessivo.

Mentre, il metodo *kernel* al 95% è stato utilizzato per l'*home range* complessivo in modo da confrontarlo con quello presente in altri studi.

Fototrappole

Strumentazione utilizzata

Per questo studio sono stati utilizzati diversi modelli di fototrappole, partendo da modelli base come la Keep Guard e la Scout Guard, a modelli più sofisticati e con più *optionals*, come la Multipir-12 HD, la IR Plus HD e la LTL Acorn, dotate anche della funzione audio.

È stato, inoltre, calcolato lo sforzo di trappolamento per tutto il periodo di monitoraggio rapportando i video buoni ai video totali. Per video buoni si intendono tutti quei video che riprendono animali o comunque forme viventi e lo scatto non è stato innescato da movimenti della vegetazione o di oggetti non identificati.

Inizialmente sono state utilizzate 2 fototrappole Keep Guard e 2 fototrappole Scout Guard.

Sono 2 modelli ben funzionanti, ma con una modalità video di scarsa qualità, una bassa illuminazione e un del sensore di movimento molto sensibile (questo porta la fototrappola a scattare molto spesso in seguito a qualsiasi stimolo esterno, anche minimo, pertanto si accumulano nella SIM card un gran quantitativo di video superflui).

In seguito sono stata acquistate 2 fototrappole IR Plus HD, 1 Multipir-12 HD e 1 LTL Acorn 6210 HD.

La fototrappola IR Plus HD è dotata di :

- un potente illuminatore IR a 850 Nm con range di 6-20 metri, regolabile (40 led IR);
- modalità video: 1920 x 1280 px (Full HD) o 1280 x 720 px (HD), VGA e QVGA;
- registrazione AUDIO;
- compatibile con schede SD fino a 16 Gb di memoria con funzione di sovrascrittura;
- dimensioni 12 cm x 14 cm x 6,5 cm;
- *trigger time*: 1,1 secondi;
- foto/video a colori di giorno e in bianco e nero di notte da 5-8 Mpx;
- schermo a colori integrato.



Figura 36: Modello fototrappola IR Plus HD

La Multipir-12 HD è dotata di:

- sensore immagine: CMOS da 12, 10, 8 e 5 Mega Pixel;
- schermo TFT integrato da 2,5 pollici a colori per rivedere immagini e video;
- risoluzione foto: 3.000 x 4.000 MP, 3.264 x 2.448 MP, 2.592 x 1.944 MP;
- risoluzione video: HD: 1.280 x 720, D1: 720 x 480, 640 x 480, 320 x 240;
- *trigger time*: 1 secondo;
- foto e i video diurni a colori, di notte in bianco e nero;
- registrazione AUDIO;
- in ogni foto/video è possibile riportare data, ora, temperatura e fase lunare;
- programmabile per lavorare in Time-Lapse scattando foto-video a intervalli ampi;
- puntatore laser che permette di posizionare in modo ottimale la fototrappola;
- multi-scatto per fare foto singole, foto+video, 3 foto, 5 foto;
- dotata di numero di serie e protezione con password.



Figura 37: Modello Multipir-12 con funzione audio, in questa foto sono indicate alcune componenti

La LTL Acorn 6210 HD è dotata di:

- video in HDV 1080 e 720P con AUDIO;
- attivazione in soli 0,8 secondi;
- foto da 5 a 12 MP ad alta risoluzione;
- esclusivi Led infrarossi da 940 nm invisibili ad occhio umano e animale;
- cattura immagini fino a 15 m;
- possibilità di scatto ad intervalli prestabiliti.



Figura 38: Modello LTL Acorn 6210 HD SMS, il modello in foto ha l'opzione di invio E-mail o SMS/MMS in caso di video ricevuti. È necessario, in questo caso, inserire una SIM card.

Posizionamento delle fototrappole

Sono state posizionate le fototrappole con il fine di monitorare diverse buche presenti nel territorio di Crespina, provincia di Pisa, e individuare quella migliore in cui rilasciare l'istrice. Inoltre, sono state osservate le popolazioni residenti di istrice nello stesso territorio, con il fine di studiarne alcuni comportamenti fondamentali.

Ogni fototrappola è stata posizionata, per un periodo variabile di tempo, di fronte ad una buca, per valutare se questa fosse o no abitata e da quale specie animale.

È stato prioritario constatare l'attività della buca: nel caso di buca inattiva è stato abbandonato il suo monitoraggio, invece, in caso di buca attivamente frequentata dalle istrice, le fototrappole sono state lasciate *in loco* per un anno, dal 1 luglio 2012 a 1 luglio 2013 compresi. Pertanto sono stati monitorati 2 insediamenti (Felicioli, 1990).

L'insediamento A è stato suddiviso, per una maggiore comprensione, in base ad un livello altimetro, ed è caratterizzato da:

- 2 buche al livello superiore (posizione A_1 e A_2);
- 1 buca al livello intermedio (posizione A_3);
- 1 buca al livello inferiore (posizione A_4).

Questo insediamento è stato monitorato da 3 fototrappole:

- 2 fototrappole di fronte alle 2 buche del livello superiore (posizione A_1 e A_2);
- 1 fototrappola posizionata davanti alla buca localizzata al livello intermedio (posizione A_3).

La buca al livello inferiore (posizione A_4) è stata monitorata saltuariamente perché poco transitata.

L'insediamento A è stato monitorato attivamente dal 22 settembre 2012 al 1 giugno 2013, le buche del livello superiore sono state monitorate a partire dal 17 febbraio 2013 con le fototrappole modello IR Plus HD, dotate di funzione audio e con una risoluzione migliore delle fototrappole modello Keep e Scout Guard.

L'insediamento B, a differenza del precedente, si sviluppa tutto sullo stesso livello ed è caratterizzato da:

- 1 buca, la più vicina alla strada (posizione B_1);
- 2 buche poco distanti dalla prima (posizione B_2 e B_3)

Questo insediamento è stato monitorato da 2 fototrappole:

- 1 fototrappola di fronte alla buca B_1;
- 1 fototrappola di fronte alla buca B_2.

In relazione all'insediamento B sono state monitorate le buche in posizione B_2 e B_3 dal 23 luglio 2012 al 9 aprile 2013, poi l'attività in quelle buche è andata a decrescere. Dal 22 febbraio 2013 al 4 maggio 2013 abbiamo intrapreso il monitoraggio della buca in posizione B_1 poiché abbiamo riscontrato uno sterro.

Analisi Statistica

Al fine di indagare possibili differenze morfologiche tra gruppi, si procede con un test di similarità tra medie (test t) preceduto da una analisi statistica delle varianze (Test F). Nel caso in cui il test F calcolato sia superiore al valore tabulato se ne conclude che le due popolazioni sono statisticamente diverse e non si procede con il confronto tra medie. Se al contrario il valore del test F calcolato non supera la soglia tabulata le varianze delle due popolazioni sono simili e si procede con il confronto tra medie.

La significatività dei test utilizzati indicherebbe una diversità tra due popolazioni a confronto permettendo di formulare ipotesi sulle cause del diverso comportamento dei gruppi.

A questo fine si è scelto di confrontare il gruppo di dati morfologici delle fagiane ancora vive alla fine della fase sperimentale, con il gruppo di dati relativo alle fagiane morte.

Risultati

Fagiano (*P. colchicus*)

Area di studio

In tabella sono riportate le categorie ambientali rilevate all'interno dell'area di studio, la loro estensione in ettari e la percentuale che rappresentano rispetto all'ampiezza dell'area.

Tabella 9: Uso del suolo dell'area di studio

| Codice Corine Land Cover | Ambiente | Superficie in ha | % |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------|
| 11 | Zone urbanizzate | 25,38 | 4,66 |
| 21 | Seminativi | 45,17 | 8,29 |
| 221 | Vigneti | 43,52 | 7,99 |
| 222 | Frutteti | 59,62 | 10,95 |
| 223 | Oliveti | 100,9 | 18,53 |
| 232 | Prati pascolo | 2,48 | 0,46 |
| 313 | Bosco misto | 178,93 | 32,85 |
| 323 | Macchia o gariga | 18,64 | 3,42 |
| 512 | Bacini d'acqua | 1,56 | 0,29 |
| 2112 | Cereali autunno vernini | 1,06 | 0,19 |
| 2117 | Residui colturali | 5,58 | 1,02 |
| 2118 | Incolto permanente | 47,72 | 8,76 |
| 2119 | Terreno a riposo | 12,86 | 2,36 |
| 21211 | Orti | 1,24 | 0,23 |
| Totale Risultato | | 544,67 | 100 |

Dalla tabella emerge che circa un terzo della superficie è coperto da bosco misto (32% CLC 313), per un terzo da oliveti, vigneti e frutteti (36% CLC 223/221/222) e per la restante parte da zone frammentate.

Misure morfometriche

Nella tabella, suddivise per l'identificativo radio, sono riportati i dati biometrici rilevati per le fagiane catturate e liberate durante il periodo di studio.

Tabella 10: Dati morfometrici delle fagiane immesse

| ID radio | Anello | Lunghezza tarso (cm) | Diametro tarso (cm) | Lunghezza ala (cm) | Peso netto (g) | Lunghezza coda (cm) | Carico alare |
|-----------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------|
| a9 | 4401 | 7,9 | 0,75 | 32,5 | 1209 | 28 | 37,2 |
| a4 | 4402 | 8,5 | 0,9 | 30,5 | 1014 | 25 | 33,25 |
| a3 | 4403 | 7,9 | 0,9 | 31 | 972 | assente | 31,35 |
| a1 | 4404 | 8,2 | 1 | 32,5 | 1146 | 29,5 | 35,26 |
| a5 | 4405 | 7,8 | 0,85 | 30,5 | 992 | 30 | 32,52 |
| a2 | 4406 | 8,1 | 0,9 | 29 | 1016 | 22 | 35,03 |
| 20 | 4407 | 7,9 | 0,9 | 31 | 1421 | 29,5 | 45,84 |
| 19 | 4408 | 7,9 | 0,95 | 30,5 | 998 | 28 | 32,72 |
| 21 | 4409 | 7,95 | 0,7 | 30 | 1064 | 29,5 | 35,47 |
| 1 | 4410 | 8,1 | 0,9 | 31,8 | 1216 | 31 | 38,24 |
| 14 | 4411 | 8 | 0,9 | 30,5 | 927 | 32,5 | 30,39 |
| 24 | 4412 | 8 | 0,9 | 28,5 | 1181 | 29 | 41,44 |
| 26 | 4413 | 7,8 | 0,9 | 32 | 1106 | 30 | 34,56 |
| 2 | 4414 | 7,85 | 0,93 | 30,1 | 1019 | 27,7 | 33,85 |
| 3 | 4415 | 7,9 | 0,9 | 32 | 864 | 30 | 27 |
| 8 | 4461 | 8,1 | 0,9 | 31 | 963 | 30 | 31,06 |
| 5 | 4061 | 8,1 | 1 | 32 | 1499 | 29 | 46,84 |

Nella tabella seguente viene riportato il risultato del test statistico F e test t, ottenuto dal confronto tra le fagiane sopravvissute e quelle morte durante il periodo di indagine; successivamente gli stessi test statistici sono stati applicati ai soggetti covanti e non covanti.

Tabella 11: Confronto tra le femmine morte e quelle vive. Con * i valori del test F e test t con differenze significative

| | Morte | | Vive | | Test F | Test t |
|---------------------------|--------------|--------|-------------|-------|--------|--------|
| | Media | ES ± | Media | ES ± | | |
| Diametro del tarso (cm) | 0,91 | 0,03 | 0,9 | 0,05 | 2,22 | 0,58 |
| Lunghezza del tarso (cm) | 8,06 | 0,2 | 7,83 | 0,06 | 11,96 | 0,09 |
| Lunghezza ala (cm) | 30,88 | 1,19 | 31 | 0,87 | 1,89 | 0,87 |
| Peso (g) | 1083,44 | 173,59 | 1032 | 64,16 | 7,32 | 0,64 |
| Lunghezza della coda (cm) | 29,36 | 2,1 | 29,33 | 1,15 | 3,31 | 0,99 |
| Carico alare | 35,15 | 5,86 | 33,27 | 1,12 | 27,14* | <0,05* |

Tabella 12: Confronto statistico tra soggetti covanti e non covanti. Con * i valori del test F e test t con differenze significative

| | Non covanti | | Covanti | | Test F | Test t |
|---------------------------|--------------------|-------|----------------|-------|--------|--------|
| | Media | ES ± | Media | ES ± | | |
| Diametro del tarso (cm) | 0,9 | 0 | 0,93 | 0,04 | 1,5 | <0,05 |
| Lunghezza del tarso (cm) | 7,9 | 0,01 | 8,01 | 0,09 | 1,37 | 0,23 |
| Lunghezza ala (cm) | 31 | 0,61 | 30,78 | 0,87 | 6,47* | <0,05 |
| Peso (g) | 1006,2 | 57,59 | 1196,6 | 74,16 | 6,41* | <0,05 |
| Lunghezza della coda (cm) | 29,5 | 1 | 29,34 | 1,13 | 0,71 | 0,84 |
| Carico alare | 32,44 | 1,38 | 38,93 | 1,12 | 12,22* | <0,05 |

Radiotracking

Home range

In tabella sono presenti il numero identificativo di ciascuna fagiana e la corrispondente ampiezza dell'*home range* calcolato mediante il metodo del Kernel 85%

Tabella 13: Superfici in ettari degli home range al 85%

| ID Radio | Dimensione HR (ha) |
|------------------|---------------------------|
| 1 | 77,06 |
| 2 | 69,49 |
| 8 | 9,99 |
| 19 | 41,42 |
| 20 | 127,68 |
| 21 | 161,6 |
| 24 | 178,04 |
| 26 | 37,67 |
| A1 | 26,73 |
| A3 | 27,51 |
| A5 | 24,48 |
| MEDIA/D.S | 71,06 / 58,85 |

La figura riporta il grafico a istogrammi dove sono messi in relazione i diversi ambienti identificati mediante Corine Land Cover e utilizzati dalle fagiane munite di radiocollare che sono sopravvissute alla sperimentazione (in giallo) rispetto a quelle morte durante l'indagine (in rosso).

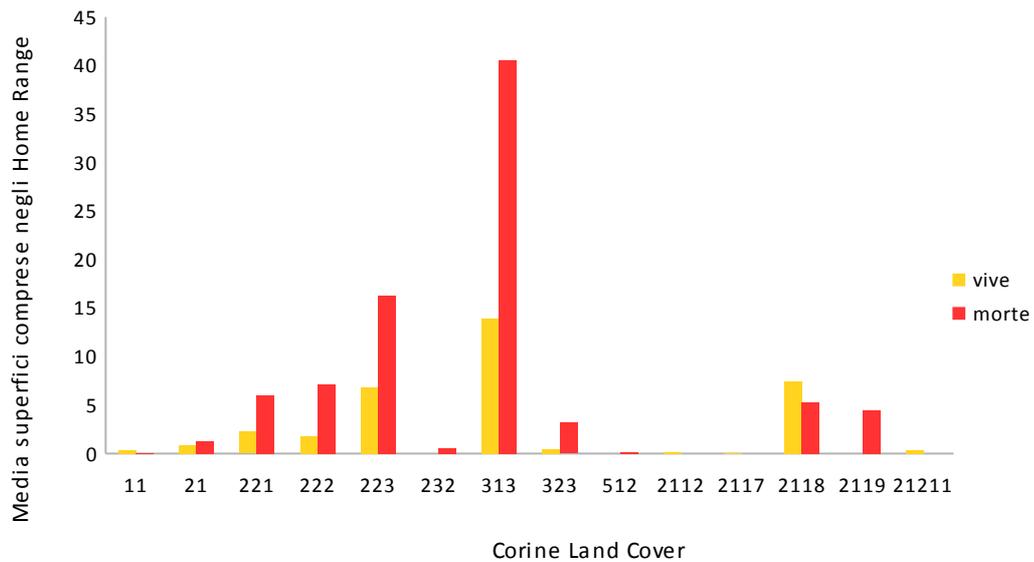


Figura 39: Media delle superfici degli ambienti frequentati compresi negli home range delle fagiane vive e morte

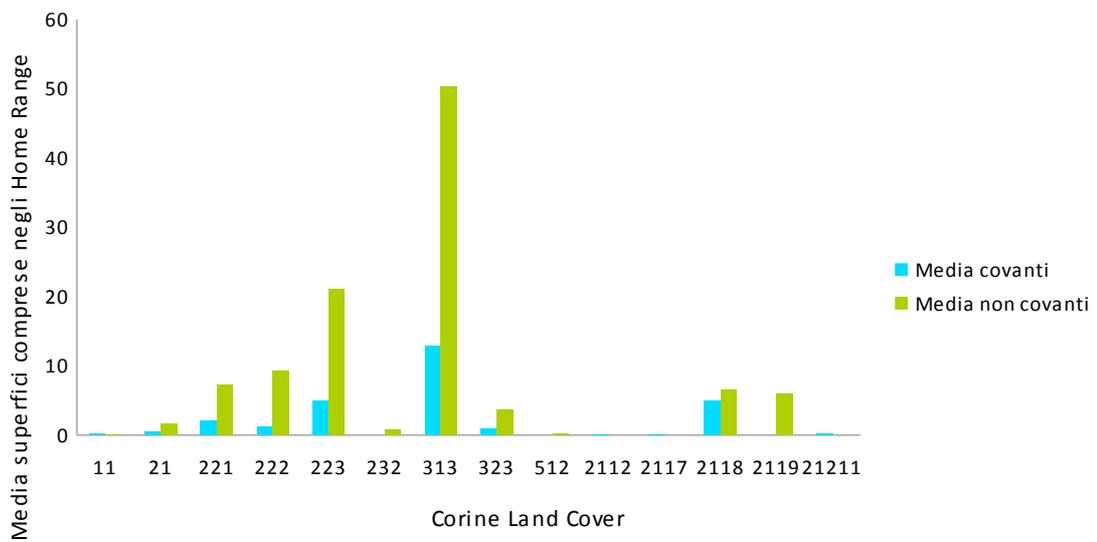


Figura 40: Media delle superfici degli ambienti frequentati compresi negli home range delle fagiane che hanno covato e quelle che non si sono riprodotte

Lo stesso tipo di analisi è stato condotto per indagare differenze tra le fagiane che hanno covato e quelle che non hanno covato.

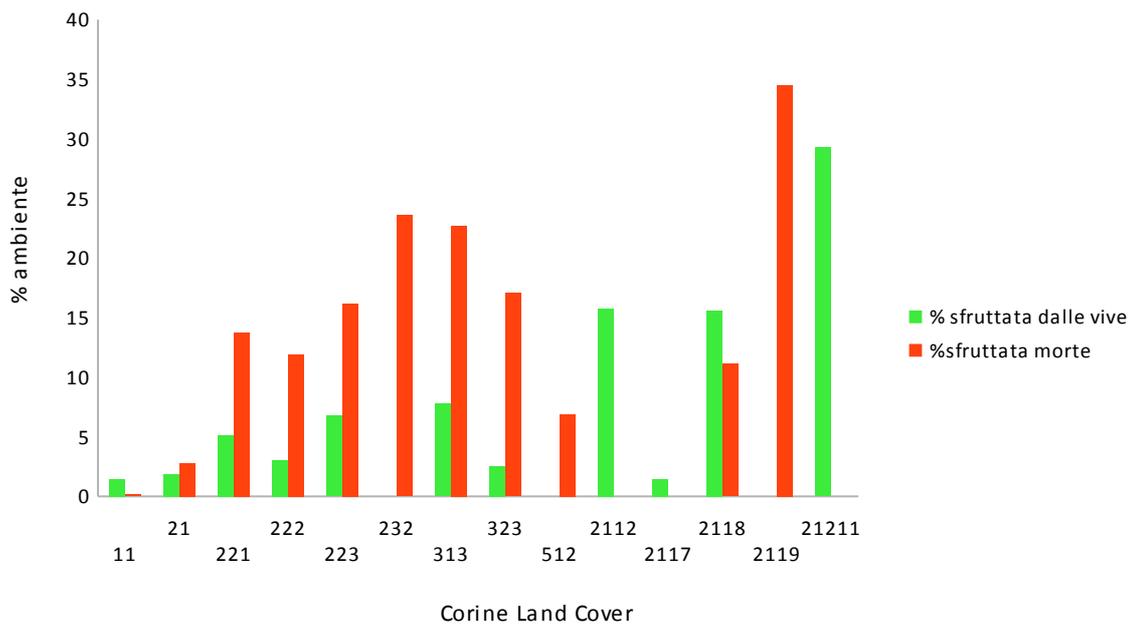


Figura 41: Superficie (espressa in %) sfruttata sia dai soggetti vivi che morti, in relazione alla superficie totale dell'area di studio

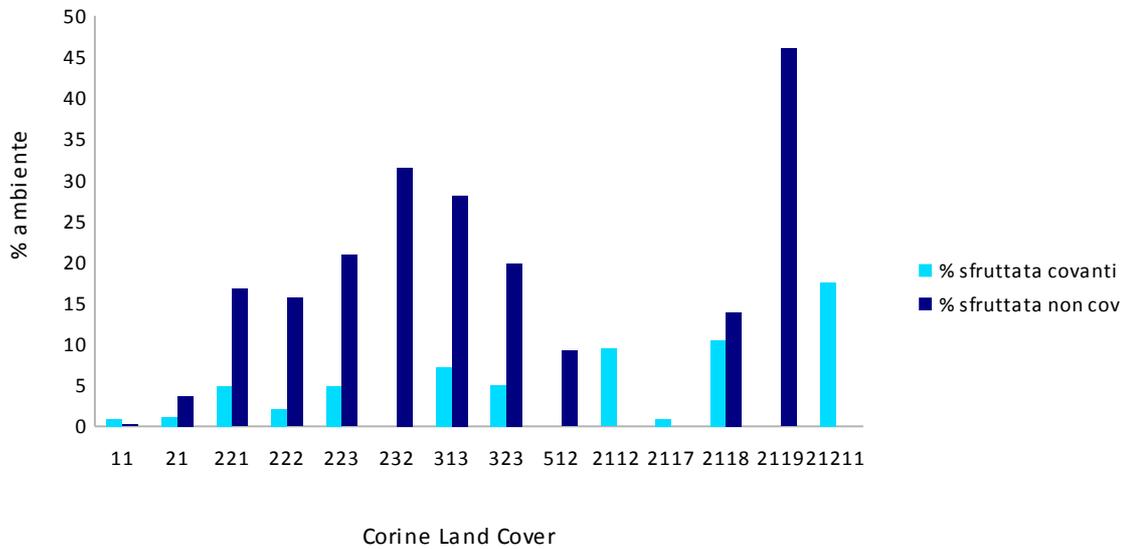
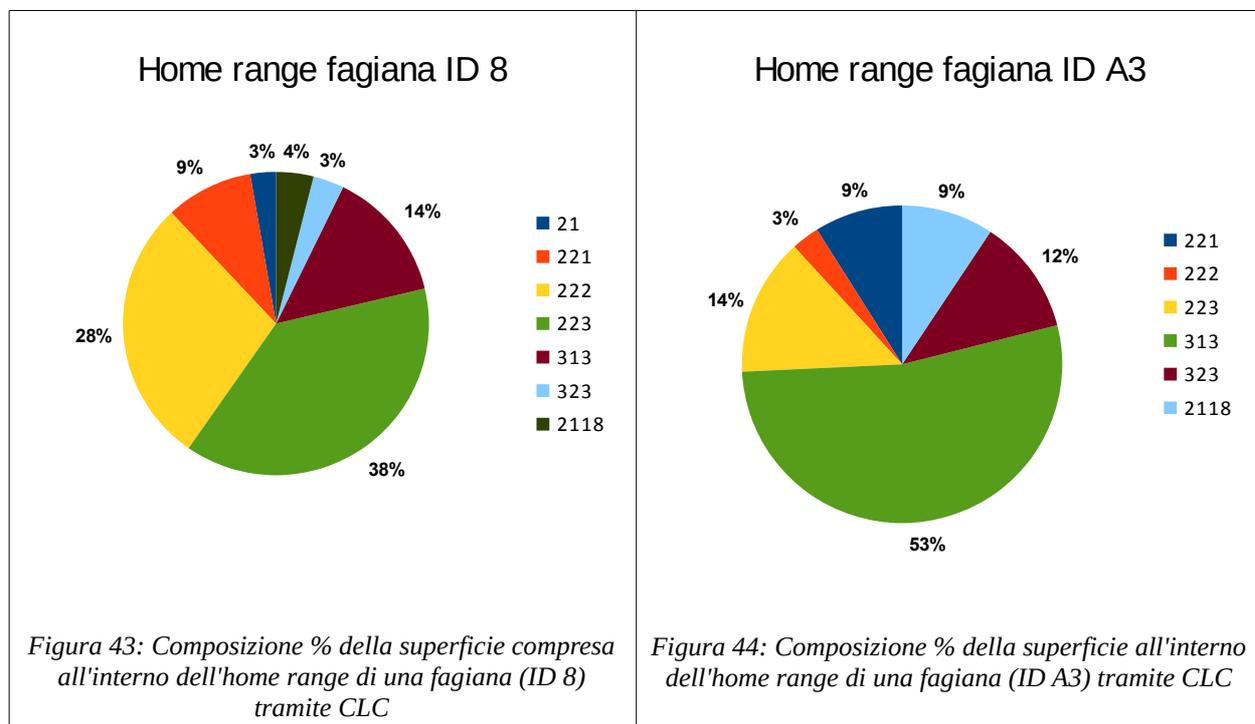


Figura 42: Superficie (espressa in %) sfruttata dai soggetti covanti e non, in relazione alla superficie totale dell'area di studio

A titolo di esempio si riportano due grafici a torta che illustrano le percentuali di uso del suolo utilizzati dalla singola fagiana.



Sopravvivenza

Si riporta il grafico dell'analisi della sopravvivenza relativo alle fagiane immesse, ottenuto con il metodo non-parametrico del Kaplan-Meier.

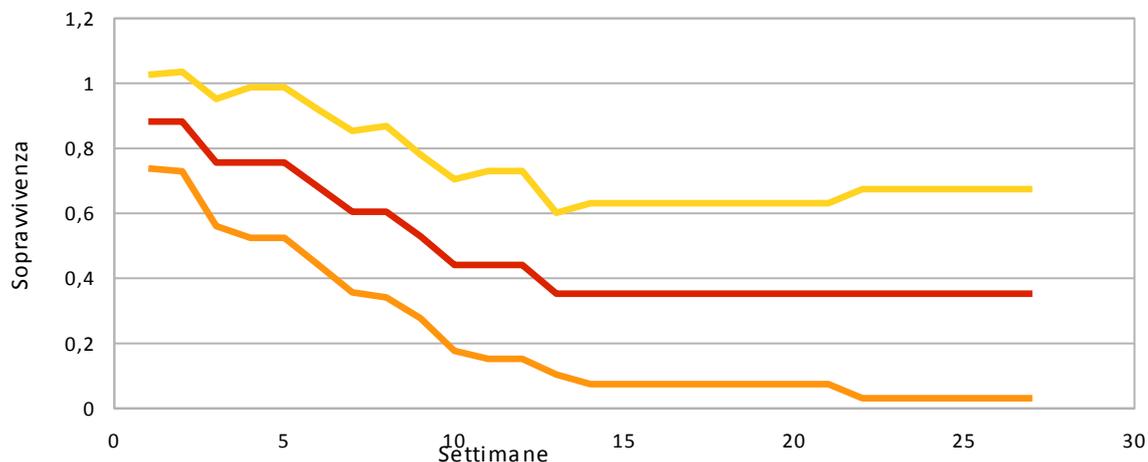


Figura 45: Andamento sopravvivenza fagiane con il metodo del Kaplan-Meier

Confronto della sopravvivenza con il metodo del Kaplan – Meier tra gruppi diversi di fagiani, nei diversi progetti di ricerca effettuati in provincia di Pisa, negli anni scorsi.

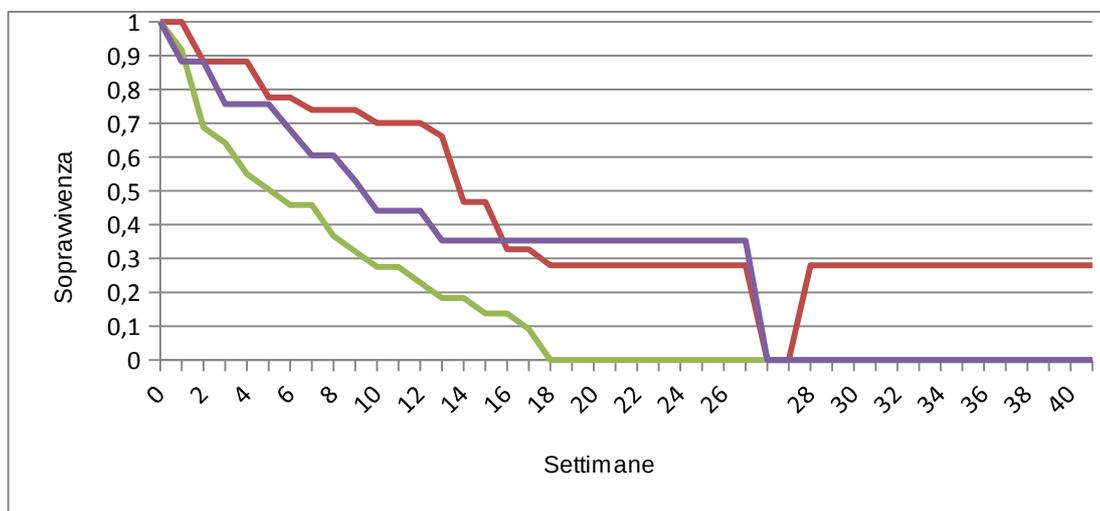


Figura 46: Andamento sopravvivenza tra studi analoghi in provincia di Pisa con il metodo del Kaplan-Meier

Riproduzione

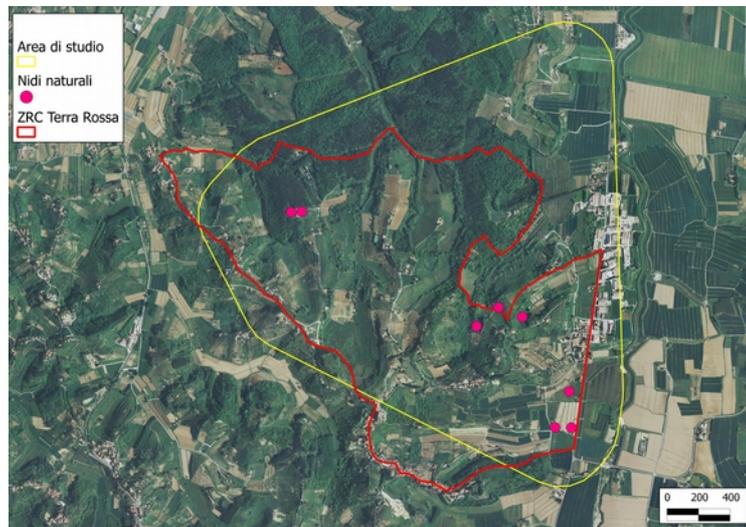


Figura 47: fix dei nidi naturali

Delle 17 fagiane immesse solo 5 si sono riprodotte, ovvero meno del 30%, di queste:

- La fagiana con ID A5 ha deposto 3 volte. In tutti i casi il sito di nidificazione si trovava in un terreno incolto e nessuno di questi nidi è arrivato alla schiusa, poiché i nidi sono stati tutti abbandonati. In tutti i casi l'abbandono è da attribuirsi a disturbo da parte dell'uomo: nel primo caso, l'agricoltore ha dato fuoco ad alcune sterpaglie disturbando la fagiana; nel secondo un trattore che ripuliva il campo ha distrutto l'ambiente circostante rendendo il nido totalmente esposto; nel terzo caso infine il nostro operatore, nel posizionare la fototrappola ha modificato l'ambiente circostante in modo importante, portando l'animale probabilmente a diffidare nel tornare in cova su quel nido.
- La fagiana con ID 26 ha deposto due volte. Come nel caso precedente il sito di nidificazione era in un incolto e ha abbandonato il primo nido portando invece alla schiusa il secondo.
- La fagiana con ID 8 ha deposto una volta al margine di un bosco misto, il nido è stato predato prima di tre uova da un biacco (*Hierofiphis viridiflavus*) e successivamente da una poiana (*Buteo buteo*) che ha predato uova e fagiana.
- La fagiana con ID 19 ha deposto solamente una volta a margine di boschi misti ed oliveta ed il nido è andato a buon fine.

- La fagiana con ID A3 ha deposto una volta in un incolto permanente, il nido è stato ritrovato vuoto, l'operatore ha visto un biacco (*Hierofiphis viridiflavus*) allontanarsi ma non ci sono riscontri di file da parte della fototrappola.

Analisi Fototrappolaggio

Tabella 14: Analisi attività fototrappola

| Tip nido | ID nido | Attività | Data | GG attività | Filmati utili | Video/foto registrati | N. video utili al gg |
|------------------|----------------|-----------------------|-------------|--------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------------|
| nidi naturali | ID_8 | inizio attività | 06/05/13 | | 29 | 3485 | |
| | | fine attività | 24/05/13 | | | | |
| | | ore attività (24 ore) | | | | | |
| | | Giorni attività | 19 gg | | 19 | | 0,16 |
| nidi naturali | ID_19 | inizio attività | 06/05/13 | | 6 | 3279(foto) +840(video) | |
| nidi naturali | | fine attività | 30/05/13 | | | 3363 | |
| nidi naturali | | ore attività 24h | | | | | |
| nidi naturali | | giorni attività | 25 gg | | 25 | | 0,04 |
| nidi naturali | ID_26 | inizio attività | 04/06/13 | | 11 | 501(video) | |
| nidi naturali | | fine attività | 01/07/13 | | | 501 | |
| nidi naturali | | ore di attività | 24h | | | | |
| nidi naturali | | giorni di attività | 28gg | | 28 | | 0,61 |
| nidi naturali | ID_A3 | inizio attività | 05/07/13 | | 2 | 327(video) | |
| nidi naturali | | fine attività | 10/07/13 | | | 327 | |
| nidi naturali | | ora attività | 24h | | | | |
| nidi naturali | | giorni attività | 5gg | | 5 | | 0,03 |
| nidi naturali | ID_A5 | inizio attività | 21/06/13 | | 0 | 11790(foto) +1571(video) | |
| nidi naturali | | fine attività | 26/07/13 | | | 13361 | |
| nidi naturali | | ore attività | 24h | | | | |
| nidi naturali | | giorni attività gg | 36 gg | | 5 | | 0 |
| TOTALI | | | | 82 | 48 | 21793 | |
| nidi artificiali | ID_2 | inizio attività | 10/07/13 | | 4 | 122 | |
| nidi artificiali | | fine attività | 24/07/13 | | | | |
| nidi artificiali | | ore attività | 24h | | | | |
| nidi artificiali | | giorni attività | | | 15 | | 0,49 |
| nidi artificiali | ID_3 | inizio attività | 10/07/13 | | 11 | 430 | 0,56 |
| nidi artificiali | | fine attività | 01/08/13 | | | | |

| Tip nido | ID nido | Attività | Data | GG attività | Filmati utili | Video/foto registrati | N. video utili al gg |
|------------------|---------|-----------------|----------|-------------|---------------|-----------------------|----------------------|
| nidi artificiali | | ore attività | 24h | | | | |
| nidi artificiali | | giorni attività | | 22 | | | |
| nidi artificiali | ID_4 | inizio attività | 10/07/13 | | 2 | 8 | 3,5 |
| nidi artificiali | | fine attività | 24/10/13 | | | | |
| nidi artificiali | | ore attività | 24h | | | | |
| nidi artificiali | | giorni attività | | 14 | | | |
| nidi artificiali | ID_5 | inizio attività | 23/07/13 | | 0 | 39 | 0 |
| nidi artificiali | | fine attività | 26/07/13 | | | | |
| nidi artificiali | | ore attività | 24h | | | | |
| nidi artificiali | | giorni attività | | 3 | | | |
| nidi artificiali | ID_7 | inizio attività | 23/07/13 | | 16 | 1474 | 0,04 |
| nidi artificiali | | fine attività | 27/07/13 | | | | |
| nidi artificiali | | ore attività | 24h | | | | |
| nidi artificiali | | giorni attività | | 4 | | | |
| nidi artificiali | ID_12 | inizio attività | 10/07/13 | | 72 | 92 | 32,87 |
| nidi artificiali | | fine attività | 21/08/13 | | | | |
| nidi artificiali | | ore attività | 24h | | | | |
| nidi artificiali | | giorni attività | | 42 | | | |
| nidi artificiali | ID_15 | inizio attività | 10/07/13 | | 17 | 204 | 1,83 |
| nidi artificiali | | fine attività | 04/08/13 | | | | |
| nidi artificiali | | ore attività | 24h | | | | |
| nidi artificiali | | giorni attività | | 22 | | | |
| nidi artificiali | ID_14 | inizio attività | 10/07/13 | | 50 | 149 | 3,69 |
| nidi artificiali | | fine attività | 21/07/13 | | | | |
| nidi artificiali | | ore attività | 24h | | | | |
| nidi artificiali | | giorni attività | | 11 | | | |
| nidi artificiali | ID_17 | inizio attività | 10/07/13 | | 0 | 1017 | 0 |
| nidi artificiali | | fine attività | 13/09/13 | | | | |
| nidi artificiali | | ore attività | 24h | | | | |
| nidi artificiali | | giorni attività | | 65 | | | |
| nidi artificiali | ID_18 | inizio attività | 23/07/13 | | 0 | 1907 | 0 |
| nidi artificiali | | fine attività | 15/08/13 | | | | |
| nidi artificiali | | ore attività | 24h | | | | |
| nidi artificiali | | giorni attività | | 23 | | | |
| nidi artificiali | ID_19 | inizio attività | 11/07/13 | | 0 | 255 | 0 |

| Tip nido | ID nido | Attività | Data | GG attività | Filmati utili | Video/foto registrati | N. video utili al gg |
|------------------|---------|-----------------|----------|-------------|---------------|-----------------------|----------------------|
| nidi artificiali | | fine attività | 17/07/13 | | | | |
| nidi artificiali | | ore attività | 24h | | | | |
| nidi artificiali | | giorni attività | | 6 | | | |
| nidi artificiali | ID_20 | inizio attività | 10/07/13 | | 21 | 646 | 2,02 |
| nidi artificiali | | fine attività | 10/09/13 | | | | |
| nidi artificiali | | ore attività | 24h | | | | |
| nidi artificiali | | giorni attività | | 62 | | | |
| nidi artificiali | ID_22 | inizio attività | 10/07/13 | | 15 | 246 | 0,85 |
| nidi artificiali | | fine attività | 24/07/13 | | | | |
| nidi artificiali | | ore attività | 24h | | | | |
| nidi artificiali | | giorni attività | | 14 | | | |
| nidi artificiali | ID_24 | inizio attività | 23/07/13 | | 13 | 30 | 9,97 |
| nidi artificiali | | fine attività | 15/08/13 | | | | |
| nidi artificiali | | ore attività | 24h | | | | |
| nidi artificiali | | giorni attività | | 23 | | | |
| nidi artificiali | ID_26 | inizio attività | 10/07/13 | | 1 | 91 | 0,03 |
| nidi artificiali | | fine attività | 13/07/13 | | | | |
| nidi artificiali | | ore attività | 24h | | | | |
| nidi artificiali | | giorni attività | | 3 | | | |
| nidi artificiali | ID_27 | inizio attività | 10/07/13 | | 20 | 52 | 4,23 |
| nidi artificiali | | fine attività | 21/07/13 | | | | |
| nidi artificiali | | ore attività | 24h | | | | |
| nidi artificiali | | giorni attività | | 11 | | | |
| nidi artificiali | ID_28 | inizio attività | 10/07/13 | | 26 | 543 | 1,44 |
| nidi artificiali | | fine attività | 09/08/13 | | | | |
| nidi artificiali | | ore attività | 24h | | | | |
| nidi artificiali | | giorni attività | | 30 | | | |
| nidi artificiali | ID_9 | inizio attività | 23/07/13 | | 9 | 567 | 0,83 |
| nidi artificiali | | fine attività | 13/09/13 | | | | |
| nidi artificiali | | ore attività | 24h | | | | |
| nidi artificiali | | giorni attività | | 52 | | | |
| TOTALI | | | | 422 | 277 | 7872 | 14,85 |

Tabella 15: Tabella riepilogativa attività fototrappole

| Tipo nido | GG attività | Filmati utili | Filmati registrati | Successo registrazione | N. video utili al gg |
|---------------|-------------|---------------|--------------------|------------------------|----------------------|
| nidi naturali | 82 | 48 | 21793 | 0,0022 | 0,18 |

| | | | | | |
|------------------|-----|-----|------|--------|-------|
| nidi artificiali | 422 | 277 | 7872 | 0,0352 | 14,85 |
|------------------|-----|-----|------|--------|-------|

Uso fototrappole sui nidi naturali

In totale sono stati monitorati mediante fototrappole 8 nidi naturali; complessivamente le fototrappole sono state attive per 142 giorni, rilevando 21.793 file tra fotografie e video, di questi 48 utili a filmare classi diverse di specie. In particolare sono stati filmati caprioli e fagiani, ma di maggior rilievo, per quanto riguarda i predatori dei nidi, il biacco la poiana e la volpe. Grazie a questi supporti tecnici inoltre, si è potuto osservare la variabilità di attività sul nido, in relazione alle diverse abitudini alimentari del predatore.



Figura 48: uova di fagiano di colore più scuro e uova di pernice rossa più piccole e chiare

Si ritiene particolarmente interessante riportare l'osservazione, episodica, di una deposizione da parte di una fagiana, che ha utilizzato, per deporre le proprie uova, un nido, precedentemente allestito e utilizzato da una Pernice Rossa (*Alectoris rufa*).

Di seguito riportato il grafico a istogrammi riportante l'attività di predazione effettuata dalle diverse specie identificate con l'ausilio delle fototrappole.

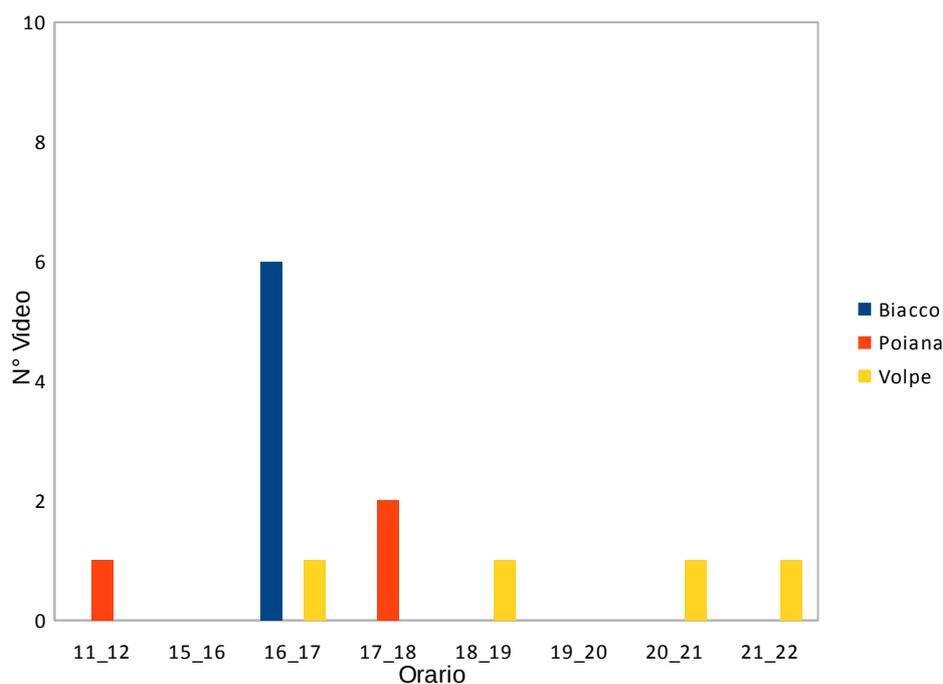


Figura 49: Predatori dei nidi naturali e orari di predazione

Uso fototrappole sui nidi artificiali

Sono state effettuate le stesse analisi fatte per i nidi naturali, raggruppando in macro categorie gli orari di osservazione. I giorni di monitoraggio con le fototrappole sono stati complessivamente 422 e hanno prodotto 7.872 video, con 277 video utili, che ci hanno permesso di identificare in modo univoco le specie predatrici dei N. 18 nidi artificiali posizionati.

Di seguito riportate le specie predatrici e gli orari in cui sono state catturate le immagini.

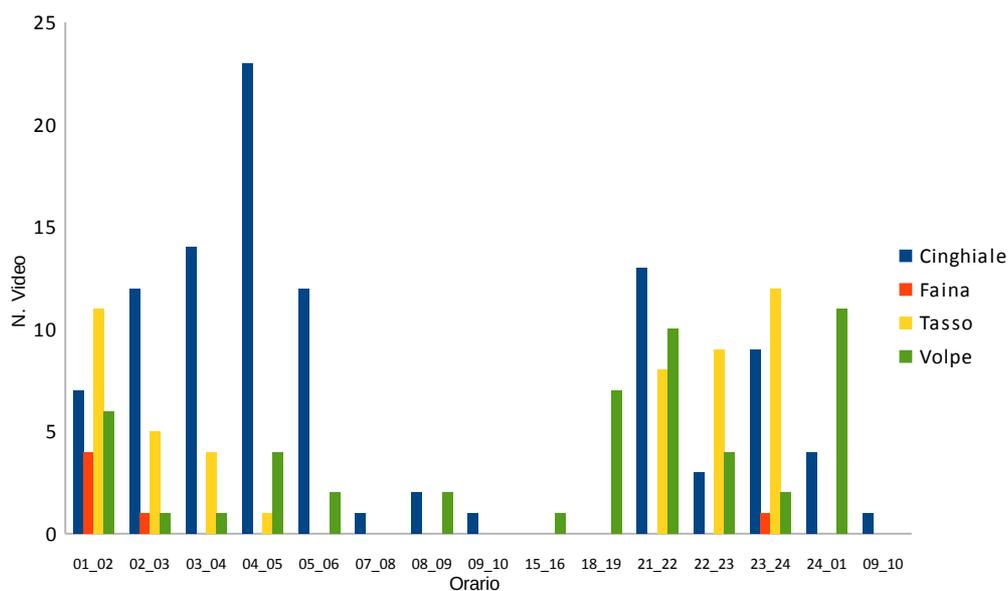


Figura 50: Predatori nidi artificiali e orari di predazione

Particolarmente interessante si rileva la predazione del cinghiale.

Tabella 16: Posizionamento dei nidi artificiali nella ZRC Terra Rossa

| ID Nido Artificiale | Numero uova | Ambiente |
|---------------------|-------------|------------------|
| 2 | 7 | bosco/oliveta |
| 3 | 12 | seminativo/bosco |
| 4 | 7 | Prato spontaneo |
| 5 | 8 | incolto/vigneto |
| 7 | 8 | oliveto/frutteto |
| 9 | 6 | bosco/oliveto |
| 12 | 11 | bosco/vigneto |
| 14 | 10 | bosco/vigneto |
| 15 | 10 | macchia/frutteto |
| 17 | 10 | frutteto |
| 18 | 8 | oliveto/bosco |
| 19 | 14 | olivi/macchia |
| 20 | 10 | bosco/vigneto |
| 22 | 7 | Prato spontaneo |
| 24 | 8 | frutteto/bosco |
| 26 | 10 | bosco/vigneto |
| 27 | 10 | macchia/oliveto |
| 28 | 7 | vigna/oliveta |

Nidi naturali- Analisi delle covate

La tecnica del radiotracking ha permesso di individuare i siti di nidificazione delle fagiane. Come spiegato nei *Materiali e Metodi*, per tale risultato è stato calcolato un MPC al 100%. In seguito l'uso delle fototrappole, ha consentito di seguire l'attività di cova permettendo di stabilire il destino del nido e le cause di insuccesso.

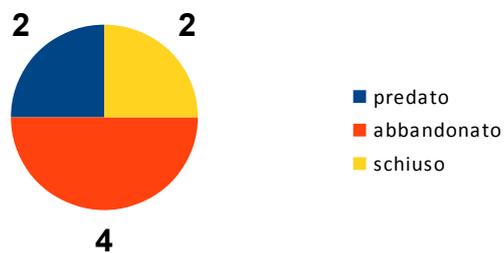


Figura 51: Cause di insuccesso riproduttivo

Su sei nidi solo due sono andati a buon fine, quattro sono stati abbandonati e due sono stati predati.

Nidi artificiali- Cause di mortalità

Di seguito si riporta il grafico per il confronto tra i nidi artificiali e quelli naturali in relazione alle caratteristiche ambientali riscontrate nell'intorno del sito di nidificazione.

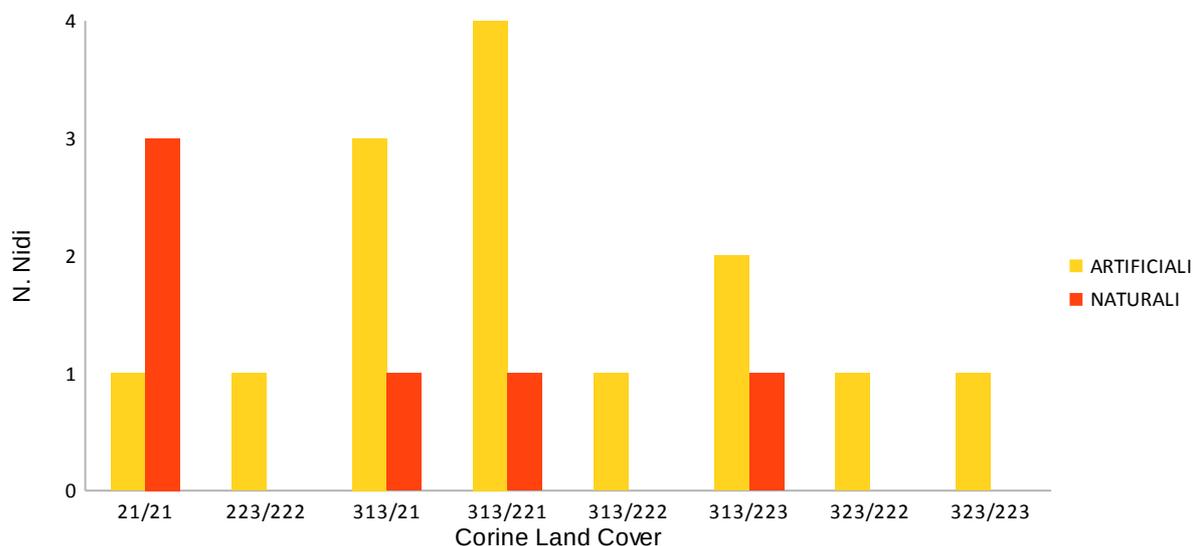


Figura 52: Incidenza della predazione in funzione del Corine Land Cover; in arancione i nidi artificiale e in rosso i nidi naturali

Come si è detto i nidi artificiali sono stati posti in modo random. I nidi naturali presi in considerazione sono stati quelli abbandonati o predati.

Tabella 17: Localizzazione nidi naturali di fagiano

| ID Fagiana | Suolo | Codice Corine |
|------------|--------------------|---------------|
| A3 | bosco misti | 313/223 |
| 8 | bosco misti | 313/221 |
| 26 | incolto permanente | 313/21 |
| A5 | incolto permanente | 21/21 |
| A5 | incolto permanente | 21/21 |
| A5 | incolto permanente | 21/21 |

Tabella 18: Localizzazione nidi artificiali di fagiano

| ID Nido artificiale | Suolo | Codice Corine | Esito |
|----------------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| 12 | bosco/vigneto | 313/221 | predato da cinghiale |
| 22 | prato spontaneo | 313/21 | predato. No filmato |
| 4 | prato spontaneo | 313/21 | predato. No filmato |
| 3 | seminativo/bosco | 313/21 | predato. No filmato |
| 26 | bosco/vigna | 313/221 | predato. No filmato |
| 15 | macchia/frutteto | 323/222 | predato da volpe |
| 8 | incolto | 21/21 | predato. No filmato |
| 20 | bosco/vigneto | 313/221 | predato da tasso |
| 14 | bosco/vigneto | 313/221 | predato da cinghiali |
| 27 | macchia/oliveto | 323/223 | predato da tasso |
| 24 | frutteto/bosco | 313/222 | predato da volpe |
| 9 | bosco/oliveto | 313/223 | predato da volpe |
| 7 | oliveto/frutteto | 223/222 | predato da faina |
| 18 | oliveto/bosco | 313/223 | predato da volpe |
| 17 | frutteto | 222/222 | non predato |

Istrice (H. cristata)

“Rilascio” dell'istrice e studio degli spostamenti

Il rilascio dell'istrice oggetto di questo studio è avvenuto in data 9 settembre 2012 nel tardo pomeriggio. La buca utilizzata per il rilascio era stata precedentemente monitorata per un mese ed è risultata essere disabitata da altri animali. L'animale, subito dopo il rilascio nella buca è uscito per non rientrarvi più. Dopodiché è stato catturato in data 19 settembre 2012 e rilasciato nuovamente in data 22 settembre 2012 alle ore 15.30. Anche in questo caso la buca utilizzata per il rilascio era stata monitorata e risultata disabitata. L'istrice, questa volta, è rimasto nella tana tutto il giorno 22. Alle ore 19.13 del giorno 22 si è affacciato dalla buca ed è subito rientrato, alle 21.10 è uscito, per non rientrarvi più.

L'istrice ha intrapreso una vita raminga all'interno dell'area di studio, non scavando mai una tana e senza neanche occuparne una preesistente.

In seguito alla ricattura dell'istrice è stato trovato con un frammento di aculeo conficcato nella guancia, indicando almeno uno scontro con un istrice residente.

Durante una perlustrazione sono stati trovati diversi aculei sparsi a terra e uno conficcato nel legno nei pressi di una buca. Questa localizzazione è coincisa con uno dei *fixes* ricevuti dal radiocollare.

In data 18 novembre 2012 la *Ground Station* ha ricevuto il messaggio di mortalità inviato dal radiocollare GPS che ha annunciato la morte dell'istrice (durante la ricerca dell'animale *in loco* è stato trovato un ammasso di aculei a terra, tra questi erano presenti 2 aculei contrassegnati dal nastro adesivo rosso, segnale di riconoscimento applicato sugli aculei).

Il SUP è stato del 58%.

Su un totale di 801 *fixes* totali (FT), raccolti dal radiocollare 466 sono *fixes* contenenti la localizzazione geografica (FLG) dell'animale e i rimanenti 335 non riportano la posizione dell'animale a causa dell'assenza di segnale GPS.

Invece, sempre su un totale di 801 *fixes* totali (FT) raccolti dal radiocollare , sono stati stati

arrivati alla *Ground Station* collegata al computer, 681 *fixes* ricevuti per SMS (FRSms). I rimanenti 120 sono stati scaricati direttamente dal radiocollare una volta recuperato.

Il SUS di tutto il periodo di studio (9 settembre-18 novembre) è stato dell' 85%.

Il SUS diviso per periodi, invece, è stato del:

- 58,6 % dal 9 al 21 settembre, periodo con la modalità di invio GSM 1-7 *fixes* per SMS (6 *bit*, *retry*);
- 88,4 % dal 22 settembre al 18 novembre, periodo con la modalità di invio GSM 5-6 *fixes* per SMS (6 *bit*, *retry*).

I *fixes* totali (FT) raccolti dal radiocollare e i *fixes* ricevuti tramite SMS (FRSms) utilizzati per i due periodi (9- 21 settembre e 22 settembre-18 novembre) sono relativi ai periodi stessi.

L'istrice è stato recuperato, dopo il primo “rilascio”, poiché le impostazioni utilizzate per il settaggio del radiocollare non erano adatte alle caratteristiche della specie e dell'animale. Inizialmente è stata utilizzata la modalità di invio GSM 1-7 *fixes* per SMS (6 bit, *retry*), ma subito dopo il “rilascio” e nei 12 giorni successivi sono stati ricevuti pochi SMS, circostanza che ci ha condotto alla decisione di catturare l'istrice e cambiare la modalità di invio GSM. Il radiocollare può essere settato anche a distanza tramite l'invio di SMS dalla *Ground Station* al collare stesso, ma essendo assente il segnale GSM, non è stato possibile effettuare tali modifiche via etere.

Il segnale VHF integrato del radiocollare GPS funzionava a intermittenza e al momento del secondo “rilascio”, abbiamo deciso di unire al radiocollare GPS un secondo collare, del peso di 16 gr, dotato di un'altra frequenza VHF.

Prima di applicare il secondo collare è stato necessario fare diverse prove affinché le due frequenze radio, messe così vicine, non interferissero tra di loro. Per ovviare a questo problema è stato attivato il segnale VHF integrato nel radiocollare GPS soltanto dalle 23:59 alle 9.00.

Nel momento in cui il radiocollare GPS non inviava SMS ed il segnale VHF era intermittente, a indicarci “la strada” è stato il ritrovamento di un aculeo al quale avevamo applicato il nastro adesivo rosso.

Attività diurna e notturna

Come è possibile osservare l'attività diurna dell'istrice è localizzata principalmente nel bosco e nella fascia ecotonale, mentre l'attività notturna si estende anche ai campi coltivati, ai vigneti e agli oliveti. I *fixes* rilevati durante il giorno confermano che l'istrice ha dormito in ambiente aperto.

Home range

L'*home range* calcolato con il metodo *kernel* 95% è risultato essere di 112 ha.

Tabella 19: Divisione in ettari dell' *home range* calcolato con MCP 100% ogni 10 giorni

| Id | Decade | Ha |
|-----------|------------------------|-----------|
| 1 | 9-18 settembre | 33,7 |
| 2 | 19-29 settembre | 63,6 |
| 3 | 30 settembre-9 ottobre | 14,6 |
| 4 | 10-19 ottobre | 35 |
| 5 | 20-29 ottobre | 25,8 |
| 6 | 30 ottobre-8 novembre | 16,3 |
| 7 | 9-17 novembre | 27,7 |

L'intero periodo di studio è stato diviso in 7 decadi e per ognuna è stato analizzando l'*home range* con il metodo MCP 100%.

La divisione in decadi consente di osservare l'esistenza di spostamenti preferenziali nell'ambito dell'*home range*.

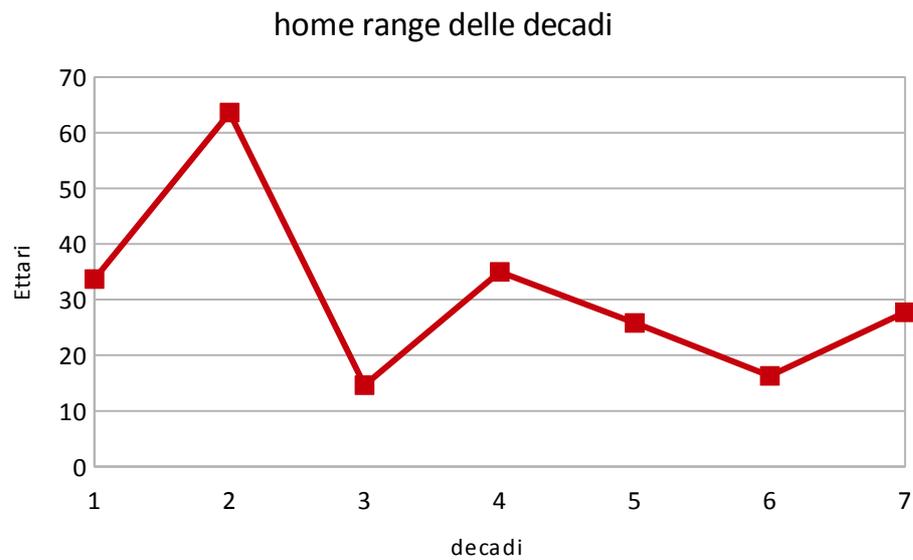


Figura 53: Variazioni dell'home range dell'istrice oggetto di studio, diviso in decadi

L'*home range* della prima decade è risultato di 33,7 ha, della seconda decade di quasi 64 ha, della terza circa 14 ha, 35 nella quarta decade e quasi 26 nella quinta. Nella sesta decade l'*home range* è di 16 ha e nell'ultima di quasi 28 h

Dall'osservazione delle 7 decadi risulta uno spostamento o *shifting* nell'*home range* dell'animale da nord-ovest a nord-est.

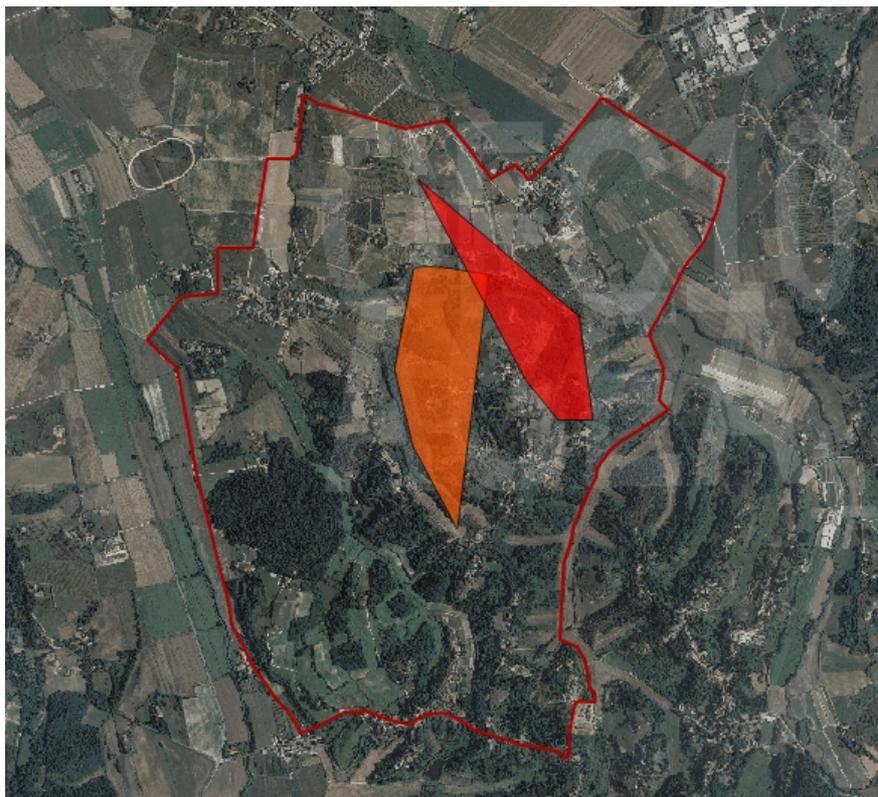


Figura 54: Shifting nell'home range dalla prima decade in arancione alla settima decade evidenziata in rosso

L'home range calcolato con il metodo del MCP ha dato i seguenti risultati:

- MCP al 100%: 121 ha;
- MCP al 95%: 70 ha.

Fototrappole

Studio delle istrice residenti

Su un totale di 9.810 video totali (VT) registrati lo sforzo di fototrappolamento per il periodo 1 luglio 2012 – 1 luglio 2013 è stato del 51% ovvero 5.003 video utili (VU). I restanti video sono dovuti al frequente movimento della vegetazione e ad eventi atmosferici (temporali, vento e pioggia). Le istrice sono presenti nel 37% dei video totali (VT) e nel 74% dei video utili (VU).

Dalla catalogazione delle specie presenti sono stati eliminati i piccoli roditori (ghiro, topo, arvicola) e alcuni uccelli, quelli che sono risultati molto presenti (merlo, gazza e cornacchia grigia).

Tabella 20: Specie filmate dalle fototrappole nell'area di studio e numero di video nei quali sono state registrate

| Specie (nome latino) | Specie (nome comune) | N. video registrati | % rispetto ai video utili (VU) | % sui video totali (VT) |
|-------------------------------|------------------------|---------------------|--------------------------------|-------------------------|
| <i>Capreolus capreolus</i> | capriolo | 8 | 0,15 | 0,08 |
| <i>Erinaceus europaeus</i> | riccio | 6 | 0,11 | 0,06 |
| <i>Hierophis viridiflavus</i> | biacco | 1 | 0,02 | 0,01 |
| <i>Hystrix cristata</i> | istricce | 3703 | 74 | 37 |
| <i>Martes foina</i> | faina | 1 | 0,02 | 0,01 |
| <i>Meles meles</i> | tasso | 129 | 2,5 | 1,3 |
| <i>Mustela putorius</i> | puzzola | 1 | 0,02 | 0,01 |
| <i>Oryctolagus cuniculus</i> | coniglio selvatico | 77 | 1,5 | 0,8 |
| <i>Parus major</i> | cinciallegra | 1 | 0,02 | 0,01 |
| <i>Phasianus colchicus</i> | fagiano | 8 | 0,15 | 0,08 |
| <i>Phoenicurus ochruros</i> | codirosso spazzacamino | 11 | 0,21 | 0,11 |
| <i>Picus viridis</i> | picchio verde | 25 | 0,5 | 0,25 |
| <i>Prunella modularis</i> | passera scopaiola | 10 | 0,2 | 0,1 |
| <i>Sciurus vulgaris</i> | scoiattolo | 2 | 0,03 | 0,02 |
| <i>Scolopax rusticola</i> | beccaccia | 2 | 0,03 | 0,02 |
| <i>Strix aluco</i> | allocco | 20 | 0,4 | 0,2 |
| <i>Sus scrofa</i> | cinghiale | 3 | 0,05 | 0,03 |
| <i>Sylvia atricapilla</i> | capinera | 1 | 0,02 | 0,01 |
| <i>Turdus philomelos</i> | tordo bottaccio | 1 | 0,02 | 0,01 |
| <i>Upupa epops</i> | upupa | 36 | 0,7 | 0,36 |
| <i>Vulpes vulpes</i> | volpe | 676 | 13,5 | 6,8 |

In data 9 giugno 2013, in seguito alla scoperta di uno sterro, è stata posizionata una fototrappola di fronte ad una buca per circa un mese, che identificheremo come A_5.

Lo sterro è uno spostamento importante di terra dall'interno all'esterno della tana.

Chi compia tale azione e le motivazioni per cui avvenga, al meglio dello studio della letteratura esistente, fatta in occasione di questo lavoro di tesi, non sono descritti. Dall'analisi dei filmati è risultato che sia la femmina che il maschio si adoperano nell'attività di scavo, talvolta alternandosi e portando all'esterno grandi quantità di terra.

Lo “sterro” è stato osservato:

- di fronte alla buca B_2 dell'insediamento B intorno al primo settembre 2012 e in data 4

ottobre 2012 è stata osservata la prima uscita serotina di un cucciolo di istrice;

- di fronte alla buca B_1 dell'insediamento B a fine febbraio 2013 e in data 21 marzo 2013 è stata osservata la prima uscita serotina di due cuccioli di circa 10 giorni di età.
- È stato inoltre osservato in data 30 ottobre a seguito della morte di un istrice sub-adulto in tana che è stato successivamente estratto dalla tana da una volpe. Dopo la rimozione del corpo, la femmina di istrice, ha espulso dalla tana una grande quantità di terra. Da una perlustrazione *in loco*, dopo l'atto di prelievo da parte della volpe dell'istrice sub-adulto morto e dello sterro, osservati nei video, è stata trovata di fronte alla buca terra fresca da poco smossa, frammista ad aculei, setole e resti in decomposizione appartenenti all'istrice morto.

Uso delle tane e alcuni comportamenti dell'istrice

Comportamenti interspecifici

Per quanto riguarda l'insediamento A abbiamo ottenuto i seguenti risultati.

Questo insediamento è caratterizzato da 2 buche intensamente frequentate entrambe sviluppate sullo stesso piano e 2 buche, una al livello intermedio e una al livello inferiore, meno frequentate ma pur sempre attive.

Le buche al livello superiore, nella posizione A_1 e A_2 sono state utilizzate principalmente da istrici fino alla fine del mese di aprile 2013, poi sono state progressivamente occupate da una volpe che ha lì partorito e allevato i suoi cuccioli. All'inizio del monitoraggio, in data 20 settembre 2012, l'insediamento è stato molto frequentato sia dalla famiglia di istrici, composta da 2 adulti e 2 cuccioli di poche settimane, sia da uno o più tassi che entravano e uscivano ripetutamente dalle buche. È stato osservato che il tasso, dopo essere entrato nella buca, è uscito repentinamente, si è scosso energicamente e se ne è andato. Questa progressione di eventi si è verificata due volte in due giorni contigui. Nonostante le numerose visite il tasso non ha mai usato la tana per soggiornarvi.

Sempre in questa situazione tasso e adulti e cuccioli di istrici si sono alternati a entrare e uscire dalla tana utilizzando la medesima buca. In data 26 e 29 settembre e 5 ottobre 2012 è stata osservata un'intensa attività perlustrativa della volpe proprio dietro alle buche oggetto di monitoraggio e la stessa circostanza si è verificata il 3 ottobre per il tasso, due ore prima del passaggio dei due cuccioli di istrice.

Queste interazioni tra istrici, volpe e tasso sono proseguite fino ai primi giorni di aprile 2013 quando la volpe ha iniziato a frequentare assiduamente la buca in posizione A_2 e l'attività della famiglia di istrici si è spostata maggiormente nella buca in posizione A_1.

L'attività della volpe è diventata sempre più intensa, estendendosi anche alla buca in posizione A_1 e A_3. In data 29 aprile 2013 e poi in data 12 maggio 2013, nei video, si notano con grande chiarezza le mammelle succhiate dai cuccioli. Contemporaneamente l'attività dell'istrice è scemata quasi totalmente: solo in data 17 maggio e 27 maggio 2013 è stato possibile vedere due adulti in transito. In data 27 maggio i cuccioli di volpe sono usciti per la prima volta alla luce del

sole.

Per quanto riguarda l'insediamento B, dall'osservazione delle buche in posizione B_2 e B_3, abbiamo riscontrato che entrambe sono state oggetto di un'intensa attività non solo delle istrice residenti, ma anche del Coniglio selvatico (*Oryctolagus cuniculus*), della Volpe (*Vulpes vulpes*) e del Tasso (*Meles meles*).

Per quanto riguarda la buca B_2, abbiamo osservato il coniglio selvatico entrare diverse volte in data 10 e 11 dicembre 2012 e ha transitato spesso di fronte a quella buca. A causa del lungo tempo di attivazione della fototrappola utilizzata (prima la Keep Guard e dopo la Scout Guard) non è stato possibile osservare con sicurezza se sia entrato o uscito altre volte da quelle buche.

Dal 16 al 30 ottobre, abbiamo potuto osservare diversi video (in data 16, 17 e 20 ottobre 2012) in cui un soggetto di istrice sub-adulto usciva e rientrava nella buca zoppicante e ansimante. In data 30 ottobre abbiamo osservato una volpe, che dopo aver sostato per molte ore di fronte alla buca, annusando, fremendo e emettendo guaiti vistosamente, è entrata e ha tirato fuori dalla buca l'esemplare di istrice sub-adulto morto. Prima di questo avvenimento, in data 19 ottobre, volpe e tasso hanno transitato molto nei pressi della buca annusando a terra.

In data 9 dicembre 2012 abbiamo osservato un incontro tra istrice e volpe di fronte alla buca che si sono evitati esplicitamente dirigendosi in direzioni opposte.

Dal 9 marzo all'11 marzo 2013 abbiamo osservato una volpe che, per diverse volte, è entrata e uscita dalla stessa buca. Nonostante l' utilizzo della buca da parte di volpe e tasso e, forse, anche della tana, non abbiamo mai osservato atti di predazione su cuccioli o su individui sub-adulti e adulti vivi.

Per quanto riguarda la buca in posizione B_1 abbiamo dedotto che facesse parte anch'essa dell'insediamento B poiché è stato identificato un istrice maschio, cieco da un occhio, frequentare le buche in posizione B_2 e B_3 oltre che quella in posizione B_1.

Il led infrarosso della fototrappola colpendo con il fascio luminoso il *tapetum lucidum* degli animali ripresi, riflette una luce bianca; nel caso di questo istrice, l'occhio illuminato era soltanto quello destro poiché l'animale, probabilmente in seguito a una disputa, ha perso il sinistro. In alcuni video si nota bene una cicatrice che attraversa l'occhio. Questa caratteristica rende

riconoscibile l'istrice. Inoltre, dopo diversi episodi di monta, nei confronti della compagna, lo abbiamo identificato come un esemplare maschio.

L'attività notturna in questa buca si è mostrata molto intensa soprattutto nel mese di marzo, infatti oltre alla ormai consueta presenza dell'istrice è stata riscontrata diverse volte anche quella della volpe, spesso poco prima e subito dopo la prima uscita serotina dei cuccioli di istrice. Nei primi giorni di marzo una volpe ha tentato più volte di entrare nella buca monitorata, in data 1, 3, 9, 15, 17, 23, 26 marzo 2013. Il comportamento è più o meno sempre lo stesso: si avvicina alla buca, annusa l'ingresso e prova a entrare, poi o scappa velocemente o si allontana. In data 3 marzo le volpi in prossimità della buca erano 2. Nonostante questa intensa attività di perlustrazione delle volpi, non abbiamo osservato nessuna predazione.

La buca in posizione B_2, dal giorno 11 giugno 2013 è stata occupata anche dal coniglio selvatico che l'ha eletta per partorire i suoi cuccioli, forse 2. Dai video osservati dal 4 al 11 settembre 2013 si nota che sia l'istrice, sia il coniglio selvatico, frequentano attivamente la stessa buca e, forse abitano la stessa tana, probabilmente in camere diverse.

Comportamenti intraspecifici

Le osservazioni relative al comportamento dei cuccioli di istrice riscontrate presso l'insediamento A sono molto interessanti. È stato osservato molte volte il comportamento del gioco.

In data 28 settembre 2012 abbiamo osservato i due cuccioli presenti nell'insediamento giocare con i resti di un pallone sgonfio e portarlo in tana; giocare con rametti secchi nei pressi della buca in posizione A_1 in data 29 settembre, 3, 7, 10 e 24 ottobre 2012. Sempre nei cuccioli è stato osservato il modulo comportamentale del rallegramento gratuito (Felicioli, 1990) o *frisky-hop-syndrome* (Kleiman, 1974) in data 5 e 10 ottobre 2012 e in data 9 aprile 2013, di fronte alla buca in posizione A_1.

Anche in questo insediamento abbiamo osservato episodi di monta, fuori dalla buca in posizione A_3 in data 7 ottobre 2012; inoltre abbiamo osservato anche la monta fra cuccioli, probabilmente con fine di gioco o di imitazione verso i genitori.

In seguito alla scoperta di uno sterco in una buca precedentemente disabitata abbiamo deciso, in data 8 giugno 2013, di posizionare una fototrappola. Poco dopo abbiamo osservato, in data 10

giugno 2013, la prima uscita serotina di un cucciolo di istrice, più piccolo di età rispetto a quelli visti durante le precedenti prime uscite serotine. Abbiamo continuato il monitoraggio, ma il cucciolo non è mai più stato avvistato. Anche di fronte a questa buca abbiamo osservato diversi episodi di monta.

Dall'analisi dei filmati provenienti dall'insediamento B, in due occasioni abbiamo individuato le buche grazie alla presenza di uno sterro.

Inoltre, abbiamo osservato diversi casi di monta tra individui adulti, in data 18 ottobre e 15 novembre 2012, in un caso, datato 13 ottobre 2012, anche in presenza dei cuccioli. La monta è stata preceduta da un episodio di *allo-grooming*

Il grooming è stato osservato tra due soggetti adulti in data 17 e 22 ottobre 2012, inoltre, in data 16 luglio 2013 di fronte alla buca in posizione B_1 è stato osservato il *mutual-allo grooming* ovvero il reciproco mordersi sul collo dalla coppia di istrici. Le cure parentali sono state molto intense, anche da parte del maschio che più volte si è occupato del cucciolo mentre la femmina era lontana dalla tana.

Discussione

Fototrappole

Da un'analisi bibliografica emerge che negli anni è avvenuto un forte incremento delle pubblicazioni scientifiche che hanno previsto l'uso delle fototrappole come mezzo d'indagine da utilizzare sul campo, passando da meno di cinque pubblicazioni durante 1993-2003 a 55 nel 2008 (Rowcliffe & Carbone 2008) a circa 150 pubblicazioni nel 2009; tale diffusione è in parte riconducibile a una diminuzione del costo di tali strumenti.

Non tutte le fototrappole hanno dato risultati soddisfacenti. Un fattore da privilegiare per la scelta della fototrappole è sicuramente il *trigger time* ovvero il tempo di attivazione dopo il passaggio dell'animale; tale parametro deve essere il più basso possibile e sicuramente sotto al secondo. Un ulteriore accorgimento, indispensabile soprattutto per le specie notturne, che si muovono in ambiente boschivo, è la presenza di numerosi led nel flash, che permettono di ottenere una maggiore profondità nelle foto/video effettuate e una maggiore nitidezza delle immagini.

*Fagiano (*P. colchicus*)*

Morfologia

Dall'analisi dei dati biometrici emerge che nel gruppo delle fagiane morte si rileva che il carico alare risulta in media maggiore rispetto alle vive. Il carico alare ci consente di stabilire la “giusta proporzione” di sviluppo dell'animale. Si suppone infatti che animali più pesanti e con ali più corte siano più svantaggiati nella possibilità, ad esempio, di sfuggire ai predatori (Petrini et al., 1995; Venturato et al., 1999)

I soggetti che non hanno covato presentano un peso maggiore, una lunghezza d'ala minore e un carico alare maggiore rispetto ai soggetti che hanno covato.

L'analisi dei dati biometrici ci conferma, quanto già discusso anche per altri galliformi (Bagliacca e coll., 1998-1999), come del resto anche per altre esperienze effettuate in Provincia

di Pisa (Scarselli, 2013), che uno degli interventi fondamentali che può essere realizzato, sia rappresentato dalla modifica delle tecniche di allevamento; tra gli accorgimenti da adottare in fase di allevamento potrebbero rivelarsi utili, il cambiamento delle tecniche di selezione, propendendo verso animali più piccoli, il miglioramento della composizione dei mangimi somministrati e l'ampliamento delle strutture di allevamento e ambientamento, al fine di determinare un miglioramento della sopravvivenza in natura.

Radiotracking

Dall'analisi dell'uso del suolo e dell'*home range* si nota che l'ambiente denominato bosco misto (CLC 313), terreno a riposo (CLC 2119) e il prato/pascolo (CLC 232), rappresentano le tipologie ambientali più problematiche, tali ambienti, rappresentano infatti la percentuale di superficie maggiormente sfruttata sia da soggetti ***non covanti*** che dai ***soggetti predati***. Quindi si può dedurre che le fagiane morte e quelle che non si sono riprodotte hanno frequentato più delle altre i boschi misti (313) e prati e pascoli (232). Si registra infatti uno sfruttamento del bosco da parte delle fagiane morte pari al 22,68% e del 28,12% per quelle che non hanno covato. Inoltre, le stesse, hanno sfruttato terreni a riposo (2119) (34,51% per le fagiane morte e 46,02% per quelle che non hanno covato). In ambienti caratterizzati da forte presenza di vegetazione si riscontra una maggiore presenza di predatori, che, se non opportunamente controllata, rappresenta un fattore di rilevante importanza sul successo della riproduzione del fagiano.

Le fagiane vive e quelle che si sono riprodotte hanno frequentato maggiormente ambienti come incolti permanenti (2118) e orti (21211) con percentuali rispettivamente del 15,57% e 29,25% per le fagiane vive e 10,48% e 17,35% per quelle che hanno covato. Ambienti come i seminativi (2112) sono stati sfruttati sia dalle fagiane vive (15,76%) che da quelle che hanno covato (9,46%), ma non da quelle morte e quelle che non hanno covato.

In bibliografi (Pazzuconi, 1997; Bricchetti P. & Fracasso G., 2004) a sono presenti casi in cui le uova di fagiana sono state deposte in nidi di Starna (*Perdix perdix*), Rallidi, Anatidi, ma mai era stato documentata la deposizione di uova in un nido di Pernice rossa (*Alectoris rufa*).

Si nota un'alta mortalità nelle prime settimane dal rilascio. Intorno alla 13° settimana si assiste ad una mortalità di circa il 70%. Andamenti analoghi sono stati riscontrati in studi

condotti sulla Pernice rossa (Scarselli et al., 2013).

Dal confronto della sopravvivenza da analoghi studi condotti in Provincia di Pisa alla fine degli anni 90 (Petrini, 95) emerge che la sopravvivenza dei soggetti provenienti dalla cattura nella AFV, è paragonabile a quella dei soggetti giovani di allevamento; di contro la sopravvivenza dei soggetti adulti di Camugliano, è più elevata rispetto ai medesimi soggetti provenienti dall'allevamento.

Fototrappolaggio

Da analisi di video e foto effettuate mediante le fototrappole, durante il triennio di ricerca, abbiamo notato che nel caso in cui le uova vengono predate la femmina torna a visitare il nido e accenna la cova anche in presenza di poche uova residue, se presenti. Se le uova vengono predate totalmente, dopo alcune visite effettuate nei giorni immediatamente successivi l'evento di predazione, la femmina non ritorna più sul sito precedentemente scelto. Durante il periodo dell'incubazione la femmina ha una distanza di fuga molto limitata, infatti spesso finisce vittima delle barre falcianti, utilizzate durante la fienagione (Vecchio, 2008).

Dall'analisi dei video e delle foto effettuate, si evince che la Volpe rappresenta la specie predatrice di uova, sia in nidi naturali che artificiali, maggiormente ripresa dalle fototrappole; dato confermato da vari lavori sull'alimentazione della volpe (M Pandolfi, 1988; P Debernardi, 1991; Lovari, 1991; R Pilli, 1998).

Tra gli altri predatori dei nidi naturali particolare attenzione suscita la presenza del biacco. Dai vari lavori sulla dieta di tale serpente non emerge mai la presenza di residui di uova sia nel contenuto stomacale che nelle feci (Picchiotti, 2013).

Un'altra predazione documentata è quella della poiana, la quale oltre a predare le uova ha determinato anche la predazione della fagiana. Mentre la predazione a carico di uccelli, in questo caso della fagiana, è un aspetto riportato su diversi lavori di ricerca (Papeschi, 1993; Meriggi, 1998), la predazione delle uova non risulta mai documentata.

Particolarmente interessante è il fatto che il Cinghiale e il Tasso risultano predatori di uova esclusivamente sui nidi artificiali. Questo fatto è di difficile interpretazione. Si può ipotizzare che questi due mammiferi possono trovare difficoltà nel reperimento dei nidi naturali e che siano

facilitati nel provare quelli artificiali. Probabilmente questa facilitazione può dipendere da qualche traccia di tipo odorosa, lasciata dall'operatore durante la sistemazione delle uova nel nido artificiale. La difficoltà nell'interpretare questo risultato emerge anche dalla totale assenza di lavori analoghi reperibili in letteratura.

Dall'elaborazione dei dati ottenuti sembra esserci una correlazione tra l'orario di predazione e la natura del nido (naturale o artificiale) ove sono contenute le uova. Infatti mentre le uova nei nidi naturali (N. 2 nidi naturali predati) sono state predate solo nelle ore diurne o crepuscolari, quelle su nidi artificiali (N. 18 nidi artificiali predati) sono state predate anche nelle ore diurne. Tali dati non risultano confrontabili, poiché in letteratura non sono presenti lavori simili.

Dall'analisi dei dati della schiusa delle uova deposte emerge che il 25% schiude regolarmente (N. 2), il 25 % viene predato (N, 2), il 12,5% viene abbandonato spontaneamente dalla fagiana (N. 1) e che il 37,5% (N. 3) viene abbandonato per effetto del disturbo antropico generato dalle attività agricole. Tali dati sono discordanti in parte con quanto affermato da Cocchi il quale aveva rilevato che in Italia, il 39% dei nidi schiude regolarmente, il 33% viene predato e il 12% viene abbandonato, il 9% viene perso a causa delle attività agricole e il 7% per altre cause. Come è possibile notare la maggiore discordanza è sull'abbandono conseguente alle attività agricole.

Dai risultati delle fototrappole si deduce che il presente progetto ha necessità di essere ampliato e testato su altre situazioni ed in particolare su nidi di tipo “selvatico”.

Istrice (H. cristata)

Radiotracking

Home range

L' *home range* dell'istrice oggetto di questo studio è stato di 112 ha misurato con il metodo *kernel* al 95%. Tale *home range* in studi condotti da Börger (2002) su 11 istrice nell'area della Maremma (animali catturati in una zona boschiva, caratterizzata dalla presenza di macchia mediterranea), è in media di 170 ha e il valore minimo riscontrato è di 92 ha. Pertanto lo spazio occupato dall'istrice sperimentale rientra in quanto riscontrato in bibliografia.

Il valore dell' *home range* con il metodo MCP al 100% nel soggetto oggetto di questa tesi è di 121 ha. In altri studi condotti su 3 istrice da Corsini (1991) è risultato di 300 ha per un maschio e 46,7 e 88,3 ha per altri due maschi. In questo caso, l'*home range* non è in linea con i valori trovati in bibliografia.

L' *home range* medio per decade calcolato sulle sette decadi prese in considerazione e analizzato con il metodo MCP al 100% da un risultato di 30,95 ha DS 16,3 ha. La media, invece, degli *home range* settimanali con MCP al 100%, analizzata da Corsini, dà risultati di 33 ha, 9 ha e 11 ha. Solo in un caso analizzato da Corsini, l'istrice oggetto di studio, ha avuto un comportamento simile.

La grande variabilità degli *home range* riscontrata negli studi sull'uso dello spazio nell'istrice così come risulta dagli studi di Corsini (1991) e Borger (2002) potrebbe essere dovuta alla diversa disponibilità alimentare dell'ambiente e che nel caso di ambienti con una facile reperibilità di alimento non sia necessario percorrere lunghe distanze, a differenza, invece, dei grandi spostamenti compiuti dalle istrice nello studio di Alkon e Saltz (1989) nel deserto del Negev.

In studi condotti in Sud Africa da Corbet e van Aarde (1996) sempre con il metodo del MCP al 100% e 95% è stata riscontrata una differenza di *home range* tra la stagione invernale e quella estiva sempre a conferma di quanto descritto da Corsini. Il nostro studio è stato condotto in autunno per cui è difficile confermare o confutare queste teorie.

Molto probabilmente l'istrice in oggetto non ha mai utilizzato una tana esistente e non ne ha

scavato una propria. Come riportato da Felcioli (1990) e Corsini et al. (1994) l'istrice è un animale principalmente notturno che durante la ore diurne riposa in tana. Nonostante non abbia mai avuto una tana, dall'analisi dell'attività diurna e notturna dell'istrice oggetto di studio, è stato osservato che durante il giorno ha dormito nel bosco e nelle fascia ecotonale intorno ad esso, senza uscire nei campi, mentre durante le ore notturne è stato osservato che si è mosso per i campi. In studi condotti sull'evitamento della luce lunare o *moonlight avoidance* (Mori, 2014; Felcioli, 1990) l'istrice è un animale strettamente notturno e riduce notevolmente la sua attività in presenza della luna piena.

Studi inerenti l'uso dello spazio condotti fin'ora sull'istrice hanno, però, utilizzato una tecnologia differente, ovvero quella della telemetria e sono stati svolti tutti su animali residenti. Il caso di questo studio è diverso poiché è stata utilizzato un radiocollare GPS e l'istrice è stato oggetto di “rilascio”. Questa ultima tipologia di approccio è innovativa poiché non è mai stato indagato il comportamento di un istrice proveniente da un centro di recupero e successivamente rilasciato, Inoltre non è mai stato utilizzato un radiocollare GPS su questa specie eccetto in uno studio nel *National Botanical Garden* di Hantam (Sud Africa) di cui, però, non sono stati pubblicati dati.

È stato importante definire lo sforzo utile di reperimento *fixes* primario e secondario con il fine di considerare l'efficacia del radiocollare. Una tale tecnologia non esplica tutte le sue potenzialità su un animale come l'istrice poiché molti dei *fixes* ricevuti non contenevano le indicazioni geografiche a causa dell'assenza di segnale GPS. A tal proposito è stato calcolato un SUP del 58% pertanto questa tecnologia andrebbe sicuramente migliorata in quanto poco meno della metà delle localizzazioni raccolte dal radiocollare non hanno presentato una localizzazione geografica dell'animale; inoltre il SUS è stato molto deludente per il periodo antecedente alla modifica nella modalità di invio GSM, pari al 58,6%, mentre è aumentato nettamente nel secondo periodo, con un tasso dell' 88,4%. Il numero di *fix* per unità di tempo è risultato essere più alto che con la tecnica della telemetria, infatti è possibile raccogliere un gran numero di *fixes* con il minimo sforzo dell'operatore in quanto non è necessario essere direttamente sul posto e praticare la triangolazione. Börger (2002), nel suo studio durato un anno, ha raccolto con la telemetria, un numero di *fixes* molto vicino a quello raccolto durante questo progetto di tesi in soli 70 giorni. Probabilmente, per ottenere prestazioni migliori del radiocollare GPS con tecnologia GSM, è possibile utilizzare il *download* dei dati raccolti attraverso altri sistemi forniti dall'azienda produttrice, Lotek. In studi condotti sui grandi felini (Soisalo, 2006) non son stati

riscontrati problemi simili poiché gli animali vivevano in grandi radure dove non si poneva il problema dell'assenza di segnale GPS o GSM.

L'istrice non solo vive nelle vegetazione fitta, creando quindi problemi con la copertura GPS, ma anche nelle parti più profonde delle asperità non consentendo una buona ricezione del segnale GSM.

Durante il secondo rilascio dell'istrice è stato deciso di unire al radiocollare GPS con tecnologia GSM dotato di segnale VHF integrato, un secondo radiocollare con un'altra frequenza VHF in modo da ovviare ai problemi riscontrati nel VHF integrato del radiocollare GPS. In questo modo è stato possibile seguire l'istrice in diverse occasioni, per monitorarne visibilmente l'effettivo stato di salute e per individuare se durante il giorno avesse trovato una tana o dormisse in ambiente aperto.

Infatti, l'istrice, oggetto del nostro studio, come già detto precedentemente, non ha mai né scavato né utilizzato una tana come rifugio. Difficile dare una spiegazione di questo fenomeno e certamente studi ripetuti su altri animali nelle stesse condizioni sono necessari per poter tentare di delineare le motivazioni di comportamenti di questo tipo. Allo stato attuale un ipotesi speculativa può essere quella di legare l'attività fossoria dell'istrice a origini apprese. È necessario ricordare, a tal proposito, che i cuccioli di istrice hanno permanenza in seno alla famiglia di circa due anni (Kleiman, 1974; Grazzini, 1992), tempo che potrebbe essere necessario per poter apprendere come scegliere e o scavare un tana.

In relazione allo *shifting* dell' *home range* effettuato dall'istrice dalla parte nord-occidentale a quella nord-orientale dell'area di studio e in seguito al rinvenimento di una parte di aculeo conficcato nella sua guancia è possibile supporre che si sia scontrato con un altro istrice e che sia stato allontanato spostandosi, così, in una zona dove non sono stati rilevati insediamenti.

L'animale sperimentale ha spostato il proprio *home range* dall'area ove ricade il luogo di rilascio verso un'area contigua, dove poi è morto. Dare spiegazione di questo comportamento di *shifting* dell' *home range* è molto difficile senza ulteriori esperimenti e senza osservazioni inerenti le interazioni con conspecifici. Quello che però si può dire è che l'istrice, da un'area densamente abitata da istrice residenti con le proprie tane, si è trasferito in un'area dove tane non ce n'erano.

Il radiocollare è stato rinvenuto morso nella parte dove alloggia il ricevitore GPS e sul laccio

laterale. I danni sono imputabili a un morso di istrice. Dal momento che era impossibilitato a mordere il radiocollare da solo è possibile che l'istrice, al momento della morte non fosse solo e quindi in compagnia di un altro individuo della sua specie. Tale danno è possibile che sia originato o da *grooming* o da aggressione.

Durante il monitoraggio delle popolazioni residenti di istrice all'interno dell'area di studio, attraverso la visione dei video registrati dalle fototrappole, sono stati osservati diversi comportamenti sia di interazione dell'istrice con altri mammiferi sia alcuni comportamenti con individui della propria specie.

È stata, inoltre osservata, un' importante biodiversità delle specie presenti nell'area di studio. Tra gli animali osservati, la percentuale maggiore corrisponde alle istrici con circa il 74%, seguita da quella della volpe 13,5%, e poi del tasso 2,5%.

Fototrappolaggio

Il video-fototrappolaggio è una buona metodologia di indagini delle specie presenti e può fornire dati sulla ricchezza del bosco e sulle interazioni fra specie differenti.

Freye (1974) riporta che le volpi sono solite utilizzare spesso le tane abbandonate dai tassi o ampliare quelle dei conigli e Pigozzi (1987) che le istrice interagiscono con i tassi; nel nostro studio abbiamo osservato come una volpe gravida abbia occupato la tana abitata dalle istrice e come, in concomitanza di ciò, le istrice si siano progressivamente allontanate. In questo caso si può ipotizzare che la volpe abbia indotto le istrice a utilizzare una sola buca della tana e che in seguito si siano allontanate frequentando l'insediamento solo di passaggio. La volpe ha occupato la tana delle istrice nei primi giorni del mese di aprile 2013. La prima uscita diurna dei cuccioli di volpe è stata osservata il 27 maggio. La volpe è rimasta nell'insediamento almeno fino al primo settembre 2012, data in cui sono cessate le osservazioni. Nonostante fossero presenti cuccioli di istrice nella tana, successivamente all'occupazione da parte della volpe, non sono mai stati osservati, da parte di questa, atteggiamenti di predazione nei loro confronti; ciò è in accordo con Amori et al. (2008), secondo i quali, in Italia, non esisterebbero nemici naturali in grado di uccidere gli individui adulti di istrice ed è improbabile che anche i giovani vengano predati con regolarità.

Di parere opposto è, invece, Monetti (2005), che in suo articolo riporta come i piccoli di istrice

siano facilmente predati dalla volpe perché ricoperti da soli aculei morbidi. La predazione da parte della volpe potrebbe essere resa difficoltosa dalla presenza dei genitori che entrambi mostrano di avere intense cure parentali, infatti, queste, sono state ampiamente osservate durante tutto il periodo di studio.

Come affermano Sever e Mendelssohn (1989) i cuccioli sono sempre protetti da almeno uno dei genitori. A conferma di quanto appena detto, ho osservato che i genitori, al momento della ricerca del cibo o durante le loro uscite serotine, si alternano nell'osservazione dei piccoli che rimangono sempre nei pressi della tana.

Per quanto riguarda il fenomeno di predazione osservato di fronte alla buca B_2 dell'insediamento B è possibile notare il comportamento dell'istrice sub-adulto in cattive condizioni di salute che, dopo essere rientrato in buca ansimante e zoppicante muore, molto probabilmente, all'interno della tana stessa. Il graduale peggioramento delle sue condizioni è palesemente visibile nel succedersi dei giorni. Infatti, le sue condizioni sono andate peggiorando a partire dal 16 ottobre in ha mostrato primi segni di zoppia e nei giorni successivi ha iniziato anche ad ansimare. In data 28 ottobre è entrato nella buca e non ne è più uscito. Il 30 ottobre è stato poi portato fuori morto dalla volpe. Prima di questa data, già dal 19 ottobre, probabilmente in seguito a stimoli olfattivi indotti dal cattivo stato di salute dell'istrice sub-adulto, si sono ripetutamente spinti fino alla buca volpe e hanno tentato di annusare e perlustrare in maniera minuziosa il terreno. La volpe, prima di prelevare il corpo ormai esanime dell'istrice sub-adulto, ha ripetutamente sostato nei pressi della buca. Finalmente è entrata in buca, estraendo con grande forza, l'istrice dalla tana, portandolo poco distante. A seguito della presa visione del video con la ripresa della volpe che preleva l'istrice è stato deciso di compiere un sopralluogo mirato a rilevare tracce e segni del cadavere dell'istrice che è stato trovato a circa 15 metri dalla buca.

Questa osservazione è importante se messa in relazione alla discussione scientifica inerente la presenza di resti di istrice in contenuti stomacali e feci di alcuni predatori come leopardo, iena e volpe e come questi siano stati interpretati come il risultato di predazione su adulti e su cuccioli o di necrofagia. Fais (1991) suppone che la volpe rappresenti un predatore dell'istrice poiché ha trovato resti di aculei nelle sue feci, ma è anche possibile che si sia verificata una situazione simile a quella osservata in questo studio e che le volpi si cibino soltanto di eventuali resti di istrice morti perché, come già riportato da Amori et al. (2008), si sanno abilmente difendere dai predatori di medie dimensioni, nonostante si siano verificati attacchi da parte di cani da caccia

nei loro confronti (Mori, 2013).

La presenza di terra fresca davanti alla tana dell'istrice è un fenomeno noto a molti frequentatori di questi boschi, ma la descrizione di chi scava e quando non è mai stata riportata in bibliografia. In questa tesi (nei risultati) la presenza di terra fresca fuori dalla tana dell'istrice è stata definita “sterro”. Lo sterro è stato visualizzato un mese antecedente a due prime uscite serotine di cucciolo di istrice e, come una probabile forma di pulizia della tana, a seguito del rinvenimento dell'istrice sub-adulto morto. L'istrice, all'interno della sua tana, non predispone la lettiera, ma giace sulla nuda terra, questo è confermato anche dalla natura del materiale che viene portato fuori dalla tana durante lo sterro, ovvero solo ed esclusivamente terra. Secondo quanto appreso da Felicioli (comunicazioni personali) e poi confermato da esperienza *in loco*, le tane delle istrice, a differenza di quelle di volpe e tasso (Roper, 1992), sono molto pulite.

In accordo con Weir (1974) abbiamo osservato che le istrice vivono in piccoli gruppi familiari. Gli insediamenti da noi monitorati erano entrambi abitati da 4 individui composti da 2 adulti e 2 cuccioli, l'insediamento numero A, e 2 adulti, 1 sub-adulto e 1 cucciolo, l'insediamento numero B. Le famiglie mostrano numerosi comportamenti di coesione sociale come lo scavo, l' *allo-* e *mutal-grooming*, il camminare in fila e anche il gioco.

Il gioco è un modulo comportamentale ricorrente nei cuccioli di istrice che lo manifestano giocando fra di loro. Abbiamo osservato due cuccioli giocare con legnetti in molte occasioni e, una volta, con resti di un pallone sgonfio, che poi hanno portato all'interno della buca. Questo comportamento è stato descritto anche da Felicioli (1990) sempre nell'istrice, però detenuto in uno stato di semi-libertà. Come afferma Fagen (1981), il comportamento del gioco nei mammiferi è molto importante e occupa da 1 al 10% del tempo. Afferma anche che è maggiormente riscontrato negli adulti in cattività che in quelli allo stato libero; a conferma di ciò, nel periodo di studio, non è mai stato osservato alcun comportamento di gioco nelle istrice adulte al contrario di quanto osservato da Felicioli (1990) in condizioni di semi-libertà.

Conclusioni

Fototrappole

- L'uso delle fototrappole è stato indispensabile e ci ha permesso di valutare alcuni fattori, in altro modo non valutabili.
- Per lavori di ricerca di questa tipologia, le fototrappole che hanno un *Trigger time* basso, sono indispensabili e quindi rappresentano strumenti su cui vale investire.

Radio-telemetria

- I radiocollari VHF posizionati sulle fagiane, hanno dimostrato un'ottima affidabilità.
- Hanno avuto tempi di permanenza sull'animale per oltre i 12 mesi previsti.
- Il fatto che buona parte delle femmine provviste di radiocollare abbia depresso delle uova, ci induce a pensare che il fattore di stress/disturbo, indotto dalla presenza del radiocollare sia trascurabile.
- Il radiocollare GPS con tecnologia GSM si è dimostrato più efficace nel reperimento della localizzazione geografica dell'animale monitorato rispetto alla telemetria classica.
- Applicato all'istrice, mostra a tutt'oggi ancora gravi limiti di impiego, con la registrazione di un gran numero di punti GPS privi di indicazione geografica.
- La superficie posta a protezione del trasmettitore va costruita con materiali molto robusti, poiché nei comportamenti di *grooming* (sia *self* che *allo-grooming*) o a causa di uno scontro per la difesa del territorio, può essere danneggiato irreversibilmente dai morsi dell'istrice.
- L'antenna VHF integrata al radiocollare GPS ha una capacità di trasmissione del segnale molto minore rispetto all'antenna utilizzata per la progettazione dei radiocollari VHF. Tale limite ha reso necessario l'uso di un secondo radiocollare VHF, del peso di 16 gr, per, in

parte, ovviare all'intermittenza del segnale VHF integrato nel radiocollare GPS con tecnologia GSM.

Fagiano (P. colchicus)

- I soggetti provenienti dalla cattura nella AFV Camugliano hanno la stessa sopravvivenza dei soggetti giovani provenienti dall'allevamento.
- I soggetti provenienti dalla cattura nella AFV Camugliano hanno invece una sopravvivenza maggiore se confrontati ai soggetti adulti di allevamento.
- La sopravvivenza dei fagiani di cattura nella AFV Camugliano risulta comunque inferiore rispetto ai soggetti di cattura in ZRC.
- Dall'analisi commerciale delle varie tipologie di fagiani immessi emerge che non c'è differenza di prezzo tra i soggetti adulti di allevamento e i soggetti provenienti dalla cattura in AFV.
- Risulta, a parità di spesa, più conveniente cercare di convogliare le risorse economiche degli ATC e delle Amministrazioni pubbliche su questa tipologia di “selvatico” ovvero sui soggetti di allevamento immessi in AFV e successivamente ricatturati.

Istrice (H. cristata)

- L'istrice, oggetto di questa indagine, è arrivato cucciolo di pochi giorni di vita presso il centro di recupero “l' Assiolo”, qui è stato allevato e portato all'età di sub-adulto; all'età di 18 mesi è stato rilasciato in un ambiente dove la presenza dell'istrice è normale, secondo le modalità descritte in questo lavoro di tesi.
- A seguito del rilascio, l'istrice è sopravvissuto 70 giorni.
- Ha sempre cambiato luogo di pernottamento.
- Non ha mai adottato una delle tane libere presenti nell'area di studio e non ne ha mai scavata una.

-
- La dimensione dell' *home range* dell'animale sperimentale (112 ha), ricade nell'intervallo tra gli *home range* minimi (91.9 ha) e massimi (467 ha) misurati in altri studi.
 - Durante la fotofase l'istrice ha eletto le parti più fitte ed epigee del bosco come rifugio, mentre durante la scotofase ha alternato la sua presenza tra bosco e aree aperte probabilmente per procacciarsi del cibo.
 - Lo sforzo SUP e SUS si sono rivelati strumenti idonei per valutare l'efficacia del radiocollare GPS con tecnologia GSM.
 - Le fototrappole si sono rivelate uno strumento molto utile per il reperimento di informazioni da integrare con quelle provenienti dal radiocollare, così da facilitare la possibilità di mettere a punto un protocollo efficace volto al rilascio di istrici provenienti da centri di recupero.
 - In questo lavoro di tesi, con le fototrappole, è stato possibile osservare sia la presenza di alcuni comportamenti di circa 25 specie.
 - Volpe, tasso e coniglio sono risultati i mammiferi che maggiormente hanno interagito con le istrice nei pressi delle tane.
 - Con le fototrappole è stato possibile, per la prima volta, osservare il prelievo di un istrice già morto dalla tana, da parte di una volpe.
 - Mediante l'uso delle fototrappole è stato possibile verificare nelle nostre condizioni sperimentali che l'istrice non si ciba di uova di fagiano.

Con questo lavoro di tesi è stato possibile:

- individuare per la prima volta gli autori degli sterri e speculare sulle motivazioni per cui le istrice periodicamente eseguono il lavoro di scavo.
- Osservare per la prima volta in natura e confermare quanto già documentato in cattività, l'affascinante comportamento del gioco fra cuccioli.
- documentare, con video, alcuni comportamenti dell'istrice difficili da vedere in natura come le interazioni tra genitori e cuccioli.

Bibliografia

Alkon P. U., Saltz D. 1985, Investigating The Field Behaviour Of Crested Porcupines (*hystrix Indica*). In: R. P. Brooks (ed.), Nocturnal Mammals: Techniques For Study. School Of Forest Resources, Research Paper N.48. Pennsylvania State University, University Park, Pp. 19-34. Cit In: Pigozzi G. 1987, Female-Biased Sexual Size Dimorphism In The Crested Porcupine (*Hystrix cristata* L.).

Alkon P., Saltz D., 1985, Patterns Of Crested Porcupine (*Hystrix indica*) Damage To Cultivated Potatoes, Agriculture, Ecosystems And Environment, 14. Pagg: 171-183.

Alkon P., Saltz D., 1988, Influence Of Season Moonlight On Temporal-Activity Patterns Of Indian Crested Porcupines (*Hystrix indica*). J. Mamm. 669. Pagg: 71-80.

Amori G., Angelici F. M., 1992, Note On The Status Of The Crested Porcupine *Hystrix cristata* In Italy. Lutra 35. Pagg: 44-49.

Amori G., Contoli L., Nappi A., 2008, Mammalia Ii: Erinceomorpha, Soricomorpha, Lagomorpha, Rodentia. Pagg: 694-706.

Angermann R., Thenius E., 1974, I Lagomorfi. In: Grzimek – Vita Degli Animali, Volume 12, Capitolo Xi. Pagg: 495-506. Bramanti Editore.

Atalar O., Ceribasi A.O., 2006 The Morphology Of The Penis In Porcupine, Veterinary Medicina, 51, (2): 66-70.

Bagliacca M., Profumo A., Paci G. (1999). Effetto Della Tecnica Di Allevamento Sulla Reattività “fear” Delle Starne (*Perdix perdix* L.) - Atti Cong. Naz. Sisvet, Montecatini (PT), 53: 435-436.

Bagliacca M., Bennati L., Folliero M., Ambrogi C., Paci G. (1998). Effetto Della Tecnica Di Allevamento Sul Comportamento Antipredatorio Della Starna (*Perdix perdix* L.). Ann. Fac. Med. Vet. Univ. Pisa, 51: 325-336.

Bence S., Coates S., Holland J. 2000. Developing Wild Bird Cover For Insects. The Game Conservancy Trust, Annual Review For 2000, 74-76.

Bjarvall A., Ullstrom S. 1986 The Mammals Of Britain And Europe. Croom Helm, London.

Bon M., Latella L., Longo L., Salmaso R., 2006 Status Dell'istrice *Hystrix cristata* Linnaeus, 1758 Nel Veneto (mammalia, Rodentia), Bollettino Del Museo Civico Di Storia Naturale Di Verona, 30, Botanica Zoologia: 293-293.

Börger L., 2002, Tesi Di Laurea In Uso Dello Spazio Nell'istrice (*Hystrix cristata* L., 1758) In Un'area Costiera Mediterranea. Università Degli Studi Di Pisa, Facoltà Di Scienze Matematiche, Fisiche E Naturali, Cdl In Scienze Biologiche

Bowkett, A.E., Rovero , F. & Marshall, A.R. 2008. The Use Of Camera-Trap Data To Model Habitat Use By Antelope Species In The Udzungwa Mountain Forests, Tanzania. African Journal Of Ecology 46: 479-487.

Brichetti P. & Fracasso G., 2004, Ornitologia italiana. Vol. 2 – Tetraonidae - Scolopacidae. Alberto Perdisa Editore, Bologna

Brown J. S., Alkon P.U., 1990, Testing Valuesof Crested Porcupine Habitats By Experimental Food Patches. Oecologia, 83. Pagg:512-518.

Campbell L. 2001. Bumblebees In Farmaland. The Game Conservancy Trust, Annual Review For 2001, 78.

Chevallier N., Ashton B., 2006, A Report On The Porcupine Quill Trade In South Africa.

Cocchi R., Riga F. & Toso S. 1998. Biologia E Gestione Del Fagiano. Documenti Tecnici 22: 1-147.

Cocchi R., Riga F. & Toso S. 2000. Biologia E Gestione Del Fagiano. Parte Sesta. Habitat 103: 44-47.

Corbet G.B., Jones L.A. 1965, The Specific Characters Of The Crested Porcupines, Subgenus *Hystrix*.

Corbet N. U., Van Aarde R. J., 1996, Social Organization And Space Use In The Cape Porcupine In A Southern African Savanna. J. Ecol, 34. Pagg: 1-14.

Corsini M. T., 1992, Tesi Di Laurea “Attività E Home Range Dell'istrice *Hystrix cristata* L.,

1758, In Relazione Ai Principali Parametri Ambientali Abiotici”. Università Degli Studi Di Siena, Facoltà Di Sc. Matematiche, Fisiche E Naturali.

Corsini M. T., Lovari S., Sonnino S., 1995, Temporal Activity Patterns Of Crested Porcupine *Hystrix Cristata*. *J. Zool.* 236. Pagg:43-54.

Cramp S. & Simmons K.E.L. (1980). *The Birds Of The Western Palearctic*. Vol. Ii. Oxford University Press. Oxford, Uk. 695 Pp.

Dathe H., Frijlink J., Goerttler V., Grzimek B., Langguth A., Lorenz K., Muller-Using D., Pedersen A., Wendt H., Wolfe M. L., 1974, I Canidi. In: Grzimek – Vita Degli Animali, Volume 12, Capitolo Vii. Pagg: 280-286.

De Santis F., 2011 Tesi Di Laurea “distribuzione Dell'istrice In Abruzzo”, Scienze E Tecnologie Per L'ambiente Ed Il Territorio, Università Degli Studi Di L'aquila.

Del Hoyo J., Elliot A. & Sargatal J. (1994). *Handbook Of The Birds Of The World*. Vol. Ii. New World Vultures To Guinea Fowl. Lynx Edicions, Barcelona. Delacour J. (1977). *Pheasants Of The World*. 2nd Ed World Pheasant Association And Saiga. Survey.

Dewsbury D. A., 1972, Patterns Of Copulatory Behaviour In Male Mammals. In *The Quarterly Review Of Biology*. Volume 47 N. 1. Pagg: 1-33.

Di Bitetti, M.S., Di Blanco, Y.E., Pereira, J.A., Paviolo, A. & P Erez, I.J. 2009. Time Partitioning Favors The Coexistence Of Sympatric Crab-Eating Foxes (*Cerdocyon thous*) And Pampas Foxes (*Lycalopex gymnocercus*). *Journal Of Mammalogy* 90: 479-490.

Di Bitetti, M.S., Paviolo, A. & De Angelo, C. 2006. Density, Habitat Use And Activity Patterns Of Ocelots (*Leopardus pardalis*) In The Atlantic Forest Of Misiones, Argentina. *Journal Of Zoology* 270: 153-163.

Di Bitetti, M.S., Paviolo, A., Ferrari, C.A., De Angelo, C. & D I Blanco, Y. 2008. Differential Responses To Hunting In Two Sympatric Species Of Brocket Deer (*Mazama Americana* And *M-Nana*). *Biotropica* 40: 636-645.

Debernardi P, Durio P, Perrone A- Alimentazione Invernale Della Volpe *Vulpes vulpes* Nell'albese (provincia Di Cuneo) Atti I Simp Ital Carnivori. *Hystrix It J Mamm*, 1991

Fagen R., 1981, *Animal Play Behaviour*. New York. Oxford University Press.

Fais I., Costanzo M., Massa B., 1991, Primi Dati Sulla Posizione Trofica Della Volpe (*Vulpes vulpes* L.) In Sicilia. Atti I Simp. Ital. Carnivori, *Hystrix* 3. Pagg: 105-112.

Felicioli A., 1990, Tesi Di Laurea Analisi Spazio-Temporale Dell'attività Motoria In *Hystrix cristata* L. Università Degli Studia Di Pisa.

Felicioli A., 1997, Indagine Conoscitiva Sulla Ecologia E Sull'impatto Ambientale Dell'istrice (*Hystrix cristata* L.) Nella Provincia Di Pisa.

Felicioli A., Grazzini A., Santini L., 1997, The Mounting Behaviour Of A Pair Of Crested Porcupine *Hystrix cristata* L. *Mammalia*, 61, N. 1. Pagg: 119-123.

Filibeck U., Locasciulli O., Procacci M., Tinelli A. E Tinelli P., 1981, Il Trapolamento Come Tecnica Di Ricerca Per Studi Sulle Popolazioni Dell'istrice: Sperimentazione Ed Osservazioni Preliminari Nel Parco Regionale Naturale Della Maremma. Atti Soc. Ital. Sci. Nat. Museo Civ. Stor. Nat. Milano, 122 (3-4). Pagg: 204-216.

Findlay G. H., 1976 Rhythmic Pigmentation In Porcupine Quills, Department Of Dermatology, University Of Pretoria And Photobiology Research Unit, Medical Research Council, South Africa. *Z. Saugetierkunde* 42: 231-239.

Freye H. A., 1974, Gli Istricomorfi. In: Grzimek – Vita Degli Animali, Volume 11, Capitolo Xxii, Pagg: 465-478. Bramanti Editore.

Gaigher I.G., Currie M.H., 1979, Preliminary Studies On The Ecology Of The Southern African Porcupine *Hystrix Africae australis*. Cape Dept. Nat. Environ. Conserv. Res. Rep. Pagg: 55-69.

Genghini M., 1993. Politiche Ambientali Dirette Della Cee E Agricoltura. Studi Di Economia E Diritto. 31-59 Pp

Genghini M., 1994. I Miglioramenti Ambientali A Fini Faunistici. Istituto Nazionale Della Fauna Selvatica, Documenti Tecnici 16, Pp. 93.

Genghini M., 2004. Interventi Di Gestione Degli Habitat Agro-Forestali A Fini Faunistici Risultati Delle Ricerche Realizzate In Emilia-Romagna E Sul Territorio Nazionale, Istituto

Nazionale Della Fauna Selvatica, St.E.R.N.A. Forlì.

Genghini M., 2007. Territori Di Collina E Montagna E Politiche Agricole: Effetti Ed Opportunità Per La Fauna Selvatica. Ist. Naz. Fauna Selv., Ministero Delle Politiche Agricole, Alimentari E Forestali, St.E.R.N.A. 13-42

Grazzini A., 1993, Tesi Di Laurea “comportamento Riproduttivo E Accrescimento Post-Natale In *Hystrix cristata* L. (rodentia, Hystricidae)”.

Greaves J. H., Aziz Khan A., 1978, The Status And Control Of Porcupines. Genus *Hystrix* As Forest Pests. *Commonw. For. Rev.* 57, 1. Pagg: 26-32.

Griffiths, M. & Van Schaik, C.P. 1993. Camera-Trapping: A New Tool For The Stu Of Elusive Rain Forest Animals. *Tropical Biodiversity* 1: 131-135.

Grzimek B., Herter K., 1974, I Mustelidi. In: Grzimek – Vita Degli Animali, Volume 12, Capitolo Ii. Pagg: 77-80. Bramanti Editore.

Hill D.A. & Robertson P. (1988). The Pheasant. Ecology Conservation. Blackwell Scientific Publication

Jackson, R.M., Roe, J.D., Wangchuk, R. & Hunter, D.O. 2006. Estimating Snow Leopard Population Abundance Using Photography And Capture-Recapture Techniques. *Wildlife Society Bulletin* 34: 772-781.

Johnsgard P.A. (1986). Pheasants Of The World. Oxford University Press. 300 Pp.

Kaplan E. L., Meier P., 1958. “nonparametric Estimation From Incomplete Observations”. *Journal Of The American Statistical Association* 53, No. 282.

Karanth, K.U. & Nichols, J.D. 1998. Estimation Of Tiger Densities In India Usi Photographic Captures And Recaptures. *Ecology* 79: 2852-2862.

Karanth, K.U. & Nichols, J.D. 2002. Monitoring Tigers And Their Prey: A Manual For Researchers, Managers, And Conservationists In Tropical Asia. Centre For Wildlife Studies, Bangalore, India: Xv, 193 Pp.

Kingdon J., 1974 East Africa Mammals. An Atlas Of Evolution In Africa. Vol. Ii Part B. Pagg.

689-695. Academic Press. London.

Kleiman D. G., 1974, Patterns Of Behaviour In Hystricomorph Rodents" . In: The Biology Of Hystricomorph Rodents. Rowlands And Weir Eds. Pagg. 171-204 Academic Press, London.

Larrucea, E.S., Serra, G., Jaeger, M.N. & Barrett, R.H. 2007. Censusing Bobcats Using Remote Cameras. Western North American Naturalist 67: 538-548.

Lovari S., Cavallini P., Crema G., Lazzeretti L., Lucherini M., Ricci-Lucchi M., Valier P., Environmental Variables And The Use Of Habitat Of The Red Fox *Vulpes vulpes* (L., 1758) In The Maremma Natural Park, Grosseto Province, Central Italy Italian-Journal-Of-Mammalogy Volume 3, Issue 1 (1991)

Maffei, L., Cuéllar, E. & Noss, A.J. 2002. Uso De Trampas-Cámara Para La Evaluación De Mamíferos En El Ecotono Chaco-Chiquitanía. Revista Boliviana De Ecología Y Conservación 11: 55-65.

Marcstrom V., Kenward R. E. E Karlbom M., 1989. "survival Of Ring- Necked Pheasants With Backpacks, Necklaces And Leg Bands". The Journal Of Wildlife Management 53(3):808-10.

Masetti M., Albarella U. & De Grossi Mazzorin J. 2010. - The Crested Porcupine, *Hystrix cristata* L. 1758, In Italy. Anthropozoologica 45 (2): 27-42.

Massolo A., Sforzi, A., Lovari S., 2003, Chemical Immobilization Of Crested Porcupines With Tielamine Hcl And Zolazepam Hcl (zoletil) Under Field Conditions, Journal Of Wildlife Diseases, 39 (3). Pagg: 727-731.

Mazzarone V., Vecchio G., et al Piano Faunistico Venatorio Provincia di Pisa 2012-2015

Meriggi A. (1983). Territorialismo Popolazione Di Fagiano. Avocetta 7: 1-12.

Meriggi A. (1989). Analisi Dei Metodi Di Censimento Della Fauna Selvatica (aves Mammalia). Aspetti Teorici E Applicativi. Ricerche Di Biologia Della Selvaggina 83: 1-59.

Meriggi A. (1992). Il Fagiano Comune

Meriggi A. (1998). Bioindicatori A Livello Di Popolazioni E Comunità. In: F. Sartori (ed). Bioindicatori Ambientali. Ricerche & Risultati. Fondazione Lombardia Per L'ambiente. Pp 277-

290.

Meriggi A. Greco C., 1992. Finalizzati Al Potenziamento Delle Popolazioni Di Galliformi E Lepre (*Lepus europaeus* Pallas). Quaderni Mipaf.

Meriggi A., 1992. Relation To Habitat Characteristics In Northern Italy. Journal Of Wildlife Research 1: 15-23.

Mohr C. O., 1947, Table Of Equivalent Populations Of North American Small Mammals. American Midland Naturalist, Vol. 37, N. 1. Pagg: 223-249.

Mori E., Maggini I., Menchetti M., 2013, When Quills Kill: The Defense Strategy Of The Crested Porcupine *Hystrix cristata* L., 1758 Doi 10.1515/Mammalia-0126.

Morris D. J. And Van Aarde R.J., 1985, Sexual Behaviour Of The Female Porcupine *Hystrix africaeaustralis*. Hormones And Behaviour, 19. Pagg: 400-412.

Moruzzi, T.L., Fuller, T.K., Degraaf, R.M., Brooks, R.T. & Li, W.J. 2002. Assessing Remotely Triggered Cameras For Surveying Carnivore Distribution. Wildlife Society Bulletin 30: 380-386.

Nichols, J.D., Bailey, L.L., O'Connell, A.F., Talancy, N.W., Grant, E.H.C., Gilbert, A.T., Annand, E.M., Husband, T.P. & Hines, J.E. 2008. Multi-Scale Occupancy Estimation And Modelling Using Multiple Detection Methods. Journal Of Applied Ecology 45: 1321-1329.

Nichols, J.D., Boulinier, T., Hines, J.E., Pollock, K.H. & Sauer, J.R. 1998a. Estimating Rates Of Local Species Extinction, Colonization, And Turnover In An Communities. Ecological Applications 8: 1213-1225.

Nichols, J.D., Boulinier, T., Hines, J.E., Pollock, K.H. & Sauer, J.R. 1998b. Inference Methods For Spatial Variation In Species Richness And Community Composition When Not All Species Are Detected. Conservation Biology 12: 1390-

Nowak R. M., 1999, Walker's Mammal Of The World. 6 Th Ed. Baltimore, Md: The John Hopkins University.

O'Brien, T.G., Kinnaird, M.F. & Wibisono, H.T. 2003. Crouching Tigers, Hidden Prey: Sumatran Tiger And Prey Populations In A Tropical Forest Landscape. Anim Conservation 6: 131-139.

O'Brien, T.G.2009. Abundance, Density And Relative Abundance: Conceptual Framework. In: O'Connell A.F., Nichols J.D. & Karanth U.K. (Eds). Camera Traps In Animal Ecology: Methods And Analyses. Springer, New York.

O'Connell, A.F., Nichols, J.D. & Karanth, U.K. In Press. Camera Traps In Animal Ecology: Methods And Analyses. Springer, New York.

O'Connell, A.F., Talancy, N.W., Bailey, L.L., Sauer, J.R., Cook, R. & Gilbert, A.T. 2006. Estimating Site Occupancy And Detection Probability Parameters For Meso And Large Mammals In A Coastal Ecosystem. Journal Of Wildlife Management 70: 1625-1633.

Orsomando E., Pedrotti F., 1976, Notizie Sulla Presenza E Sull'habitat Dell'istrice Nelle Marche E Nell'Umbria.

Pandolfi M., 1986, Modificazioni Recenti Dell'areale Di *Hystrix cristata* Linnaeus, 1758, Nell'Italia Centrale Adriatica. Hystrix 1. Pagg: 69-76.

Pandolfi M, Santolini R, Bonacoscia M , 1988 -Analisi Stagionale Dell'alimentazione Della Volpe (*Vulpes vulpes*) Con Riferimento A Zone Di Ripopolamento E Cattura E Zone Di Caccia Libera Suppl. Ric. Biol. Selvaggina

Pazzuconi A, 1997, Uova e nidi degli uccelli d'Italia Calderini Editore

Peréz J.A., Alonso M.E., Gaudioso V.R., Olmedo J.A., Diez C. E Bartolomé D., 2004. Use Of Radio-Tracking Techniques To Study A Summer Repopulation With Red-Legged Partridge (*Alectoris rufa*) Chicks - Poultry Science 83:882- 888.

Petrini R., 1995. “il Metodo Kaplan-Meier Per L’analisi Quantitativa Della Sopravvivenza Degli Animali In Natura: Applicazione Ad Uno Studio Sul Fagiano”. Supplemento Ric. Biol. Selvaggina 23:177-183.

Petrini R., Papeschi A. E Dessì – Fulgheri F., 1995. Fattori Che Influenzano La Predazione Sul Fagiano Maschio. Suppl. Ric. Biol. Selvaggina 23: 711-717.

Picchiotti R., 2013. Composizione Della Dieta, Modello Energetico E Aspetti Ecologici Della Distribuzione (insulare, Continentale E Peninsulare) Nel Biacco Maggiore, *Hierophis viridiflavus*. Tesi Di Laurea Magistrale Vecchio Ordinamento In Scienze Biologiche

Pigozzi G, 1987, Immobilization Of Crested Porcupine With Xylazine Hydrochloridate And Ketamine Hydrochloride. *Journal Of Wildlife Management* 51. Pagg: 120-123.

Pigozzi G. 1987 Female-Biased Sexual Size Dimorphism In The Crested Porcupine (*Hystrix cristata* L.).

Pigozzi G., 1992, On The Distribution, Management And Conservation Of The Crested Porcupine, *Hystrix Cristata* (L.), In Italy. *Atti Della Società Italiana Di Scienze Naturali E Del Museo Civico Di Storia Naturale Di Milano*. Vol. 133, N.3. Pagg: 33-40.

Pollock K. H., Winterstein S. R., Bunck C. M. E Curtis P. D., 1989a. “survival Analysis In Telemetry Studies: The Staggered Entry Design”. *The Journal Of Wildlife Management* 53: 7-15.

Pollock K.H, Winterstein S.R. E Conroy M.J., 1989b. “estimation And Analysis Of Survival Distribution For Radio-Tagged Animals”. *Biometrics* 45:99-109.

Powell R. A., 2000, Animal Home Ranges And Territories And Home Range Estimators. In *Research Techniques In Animal Ecology* Di Boitan E Fuller. Columbia University. Pagg: 65-110.

Ralls K. 1976 Mammals In Which Females Are Larger Than Males. *Quart. Rev. Biol.*, 51: 245-275.

Riccardi C., 1992, Tesi Di Laurea In: Alimentazione Dell'istrice “ *Hystrix cristata* L., 1758, In Un' Area Rurale Mediterranea. Università Degli Studi Di Pisa, Facoltà Di Scienze Matematiche, Fisiche E Naturali.

Robertson P.A. (1996) Pheasants In North America? *Wildlife Society Bulletin* 24.

Robertson P.A. (1998). Habitat Selection And Local Abundance Of Breeding Pheasants (*Phasianus colchicus*) In Utah. *Gibier Faune Sauvage* 15: 433:446.

Robertson P.A., 1997. A Natural History Of The Pheasant.

Roper T. J., 1992, The Structure And Function Of Badger Setts. *Journal Of Zoology*, London, 227. Pagg: 691-698.

Roper T.J., 1992, Structure And Contents Of Four Badger (*Meles meles* L.) Setts. *Mammalia*, 56 N. 1. Pagg:65-70.

Rosevear D.R., 1969, The Rodents Of West Africa, Trustees Of The British Museum (n.h.), London.

Rovero, F. & De Luca, D.W. 2007. Checklist Of Mammals Of The Udzungwa Mountains Of Tanzania. *Mammalia* 71: 47-55.

Rovero, F. & Marshall, A.R. 2009. Camera Trapping Photographic Rate As An Index Of Density In Forest Ungulates. *Journal Of Applied Ecology* 46: 1011-1017

Rovero, F., Jones, T. & Sanderson, J. 2005. Notes On Abbott's Duiker (*Cephalophus spadix* True 1890) And Other Forest Antelopes Of Mwanihana Forest, Udzungwa Mountains, Tanzania, As Revealed By Camera-Trapping And Direct Observations. *Tropical Zoology*, 18: 13-23.

Rovero, F., Rathbun, G.B., Perkin, A., Jones, T., Ribble, D.O., Leonard, C., Mwakisoma, R.R. & Doggart, N. 2008. A New Species Of Giant Sengi Or Elephant- Shrew (genus *Rhynchocyon*) Highlights The Exceptional Biodiversity Of The Udzungwa Mountains Of Tanzania. *Journal Of Zoology* 274: 126-133.

Rowcliffe, J.M. & Carbone, C. 2008. Surveys Using Camera Traps: Are We Looking To A Brighter Future? *Animal Conservation* 11: 185-186.

Sanderson, J. G. 2007. No Mean Cat Feat. *Science* 317: 1151.

Sanderson, J.G. & Trolle, M. 2005. Monitoring Elusive Mammals. *American Scientist* 93: 148-156.

Santini L., 1980. The Habitat And Influence On The Environment Of The Old World Porcupine *Hystrix cristata* L. 1758 In The Northernmost Part Of Its Range, Istituto Di Entomologia Agraria Dell' Università Degli Studi, Pisa, Italy.

Santini L., 1983. I Roditori Italiani Di Interesse Agrario E Forestale, Consiglio Nazionale Delle Ricerche, Padova. Pagg: 117-122.

Scarselli D., Vecchio G., Petrini R., Oliviero F., Morelli M.B., Fontanelli N., Cozzi C. E Canova C., 2013. Influenza Dei Miglioramenti Ambientali Sulla Sopravvivenza Ed Il Comportamento Di Popolazioni Di Pernice Rossa (*Alectoris rufa rufa*) Mediante Radiotracking In Provincia Di Pisa. *Avocetta* Volume 37 Pagg. 87-93

Scortecci G., 1965. Animali Come sono, Dove vivono, Come vivono Uccelli

Sever Z., 1985, Studies On The Biology Of The Indian Crested Porcupine (*hystrix Indica*) In The Costal Plain Of Istrael. Thesis Submitted Towards M. Sc. Degree Of The Tel-Aviv University.

Sever Z., Mendelsshon H., 1988, Copulation As A Possible Mechanism To Mainatain Monogamy In Porcupines, *Hystrix Indica*. *Animal Behaviour*, 36, 1541-1542

Seydack, A.H.W. 1984. Applications Of Photo-Recording Devices In The Census Of Larger Rainforest Mammals. *South African Journal Of Wildlife Research* 14: 10-1

Shiras, G.I. 1913. Nature's Transformation At Panama. *The National Geographic Magazin* 8: 159-194.

Silveira, L., Jacomo, A.T.A. & Diniz, J.A.F. 2003. Camera Trap, Line Transect Census And Track Surveys: A Comparative Evaluation. *Biological Conservation* 114: 351-355.

Silvermann B. W., 1986, Density Estimation For Statistics And Data Analysis. In: *Monographe On Statistics And Applied Probability*, London, Chapman And Hal.

Simonetta A. E Dessi-Fulgheri F. 1998. *Principi E tecniche Di Gestione Faunistico-Venatoria*, Greentime, Bologna.

Srbek-Araujo, A.C. & Garcia, A.C. 2005. Is Camera-Trapping An Efficient Method For Surveying Mammals In Neotropical Forests? A Case Study In South-Eastern Brazil. *Journal Of Tropical Ecology* 21: 1-5.

Tinelli A., Tinelli P., 1980, *Le Tane Di Istrice E Tasso, Censimento E Densità Delle Tane Nella Riserva Presidenziale Di Castelporziano Per La Conservazione Dell'istrice E Del Tasso*.

Tinelli A., Tinelli P., 1983, *L'istrice Nel Parco Naturale Della Maremma Fasi E Risultati Di Una Ricerca*, Editori Del Grifo.

Tinelli A., Tinelli P., 1988, *Struttura E Caratteristiche Di Alcuni Sistemi Di Tane Di Istrice (Hystrix cristata L.)*, Atti Del I Convegno Nazionale Dei Biologi Della Selvaggina, Vol. Xiv, Numero Unico.

Tobler, M.W., Carrillo-Percastegui, S.E. & Powell , G. 2009. *Habitat Use, Activity Patterns And*

Use Of Mineral Licks By Five Species Of Ungulate In South-Eastern Peru. *Journal Of Tropical Ecology* 25: 261-270.

Tobler, M.W., Carrillo-Percestequi, S.E., Pitman, R.L., Mares, R. & Powell, G. 2008a. An Evaluation Of Camera Traps For Inventorying Large- And Medium- Sized Terrestrial Rainforest Mammals. *Animal Conservation* 11: 169-178.

Tobler, M.W., Carrillo-Percestequi, S.E., Pitman, R.L., Mares, R. & Powell, G. 2008b. Further Notes On The Analysis Of Mammal Inventory Data Collected With Camera Traps. *Animal Conservation* 11: 187-189.

Tohmé H., Tohmé G., 1981, Quelques Donnees Anatomiques Sur Le Porc-Epic *Hystrix Indica Indica* Kerr, 1972 (rodentia). *Mammalia*, 45/3. Pagg: 363-371.

Tomei P. E., Cavalli S., 1977, L'areale Dell'istrice *Hystrix Cristata* A Nord Dell'arno, *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., Serie B*, 83. Pagg. 42-48

Toschi A., 1969 *Avifauna Italiana* II Editore Olimpia

Trolle, M. & K Ery, M. 2005. Camera-Trap Study Of Ocelot And Other Secretive Mammals In The Northern Pantanal. *Mammalia* 69: 409-416.

Van Schaik, C.P. & Griffiths , M. 1996. Activity Periods Of Indonesian Rain Forest Mammals. *Biotropica* 28: 105-112.

Van Aarde R.J., 1987, Reproduction In The Cape Porcupine *Hystrix africae australis*: An Ecological Perspective. *Suid-Afrikaanse Tydskrif Vir Wetenskap*. Vol. 83. Pagg: 605-607.

Van Weers D.J., 1983, Specific Distinction In Old World Porcupines, *Zool. Garten N.F.*, Jena 53 3/5. Pagg: 226-232.

Vanni S., 1980, L'istrice, *Hystrix cristata* Linnaeus, 1758, (mammalia, Rodentia), In Provincia Di Firenze. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., Serie B*, 87. Pagg: 229-237.

Vecchio G., 2006 Individuazione delle principali colture a perdere di interesse faunistico-venatorio. Tesi di laurea triennale. Facoltà di Veterinaria, Università degli studi di Pisa. Pagg 58-60

Vecchio G., 2008 I Miglioramenti Ambientali A Fini Faunistici. Realizzazione Pratica Ed Effetti Su Popolazioni Selvatiche Di Fagiano. Tesi di laurea magistrale. Facoltà di Veterinaria, Università degli studi di Pisa. Pagg 85-86

Vecchio G., Scarselli D., 2010 I Miglioramenti Ambientali A Fini Faunistici. Manuale redatto per conto della Provincia di Pisa. Pagg. 25-26

Venturato E., Scarselli D., Petrini R. E Cavallini P., 1999. Sopravvivenza E Riproduzione Di Fagiani (*Phasianus colchicus*) Di Allevamento Immessi In Natura: Confronto Preliminare Tra Giovani E Adulti. Riassunti Iv Conv. Naz. Biol. Selvaggina, Pp.62 - 63.

Walker E. P., 1964, Mammals Of The World. Vol.11. J. Hopkins Press, Baltimore. 1004-1009.

Warner R. E. E Etter S.L., 1983. Reproduction And Survival Of Radio-Marked Hen Ring-Nacked Pheasants In Illinois. J. Manag. 47:369-375.

Weir B., J., 1974 Reproductive Characteristics Of Hystricomorph Rodents. In The: Biology Of Hystricomorph Rodents. Roelands And Weir Eds. Academic Press, London. Pagg. 265-299.

White, G.C. 2009. Mark - Mark And Recapture Parameter Estimation. Colorado State University. [Http://Welcome.Warnercnr.Colostate.Edu/~Gwhite/Mark/Mark.Htm](http://Welcome.Warnercnr.Colostate.Edu/~Gwhite/Mark/Mark.Htm)

Yufen, Y., D Rubgyal, Achu, Zhi, L. & Sanderson, J. 2007. First Photographs In Nature Of The Chinese Mountain Cat. Cat News 47: 6-7.

Zangheri P., 1946, Fauna Di Romagna, L'istrice (*Hystrix cristata* L.) Nel Versante Romagnolo Dell'appennino, Estratto Della Rivista Di Scienze Naturali "natura" Vol. 37. Milano.