Istituto Nazionale
per la Fauna Selvatica

Centro Interuniv. di Ricerca
sulla Selvaggina e sui
Miglior. Amb. a fini Faunistici

Ministero delle Politiche
Agricole Alimentari e Forestali

Studi Ecologici Ricerca
Natura Ambiente

Valorizzazione agro-forestale e faunistica dei territori di collina e montagna

A cura di Mario Lucifero e Marco Genghini

PROGETTO FINALIZZATO M.I.P.A.F.

"La fauna selvatica nella valorizzazione
delle risorse agricole e territoriali"

QUADERNO N. 3

Sottoprogetto B

Valorizzazione agro-forestale e faunistica dei territori collinari e montani

a cura di

Mario Lucifero e Marco Genghini

Istituto Nazionale
per la Fauna Selvatica

Ministero delle Politiche
Agricole Alimentari e Forestali

Centro Interuniversitario di Ricerca sulla
Selvaggina e sui Miglioramenti
Ambientali a fini Faunistici

Studi Ecologici Ricerca Natura
Ambiente

Comitato Scientifico del Progetto
Augusto Marinelli
Fabio Perco
Mario Lucifero
Marco Genghini

Revisione dei testi
Mario Lucifero
Marco Genghini
Alberto Meriggi
Maria Paola Ponzetta

Redazione del testo
Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica (INFS)
Cooperativa Studi Ecologia Ricerche Natura Ambiente (StERNA)

Foto di copertina
Paolo Bongi

Si raccomanda per la citazione di questo volume la seguente dizione:

LUCIFERO, M., GENGHINI, M. (a cura di), 2007. Valorizzazione agro-forestale e faunistica dei territori collinari e montani. Ist. Naz. Fauna Selv., Min. Pol. Agr. Alim. e For., St.e.r.n.a. Ed. Grafiche 3B, Toscanella di Dozza (BO).

Le ricerche e la pubblicazione sono state finanziate dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali nell'ambito del progetto "La fauna selvatica nella valorizzazione delle risorse agricole e territoriali" e dall'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica.

Finito di stampare nel mese di Dicembre 2007
Ed. Grafiche 3B, Toscanella di Dozza (BO)

VALORIZZAZIONE AGRO-FORESTALE E FAUNISTICA DEI TERRITORI COLLINARI E MONTANI

INDICE

Presentazione (S. Toso)

Introduzione (M. Lucifero)

Territori di collina e montagna e politiche agricole: effetti ed opportunità per la fauna selvatica (M. Genghini)

METODOLOGIE PER LA VALUTAZIONE DELLE POTENZIALITÀ FAUNISTICHE

I modelli di valutazione ambientale per le potenzialita' faunistiche: aspetti metodologici e stato in Italia (A. Massolo, N. Gilio, C. Oppio e M. Meriggi)

La valutazione della potenzialità del territorio per la fauna ungulata nella pianificazione forestale. Un approccio basato su sistema esperto e GIS (E. Gregori, L. Sani, B. Amadesi e M. Massei)

GENETICA, METODI DI PRODUZIONE E RIPOPOLAMENTO

Variabilità genetica delle popolazione selvatiche, conservazione e valorizzazione dei ceppi autoctoni nazionali (E. Randi, N. Mucci e M. Barilani)

Problemi genetici nella produzione in allevamento di fagiani (*Phasianus colchicus* L. 1758) di qualità (M. Bagliacca, I. Cappuccio, G. Paci e A. Valentini)

Fattori che influenzano la riuscita dei ripopolamenti di fagiano comune (*Phasianus colchicus* L. 1758) (M. Ciuffreda, C. Ballerini, A. Berti, R. Binazzi, A. Cilio, M. Ferretti, C. Giannelli, V. Nesti, A. Papeschi, V. Rastelli, M. A. Silli, M. Zaccaroni e F. Dessì-Fulgheri)

Sistemi per incrementare le popolazioni naturali di lepre (*Lepus europaeus* Pallas) (P. P. Mussa)

MIGLIORAMENTI AMBIENTALI E PRESENZA DELLA PICCOLA SELVAGGINA

Miglioramenti ambientali finalizzati al potenziamento delle popolazioni di galliformi e lepre (*Lepus europaeus* Pallas) (A. Meriggi, A. Brangi, F. Pella, M. Zaccaroni, A. Vidus Rosin, S. Gandini, C. Greco, F. Dessì-Fulgheri e O. Biagioli)

Effetti di miglioramenti ambientali e della tecnica colturale su specie selvatiche e habitat (C. Vazzana e G. Lazzerini)

ECOLOGIA, FORESTE E CRITERI DI GESTIONE DEGLI UNGULATI SELVATICI

Ungulati, agricoltura e prelievo venatorio: una coesistenza possibile? (F. Meschi e S. Lovari)

Gestione e controllo degli ungulati selvatici nelle aree protette (M. Apollonio, M. Scandura, P. Bongi, F. Ghiandai e S. Luccarini)

Gestione dei boschi cedui di caducifoglie e relazioni con gli ungulati selvatici (A. Cutini, S. Bartolucci e E. Amorini)

ALCUNI FATTORI CHE INFLUENZANO LA RIUSCITA DEI RIPOPOLAMENTI DI FAGIANO COMUNE (*PHASIANUS COLCHICUS* L. 1758)

Matteo Ciuffreda, Camilla Ballerini, Andrea Berti, Rosaria Binazzi, Andrea Cilio, Marco Ferretti, Claudia Giannelli, Valentina Nesti, Anna Papeschi, Veronica Rastelli, Maria Allegra Silli, Marco Zaccaroni e Francesco Dessì-Fulgheri[1]

Introduzione

Effetti dei ripopolamenti sulle popolazioni naturali
- Materiali e metodi
- Risultati e discussione

Effetti del contenuto in fibra della dieta in allevamento sulla sopravvivenza in natura
- Materiali e metodi
- Risultati e discussione

Effetti delle modalità di allevamento secondo un protocollo di qualità sulla sopravvivenza e uso dello spazio
- Materiali e metodi
- Risultati
- Discussione

Effetto della selezione artificiale per la dimensione degli ornamenti maschili sull'investimento femminile e sull'efficienza riproduttiva
- Materiali e metodi
- Discussione

Effetti della selezione artificiale per la dimensione degli ornamenti maschili su comportamento, uso dello spazio e sopravvivenza della prole
- Materiali e metodi
- Risultati e discussione

Discussione generale
- Effetti ripopolamenti
- Fibra
- Protocollo di qualità
- Selezione per gli ornamenti maschili

Conclusioni

Bibliografia

[1] Dipartimento Biologia Animale e Genetica "L. Pardi", Università di Firenze.

Introduzione

Le immissioni in natura di fasianidi provenienti da allevamento, effettuate negli ultimi decenni a scopo di ripopolamento o reintroduzione, hanno dato scarsi risultati (Hill e Robertson 1988, Robertson e Dowell 1990, Petrini e Papeschi 1993), anche in zone dove la caccia è bandita. La causa degli insuccessi nelle immissioni in natura è complessa e bisogna affrontarla considerando i diversi fattori che distinguono gli animali selvatici da quelli provenienti da allevamento. In prima analisi possono esistere differenze genetiche e comportamentali che spesso sono state sottovalutate (Potts 1989, Putaala e Hissa 1998, Meriggi e Mazzoni 2004) o anche di semplice interazione degli individui immessi con la popolazione residente (Ferretti et al. dati non pubblicati). Vi sono inoltre problemi di tipo sanitario: negli allevamenti l'elevato numero di soggetti a contatto facilita la trasmissione di malattie parassitarie, contenute mediante la somministrazione di farmaci, che non permettono la formazione di efficienti difese immunitarie ai comuni patogeni (Robertson e Dowell 1990); al momento del rilascio quindi gli animali avranno più probabilità di ammalarsi e quindi di essere predati. Un ulteriore problema è legato alla dieta, in quanto negli allevamenti i mangimi sono altamente digeribili e bilanciati da un punto di vista nutrizionale, in natura invece le risorse trofiche sono costituite da alimenti ricchi in fibra. E' stato suggerito quindi che una dieta povera in fibre provochi un'alterazione delle funzioni intestinali (Thomas 1986) che si manifesta in un minor sviluppo dell'intestino tenue e cieco (Moss 1972, Klaus et al. 1989, Paganin e Meneguz 1991, Bagliacca et al. 1994, Mussa et al. 1995, 1997, Dessì-Fulgheri et al. 2001a). E' stata inoltre osservata una risposta antipredatoria inadeguata in specie diverse di fasianidi di allevamento (Krauss et al. 1979, Panek 1987, Dowell 1990): proprio in questa carenza è stata individuata da molti autori una delle principali cause dell'elevato tasso di predazione nelle prime settimane dal rilascio che spesso hanno portato al totale fallimento dell'immissione (Ridley 1986, Potts 1986, Hill e Robertson 1988, Beani et al. 1988, Brittas et al. 1992, Beani e Dessì-Fulgheri 1998, Dessì-Fulgheri et al. 2001b).

Un altro aspetto è l'utilizzo di riproduttori che non rispondono a requisiti di qualità secondo criteri "naturali", quanto piuttosto alle scelte personali dei diversi allevatori. Numerosi studi hanno evidenziato il ruolo della caruncola perioculare del maschio come indicatore onesto di effettiva qualità, in termini di rango di dominanza, di sopravvivenza e di potenziale riproduttivo, oltre che di investimento riproduttivo femminile e di tasso di accrescimento dei pulcini (Grahn et al. 1993, Mateos e Carranza 1997, Briganti et al. 1999, Rossi et al. dati non pubblicati, Cilio et al. dati non pubblicati, Giannelli et al., dati non pubblicati, Papeschi e Dessì-Fulgheri 2003,. Papeschi et al. 2003, Giannelli et al. dati non pubblicati).

Le femmine di specie dove non sono presenti cure parentali paterne, potrebbero preferire quei maschi portatori di "buoni geni", individuando comportamenti o ornamenti indicatori onesti di effettiva qualità genotipica trasmissibile alla prole (Andersson 1987). Molti studi effettuati sia sui vertebrati che sugli invertebrati dimostrano l'importanza della scelta femminile e di come l'ornamento paterno sia un effettivo indice di qualità ereditabile in grado di garantire alla prole una maggiore capacità di sopravvivenza e stato di salute (Partridge 1980, Petrie 1994, Sheldon et al. 1997, Watt et al. 2001).

Nel fagiano comune (*Phasianus colchicus*), la caruncola perioculare, un ornamento implicato nei processi di organizzazione della gerarchia tra maschi, è proporzionale al rango acquisito (Papeschi et al. 2003), riveste un ruolo rilevante nella scelta femminile (Mateos e Carranza 1995, Mateos e Carranza 1997) e può inoltre indicare le condizioni fisiche del maschio e i suoi livelli di androgeni (Briganti et al. 1999, Papeschi et al. 2000). Un recente studio ha

inoltre rilevato una relazione positiva fra la dimensione di questo ornamento e la capacità di sopravvivenza in natura (Papeschi e Dessì-Fulgheri 2003).

Vari sono i meccanismi attraverso cui le femmine attuano la loro scelta: invito all'accoppiamento, ma anche meccanismi post-copula, quali la scelta dello sperma con cui fecondare le proprie uova attraverso particolari adattamenti anatomici (scelta femminile criptica) (Oring et al. 1992) o comportamentali.

Il fenomeno che regola ulteriormente il successo riproduttivo della femmina di numerose specie, allocazione differenziale (Burley 1986, Burley 1988, de Lope e Moller 1993, Sheldon 2000), consiste nella capacità delle femmine di calibrare il loro investimento parentale in base al successo riproduttivo atteso. Il concetto di investimento parentale suppone infatti che il genitore sostenga un costo in termini di tempo e di energia aumentando così il successo riproduttivo attuale a scapito di future possibilità di riprodursi. Poiché il successo riproduttivo dipende dalla qualità genetica del maschio, le femmine tenderebbero ad investire di più se accoppiate con maschi di qualità superiore. Un effetto dell'investimento differenziale femminile potrebbe essere che i maschi scelti hanno proporzionalmente una discendenza maggiore rispetto agli altri maschi e questo fatto sarebbe una componente aggiuntiva della pressione selettiva sessuale (Petrie e Williams 1993).

Diversi studi hanno dimostrato come quest'investimento differenziale si manifesti proprio nelle caratteristiche (quantità e qualità) delle uova prodotte, nel senso che in alcune specie le femmine che si accoppiano con maschi di miglior qualità, segnalata dagli ornamenti, producono più uova, come accade nel pavone (Petrie e Williams 1993) o nel gallo domestico (Forkman e Corr 1996).

Inoltre nel germano reale le femmine producono uova più grandi se accoppiate con maschi preferiti (Cunningham e Russel 2000); un risultato analogo è stato trovato anche nei pesci appartenenti alla specie *Pterapogon kauderni* (Kolm 2001). Altri autori hanno trovato che le femmine sono in grado di fornire alle uova, prodotte in seguito all'accoppiamento con maschi scelti, una maggiore protezione immunologica (Saino et al. 2001) o un maggiore apporto ormonale (Gil et al. 1999) o di nutrienti.

Attraverso questi meccanismi le femmine sono in grado di influire sulla vitalità e sulla sopravvivenza della prole; questo è di importanza fondamentale negli uccelli in cui lo sviluppo dell'embrione e del pulcino, nei primi giorni di vita, dipende da ciò che le femmine hanno fornito alle uova (Williams 1994). Numerosi studi hanno infatti dimostrato l'importanza, in vari ordini di uccelli, della dimensione dell'uovo nel determinare il peso alla nascita del pulcino, il tasso di accrescimento e la probabilità di sopravvivenza nelle prime settimane di vita (Perrins 1965, Blomqvist et al. 1997, Hegyi e Sasvari 1998, Hillstrom 1999, Jager et al. 2000, Badzinski et al. 2002). Uova più grandi possono aumentare il successo riproduttivo in quanto da esse nascono pulcini che sono strutturalmente più grandi o hanno maggiori riserve energetiche. In particolare i lipidi contenuti nel sacco vitellino sono di fondamentale importanza perché forniscono al pulcino le riserve energetiche necessarie dal momento della schiusa fino alla fase di alimentazione indipendente (Vieira e Moran 1999).

Sono stati affrontati alcuni di questi problemi con una serie di ricerche svolte nell'ambito del Progetto MIPAF. In particolare sono stati studiati:

1. Effetti dei ripopolamenti sulle popolazioni naturali;
2. Effetti del contenuto in fibra della dieta in allevamento sulla sopravvivenza in natura;
3. Effetti delle modalità di allevamento secondo un protocollo di qualità sulla sopravvivenza e uso dello spazio;
4. Effetti della selezione artificiale per la dimensione degli ornamenti maschili sull'investimento femminile e sull'efficienza riproduttiva;
5. Effetti della selezione artificiale per la dimensione degli ornamenti maschili su comportamento, uso dello spazio e sopravvivenza della prole.

Effetti dei ripopolamenti sulle popolazioni naturali

La tipologia di intervento del "ripopolamento" per il fagiano, utilizzando soggetti provenienti da allevamenti, molto diffusa in tutti gli Ambiti Territoriali di Caccia (ATC), spesso risulta l'unica tecnica di immissione utilizzata. Diversi studi hanno dimostrato come i fagiani di allevamento abbiano una scarsa attitudine ad ambientarsi in natura. Nell'ATC Firenze 4 le popolazioni di fagiano allo stato naturale sono in forte declino, con densità locali molto basse: si è voluto quindi studiare, all'interno di due istituti a divieto di caccia, Zona di Ripopolamento e Cattura (ZRC), nei due anni successivi al rilascio di fagiani di allevamento la presenza e l'interazione di questi con le popolazioni naturali ancora presenti al momento dell'immissione.

Materiali e metodi

Lo studio è stato condotto nelle ZRC di Cafaggio (640 ha) e Scopeto (870 ha), nel territorio dell'ATC 4, in Provincia di Firenze.

Nel 1998 sono stati immessi, nella ZRC di Cafaggio tramite recinto di ambientamento, 600 fagiani di allevamento, di una età compresa tra i 90 e i 100 giorni, marcati con poncho colorato in P.V.C.

Nel 1999 sono stati immessi, rispettivamente 300 fagiani di allevamento nella ZRC di Cafaggio e 500 nella ZRC di Scopeto, sempre tramite recinto di ambientamento. Tutti gli animali immessi avevano una età compresa tra i 90 e i 100 giorni e sono stati marcati con poncho colorato in P.V.C.

Dall'ottobre del 1999 al settembre del 2001 sono stati eseguiti dei censimenti settimanali su percorsi campione svolti su autovettura per la determinazione dell'I.K.A. (Indice Kilometrico di Abbondanza).

Per l'analisi statistica, i dati sono stati accorpati per trimestri e sono stati condotti G-test separatamente per classi di sesso e per tipologia di fagiano.

Risultati e discussione

Nella ZRC di Scopeto il primo trimestre successivo all'immissione è caratterizzato sia per i maschi che per le femmine dal maggior numero di animali immessi rispetto ai selvatici (figura 1 e figura 2).

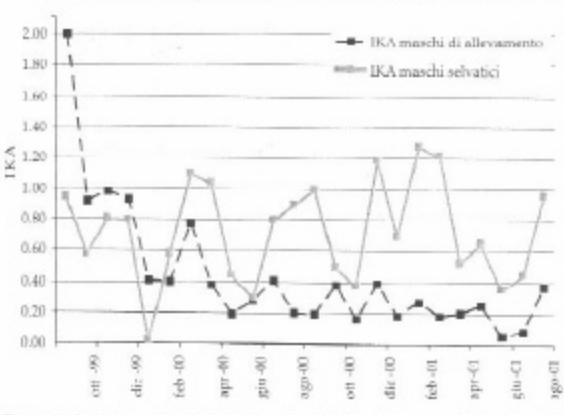

Figura 1. Confronto dell'Indice Kilometrico di Abbondanza tra fagiani maschi rilasciati nel 1999 e fagiani maschi selvatici.

Ciò è dovuto essenzialmente alla concentrazione di fagiani apportata dall'immissione. Nei mesi successivi, il numero degli animali selvatici, pur subendo variazioni dovute ai mutamenti ambientali, alla biologia della specie, ed a fattori esterni, rimane permanentemente superiore a quello degli animali immessi. Quindi, mentre per le popolazioni naturali abbiamo in genere tre picchi di presenza, che sono

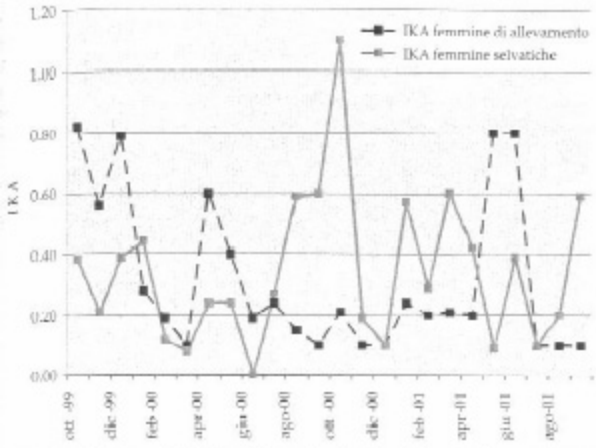

Figura 2. Confronto dell'Indice Kilometrico di Abbondanza tra fagiani femmine rilasciati nel 1999 e fagiani femmine selvatici.

marzo-aprile (mesi pre-riproduttivi in cui si formano e si consolidano gli harem), luglio-agosto (aumento dovuto alle nascite) e ottobre-novembre (come effetto dell'attività venatoria all'esterno), con la diminuzione a febbraio dovuta alle catture, la presenza delle popolazioni immesse è ben rappresentata da una curva che tende verso lo zero, pur mostrando anch'essa i tre picchi precedentemente accennati. Nella ZRC di Scopeto per quel che riguarda l'aumento numerico di animali selvatici dovuto agli animali immessi dopo la riproduzione, questo non è significativo, cioè non vi sono differenze tra la popolazione selvatica esistente prima delle immissioni e quella censita l'anno successivo all'immissioni degli animali di allevamento. Ciò può essere facilmente spiegato pensando che la ZRC di Scopeto (870 ha), in particolare, ha avuto sempre una buona popolazione naturale di fagiano al proprio interno, come dimostra l'I.K.A. verificato ad ottobre 1999 di 0,94 per i maschi e 0,34 per le femmine.Non andando a modificare in senso profondo i fattori limitanti presenti, come l'ambiente o i predatori, la popolazione ormai stabilizzata occupa totalmente l'area "vocata" all'interno della ZRC, e il naturale irradiamento della popolazione immessa viene accentuato dal comportamento territoriale dei maschi nel periodo riproduttivo. Nella ZRC di Cafaggio le differenze fra animali immessi nel 1999 e animali selvatici rispecchiano quelle già esaminate nella zona di Scopeto (figura 3 e figura 4).

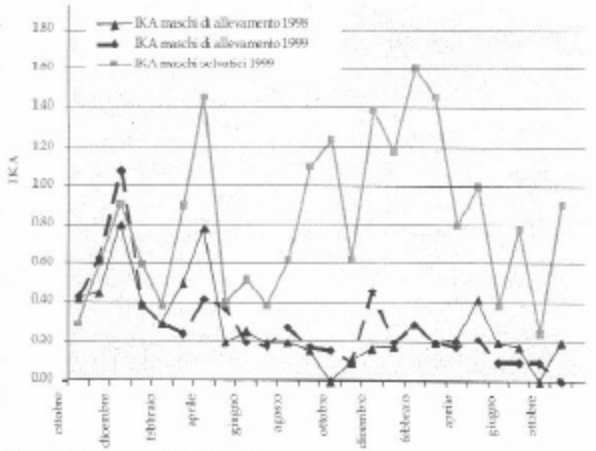

Figura 3. Confronto dell'Indice Kilometrico di Abbondanza tra fagiani maschi selvatici e quelli rilasciati nel 1998 e nel1999.

In questa zona è stato di grande interesse

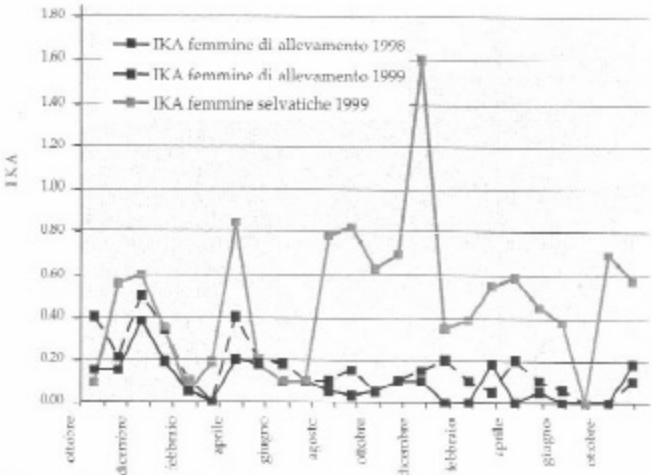

Figura 4. Confronto dell'Indice Kilometrico di Abbondanza tra fagiani femmine selvatici e quelli rilasciati nel 1998 e nel1999.

lo studio degli effetti dell'immissione effettuata l'anno precedente (1998). La presenza dei maschi immessi nel 1998 nei primi sei mesi di rilevamento non appare differente da quella dei maschi selvatici. Poi, a partire dal periodo riproduttivo, il rapporto diviene a favore dei selvatici fino al termine delle osservazioni. Questo può essere spiegato con il riappropriarsi da parte dei maschi selvatici dei territori migliori per la riproduzione, che occupavano prima dell'immissione degli animali nel 1998. Per le femmine la presenza è inferiore al gruppo delle selvatiche per tutto il periodo di osservazione. La presenza dei maschi 1998 e 1999 non appare in genere differente nel periodo di studio, neanche al momento dell'immissione di questi ultimi. Differenze vi sono solo nel periodo riproduttivo del primo anno quando i maschi più adulti vanno ad occupare i territori migliori per la riproduzione, e nel primo trimestre del secondo anno di osservazioni, differenza forse dovuta alla pratica venatoria che li spinge di nuovo all'interno della ZRC.

Tabella 1. Componenti dei mangimi per fagiani (forniti dalla "Progeo S.c.r.l." Reggio Emilia).

Mangime bassa fibra (%)		Mangime alta fibra (%)	
Frumento	5,00	Medica dis. nazionale	17,50
Mais nazionale	40,20	Mais nazionale	23,00
Cruschello frum. duro	6,58	Cruschello frum. duro	14,50
Melasso di canna	2,10	Farina di estr. girasole	15,00
Farina di estr. soia	37,00	Farina di estr. soia	19,40
Soia estrusa	4,42	Soia estrusa	7,88
Olio palma raffinato	1,10	Lisina	0,11
Carbonato calcio granulato	1,13	Carbonato calcio granulato	0,57
Fosfato bicalcico	1,23	Fosfato bicalcico	0,88
Cloruro di sodio	0,33	Cloruro di sodio	0,33
Vitameth A	0,06	Vitameth A	0,06
Vitameth E	0,06	Vitameth E	0,06
Alimet	0,16	Alimet	0,13
Colina liquida 75%	0,13	Colina liquida 75%	0,13
Vitamix polli	0,50	Vitamix polli	0,50

Per le femmine l'andamento è diverso. Le femminine 1999 sembrano prevalere per quasi tutto il primo anno di osservazione, a partire dal primo trimestre del secondo anno questa differenza scompare. La cosa interessante è che nel primo anno di osservazioni l'apporto delle popolazioni immesse sui selvatici (I.K.A. ottobre 1999 0,31 per i maschi e 0,09 per le femmine) nella ZRC di Cafaggio appare significativo. L'immissione del 1999, grazie alla sua ripercussione di

po riproduttivo, aumenta il numero di individui selvatici in modo significativo. Questo risulta ancora di maggiore importanza pensando anche allo stesso apporto dato l'anno precedente dagli animali immessi nel settembre 1998. L'anno dopo questo fenomeno non si ripete, e la popolazione selvatica sembra essersi stabilizzata. La spiegazione più convincente è che si sia venuta a creare la medesima situazione di dinamica di popolazione di Scopeto: avendo agito in modo massiccio su un unico fattore limitante (la densità), la popolazione è arrivata ad un punto in cui se non andiamo ad operare su altri fattori limitanti (ambiente, predatori) non può più crescere in modo naturale.

I dati di questo studio hanno dimostrato che le immissioni di fagiani di allevamento in istituti faunistici a divieto di caccia possono avere ripercussioni positive solo nei casi in cui uno dei fattori limitanti sia la densità (I.K.A. < valore soglia). In casi in cui la presenza dei soggetti allo stato naturale sia buona (I.K.A. > valore soglia) le immissioni non hanno alcun effetto sulle popolazioni selvatiche e gli animali immessi tendono a scomparire nell'arco di due anni. I dati hanno dimostrato anche che, come nel caso di Cafaggio, una volta risolto il problema della densità, per far aumentare la popolazione di animali selvatici, si debba andare ad operare sugli altri fattori limitanti, come ambiente, uso dei recinti di ambientamento, predazione e antropizzazione.

Effetti del contenuto in fibra della dieta in allevamento sulla sopravvivenza in natura

La dieta dei fagiani in natura è costituita da alimenti vegetali con alto contenuto in fibra (percentuale superiore al 20%) e bassa digeribilità; è quindi opportuno abituare i fagiani destinati alle immissioni a sostanze il più possibile simili a quelle che essi ritroveranno nell'ambiente naturale. L'individuazione di una corretta strategia alimentare di allevamento, al fine di ottenere fagiani in grado di adattarsi nel minor tempo possibile all'ambiente naturale e di ricostituire popolazioni stabili in grado di autoriprodursi, può rappresentare quindi una prima soluzione per ottenere soggetti idonei alle immissioni.

Con questo studio si è voluto valutare strategie alimentari e di allevamento in grado di assicurare sotto il profilo etologico soggetti capaci di adattarsi in modo soddisfacente alla vita selvatica e analizzare gli ambienti frequentati dagli animali immessi, la loro dispersione nei territori circostanti e la capacità di sfruttamento delle risorse alimentari naturali.

Tabella 2. Contenuti analitici dei mangimi.

	Mangime bassa fibra (%)	Mangime alta fibra (%)
Proteina grezza	23,0803	23,0559
Fibra grezza	4,4007	11,8934
Grassi grezzi	4,5642	3,9945
Ceneri grezze	6,2873	7,0568
Metionina	0,5	0,5

Tabella 3. Principali contenuti analitici influenti sul tenore di fibra dei mangimi.

	Mangime bassa fibra (%)	Mangime alta fibra (%)
Emicellulose	6,8178	7,9862
Cellulose	5,027	11,7746
Lignine	0,7067	3,6222

Materiali e metodi

Lo studio è stato condotto nella Zona di Ripopolamento e Cattura (ZRC) di Cafaggio, nel Territorio dell'ATC 4, in Provincia di Firenze.

Nel settembre 1999 sono stati immessi di 300 fagiani di allevamento (90-100 gg) marcati con poncho colorato, tramite recinto di ambientamento. Il 50% degli animali è stato alimentato dal 45° giorno di età fino all'immissione con mangime ad alto contenuto di fibra (12%, contro 4,5% del mangime utilizzato abitualmente; tabella 1, tabella 2 e tabella 3).

Dall'ottobre 1999 al gennaio 2000 sono stati condotti censimenti settimanali su due

percorsi campione svolti su autovettura per la determinazione dell'I.K.A. (Indice Kilometrico di Abbondanza): Sono stati inoltre effettuati dei percorsi campione per la ricerca di individui morti o predati per l'attribuzione delle cause di morte.

Risultati e discussione

Il confronto degli indici di abbondanza relativi tra i due gruppi sperimentali (Alta Fibra Bassa Fibra) mostra come, in entrambi i percorsi, siano stati conteggiati in numero significativamente maggiore gli individui alimentati con mangimi ad alta fibra (*Likelihood Ratio test*=14,597, df=5, p=0,012; *Likelihood Ratio-test*=21,601, df=12, p=0,042), mentre non si sono evidenziate differenze significative tra i sessi.

Questi risultati suggeriscono che i fagiani allevati con mangime ad alta fibra presentano una migliore capacità di sfruttamento delle risorse trofiche e ambientali e un più rapido adattamento all'ambiente naturale, che si traduce in una maggiore sopravvivenza.

Dall'analisi delle cause di morte (incidente in voliera, predatore terrestre, rapace, caccia, falciato), non risultano differenze significative tra i due gruppi sperimentali nè tra sessi, anche se va tenuto in considerazione il basso numero di individui morti o predati identificabili nell'area di studio. E comunque interessante sottolineare come le cause di morte siano diverse a seconda del luogo del ritrovamento (*Likelihood Ratio test*=20,593, df=9, p=0,015; figura 5): se è scontato che la principale causa di morte all'interno delle voliere di ambientamento sia lo stress, va sottolineato come l'incidenza dei predatori terrestri sia più forte all'interno del recinto di ambientamento piuttosto che nel territorio libero della ZRC, dove principale causa di morte dei fagiani immessi è la pratica della falciatura dei prati; mentre per gli individui usciti dai confini della ZRC pressoché unica causa di morte è l'attività venatoria, presente durante tutto il periodo di studio.

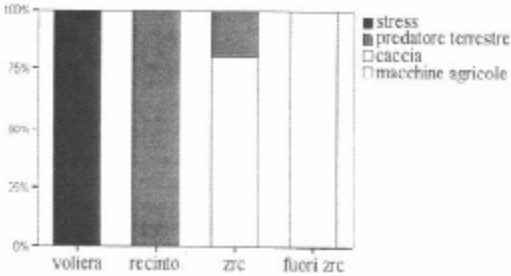

Figura 5. Confronto della attribuzione della mortalità tra le diverse zone di ritrovamento delle marcature.

Effetti delle modalità di allevamento secondo un protocollo di qualità sulla sopravvivenza e uso dello spazio

Nel dicembre 2003 l'Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale della Toscana (ARSIA 2003) ha presentato un documento nel quale si individuano le linee guida per l'allevamento di fagiani di qualità destinati ai ripopolamenti seguendo in parte i suggerimenti contenuti nel Quaderno ARSIA 1/99 (Dessì-Fulgheri et al. 1999).

Lo scopo di questo studio è di valutare le differenze nella sopravvivenza e nell'uso dello spazio di fagiani di allevamento rilasciati in natura e allevati secondo due protocolli differenti il disciplinare "Fagiano di Qualità", elaborato dall'ARSIA, e le procedure tradizionali di allevamento.

Materiali e metodi

Lo studio si svolge nella Zona di Ripopolamento e Cattura (ZRC) "Le Selve" di Borgo San Lorenzo (FI).

L'area copre una superficie complessiva di 650 ettari, in un tipico paesaggio di bassa collina toscana con estesi coltivi di mais e cereali intervallati a frutteti, vigneti e olivi, creando un panorama agricolo molto variegato. Sono inoltre presenti ampie macchie boschive, costituite principalmente da arbusti e cespugli. Le zone umide, quali laghetti e lunghi fossati, sono delimitate da pioppi, acacie, salici e bassa vegetazione arbustiva. Nell'ambito della gestione agricola è prevista la destinazione di campi incolti e colture a perdere (mais e sorgo) all'utilizzo da parte delle specie di interesse venatorio (fagiano comune, lepre, capriolo). L'urbanizzazione della zona è ridotta: compaiono casali sparsi e piccoli agglomerati rurali.

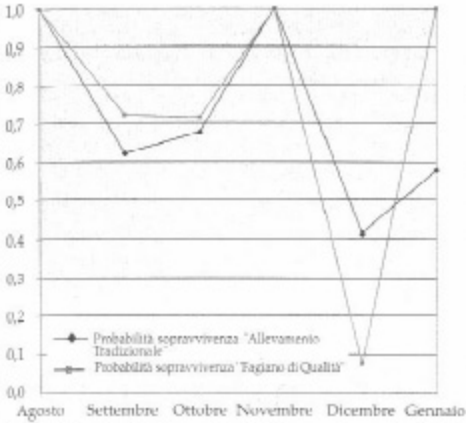

Figura 6. Confronto della probabilità di sopravvivenza tra fagiani "di qualità" e fagiani di allevamento tradizionale.

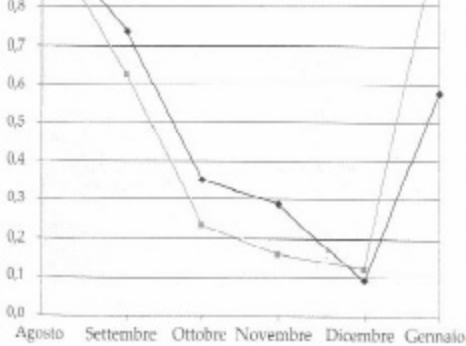

Figura 7. Confronto della probabilità di riavvistamento tra fagiani "di qualità" e fagiani di allevamento tradizionale.

All'interno della area di studio sono stati rilasciati 400 fagiani, di età non superiore ai 120 giorni, allevati secondo due differenti protocolli:

- 1.200 fagiani di ceppo semi-selvatico, allevati secondo le procedure tradizionali dell'allevamento a fini di ripopolamento, provenienti dall'Azienda Agricola Montepaldi s.r.l. di San Casciano Val di Pesa (Fi).
- 2. 200 fagiani di ceppo semi-selvatico, allevati secondo il disciplinare "Fagiano di Qualità", elaborato dall'ARSIA, provenienti dall'Azienda Agricola "Le Mura" Altieri di Bucine (Ar).

Il protocollo di qualità prevede, tra le altre, l'utilizzo di riproduttori provenienti da cattura in Zone di Ripopolamento e Cattura della regione Toscana, o, in alternativa, figli di soggetti selvatici, anche se nati in cattività; l'allevamento a terra dei riproduttori e l'allevamento dello stock produttivo in voliere con requisiti minimi di altezza da terra della copertura, superficie, densità di animali e con precise indicazioni sulla presenza di copertura vegetale, arbusti, alberi e zone terrose o sabbiose. Detta tempi e modalità nel trattamento dei pulcini e dei fagianotti, in modo da minimizzare il contatto tra gli stessi e gli operatori dell'allevamento e anticipare il più possibile il passaggio nelle voliere di finissaggio. Inoltre indica le tipologie di mangimi specifici per le età degli animali, in modo da aumentare gradualmente la percentuale di granaglie miste fino al 50% in peso. Vieta, infine, qualunque trattamento meccanico o farmacologico antipica o per limitare l'aggressività.

Il rilascio dei fagiani è avvenuto

mediante utilizzo di 2 voliere di ambientamento, posizionate all'interno di un recinto della superficie di 1 ha circa, nel periodo tra il 27 luglio e il 23 agosto 2005.

Per consentire un'immissione graduale dei fagiani nella zona ed evitare condizioni di temporaneo sovraffollamento ed eccessiva competizione tra gli animali, i fagiani sono stati rilasciati a gruppi di 100 individui (50 allevati secondo le procedure tradizionali e 50 allevati secondo il disciplinare "Fagiano di Qualità") dopo una settimana di ambientamento.

I fagiani sono stati marcati con un poncho in P.V.C., utilizzando due diverse colorazioni per il riconoscimento dei due gruppi e con sigle alfanumeriche per il riconoscimento individuale a distanza, mediante cannocchiale 20x.

Per il conteggio e il riconoscimento individuale dei fagiani immessi sono stati individuati dei percorsi da effettuare in macchina per un totale di 12 km, in modo da coprire tutta la superficie dell'area di studio.

Gli avvistamenti sono stati registrati su Carta Tecnica Regionale (CTR, scala 1:10000).

I conteggi sono stati effettuati con frequenza bisettimanale e sono stati trattati come dati ottenuti da marcatura e riavvistamento, raggruppati secondo un intervallo temporale di trenta giorni; in tal modo si è ottenuta una tabella con 6 occasioni di riavvistamento dal giorno del rilascio per un totale di 180 giorni.

Per l'analisi è stato utilizzato il programma "MARK" per Windows di G. White, per la stima della probabilità di sopravvivenza tra eventi successivi di riavvistamento dei due gruppi sperimentali, utilizzando il modello "Cormack- Jolly-Seber" (CJS) (Cooch e White 2001). Le probabilità di sopravvivenza e di riavvistamento sono state confrontate mediante G-test.

Per tutti i soggetti riconosciuti individualmente è stata misurata la distanza massima dal punto di rilascio come misura di dispersione; il confronto tra i due gruppi è stato effettuato mediante ANOVA a due fattori (sesso e gruppo).

Risultati

La probabilità di sopravvivenza dei fagiani allevati secondo il protocollo "Fagiano di Qualità" è significativamente superiore a quella dei fagiani allevati secondo le modalità tradizionali (G-test = 37,009; $p < 0,001$; figura 6), per tutto il periodo di studio, pur se con oscillazioni abbastanza simili.

La probabilità di riavvistamento dei fagiani allevati secondo il protocollo "Fagiano di Qualità" è significativamente inferiore a quella dei fagiani allevati secondo le modalità tradizionali (G-test = 18,134; $p < 0,01$; figura 7), anche se nell'ultima occasione di riavvistamento si assiste ad una probabile inversione della tendenza.

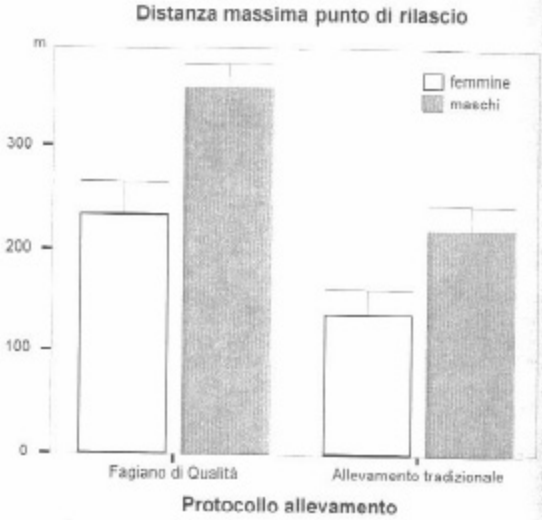

Figura 8. Confronto della dispersione tra fagiani "di qualità" e fagiani di allevamento tradizionale.

Il confronto della distanza massima dal punto di rilascio tra i due gruppi ha evidenziato una dispersione significativamente maggiore nei fagiani allevati secondo il protocollo "Fagiano di Qualità" rispetto ai fagiani allevati secondo le modalità tradizionali; in entrambi i gruppi, i maschi si sono dispersi in misura significativamente maggiore delle femmine (tabella 4, figura 8).

Discussione

I fagiani allevati secondo il protocollo "Fagiano di Qualità" hanno mostrato una maggiore probabilità di sopravvivenza rispetto ai fagiani allevati secondo le procedure convenzionali, nonostante una minore probabilità di riavvistamento, spiegabile con una maggiore dispersione nella area di studio. Questi risultati preliminari evidenziano una maggiore capacità degli animali allevati secondo il protocollo "Fagiano di Qualità" ad adattarsi in maniera più efficace alle condizioni naturali dell'ambiente, confermando l'efficacia degli accorgimenti proposti dal protocollo anche dopo soli pochi mesi dalla immissione in natura. I risultati ottenuti in questa fase iniziale dello studio, non sono comunque sufficienti a definire un quadro completo degli effetti della tecnica di allevamento proposta, in quanto di fondamentale importanza risulterà la stima del successo riproduttivo valutando i ranghi di dominanza dei maschi ed individuando le femmine con nidiata al seguito.

Effetto della selezione artificiale per la dimensione degli ornamenti maschili sull'investimento femminile e sull'efficienza riproduttiva

I fagiani maschi portatori di carunicole più grandi hanno dimostrato avere un maggior successo riproduttivo (Mateos e Carranza 1997) e di essere meno predati (Papeschi e Dessì-Fulgheri 2003): in tal senso la selezione artificiale condotta sulla base di tale ornamento potrebbe portare un miglioramento della qualità degli animali allevati.

Resta ancora da verificare se una tale selezione effettuata sui riproduttori abbia degli effetti sulla vitalità, la probabilità di sopravvivenza e l'adattabilità alle condizioni naturali dei pulcini nati in cattività. Per una comprensione più profonda dei meccanismi che sottostanno a tali processi è necessario anche indagare se la selezione effettuata sui maschi abbia un effetto genetico diretto sulla discendenza o se quest'effetto è mediato con l'allocazione differenziale dalle femmine in risposta all'aumentata attrattività dei maschi (Cunningham e Russel 2000).

Lo scopo del presente lavoro è quello di studiare l'ipotesi secondo la quale in una specie sessualmente dimorfica le femmine modulino il loro sforzo riproduttivo in relazione al grado di ornamentazione del maschio con cui si accoppiano (Petrie e Williams 1993, Moller e de Lope 1995, Forkman e Corr 1996, Cunningham e Russell 2000, Sheldon 2000). Lo sforzo riproduttivo è valutato in termini di numero di uova deposte e di peso delle uova. È stato quindi verificato l'effetto congiunto dell'investimento femminile e dell'effetto paterno (Sheldon et al. 1997) sulla vitalità dei pulcini, valutata in termini di peso alla nascita, di accrescimento e di sopravvivenza.

Materiali e metodi

Lo studio si è svolto presso l'allevamento sperimentale dell'Azienda Agricola di Montepaldi s.r.l. situata nel comune di San Casciano Val di Pesa (FI), inserendosi nel ciclo produttivo dell'allevamento stesso e intervenendo nella scelta dei riproduttori.

I fagiani maschi usati per lo studio appartenevano in parte alla linea Montepaldi (M) e in parte alla linea Americani (A). I fagiani Montepaldi provenienti in origine da cattura sono stati in allevamento dal 1980 nell'azienda stessa; i fagiani Americani provenienti da un allevamento situato nel comune di Montaione sono stati introdotti nell'allevamento nel

1997. Le femmine erano tutte Montepaldi. Negli anni successivi quindi si sono sviluppate nell'allevamento due linee diverse, una Montepaldi (M) e una mista derivata da padri Americani e da madri Montepaldi (AM).

Di questo fatto si è tenuto conto eseguendo test separati per le due linee.

Una volta misurati tutti gli animali maschi disponibili i soggetti sono stati ordinati secondo la dimensione verticale media (media delle misure destra e sinistra) della caruncola (CVM) e quindi sono stati scelti gli animali appartenenti alle categorie più esterne fino al raggiungimento del numero desiderato. All'interno di ogni linea presente in azienda sono stati così costituiti due gruppi sperimentali selezionati in base alla dimensione verticale della caruncola. In seguito le due categorie saranno designate come Caruncola Piccola (CP) e Caruncola Grande (CG).

Durante la stagione riproduttiva (dal 17 marzo al 5 giugno), le uova sono state raccolte giornalmente e marcate con data e box di riproduzione.

L'intero periodo di deposizione è stato suddiviso in tre mesi (di 28 giorni) e in 12 settimane. Tutti i test sono stati eseguiti separatamente per ciascuno dei tre mesi.

Per ogni box, è stato calcolato il numero medio giornaliero di uova deposte per femmina, dividendo il totale giornaliero per il numero di femmine; e il numero medio giornaliero per ogni settimana, sommando le medie giornaliere relative ai giorni di quella settimana e dividendo per 7.

Poiché tali medie sono state ricavate da gruppi non bilanciati sono stati eseguiti test parametrici applicando il metodo dei minimi quadrati ponderati.

È stato inoltre calcolato il tasso di accrescimento medio dei pulcini dalla nascita a 3 settimane di età mediante l'indice: (Peso a 3 Settimane–Peso alla nascita)/Peso alla nascita.

Per confrontare le deposizioni giornaliere medie, il peso medio delle uova, il peso medio dei pulcini alla nascita è stata usata l'analisi gerarchica della varianza (*nested* ANOVA) a tre fattori: CVM, box annidato in CVM e settimana. Per confrontare il peso medio dei pulcini a 3 settimane di età è stata usata l'analisi gerarchica della varianza a due fattori: CVM e box annidato in CVM. Per confrontare gli accrescimenti dei pulcini è stato usato il test t di Student. Per confrontare le deposizioni, il peso delle uova e il peso dei pulcini alla nascita sono stati eseguiti test mese per mese, mentre per confrontare il peso dei pulcini a 3 settimane di età e gli accrescimenti sono stati eseguiti test schiusa per schiusa.

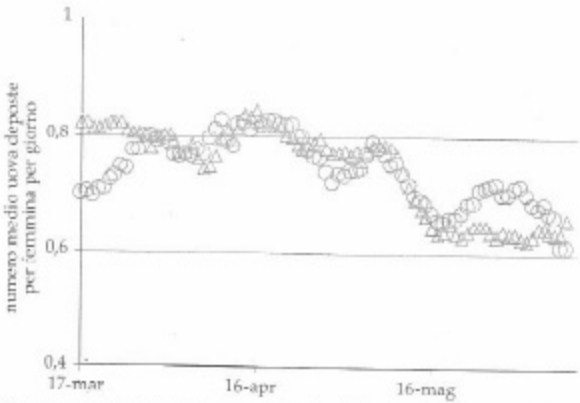

Figura 9. Andamento temporale delle deposizioni per le due categorie di caruncola CP e CG.

Per confrontare il numero delle uova fecondate e scartate alla speratura, il numero dei pulcini nati e il numero delle uova non schiuse fra gruppi sperimentali è stato usato il G test.

Risultati

Il numero di uova deposte per femmina differisce significativamente fra le settimane ($F=3,731$; $df=11$; $p<0,001$), nel senso che nel corso della stagione aumenta fino alla prima settimana di maggio per poi diminu-

ire fino alla fine della stagione riproduttiva (figura 9), mentre non c'è differenza nel numero di uova deposte per femmina fra le due categorie sperimentali , CP e CG, se si considera l'intero periodo di deposizione (F=0,456; df=1; p=n.s.).

Invece i test eseguiti mese per mese hanno rivelato differenze significative fra i due gruppi sperimentali: nella linea AM, le femmine accasate nei box con maschi CG depongono meno uova di quelle accasate con maschi CP nel secondo mese di deposizione (CG=0,75 ±0,01; CP=0,80 ±0,01; F=7,419; df=1; p=0,010); nella linea M, le femmine accasate con maschi CG depongono meno uova di quelle accasate con maschi CP nel primo mese di deposizione (CG=0,75 ±0,02; CP=0,84 ±0,02; F=10,014; df=1; p=0,003), mentre nel terzo mese accade il contrario (CG=0,71 ±0,02; CP=0,66 ±0,02; F=8,677; df=1; p=0,006).

Il peso medio delle uova deposte differisce significativamente fra le settimane (F=9,427; df=11; p<0,05), nel senso che nel corso della stagione aumenta fino alla prima metà di maggio per poi diminuire (figura 10).

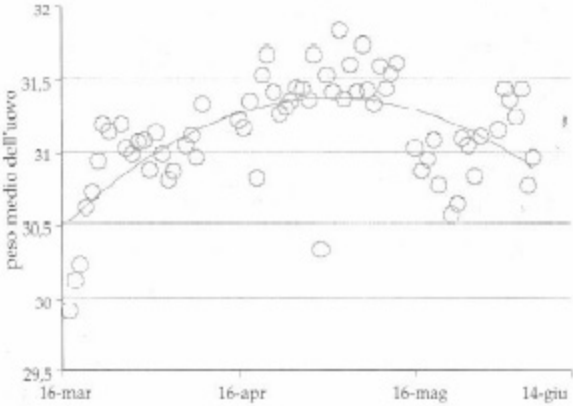

Figura 10. Variazione nel tempo del peso medio delle uova deposte.

Considerando l'intero periodo di deposizione, le femmine accasate nei box con maschi CG depongono uova più leggere di quelle accoppiate con maschi CP sia nella linea AM (CG= g 30,87 ±0,05; CP= g 31,37 ±0,05; F=37,983; df=1; p<0,001) che nella linea M (CG= g 30,84 ±0,05; CP= g 31,43 ±0,06; F=52,211; df=1; p<0,001).

Il peso medio alla nascita risulta minore nei pulcini nati da maschi CG rispetto a quello dei pulcini nati da maschi CP: nella linea AM nel primo (CG= g 19,30 ±0,08; CP= g 19,59 ±0,07; F=7,603; df=1; p=0,006) e nel terzo mese di deposizione (CG= g 18,18 ±0,13; CP= g 18,50 ±0,08; F=4,232; df=1; p=0,040); nella linea M solo nel secondo mese di deposizione (CG= g 18,43 ±0,09; CP= g 18,86 ±0,11; F=9,546; df=1; p=0,002). Inoltre il peso alla nascita dei pulcini sopravvissuti a tre settimane (n=512; $\bar{x}$= g 20,03 ±0,087) non differisce significativamente dal peso alla nascita dei pulcini morti entro le prime tre settimane di vita (n=704; $\bar{x}$=19,89 ±0,07; t=1,291; df=1214; p=n.s.).

Il peso medio dei pulcini a 3 settimane di vita non risulta differente tra i gruppi sperimentali, nè nella linea AM (CG= g 99,4 ±1,9; CP= g 99,1 ±1,8; F=0,011; df=1; p=n.s.), nè nella linea M (CG= g 98,9 ±1,8; CP= g 99,1 ±2,3; F=0,006; df=1; p=n.s.).

Nella misura dell'accrescimento si osservano differenze significative tra i gruppi sperimentali solamente nei i pulcini nati nella prima schiusa della linea AM (CG=3,60 ±0,06; CP=3,39 ±0,07; t=2,504; df=11; p=0,029).

Infine, la percentuale di uova schiuse sul numero di uova deposte risulta più elevata nel gruppo CG rispetto al gruppo CP nella terza schiusa sia della linea AM (G=8,504; df=1; p=0,004), sia della linea M (G=6,674; df=1; p=0,010).

Discussione

Questo lavoro ha dimostrato che le dimensioni della caruncola perioculare del maschio nel fagiano comune influiscono sulla modulazione dello sforzo riproduttivo femminile. Infatti le femmine accasate con maschi dotati di caruncola grande pur producendo meno uova nella fase iniziale della stagione riproduttiva mantengo più alta la produzione nella fase finale quando l'investimento energetico è più costoso. L'effetto della selezione artificiale da noi operata sulla base della dimensione della caruncola sull'investimento delle femmine nel numero di uova deposte non è rilevabile se si analizzano i dati accorpati per l'intera stagione riproduttiva. Analizzando invece i risultati per periodi più brevi (mensili) all'interno della stagione riproduttiva è stato osservato che le femmine accasate con maschi CG fanno meno uova delle femmine accasate con maschi CP nel primo periodo (marzo-aprile), mentre ne fanno di più in maggio. Questo fatto potrebbe suggerire che in un momento critico quale è quello finale, in cui la maggior parte delle riserve e delle capacità di produzione si stanno per esaurire, le femmine accoppiate con maschi di migliore qualità decidono di investire su un ulteriore tentativo riproduttivo. Questa maggiore produzione nel periodo finale corrisponde, a livello temporale, a una possibile seconda nidificazione.

Inoltre anche se il numero di uova deposte dalle femmine accasate con maschi CG è stato inferiore e queste sono risultate più leggere e da esse sono nati pulcini più leggeri, si è osservato un interessante fenomeno di compensazione: infatti i pulcini nati da padri CG pur avendo alla nascita un peso inferiore (concorde con il peso delle uova) hanno avuto un tasso di accrescimento maggiore, compensando il minor peso iniziale in tre settimane. Sulla base di questo risultato si possono fare due ipotesi: una prima ipotesi potrebbe essere che le femmine abbiano investito di più producendo uova di qualità superiore, sebbene più leggere; l'altra ipotesi, è che nei pulcini si fanno sentire gli effetti dalla qualità genetica dei padri. La seconda ipotesi comunque non esclude la prima, anzi sarebbe proprio il motore che, concordemente alla teoria dei buoni geni, regolerebbe l'investimento differenziale femminile. I dati ottenuti in questo studio indicano che la scelta dei maschi riproduttori sulla base della dimensione della caruncola può essere un valido complemento alla tecniche di allevamento di questa specie a fini gestionali: infatti i pulcini di fagiano figli di maschi dotati di caruncole più grandi hanno mostrato un tasso di accrescimento superiore nelle prime tre settimane di vita, elementi questi che indicano una buona vitalità e una potenziale maggiore sopravvivenza.

Effetti della selezione artificiale per la dimensione degli ornamenti maschili su comportamento, uso dello spazio e sopravvivenza della prole

Lo scopo del presente studio è quello di valutare se la selezione per gli ornamenti maschili ed in particolare per la caruncola perioculare, influenzi l'investimento femminile differenziale, la sopravvivenza, l'uso dello spazio e il successo riproduttivo potenziale nel fagiano comune (*Phasianus colchicus*), al fine di verificare l'ipotesi secondo la quale gli ornamenti paterni sarebbero un segnale onesto di effettiva qualità genotipica trasmissibile alla prole (Andersson 1987, Andersson 1994).

Materiali e metodi

Lo studio è stato condotto presso l'allevamento sperimentale di Montepaldi dell'Università di Firenze dove è stata condotta una selezione artificiale sui maschi di fagiano comune in base alla dimensione verticale della caruncola, scegliendo e marcando i riproduttori maschi dotati di caruncola rispettivamente più grande e più piccola rispetto alla misura media. A partire da maggio 2001, 10 maschi derivati da questa selezione, in particolare 5 dotati di caruncola grande (CG) e 5 piccola (CP), sono stati distribuiti in 10 box da riproduzione con 6 femmine ciascuno. Dall'inizio del periodo di deposizione, tutte le uova sono state prelevate

dai box, marcate, pesate ed incubate artificialmente. Su un campione di uova sono stati misurati il peso del guscio, del tuorlo e dell'albume. I pulcini sono stati marcati con anellini tarsali e pesati rispettivamente alla schiusa, ad uno e due mesi. Ad otto mesi di età gli animali sono stati nuovamente misurati, marcati con ponchos numerati individualmente e rilasciati nella Zona di Ripopolamento e Cattura (ZRC) Borgo S. Lorenzo-Le Selve, in Provincia di Firenze. Dal momento del rilascio in natura gli animali sono stati seguiti giornalmente mediante censimenti a vista su percorsi fissi. Sui maschi marcati riavvistati sono state effettuate analisi comportamentali basandosi su un etogramma definito (C. Giannelli, Tesi di Laurea): sulla base delle osservazioni comportamentali i maschi osservati sono stati distinti in 'Sessualmente Attivi' e 'Sessualmente Non Attivi'.

I dati sono stati trattati principalmente con analisi gerarchica della varianza (*nested* ANOVA). Il tasso di accrescimento medio dei pulcini è stato calcolato usando la formula (Peso Finale – Peso Iniziale)/Peso Iniziale. E' stata eseguita una ANCOVA sul peso dei pulcini alla schiusa controllando per il peso delle uova medio. Dai rilievi sul campo, per ogni animale, è stato calcolato, mediante kernel, l'home range (HR) e sono state rilevate le differenze nelle preferenze ambientali per i due gruppi comportamentali, mediante regressione logistica *(Forward Stepwise Wald)*. Il confronto fra le due categorie comportamentali 'Sessualmente Attivi' e 'Sessualmente Non Attivi' è stato effettuato mediante test del χ^2. La sopravvivenza nei due gruppi sperimentali (CG e CP) ed il tasso di riavvistamento sono stati stimati mediante l'applicazione del modello Cormack-Jolly-Seber utilizzando il programma MARK (Cooch e White 2001).

Risultati e discussione

Dall'analisi della covarianza (ANCOVA), confrontando il peso medio dei pulcini alla schiusa controllando per il peso medio delle uova, si osserva che i pulcini figli di padri con Caruncola Grande, a parità di peso di uovo, alla schiusa pesano significativamente di più rispetto ai figli di padri con Caruncola Piccola (CG= g 19,9 ±0,1; CP= g 19,5 ±0,1; $F_{1,17}$=5,383; p=0,033). Pur non avendo dati sullo sviluppo embrionale, ciò sembra suggerire che ci sia un accrescimento differenziale del pulcino già dall'interno dell'uovo. Tale accrescimento differenziale si osserva anche dopo la schiusa: i pulcini del gruppo CG si accrescono in modo statisticamente significativo di più rispetto al gruppo CP nel primo mese di vita (CG=6,47 ±0,13; CP=6,01 ±0,12; $F_{1,228}$=6,715; p=0,010) e nell'intero periodo fino al momento del rilascio in natura (CG=68,2 +1,24; CP=63,4 ±1,29; $F_{1,161}$=7,121; p=0,009). Per il gruppo CG dunque questo accrescimento precoce potrebbe rappresentare un vantaggio in termini di sopravvivenza in natura come dimostrato per altre specie (Hillstrom 1999). Infatti il confronto delle componenti dell'uovo (guscio, albume e tuorlo) tra i due gruppi sperimentali evidenzia come, pur non essendoci differenze di peso totale, le uova deposte da femmine accasate con maschi CG contengono più tuorlo delle uova deposte da femmine accasate con maschi CP (CG= g 10,24 ±0,09; CP= g 9,99 ±0,09; $F_{1,226}$=3,790; p=0,05), confermando risultati di precedenti studi sull'investimento differenziale femminile in base alla "qualità" dei maschi: la maggior quantità di tuorlo allocata nelle uova assicura ai pulcini quella riserva energetica necessaria nei primi giorni di vita, sia per la sopravvivenza, sia per lo sviluppo corporeo.

Dalle osservazioni seguite al rilascio in natura sono emersi aspetti interessanti. Per quanto riguarda l'analisi degli ornamenti, si osserva una correlazione tra le dimensioni verticali della caruncola degli animali rilasciati e le dimensioni verticali della caruncola dei padri (r_S=0,387; n=80; p<0,01); inoltre, dall'analisi delle osservazioni comportamentali, i maschi CG sono risultati sessualmente più attivi rispetto ai maschi CP (χ^2=4,305; n=46; df=1; p<0,05). Questi risultati sono in accordo con l'ipotesi dei buoni geni in quanto dimostra che l'ornamento non è soltanto un carattere che viene passivamente ereditato ma associato ad esso c'è un

segnale di qualità che si manifesta come successo riproduttivo potenziale. Nel fagiano maschio la territorialità è spesso legata all'età, ovvero i maschi dominanti sono anche i più vecchi (Grahn et al. 1993). Di conseguenza, la maggiore attività sessuale riscontrata nel gruppo CG durante la loro prima stagione riproduttiva, potrebbe da una parte garantire un maggior successo riproduttivo nell'immediato, ma portare anche ad una condizione di territorialità l'anno successivo.

Le analisi sui censimenti a vista hanno rilevato differenze significative fra i due gruppi sperimentali sia per quanto riguarda la probabilità di sopravvivenza nei maschi (Fisher's Exact test; χ^2=26,481; df=16; p<0,01) e nelle femmine (Fisher's Exact test; χ^2=20,143; df=12; p<0,05) che di riavvistamento nei maschi (Fisher's Exact test; χ^2=10,996; df=4; p<0,05) e nelle femmine (Fisher's Exact test; χ^2=20,143; df=12; p<0,05). Le differenze si riscontrano soprattutto nei primi due mesi dopo il rilascio in corrispondenza del periodo riproduttivo, in cui si nota, in particolare per i maschi CG, non solo una maggiore probabilità di sopravvivenza ma anche di riavvistamento, confermando le analisi comportamentali e le analisi sulle preferenze ambientali (Variabili: Frutteti, Coltivi; classificazione=92,86%; N=28, χ^2=11.012, df=2, p=0.0041). I maschi CG, essendo infatti sessualmente più attivi rispetto ai maschi CP, si rendono più visibili alle femmine sia con i loro comportamenti di esibizione sia occupando zone più aperte.

I risultati del presente studio risultano dunque in accordo con l'ipotesi dei buoni geni (Andersson 1987) secondo la quale gli ornamenti maschili sono un segnale onesto di effettiva qualità genotipica trasmissibile alla prole in termini di maggiore capacità di accrescimento, sopravvivenza e successo riproduttivo potenziale.

Discussione generale

Effetti ripopolamenti

La ricerca sugli effetti dei ripopolamenti conferma che questi possono essere efficaci solamente se la densità è inferiore alla capacità portante del territorio e non vi sono cause limitanti in atto. Altrimenti queste ultime vanno identificate e attenuate o rimosse. Da sottolineare l'efficacia del metodo di immissione caratterizzato dall'uso di ampi recinti con volierette di ambientamento. La sopravvivenza registrata dopo l'immissione è nettamente superiore a quella registrata in altre esperienze dove non sono stati usati i recinti.

Fibra

I risultati di questa ricerca sono particolarmente interessanti perché documentano un effetto positivo di una dieta ad alta percentuale di fibra somministrata durante un periodo relativamente ridotto, da 45 o 50 a circa 100 giorni. Al contrario studi precedenti, sulla base di modificazioni morfologiche indotte nell'intestino, suggerivano periodi di somministrazione molto più lunghi (Mussa et al. 1995, Mussa et al. 1997). I nostri risultati hanno importanti conseguenze applicative perché permettono agli allevatori, senza un aggravio dei costi, di alimentare i fagianotti, dai 50 giorni al momento del rilascio in natura, con una dieta efficace.

Protocollo di qualità

Per quanto riguarda l'individuazione di un protocollo di allevamento capace di migliorare la sopravvivenza in natura dei soggetti immessi, i risultati preliminari della nostra ricerca suggeriscono che il protocollo ARSIA costituisce un primo significativo passo in questa direzione. A nostro parere un aspetto positivo di questo protocollo è la sua facile applicazione da parte degli allevatori. È chiaro comunque che per ottenere risultati più incisivi è necessario individuare dei ceppi di origine selvatica dove gli effetti della selezione naturale siano preponderanti rispetto a quelli della domesticazione.

Selezione per gli ornamenti maschili

Complessivamente gli effetti di una selezione positiva per le dimensioni della caruncola verticale maschile si sono rivelati favorevoli, sia in termini di produttività in allevamento che di sopravvivenza e successo riproduttivo in natura. Va comunque tenuto presente che i nostri risultati si possono al momento considerare indicativi, e che saranno necessarie altre sperimentazioni, variando le condizioni sperimentali, per confermarli. In particolare, siccome nel modello dei "buoni geni" gli ornamenti rappresentano un costo, una situazione con cibo disponibile *"ad libitum"* potrebbe permettere ad individui di bassa qualità genetica di esprimere comunque ornamenti di grandi dimensioni; lo stesso dicasi per una situazione riproduttiva senza competizione tra maschi. Gli effetti di una selezione per gli ornamenti potrebbero essere molto più netti in una situazione semi-naturale, con accesso al cibo limitato e competizione tra maschi, situazione peraltro molto complessa dal punto di vista sperimentale.

Conclusioni

Da queste ricerche si può individuare una serie di suggerimenti pratici di semplice applicazione che potrebbero aumentare in modo molto significativo la sopravvivenza dei soggetti rilasciati in natura.

a. Uso di un ceppo selezionato positivamente per le dimensioni della caruncola verticale maschile. Vantaggio in allevamento: successo riproduttivo superiore a quello prodotto da una scelta casuale dei riproduttori. Vantaggio in natura: migliore fitness (sopravvivenza e successo riproduttivo).

b. Uso di diete ad alta percentuale di fibra sia per i riproduttori (Dessì-Fulgheri et al. 2001b) che per i fagianotti con più di 50 giorni di età. Vantaggio in allevamento: Costo contenuto, successo riproduttivo migliorato, sopravvivenza pulcini migliorata (Dessì-Fulgheri et al. 2001b). Vantaggio in natura: migliore sopravvivenza nei maschi (simile ai controlli nelle femmine).

c. Il protocollo Fagiano di Qualità dell'ARSIA si è rivelato efficace e si potrebbe, in futuro, efficacemente integrare con il punto *b.*, introducendo una dieta con precise indicazioni del contenuto minimo di fibra.

L'uso in allevamento di ceppi selvatici di recente cattura non potrà che migliorare ciascuno dei punti critici indicati.

Bibliografia

Andersson, M. 1987: Genetic model of sexual selection: some aims, assumption and tests. - In: Brandbury, J.W., & Andersson, M. (Eds); Sexual Selection: Testing the alternatives. Springer-Verlag, Heidelberg.

Andersson, M. 1994: Sexual selection. Princeton University Press, Princeton (NJ).

Badzinski, S.S., Ankney, C.D., Leafloor, J.O., Abraham, K.F. 2002: Egg size as a predictor of nutrient composition of eggs and neonates of Canada Geese (Branta canadensis interior) and Lesser Snow Geese (Chen caerulescens caerulescens). - Canadian Journal of Zoology 80: 333-341.

Bagliacca, M., Paci, G., Marzoni, M., Santilli, F., Calzolai, G. 1994: Diete a basso e alto contenuto di fibra per fagiani in accrescimento. Annali della Facoltà di Medicina Veterinaria di Pisa 46: 367-375.

Beani, L., Dessì-Fulgheri, F. 1998: Anti-predator behaviour of captive Grey partridges (Perdix perdix).- Ethology Ecology and Evolution 10: 185-196.

Beani, L., Dessi-Fulgheri, F., Piazza, R. 1988: Contribution to the knwledge of the biology of the grey partridge: philopatry in released birds, reproductive succes in captivity and vocalizations. - In: Pielowsky, Z. (Ed); The common Partridge. International Council for Game and Wildlife Conservation, Warsawa 1988: 225-234.

Blomqvist, D., Johansson, O.C., Gotmark, F. 1997: Parental quality and egg size affect chick survival in a precocial bird, the lapwing Vanellus vanellus.- Oecologia 110:18-24.

Briganti, F., Papeschi, A., Mugnai, T., Dessi-Fulgheri, F. 1999: Effect of testosterone on male traits and

behaviour in juvenile pheasant. - Ethology, Ecology and Evolution 11: 171-178.

Brittas, R., Marcstrom, V., Konward, R.E., Karlbom, M. 1992: Survival and breeding succes of reared and wild ring-necked pheasants in Sweden. - Journal of Wildlife Management 56(2): 368-376.

Burley, N. 1986: Sexual selection for aesthetic traits in species with biparental care. - American Naturalist 127: 415-445.

Burley, N. 1988: The differential allocation hypothesis: an experimental test. - American Naturalist 132: 611-628.

Cilio, A., Ciuffreda, M., Giannelli, C., Papeschi, A., Dessì-Fulgheri, F. 2002: Effetto della selezione artificiale per un ornamento maschile sull'investimento femminile nel fagiano comune (Phasianus colchicus). 20° Convegno della Società Italiana di Etologia, Torino 2002.

Cooch, E., White, G. 2001: A gentle introduction (3rd edition). Program MARK. Analysis of data from marked individuals.

Cunningham, E.J.A., Russell, A.F. 2000: Egg investment is influenced by male attractiveness in the mallard. - Nature 404: 74-77.

De Lope, F., Møller, A.P. 1993: Female reproductive effort depends on the degree of ornamentation of their mates. - Evolution 47: 1152-1160.

Dessì Fulgheri, F., Dondini, G., Paganin, M., Vergari, S., Beani, L. 2001a: Factors influencing spatial behaviour and survival of released rock partridges (Alectoris graeca). - Game and Wildlife Science 18: 305-317.

Dessì-Fulgheri, F., Gentile, A., Papeschi, A. 2001b: Effects of high fibre diet on laying, hatching and chick weight in the ring-necked pheasants, Phasianus colchicus. - Game and Wildlife Science 18: 545-558.

Dessì-Fulgheri, F., Papeschi, A., Bagliacca, M., Mani, P., Mussa, P. 1999: Linee guida all'allevamento di galliformi destinati al ripopolamento ed alla reintroduzione. - In: Quaderno ARSIA 1/99; Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale, Firenze.

ARSIA 2003: Disciplinare di qualità: Fagiano. Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale, Firenze.

Dowell, S.D. 1990: The development of anti-predator responses in grey partridges and common pheasant. - In: Hill, D.A., Garson, P.J., Jenkins, D. (Eds): Pheasant in Asia 1989. World Pheasant Association, pp. 193-199.

Ferretti, M., Berti, A., Papeschi, A., Biagioli, O., Dessì-Fulgheri, F. 2003: Effetti del ripopolamento su popolazioni naturali di fagiano in due ZRC dell'ATC FI 4. - International Symposium on Managing Partridges and other Game in the Agricultural Landscape, Udine 22nd to 25th October 2003.

Forkman, B., Corr, S. 1996: Influence of size and asymmetry of sexual characters in the rooster and hen on the number of eggs laid. - Applied Animal Behavioural Science 49: 285-291.

Giannelli, C. 1999: Effetto del testosterone sul comportamento del fagiano maschio (Phasianus colchicus) in natura. Tesi di Laurea, Università degli Studi di Firenze.

Giannelli, C., Ballerini, C., Cilio, A., Ciuffreda, M., Papeschi, A., Dessì-Fulgheri, F. 2002: Investimento parentale femminile e qualità maschile nel fagiano comune (Phasianus colchicus). 20° Convegno della Società Italiana di Etologia, Torino 2002.

Giannelli, C., Ciuffreda, M., Cilio, A., Papeschi, A., Ballerini, C., Rastelli, V., Binazzi, R., Nesti, V., Silli, M.A., Dessì-Fulgheri, F. 2003: Effetti della selezione per gli ornamenti maschili sul comportamento, l'uso dello spazio e la sopravvivenza nel fagiano Phasianus colchicus. - International Symposium on Managing Partridges and other Game in the Agricultural Landscape, Udine 22nd to 25th October 2003.

Gil, D., Graves, J., Hazon, N., Wells, A. 1999: Male attractiveness and differential testosterone investment in zebra finch eggs. - Science 286: 126-128.

Grahn, M., Goransson, G., von Schantz, T. 1993: Territory acquisition and mating success in pheasants, Phasianus colchicus: an experiment. - Animal Behaviour 46: 721-730.

Hegyi, Z., Sasvari, L. 1998: Components of fitness in Lapwings Vanellus vanellus and black- tailed godwits Limosa limosa during the breeding season: Do female body mass and egg size matter? - Ardea 86: 43-50.

Hill, D.A., Robertson, P.A. 1988. The pheasant: Ecology, management and conservation. B.S.P. Professional Books, Oxford, 281 pp.

Hillstrom, L. 1999: Variation in egg mass in the Pied Flycatcher, Ficedula hypoleuca: An experimental test of the brood survival and brood reduction hypotheses. - Evolutionary Ecology Research 1: 753-768.

Jager, T.D., Hulscher, J.B., Kersten, M. 2000: Egg size, egg composition and reproductive success in the Oystercatcher Haematopus ostralegus. - Ibis 142: 603-613.

Klaus, S., Andreev, A.V., Bergamann, H.H., Muller, F., Porkert J., Wiesner, J. 1989,Die Auerhuhner. A. Ziemsen Verlag, DDR, Wittemberg Lutherstad, 280 pp.

Kolm, N. 2001: Females produce larger eggs for large males in a paternal mouthbrooding fish. Proceedings of Royal Society of London B-Biological Sciences 268: 2229-2234.

Krauss, G. D., Graves, H.B., Zervanos, S.M. 1979: Survival of wild and game-farm cock pheasants released in Pennsylvania. - Journal of Wildlife Management 45: 397-408.

Mateos, C., Carranza, J. 1995: Female choice for morphological features of male ring-necked pheasants. - Animal Behaviour 49: 737-748.

Mateos, C., Carranza, J. 1997: Signals in intra-sexual competition between ring-necked pheasant males. - Animal Behaviour 53: 471-485.

Meriggi, A. 1989: Analisi di alcuni metodi di censimento della fauna selvatica (Aves, Mammalia). Aspetti teorici e applicativi. Ricerche di Biologia della Selvaggina 83: 1-59.

Meriggi, A., Mazzoni della Stella, R. 2004: Dynamics of a re-introduced population of red-legged partridges Alectoris rufa in central Italy. - Wildlife Biology 10: 1-9.

Møller, A.P., de Lope, F. 1995: Differential allocation and sexual ornamentation. - Evolution 49: 1290-1292.

Moss, R. 1972: Effects of captivity on gut lenghts in red grouse. - Journal of Wildlife Management 36: 99-104.

Mussa, P.P., Debernardi, M., Paganin, M., Bergero, D. 1995: Modulazione della lunghezza intestinale di coturnici delle Alpi (Alectoris graeca) mediante l'incremento della componente fibrosa della dieta. - Atti del III Convegno Nazionale dei Biologi della Selvaggina, Bologna.

Mussa, P.P., Bergero, D., Folliero, M., Bassano, M. Bagliacca, M., 1997: Livello di fibra e digeribilità della dieta nel fagiano in crescita. - Atti del XII Convegno Nazionale ASPA, Pisa 23-26 giugno 1996, 345-346.

Oring, L.W., Fleischer, R.C., Reed, J.M., Marsden, K.E. 1992: Cuckoldry through stored sperm in the sequentially polyandrous spotted sandpiper. - Nature 359: 631-633.

Paganin, M., Meneguz, P.G. 1991: Considerazioni ed implicazioni di carattere gestionale sulla lunghezza dell'intestino della coturnice, Alectoris graeca. - Atti del II convegno Nazionale dei Biologi della Selvaggina. Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina 19: 303-310.

Panek, M. 1987: Study on introduction of aviary-reared partridges. - In: Kimmel, R. (Ed); Proceedings of the Perdix VI. Gray partridge and ring-necked pheasant workshop. Saskatchewan department of renewable resources. Regina, Canada, pp. 217-223.

Papeschi, A., Dessì-Fulgheri, F. 2003: Multiple ornaments are positively related to male survival in the common pheasant. - Animal Behaviour 65: 143-147.

Papeschi, A., Petrini, R. 1993: Predazione su fagiani di allevamento e selvatici immessi in natura. Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina 21: 651-659.

Papeschi, A., Briganti, F., Dessì-Fulgheri, F. 2000: Winter androgen levels and wattle size in male common pheasants. - Condor 102: 193-197.

Papeschi, A., Carroll, J.P., Dessì-Fulgheri, F. 2003. Wattle size is correlated with male territorial rank in juvenile common pheasants. - Condor 105: 366-370.

Partridge, L. 1980: Mate choice increases a component of offspring fitness in fruit flies. - Nature 283: 290-291.

Perrins, C.M. 1965: Population fluctuations and clutch size in the great tit, Parus major. - Journal of Animal Ecology 34: 601-647.

Petrie, M. 1994: Improved growth and survival of offspring of peacocks with more elaborate trains. - Nature 371: 598-599.

Petrie, M., Williams, A. 1993: Peahens lay more eggs for peacocks with larger trains. - Proceedings of Royal Society of London B-Biological Sciences 251: 127-131.

Potts, G.R. 1986: The Partridge: Pesticides, predation and conservation. Collins, London.

Potts, G.R. 1989: The impact of releasing hybrid partridges on wild red-legged populations. - Game Conservancy Review of 1988, pp. 81-85.

Putaala, A., Hissa, R. 1998: Breeding dispersal and demography of wild and hand-reared grey partridges Perdix perdix in Finland. - Wildlife Biology 4: 137-145.

Ridley, M.V. 1986: The cheer pheasant re-introduction project: a discussion papar. - In: Ridley, M.W. (Ed); Pheasants in Asia 1986. World Pheasant Association, Reading.

Robertson, P.A. Dowell, S.D. 1990: The effects of hand-rearing on wild gamebird population. - In: Lumeij, J.T., Hoogeveen, Y.R. (Eds), De toekonist van de wilde hoenderachtigen in Nederland. O.N.W.H., Amersfoort, Netherlands, pp. 158 171.

Rossi, G., Papeschi, A., Giannelli, C., Gori, F., Cilio, A., Mani, P., Dessi-Fulgheri, F. 2001: Testosterone, rango e caruncole periocular nel fagiano maschio: Implicazioni per la Selezione Sessuale. 62° Congresso Nazionale Unione Zoologica Italiana, Sanremo 23-27 settembre 2001.

Saino, N., Martinelli, R., Moller, A.P. 2001: Immunoglobulin plasma concentration in relation to egg laying and mate ornamentation of female barn swallows (Hirundo rustica). - Journal of Evolutionary Biology 14: 95-109.

Sheldon, B.C. 2000: Differential allocation: tests, mechanisms and implications. - Trends in Ecology and Evolution 15: 397-402.

Sheldon, B.C., Merila, J., Qvarnstrom, A., Gustafsson, L., Ellegren, H. 1997: Paternal genetic contribution to offspring condition predicted by size of male secondary sexual character. Proceedings of Royal Society of London B-Biological Sciences 264: 297-302.

Smith, T.D. 1981: Line-transect tecniques for estimatine density of porpose schools. - Journal of Wildlife Management 45(3): 650-657.

Thomas, V.G. 1986: Diet and gut properties of pheasants in relation to restocking success. - Journal of World Pheasant Association 2: 67-73.

Vieira, S.L., Moran, E.T. 1999: Effects of egg of origin and chick post-hatch nutrition on broiler live performance and meat yields. - Worlds Poultry Science Journal 56: 125-142.

Watt, P.J., Shohet, A.J., Renshaw, K. 2001: Female choice for good genes and sex-biased broods in guppies. - Journal of Fish Biology 59: 843-850.

Williams, T.D. 1994: Intraspecific variation in egg size and egg composition in birds: effects on offspring fitness. Biological Review of Cambridge Philosophical Society 69: 35-59.