

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO**  
**FACOLTÀ DI MEDICINA VETERINARIA**

**Corso di Laurea in Scienze e tecnologie delle produzioni animali**

**Fagiano di monte (*Tetrao tetrix*):**

**morfobiometria, indici parassitologici e implicazioni gestionali**

**Relatore: Prof. Paolo LANFRANCHI**

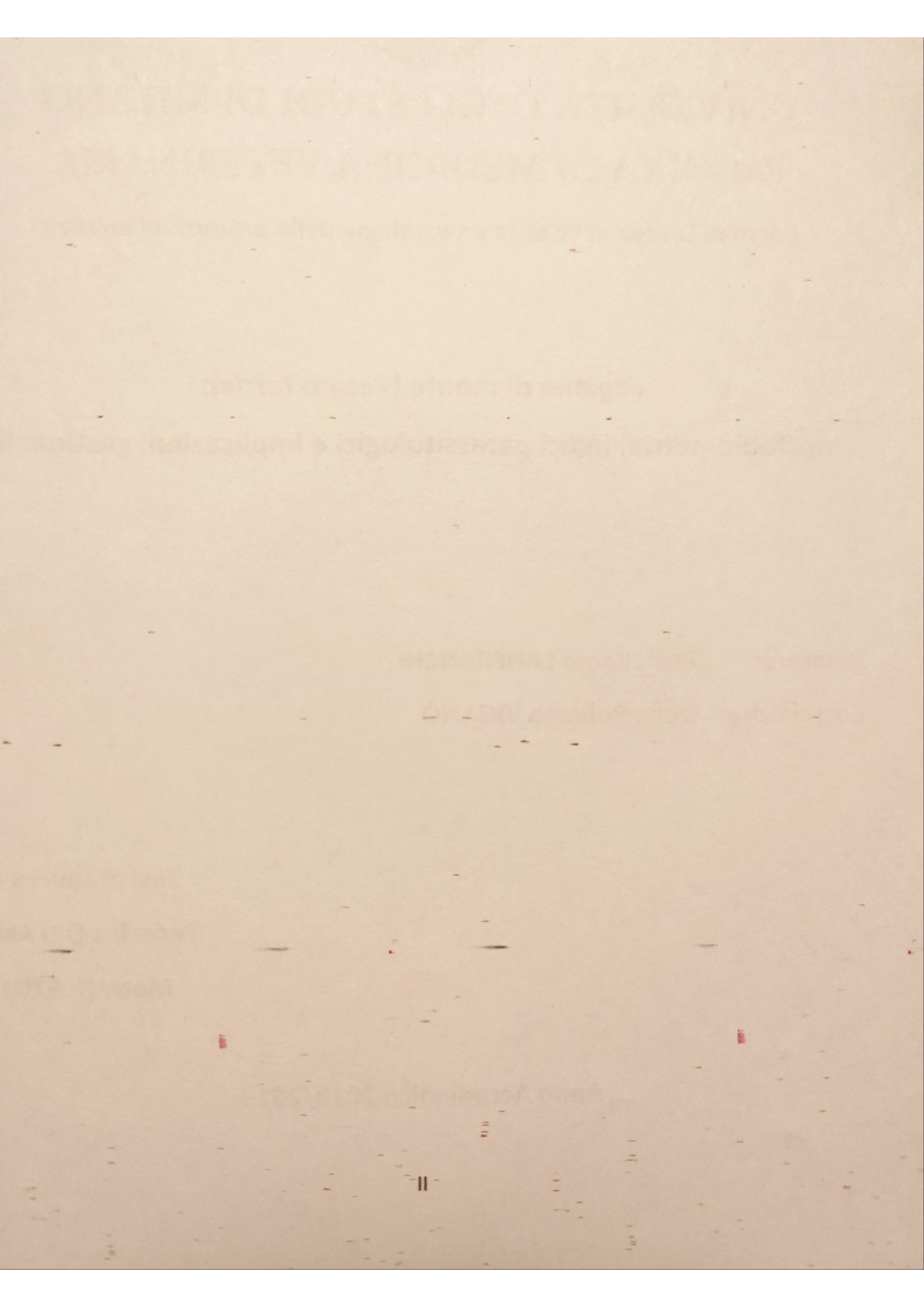
**Correlatore: Dott. Roberto VIGANÒ**

**Tesi di Laurea di:**

**Federica ORLANDI**

**Matr. N. 920373**

**Anno Accademico 2018/2019**



# SOMMARIO

SOMMARIO .....	III
1 - INTRODUZIONE .....	1
3 - MATERIALI E METODI.....	6
3.1 - Area di studio .....	6
3.1.1 - Macro area VCO .....	9
3.1.2 - Macro area Sesia.....	11
3.1.3 - Macro area Morbegno.....	12
3.1.4 - Macro area Brescia .....	13
3.2 - Gestione venatoria.....	14
3.3 - Raccolta dei dati.....	15
3.4 - Indagine statistica .....	18
4 - RISULTATI.....	19
4.1 - Analisi morfo-biometriche .....	19
4.1.1 - Peso.....	19
4.1.2 - Lunghezza ala.....	23
4.1.3 - I° remigante primaria.....	26
4.1.4 - Lunghezza Becco .....	29
4.1.5 - Lunghezza Tarso.....	32
4.1.6 - Lunghezza Media Ciechi.....	33
4.2 - Analisi parassitologiche.....	35
4.3 - Correlazione tra indici epidemiologici e misure biometriche.....	44
5 - DISCUSSIONE .....	46
6 - CONCLUSIONI .....	51
7 - BIBLIOGRAFIA.....	55



## 1 - INTRODUZIONE

Sin da epoche remote, sul finire dell'ultima glaciazione, circa 12.000 anni fa, le aree alpine si sono rivelate essere un habitat favorevole alla diffusione di una particolare famiglia di uccelli: i Tetraonidi. L'adattamento anatomico e fisiologico di questi animali a climi ed ambienti freddi ha condizionato da sempre la loro presenza nell'area dell'Europa meridionale; il ritiro dei ghiacci nei secoli successivi li ha confinati sulle catene montuose dei Pirenei, delle Alpi e dei Carpazi. Il riscaldamento climatico degli ultimi decenni, unitamente alla drastica contrazione delle attività tradizionali nelle aree montane, sta condizionando fortemente la sopravvivenza di queste specie nell'habitat alpino, ponendo le popolazioni di gallo cedrone (*Tetrao urogallus*), pernice bianca (*Lagopus mutus*) e fagiano di monte (*Tetrao tetrix*) a rischio locale di estinzione (Anfodillo, 2007; Tinner e Vescovi, 2007). Solo il francolino di monte (*Tetrastes bonasia*), specie più forestale, sta traendo un leggero vantaggio legato all'aumento di quota dei boschi di latifoglie e conifere (Zbinden e Salvioni, 2003).

Il fagiano di monte, oggetto della presente tesi, è diffuso quasi omogeneamente su tutto l'arco alpino, a quote comprese tra gli 800 e i 2.200 metri slm, sia in areale Alpino che Prealpino. Il tetraonide presenta un marcato dimorfismo sessuale. Il maschio adulto, il cui peso può raggiungere i 1.500 g, possiede un piumaggio nero con riflessi bluastri, con un'evidente barra bianca al centro delle ali; le timoniere caratterizzano la specie essendo piegate verso l'esterno a forma di lira. Durante le parate nuziali le timoniere vengono aperte a mostrare il sottocoda bianco, le caruncole, protuberanze carnose presenti sopra gli occhi, si gonfiano e prendono il caratteristico colore rosso carminio. La femmina, di peso compreso tra i 700 ed i 1.000 gr, possiede un manto criptico, con piumaggio grigio/marrone atto a confondersi con l'ambiente circostante, soprattutto durante le fasi di cova e allevamento dei pulli.

Il fagiano di monte presenta i caratteri tipici dei tetraonidi, con un perfetto adattamento agli ambienti freddi, quali narici coperte da piume, tarsi piumati, e scagliette cornee presenti sulle dita delle zampe per aumentare la superficie d'appoggio sulla neve. Nel periodo degli amori, tra aprile e maggio, i maschi si radunano in "arene di canto" dove, nel pieno della loro livrea, compiono parate gonfiando il piumaggio e aprendo la coda e spesso combattono con gli avversari per il predominio delle femmine. Nel mese di maggio/giugno le femmine depongono le uova in numero variabile da 6 a 8 (raramente 9) in una depressione del terreno e al riparo sotto piante mature o

rinnovazione forestale. La cova dura circa 26-28 giorni, ed i piccoli alla nascita abbandonano subito il nido per la ricerca attiva di alimento, in particolare insetti. La specie è stanziale, compie spostamenti ridotti, volti alla ricerca dell'ambiente migliore in base alla stagione (Rotelli, 2014). L'alimentazione è l'aspetto più critico per la sopravvivenza di questa specie. Infatti, il breve periodo che intercorre tra schiusa delle uova (in genere tra fine giugno e metà luglio) e l'arrivo dei primi freddi, necessita un rapido accrescimento dei pulli con più mute del piumaggio. Per tale motivo, nelle prime 3/4 settimane di vita, è assolutamente necessario disporre di una dieta altamente proteica basata su larve e/o insetti (Ponce, 1992), per poi passare gradatamente ad una dieta completamente vegetale, adattandosi così alla scarsa disponibilità alimentare con cui tale specie dovrà far fronte durante il lungo periodo invernale. I tetraonidi hanno infatti sviluppato un apparato intestinale di grandi dimensioni se raffrontato alla taglia dell'animale, in modo particolare per ciò che concerne la lunghezza dei ciechi, tratto digerente indispensabile per digerire vegetali molto fibrosi, ricchi di cellulosa e lignina, ad opera di batteri e protozoi. L'alimentazione infatti varia in base alla stagione: in inverno-primavera ramoscelli di mirtillo, foglie di rododendro e aghi di larice o abete rosso; andando avanti con la stagione gemme di mirtillo, rododendro, larice, ontano e infiorescenze; in estate fiori, rametti e frutti di mirtillo e gemme di rododendro.

La modifica dell'ambiente alpino ha portato un disagio rilevante al fagiano di monte, che necessita di grande eterogeneità dell'habitat per le fasi delicate quali riproduzione e crescita dei pulli (Rotelli, 2006) e per l'alimentazione. L'eccessiva crescita della rinnovazione forestale, unitamente all'aumento del rododendro-vaccinieto, rende difficoltoso ad esempio la ricerca di insetti nelle prime settimane di vita (Zbinden, 2004). Ulteriori problematiche per la specie sono le condizioni climatiche, in particolare la presenza eccessiva di neve al suolo in primavera ostacola l'alimentazione della femmina che deve accumulare riserve prima della cova, per poi non abbandonare il nido fino alla schiusa (Zbinden, 2004). Inoltre, pioggia per giorni consecutivi, nebbia o vento modificano le attività degli insetti, limitandone i movimenti e rendendone più difficile la ricerca da parte dei pulli (Bocca, 2007). I primi 15 giorni dopo la schiusa sono pertanto uno dei momenti più delicati per la sopravvivenza dei piccoli e la mancanza di cibo riduce ampiamente il tasso di sopravvivenza.

Fino al secondo dopoguerra, grazie all'attività agro-silvo-pastorali tradizionali, con l'utilizzo dei pascoli a media ed alta quota per il bestiame, e alla cura dei boschi, l'habitat alpino era estremamente favorevole al fagiano di monte. Nel periodo seguente l'abbandono della montagna

e delle attività agricole e di allevamento tradizionale (Trouvillez, 1994), ha permesso un aumento dei Galliformi alpini fino agli anni '80 del secolo scorso, favorito dalla crescita delle ericacee nei pascoli abbandonati (Rotelli, 2003). Successivamente la riduzione del carico di bestiame e della pressione di pascolamento ha permesso un rapido processo di crescita di bosco e del sottobosco, fattore ampliato anche dall'aumento delle temperature medie, con perdita di biodiversità e eterogeneità ambientale, fondamentale soprattutto per l'allevamento dei pulli (Rotelli, 2006). Questo processo, unitamente allo sfruttamento a fini turistico-ricreativi delle montagne, ha contribuito inesorabilmente ad un declino dell'avifauna tipica alpina (De Franceschi, 1988; Meriggi *et al.*, 1998, Laiolo *et al.*, 2004, Zbinden, 2004). In particolare, le infrastrutture sciistiche e le attività outdoor in genere possono causare oltre ad un cambio del territorio, anche mortalità sia diretta che indiretta. Tra i casi di mortalità diretta è emblematico il caso degli impianti a fune per l'impatto con i cavi sospesi (Rotelli, 2006). Inoltre, anche i cani non controllati dai proprietari e non tenuti al guinzaglio, possono essere fonte di disturbo ed in alcuni casi di predazione. Sci fuori pista e scialpinismo possono essere altra fonte di disturbo, sia diretto che indiretto per il dispendio energetico nella fuga in un periodo invernale (Formenti *et al.*, 2015). Non ultimo, l'abbandono di rifiuti alimentari da parte dei turisti ha richiamato specie opportuniste (corvidi) e predatori (volpi e mustelidi) che possono predare uova, pulli e talvolta anche soggetti adulti di Galliformi alpini.

Altra causa non secondaria di contrazione del fagiano di monte sono stati i prelievi venatori non sostenibili (soprattutto dagli anni '70 del secolo scorso, grazie al sopraggiunto benessere economico che ha aperto le frontiere della caccia alpina ad un numero maggiore di persone).

Alla luce della sua attuale situazione il fagiano di monte è considerato dalla International World Conservation Union (IUCN) una specie "*a minor rischio di conservazione*", ma con tendenza "*in decremento*" (BirdLife International, 2016) soprattutto a livello locale, tant'è che gli stati membri dell'Unione Europea devono individuare "Zone Speciali di Conservazione" ed è cacciabile solo negli Stati dove è espressamente indicato (Allegati I e II della Direttiva Uccelli 2009/147/CE). La specie è cacciabile sulle Alpi (ad eccezione delle femmine), grazie a regolamenti severi e piani di prelievo attuati sulla base di censimenti primaverili ed estivi per valutare consistenza e successo riproduttivo. Ne deriva che ad oggi, l'unico portatore di interesse per il fagiano di monte (specie tra l'altro assolutamente poco conosciuta alla maggior parte delle persone che frequentano le montagne, in quanto estremamente elusiva e poco promossa anche dagli Enti di protezione) è rappresentato dal mondo venatorio, che con la raccolta di dati biometrici, sanitari e di presenza, può sviluppare adeguati piani di gestione per la protezione e la salvaguardia della specie.

La gestione venatoria necessita di conoscenze relative, oltre che alla consistenza numerica delle popolazioni, anche alla loro struttura (sesso ed età), dati che nel caso dei galliformi alpini di fatto possono essere acquisiti solo attraverso l'analisi dei parametri rilevabili sui capi prelevati, data la difficoltà di reperire capi morti in natura. L'analisi dei capi prelevati necessita di una specifica preparazione e presuppone la consultazione di materiale didattico chiaro ed esplicativo, al fine di rilevare i dati con precisione, accuratezza e modalità univoche fra i vari centri di controllo. La funzione dei Centri di controllo nell'ambito della caccia della tipica fauna alpina è quella di verificare la congruità del prelievo e monitorare gli abbattimenti, provvedendo alla chiusura della caccia in caso di raggiungimento del piano numerico di prelievo. La raccolta dei dati biometrici, insieme a quelli relativi all'età, al sesso e alle coordinate dell'abbattimento, rappresenta un momento basilare nella gestione venatoria. Permette infatti di valutare l'adeguatezza delle scelte gestionali adottate (rapporto giovani/adulti, successo di caccia) e consente di caratterizzare da un punto di vista morfobiometrico la popolazione cacciata a livello locale. Permette altresì di raccogliere informazioni circa la distribuzione spaziale delle diverse specie durante la stagione venatoria. Infine, consente di raccogliere conoscenze sullo stato sanitario delle popolazioni cacciate, anche mediante l'eventuale prelievo di campioni organici (Valutazione e rilievi biometrici della fauna selvatica, IPLA, 2007). La raccolta dei dati è fondamentale per lo studio delle popolazioni: solo dati di qualità permettono di ottenere dati attendibili ed adeguati.

Attraverso il prelievo di campioni biologici è possibile indagare l'aspetto sanitario, anche relativamente ad eventuali parassitosi (Meneguz e Rossi, 1988; Barchetti *et al.*, 1999; Frosio *et al.*, 2000; Cattadori *et al.*, 2005). I parassiti, da sempre considerati fattore limitante per il benessere delle popolazioni selvatiche (Citterio *et al.*, 2006; Lindenfors *et al.*, 2007), sono peraltro parte integrante dell'ecosistema (Valentincic, 1976; Anderson e May, 1992; Windsor, 1995) e come tali indicatori biologici per eccellenza (Schmid Hempel e Koella, 1994), in rapporto anche alla biodiversità (Hudson, 2006). In questo senso i parassiti possono essere assunti quali espressione dello stato sanitario delle popolazioni ospite ed utilizzati per una migliore comprensione della loro dinamica, in rapporto anche ai fattori ambientali. Lo studio dei parassiti è un utile strumento per monitorare la specie ospite e valutare lo stato ambientale in cui si trovano (Watson e Shaw, 1991, Wissler e Halvorsen, 1977; Holmstad *et al.*, 2005; Isomursu *et al.*, 2006). A tale proposito è auspicabile un monitoraggio continuo integrando i dati relativi a misure biometriche, demografia e quadro parassitologico, per valutarne un'eventuale valenza predittiva (Formenti *et al.*, 2013).



## 2 - SCOPO DELLA TESI

Obiettivo della presente tesi è integrare i parametri morfobiometrici con gli indici epidemiologici, di campioni raccolti dalla stagione venatoria 2003/2004 alla stagione venatoria 2018/2019, nei vari comprensori alpini (Vercelli, Verbano-Cusio-Ossola, Sondrio e Brescia), al fine di valutare lo stato della popolazione di fagiano di monte nei diversi areali di presenza della specie.

Una prima analisi ha evidenziato l'importanza dei Centri di controllo nella raccolta dei dati di interesse gestionale. È stato pertanto necessario valutare in via preliminare l'accuratezza dei dati morfobiometrici raccolti nei vari istituti di gestione, per poter effettuare correlazioni di interesse statistico e gestionale.

Ulteriore obiettivo è stato l'analisi degli indici epidemiologici in rapporto alle condizioni ambientali (altitudine, tipologia di vegetazione) dei territori alpini e sub-alpini, sulla base di quanto pubblicato da un precedente lavoro di Formenti *et al.* (2012), integrando i dati relativi alle stagioni venatorie successive (2013-2018).

Quanto detto rappresenta la base per ottenere informazioni utili per definire misure gestionali volte a dare un contributo sia a migliorare la gestione venatoria, che ad individuare le aree su cui eseguire interventi di miglioramento ambientale.

### 3 - MATERIALI E METODI

Il presente lavoro di ricerca si è articolato in più fasi essenziali che si riportano di seguito:

- 1- Fase di raccolta delle misure morfobiometriche e dei pacchetti intestinali dei capi di avifauna alpina sottoposti a verifica presso il centro di controllo del Comprensorio Alpino VCO 2, per le stagioni venatorie 2017/2018 e 2018/2019;
- 2- Fase di analisi parassitologica del contenuto intestinale dei pacchetti raccolti come al punto 1 e analisi di pacchetti intestinali precedentemente congelati, per un totale di 266 pacchetti intestinali di fagiano di monte e 26 di coturnice;
- 3- Fase di creazione di un database per l'inserimento di tutti i dati raccolti, riferiti a 491 capi totali di cui 439 fagiani di monte e 52 coturnici, e suo ampliamento con dati precedentemente raccolti relativi agli anni 2003-2013;
- 4- Fase di analisi statistica relativa alle misure morfobiometriche e dei dati relativi all'indagine parassitologica di tutto il database relativo a 1453 capi di fagiano di monte e 435 coturnici.

Le prime tre fasi sono state condotte congiuntamente con Daniele Quaretta, mentre la successiva fase, che caratterizza la presente tesi, è stata sviluppata esclusivamente sui dati relativi ai capi di fagiano di monte.

#### 3.1 - Area di studio

L'indagine è stata condotta utilizzando i dati provenienti da cinque comprensori alpini di seguito descritti.

Le province di riferimento sono Vercelli, Verbano-Cusio-Ossola, Sondrio e Brescia (Figura 1).

Nelle diverse province sono stati interessati i C.A. di:

- C.A. VC 1- Valle del Sesia, in Provincia di Vercelli;
- C.A. VCO 1 (Verbano Cusio), VCO 2 (Ossola Nord), VCO 3 (Ossola Sud), in Provincia di Verbania;
- C.A. di Morbegno, in Provincia di Sondrio;
- C.A. C1 (Alta Valle Camonica), C3 (Media Valle Camonica) e C4 (Bassa Valle Camonica) in Provincia di Brescia.



Figura 1: Individuazione geografica dell'area di studio. Da sinistra i C.A. nelle provincie di Vercelli (rosso), Verbania (blu), Sondrio (giallo) e Brescia (verde).

L'area di studio si estende per circa 325.000 ha e, nel suo insieme, fornisce un habitat variegato che rappresenta un areale di distribuzione altamente vocato per i galliformi alpini.

L'area è stata suddivisa in 4 macro aree nelle diverse provincie e C.A. coinvolti nello studio, di seguito sono descritte in maniera dettagliata.

L'areale in quota è molto esteso in quanto va a selezionare diverse nicchie ecologiche che si identificano sia in territori prealpino che in territorio alpino.

L'areale prealpino è compreso tra i 1500 e i 1800 metri slm, è costituito prevalentemente da boschi di latifoglie, con vegetazione molto chiusa e assenza quasi totale di conifere. Vi è una presenza sporadica delle specie vegetali tipiche dell'alimentazione del fagiano di monte (mirtillo e rododendro), distribuite in maniera non continuativa e pertanto questo areale risulta frammentato (Foto 1).



Foto 1: Areale prealpino tipico del fagiano di monte; censimento tipica avifauna alpina, agosto 2018, VCO1, agosto 2018, Alpe Bagnone, Valle Strona.

L'areale alpino è costituito da territori compresi tra i 1500 e i 2500 metri slm, con presenza di lariceti e rodoreto-vaccinieti, con ampia eterogeneità tra arbusti e vegetazione erbacea.



Foto 2, Foto 3: Areale alpino tipico del fagiano di monte, censimento tipica avifauna alpina, agosto 2018, VCO2, Alpe Corte dei Rossi, Valle Cravariola.



Foto 4: Areale alpino tipico del fagiano di monte, censimento tipica avifauna alpina, agosto 2018, Alpe Veglia, Parco Naturale Veglia-Devero.

La predilezione del fagiano di monte è per il limite superiore dei boschi di conifere e per la fascia di transizione ad arbusti contorti, soprattutto per i lariceti radi con sottobosco di rododendro e mirtillo nero, mirtillo rosso e per le boscaglie di ontano verde con sottobosco di ericacee, entrambi inframmezzati da radure erbacee (Rotelli, 2006). Quando il terreno non è ricoperto di neve i rododendri offrono al fagiano di monte cibo e protezione. Durante l'inverno, invece, i fagiani si nutrono prevalentemente di rametti e gemme di larice. Nel periodo riproduttivo selezionano aree a pendenza non troppo elevata, con una diversità di tipi vegetazionali piuttosto alta, favorendo aree ove siano presenti sia praterie, sia lariceti, arbusteti e cespuglieti montani e subalpini costituiti in particolare da alneti e rodoreto-vaccinieti (Rotelli, 2006).

### 3.1.1 - Macro area VCO

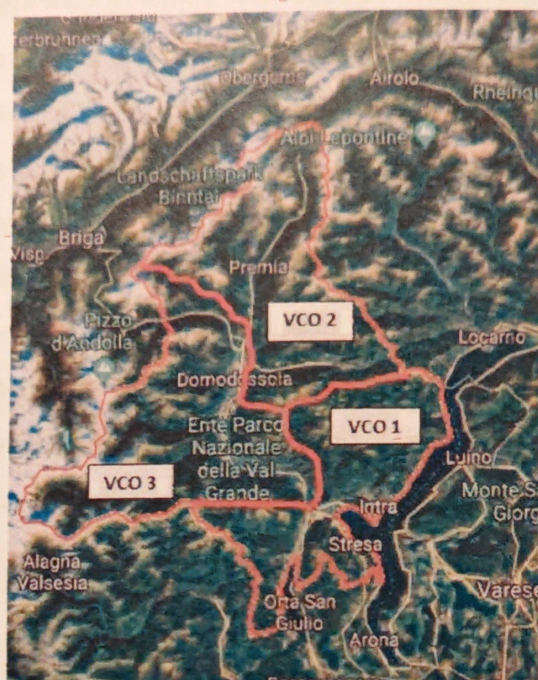


Figura 2: Localizzazione geografica della macro area VCO: CA VCO1, CA VCO 2, CA VCO 3 (VB).

La macro area "VCO" comprende la provincia di Verbano-Cusio-Ossola, in essa sono stati presi in esame i tre C.A. della provincia: VCO 1 (Verbano Cusio), VCO 2 (Ossola Nord), VCO 3 (Ossola Sud). Quest'area assume particolare importanza in quanto è quella da cui arrivano il maggior numero di campioni e di cui si dispone della più lunga serie storica di dati.

Quest'area di studio ha un'estensione di circa 197.000 ha e comprende il territorio del Cusio-Ossola e relative valli (Strona, Cannobina, Vigezzo, Isorno, Antigorio, Formazza, Anzasca, Antrona, Bognanco e Cairasca). Tale territorio presenta un habitat particolarmente vocato per le diverse specie di galliformi alpini, ad esclusione del gallo cedrone.

Quest'area è stata a sua volta divisa in 2 fasce, con caratteristiche ambientali (quota, esposizione, vegetazione) e meteo-climatiche (piovosità, temperature, nevicate medie) differenti:

Fascia sub-alpina: si estende da una quota compresa fra i 1500 ed i 1800 m s.l.m., comprende di fatto l'orizzonte vegetazionale a carattere montano e subalpino che passa dalle foreste miste di latifoglie con estesi betuleti colonizzanti praterie non più pascolate, alle faggete (cedui invecchiati), alle abetine; per connettersi all'orizzonte alpino con le prime laricete. Quest'area comprende la val Strona, il versante orografico meridionale destro della val d'Ossola, e l'area

delimitata a nord dal fondovalle della Valle Vigizzo, a est dal Lago Maggiore, a sud e ad ovest dal fiume Toce.

Fascia alpina: ha caratteristiche alpine, paragonabili a quanto descritto precedentemente per la macro area Sesia, comprendente le valli Anzasca, Antrona e Bognanco; delimitata a nord dal confine italo-svizzero, a sud-ovest dal torrente Cairasca e a sud-est dal fiume Toce.

Nell'area VCO sono presenti con buone consistenze tutte le quattro specie di ungulati selvatici tipiche dell'ambiente alpino: camoscio (*Rupicapra rupicapra rupicapra*), capriolo (*Capreolus capreolus*), cervo (*Cervus elaphus*) e stambecco (*Capra ibex*). Negli ultimi anni si assiste anche ad un aumento demografico e spaziale del cinghiale (*Sus scrofa*).

La presenza di buone popolazioni di galliformi alpini, come francolino (*Bonasa bonasia*), fagiano di monte (*Tetrao tetrix*), coturnice (*Alectoris græca*) e pernice bianca (*Lagopus mutus*), e della lepre bianca (*Lepus timidus*), testimoniano la buona qualità del territorio. A conferma di ciò anche la presenza, seppur sporadica, dei grossi predatori quali lupo (*Canis lupus*) e lince (*Lynx lynx*).

Nel dettaglio, i comprensori presenti in questa macro area sono:

- Il C.A. VCO 1 (Verbano Cusio) occupa una superficie di 65.460,30 ha, di cui 53.907 ha, pari all'82,3%, risultano venabili.

Come riportato nella Tabella 2, per il CA VCO 1 sono stati considerati i campioni degli anni 2004, 2005, 2006, 2009, 2018, prelevati presso i tre centri di controllo del comprensorio, per un totale di 54 fagiani di monte.

- Il C.A. VCO 2 (Ossola Nord) occupa una superficie planimetrica di 65091 ha, ricadenti nell'ambito della zona faunistica delle Alpi, nella provincia del Verbano Cusio Ossola, estendendosi sui territori dei Comuni di: Formazza, Premia, Baceno, Crodo, Montecrestese, Maserà, Craveggia, Druogno, Malesco, Re, Santa Maria Maggiore, Toceno, Villette e Trontano. L'80% della superficie è ad una quota superiore ai 900 metri s.l.m.

Il territorio è esteso su tre valli principali: Vigizzo, Antigorio e Formazza e sulle secondarie Devero e Isorno.

L'ambiente è caratterizzato da un'estensione elevata di vegetazione forestale ed arbustiva: boschi di latifoglie, di conifere, formazioni arbustive e cespuglieti. La vegetazione forestale è caratterizzata, lungo l'asse vallivo principale, da cedui di castagno e boschi di latifoglie a struttura irregolare (castagno, rovere, tiglio selvatico, frassino, faggio, acero di monte). Notevole sviluppo hanno le peccete e le abetine, variamente consociate con il faggio ed i lariceti. Faggete pure sono estese in Val Vigizzo, dove si trovano anche pinete di pino silvestre.

- Le caratteristiche tipicamente alpine del C.A. VCO 2 sono percepibili osservando la distribuzione altitudinale del territorio: oltre l'80% della superficie è ad una quota superiore ai 900 m s.l.m.. Per quanto riguarda l'esposizione, il 57% del territorio ricade nei quadranti settentrionali ed il 55% in quelli orientali. Infine, nonostante la quota media elevata, il 60% della superficie del C.A. ha una pendenza inferiore ai 30° (Pompilio, 1999).
- Come riportato nelle tabelle 3 e 4, per il CA VCO 2 siamo in possesso di tutti i dati ricavati dai capi consegnati ai centri di controllo dal 2003 al 2018, per un totale di 752 fagiani di monte.
- Il C.A. VCO 3 (Ossola Sud) occupa una superficie di 78382 ha e comprende la piana dell'Ossola, lungo l'asta del fiume Toce, estendendosi sino alle valli Divedro, Bognanco, Antrona e Anzasca. Come riportato nelle tabelle 3 e 4, per il CA VCO 3 sono stati considerati i campioni dal 2003 al 2010 ed un ritrovamento del 2018, per un totale di 304 fagiani di monte.

### 3.1.2 - Macro area Sesia



Figura 3: Localizzazione geografica della macro area Sesia – C.A. VC1 (VC).

La macro area Sesia, ricadente nel Comprensorio alpino VC1 in provincia di Vercelli, è costituita da una superficie di 52350 ha. Essa è caratterizzata da un'ampia vallata alpina con estese aree di alta quota (41 % della superficie al di sopra dei 1.500 m s.l.m., 21 % al di sopra dei 2.000 m s.l.m.). Per le caratteristiche altimetrico-vegetazionali delle zone di provenienza dei campioni, questa macro-area è stata considerata alpina. Nel piano montano, caratterizzato da ampie zone a prato-pascolo, a causa del progressivo abbandono delle attività umane si stanno affermando i betuleti (*Betula alba*) e gli ontaneti a ontano bianco (*Alnus incana*). Molto diffuse al di sopra del limite degli alberi,

costituito dagli ultimi lariceti (*Larix decidua*), le boscaglie di ontano verde (*Alnus viridis*), che assumono grande importanza in termini di estensione. Dai 2200 ai 2900 m s.l.m. l'ambiente è caratterizzato dalle praterie a carici (*Carex spp.*) e festuche (*Festuca spp.*) con agglomerati di salice erbaceo (*Salix herbacea*) lungo le vallate nivali (AA.VV., pfv regione Piemonte, 2013).

Come riportato nelle tabelle 3 e 4, per la macro area Sesia sono stati considerati i campioni degli anni 2013, 2014, 2015 e 2016 prelevati presso il centro di controllo del CA VC 1, per un totale di 127 fagiani di monte.

### 3.1.3 - Macro area Morbegno



Figura 4: Inquadramento geografico della macro area Valtellina, C.A. di Morbegno (SO).

Quest'area di studio, identificata come macro-area "Morbegno" è localizzata sul territorio del Comprensorio Alpino di caccia Morbegno, in Provincia di Sondrio, e ha un'estensione di circa 49.000 ha. Per le peculiarità di questa zona, dovuta all'orientamento della valle lungo l'asse ovest-est, non è stata possibile una suddivisione per fasce altimetriche come per le altre macro aree. Si è ritenuto opportuno suddividere il C.A. in due sotto aree corrispondenti ai versanti costituiti dalle catene alpine che lo delimitano:

**Area Sub-Alpina (Versante orobico):** comprende da est la val di Tartano, val Gerola e val Lesina come limite occidentale. La distribuzione della vegetazione sulla porzione valtelinese delle orobie è fortemente condizionata dall'esposizione a Nord dei versanti, che favorisce l'instaurarsi di boschi freschi ed umidi, a caratteristiche mesofile, nella fascia inferiore del



versante, e l'abbassarsi del limite inferiore delle conifere (Ferloni, 2011). Su questo versante le precipitazioni sono maggiori, anche quelle a carattere nevoso, ed in oltre la neve al suolo permane più a lungo rispetto a quello retico.

Area Alpina (Versante retico): comprendente la val Masino e l'intera costiera dei Cech. Questo versante avendo un'esposizione a Sud mostra, soprattutto nella fascia inferiore, caratteristiche prettamente xeriche, con particolari porzioni interessate addirittura da una vegetazione di tipo submediterraneo (per esempio la zona dei vigneti) o steppico (le praterie a *Festuca spp.*). I boschi di latifoglie si estendono fino ad una quota approssimativa di 1200 m s.l.m e si addentrano nelle valli laterali anche a quote superiori. Nelle fasce superiori si affermano boschi di conifere per passare all'orizzonte delle praterie ed arrivare infine a vaste pietraie e morene ad altitudini di 2800-3000 m s.l.m.

Queste differenze fanno sì che il versante orobico sia più vocato alla specie oggetto dello studio, motivo per cui vengono realizzati piani di abbattimento suddivisi per i due lati della valle all'interno dello stesso C.A.

Come riportato nella Tabella 2, per il CA di Morbegno sono stati considerati i campioni degli anni 2012 e 2013, per un totale di 100 fagiani di monte.

### 3.1.4 - Macro area Brescia

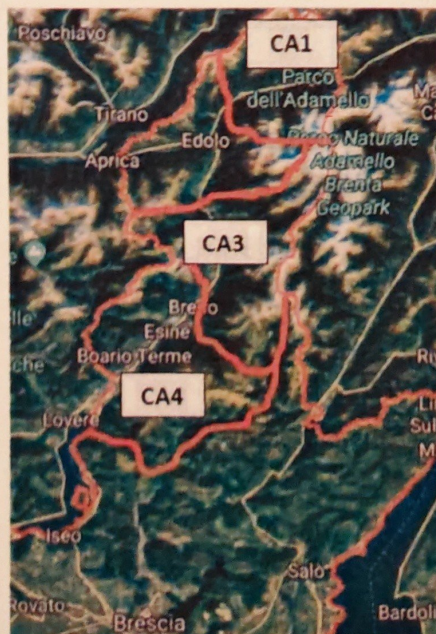


Figura 5: Inquadramento della macro area Brescia, con i C.A C1, C3 e C4 (BS)

La macro area "Brescia" ha un'estensione di 25.723 ha. L'indagine è stata condotta all'interno dei C.A. C1 di 9.517 ha (Alta Valle Camonica), C3 di 11.068 ha (Media Valle Camonica) e C4 di 5.138 ha (Bassa Valle Camonica) (Figura 5: Inquadramento della macro area Brescia, con i C.A C1, C3 e C4 (BS)). La raccolta dei tratti intestinali su cui è stata svolta l'indagine parassitologica, è stata effettuata, durante l'attività venatoria, presso i centri di controllo di Vezza per il CA1, Breno per il CA3, Bienno e Darfo per il CA4. Questa macro area è stata divisa, in base alle caratteristiche orografiche del territorio in un'area alpina ed una sub-alpina. Queste sub-aree sono state così delimitate per avere delle caratteristiche altimetrico-vegetazionali quanto più simili a quelle descritte precedentemente nelle macro aree di Sesia ed Ossola.

Area sub-alpina: comprende i comuni di Breno, Darfo, Artogne, Berzo, Bienno, Piancamuno, Gianico, Paisco e Cimbergo

Area alpina: comprendente parte del comune di Breno e Bienno, e i comuni di Niardo, Prestine, Temù, Vione, Incudine e Veza d'Oglio.

Come riportato nella Tabella 2, per il CA 1 sono stati considerati i campioni degli anni 2013 e 2014, per un totale di 7 fagiani di monte; per il CA 3 ed il CA4 sono stati considerati i campioni degli anni 2012, 2013, 2014, per un totale rispettivamente di 38 e 71 fagiani di monte.

### **3.2 - Gestione venatoria**

In linea generale nei C.A. oggetto di studio, il fagiano di monte è cacciabile nei mesi di ottobre e novembre, nelle giornate di mercoledì e domenica, in base a piani numerici predisposti dai comitati di gestione dei C.A. e approvati dalla giunta regionale. I piani di abbattimento vengono formulati sulla base dei censimenti primaverili eseguiti sulle arene di canto. Si stima la densità dei maschi riproduttori per unità di superficie, e attraverso censimenti tardo-estivi, con l'ausilio di cani da ferma, è possibile calcolare l'indice riproduttivo, ovvero la percentuale di giovani sul totale delle femmine contattate. Inoltre, fra i diversi C.A., varia il numero di giornate di caccia consentite e l'entità del carniere individuale.

### 3.3 - Raccolta dei dati

La presente tesi si sviluppa sulla base dei dati biometrici e parassitologici relativi ai fagiani di monte oggetto di prelievo venatorio nelle aree sopra descritte e pervenuti ai Centri di controllo dei C.A. secondo la legge nazionale 157/92. Da parte di un tecnico faunistico vengono registrati le generalità del cacciatore e i dati relativi all'abbattimento (data, ora, Comune, località, quota, numero uscite, numero contrassegno applicato e coordinate UTM). Per ogni capo abbattuto si procede alla georeferenziazione del luogo e quota di prelievo, con precisione di 1 km<sup>2</sup>, utilizzando cartine con maglia UTM. Vengono quindi accertati età e sesso e, in accordo alle indicazioni del manuale della Regione Piemonte (AA.VV., 2007) e le linee guida fornite dai tecnici faunistici della provincia.

L'assenza di linee guida specifiche per tutto l'arco alpino, determina che il peso venga valutato a volte con bilance digitali (con precisione al grammo o ai 5 grammi) oppure con bilance meccaniche, e le misure biometriche vengano rilevate con righelli appositi millimetrati e calibri, ovvero con metri flessibili o righelli non specifici.

Nel complesso si dispone delle seguenti misure biometriche:

Misure biometriche	Numero campioni giovani	Numero campioni adulti
Peso (g)	722	636
Lunghezza ala (mm)	700	635
Lunghezza prima remigante (mm)	420	402
Lunghezza becco (mm)	676	623
Lunghezza tarso (mm)	423	411
Lunghezza media ciechi (cm)	492	336

Tabella 1: Misure biometriche e numero di campioni giovani ed adulti presenti nel database per le analisi dei diversi parametri.

Per l'età vengono considerate due classi: giovani nati nell'anno dell'abbattimento e adulti, la cui differenza viene valutata in base alla presenza o meno della borsa di Fabrizio e alla crescita e muta delle remiganti primarie.

Il prelievo del pacchetto intestinale è stato effettuato previo consenso da parte del cacciatore. Gli organi, marcati con un codice numerico univoco, corrispondente al contrassegno di abbattimento

apposto dal cacciatore, sono stati refrigerati a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  nell'arco della stessa giornata e conservati fino al momento dell'analisi. Previo scongelamento, si è proceduto pesando il pacchetto intestinale e lo stomaco ove presente, successivamente è stato dipanato l'intestino con la misurazione della lunghezza dei ciechi fornendosi di un righello graduato. Il contenuto intestinale è stato vagliato in setacci metallici sovrapposti con maglie rispettivamente di 200 e  $30\text{ }\mu\text{m}$ . Il filtrato è stato recuperato ed osservato su piastra Petri allo stereomicroscopio (0.7-4.5x) per la ricerca dei parassiti. Questi sono stati identificati secondo le chiavi di Neuve-Lamaire (1936), Skrjabin *et al.* (1970), Hartwitch (1978) e Ashour (1994), utilizzando la denominazione proposta da Anderson (1992). Infine, sono stati contati, sessati e successivamente stoccati in provette con alcol etilico assoluto.

I campioni sono stati raccolti in collaborazione con il collega Daniele Quaretta, durante le stagioni venatorie 2017/18 e 2018/19 (complessivamente sono stati prelevati 78 pacchetti di fagiani di monte su 118 prevenuti al centro di controllo e 12 pacchetti intestinali di coturnici su 13). Al fine della presente tesi, sempre in collaborazione con il collega, sono stati dipanati e analizzati i pacchetti intestinali di 197 fagiani di monte e 14 Coturnici, già precedentemente stoccate nel quadriennio 2014/2017.

Tali dati sono stati inseriti in un dataset che comprendeva campioni già analizzati in precedenti tesi di laurea e pubblicazioni. Complessivamente si dispone quindi di 1453 Fagiani di monte prelevati nel corso delle stagioni venatorie dal 2003 al 2018 presso i centri di controllo dai vari C.A. descritti sopra.

Macro area	Provincia	Comprensorio (C.A.)	Superficie (ha)	Anno	n° campioni	Tot/C.A.
Sesia	VC	VC1	52.350	2013	24	127
				2014	30	
				2015	35	
				2016	38	
Ossola	VCO	VCO1	53.907	2004	3	54
				2005	23	
				2006	13	
				2009	14	
				2018	1	
	VCO2	65.091	2003	43	752	
			2004	40		
			2005	47		
			2006	37		
			2007	37		
			2008	40		
			2009	43		
			2010	44		
			2011	41		
			2012	45		
			2013	48		
			2014	48		
			2015	60		
	2016	61				
	2017	68				
2018	50					
VCO3	78.382	2003	41	304		
		2004	40			
		2005	40			
		2006	38			
		2007	32			
		2008	36			
		2009	44			
		2010	32			
		2018	1			
		Brescia	BS		CA1	9.517
2014	3					
CA3	11.068			2012	7	38
				2013	14	
				2014	17	
CA4	5.138			2012	20	71
				2013	23	
		2014	28			
Morbegno	SO	MO	49.000	2012	39	100
				2013	61	
<b>Totale</b>						<b>1453</b>

Tabella 2: Suddivisione dell'area di studio nelle 4 macro aree, Provincia di riferimento e C.A. coinvolti, stagioni venatorie campionate e numero dei campioni totali di fagiano di monte e numero di pacchetti intestinali. (\* campioni analizzati personalmente= 266).

### 3.4 - Indagine statistica

Sono stati calcolati gli indici epidemiologici di prevalenza ( $p$  = percentuale di soggetti parassitari sul totale dei capi esaminati), di intensità ( $i$  = quantità numerica media di elminti per soggetto parassitato) e di abbondanza ( $a$  = quantità numerica media di elminti sul totale dei capi esaminati). Gli indici di intensità e abbondanza sono stati convertiti in logaritmo per poter essere utilizzati nel test parametrico ANOVA: si è proceduto confrontando gli indici degli adulti e dei giovani per ogni anno, delle variabili tra i diversi anni, fra le diverse sub-aree all'interno di una macro-area ed infine fra le diverse macro-aree applicando i test post-hoc HDS di Tukey. Si è inoltre indagata una possibile correlazione tra indici epidemiologici e il peso corporeo dei soggetti tramite il Test parametrico di Pearson e quello non parametrico Rho di Spearman.

Le analisi sono state svolte tramite il software IBM SPSS Statistics 20®, i valori sono stati ritenuti significativi con  $p < 0,05$ . Nelle analisi in cui il livello di significatività è superiore al 99% si è specificata l'attendibilità con ( $p < 0,01$ ).

## 4 - RISULTATI

Le misure biometriche raccolte presso i Centri di controllo sono state analizzate dapprima per valutare la correttezza del dato, eliminando le misure palesemente non corrette dovute ad errori di misurazione o trascrizione e valutando attraverso analisi statistiche l'accuratezza e la precisione del dato. A tal fine, per garantire il rispetto della privacy, i riferimenti ai diversi comprensori di caccia sono stati codificati numericamente. Dopo aver validato la correttezza del dato a disposizione, sono state effettuate delle analisi per valutare eventuali differenze tra classi di età e habitat, oltre che correlazioni con gli indici epidemiologici a disposizione.

### 4.1 - Analisi morfo-biometriche

#### 4.1.1 - Peso

Accuratezza e precisione dei dati raccolti nei vari CA sono state valutate preliminarmente sulla base di un grafico a scatole (box-plot) relativo ai pesi dei fagiani di monte giovani (n=722) e adulti (n = 636) oggetto di campionamento.

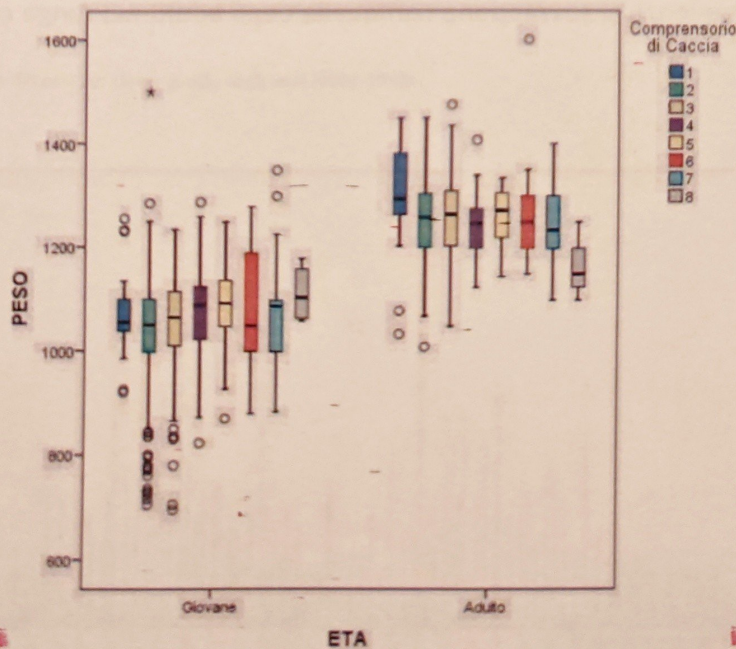


Grafico 1: Confronto dei pesi (espressi in grammi) fra classi di età negli 8 Comprensori alpini.

Analizzando il peso degli individui nei diversi comprensori, emergono differenze nelle misure rilevate, anche in termini di precisione (alcuni comprensori arrotondano al grammo, altri a 5 grammi, altri a 10 grammi). Per quanto riguarda il CA 8, non rilevando alcuna differenza tra peso dei giovani e quello degli adulti, i dati non sono stati considerati per le successive analisi in quanto desunti verosimilmente attraverso una assegnazione errata della classe di età. Sono stati eliminati inoltre quelli che si discostano per eccesso in maniera evidente dai valori medi: un individuo giovane di peso 1500 g e uno adulto di 1600 g. I valori che si discostano dalla media per difetto sono stati invece considerati validi perché attribuibili eventualmente a soggetti giovani nati da covata di sostituzione.

Con l'ausilio di grafici di normalità Q-Q e indici di normalità, sono stati considerati validi 718 giovani e 633 adulti, i cui indici di riferimento sono riportati nella seguente Tabella 3.

	Nr	Media	Er Std	IC 95%		IC 99%		Dv Std	Media $\pm$ DvStd	
Juv	718	1.054,96	3,604	1.047,89	1.062,02	1.045,66	1.064,26	96,584	958,37	1.151,54
Ad	633	1.257,45	2,909	1.251,75	1.263,15	1.249,95	1.264,96	73,195	1.184,26	1.330,65

Tabella 3: Peso medio (gr), Errore Standard (Er Std), Intervallo di Confidenza (IC 95% e 99%) e Deviazione Standard (Dv Std) relativo alle classi di età dei fagiani di monte la cui misurazione risulta essere attendibile.

La distribuzione dei pesi evidenzia una distribuzione normale per entrambe le classi, con una coda verso sinistra (soggetti leggeri), maggiormente evidente per la classe dei giovani., la cui distribuzione delle frequenze si sovrappone con quella degli adulti nel range compreso tra 1010 e 1350 g (Grafico 2).

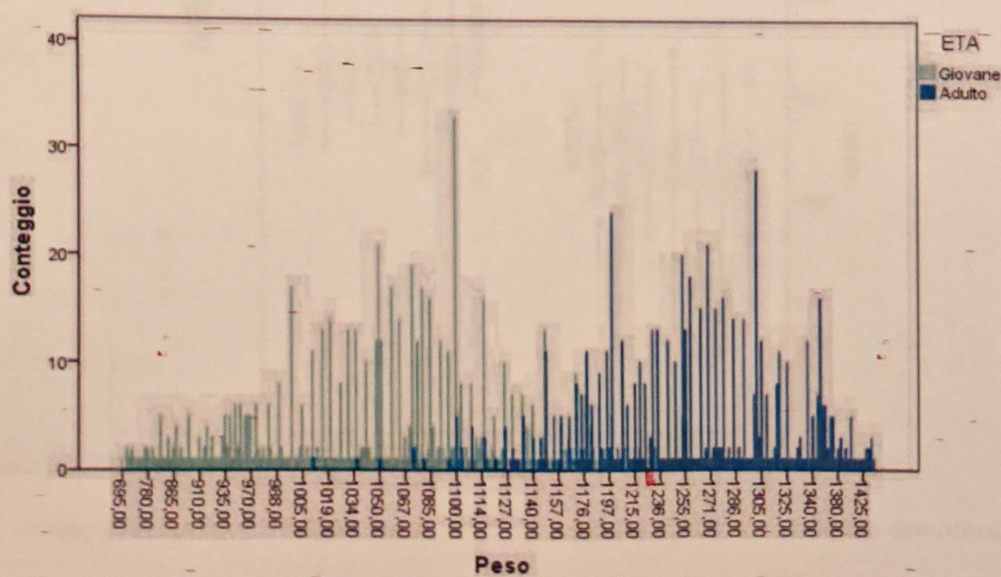


Grafico 2: Distribuzione di frequenza dei pesi per classe di età.



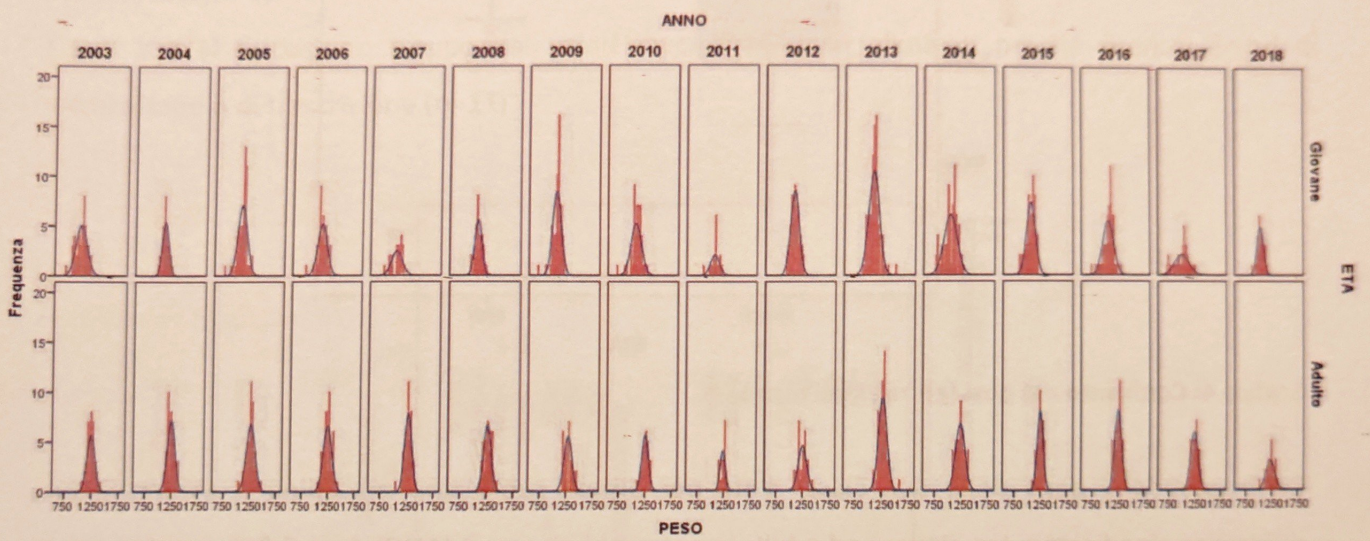


Grafico 3: Distribuzione di frequenza dei pesi per classe di età, negli anni (2003-2018)

Disponendo quindi di dati sufficientemente accurati, è stato realizzato un diagramma a scatola per confrontare il peso delle due classi di età. Confrontando le medie dei pesi delle due classi di età con il test ANOVA, è risultata una differenza significativa tra giovani e adulti ( $p < 0,001$ ) (Grafico 4).

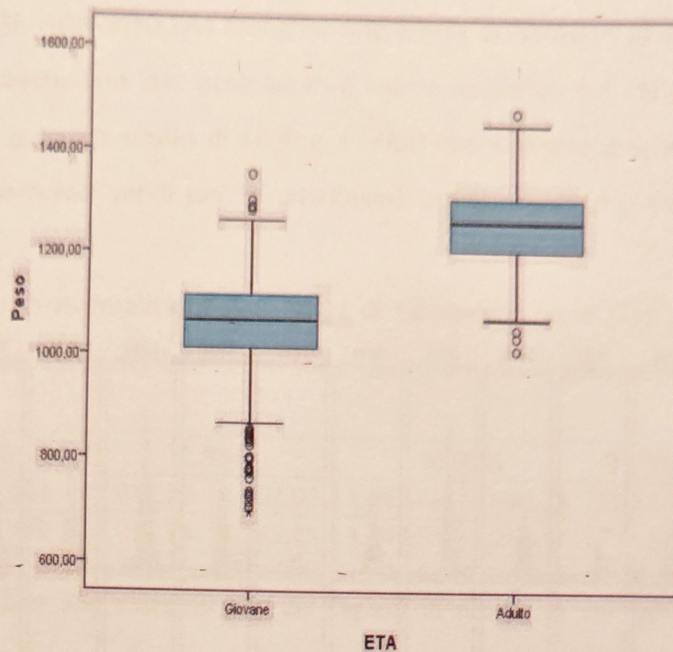


Grafico 4: Confronto dei pesi (g) fra classi di età.

Confrontando il peso delle due classi d'età per areale sub-alpino ed alpino si evidenzia una differenza significativa tra giovani ed adulti in entrambi gli areali (ANOVA:  $p < 0,01$ ), mentre non si osserva alcuna differenza tra areali per le due classi di età (ANOVA:  $p > 0,05$ ) (Grafico 5).

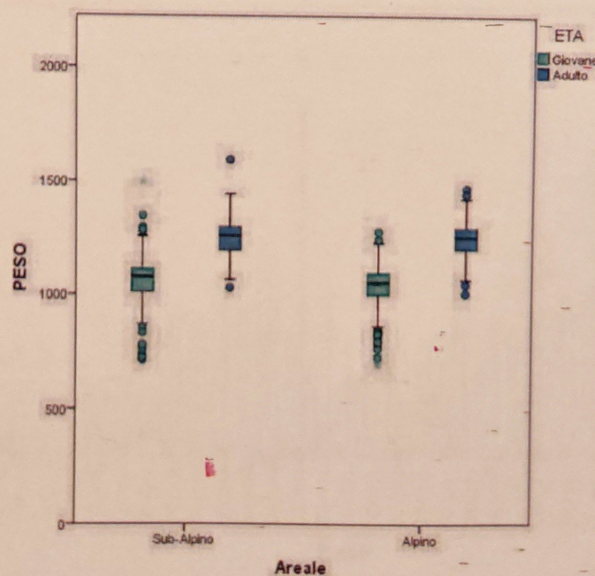


Grafico 5: Confronto dei pesi (gr) delle classi giovani e adulti fra areale sub-alpino ed alpino.

#### 4.1.2 - Lunghezza ala

Accuratezza e precisione dei dati raccolti nei vari CA sono state valutate preliminarmente sulla base di un grafico a scatole (box-plot) relativo alle misurazioni dei soggetti giovani (n=700) e adulti (n=635) campionati.

Analizzando i dati relativi ai capi prelevati negli 8 comprensori, emergono differenze nelle misure rilevate, anche in termini di precisione (alcuni arrotondano al millimetro, altri al mezzo centimetro, altri al centimetro). Per quanto riguarda il CA 8, le misure risultano palesemente errate sia in termini di accuratezza che di precisione, e per tale motivo i dati sono stati scartati dalle successive analisi (Grafico 6).

I dati che si discostano troppo dai valori medi sono stati eliminati perché ritenuti errori di misurazione o di trascrizione (n=11).

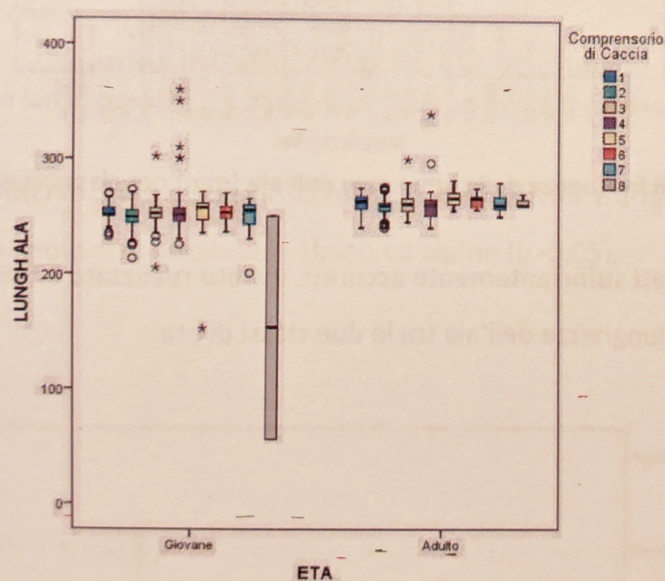


Grafico 6: Confronto della lunghezza dell'ala (mm) fra classi di età nei diversi comprensori alpini.

Con l'ausilio di grafici di normalità Q-Q e indici di normalità, sono stati considerati validi complessivamente 1.319 i cui indici di riferimento sono riportati nella seguente Tabella 4: Lunghezza media dell'ala (mm), Errore Standard (Er Std), Intervallo di Confidenza (IC 95% e 99%) e Deviazione Standard (Dv Std) relativo alle classi di età dei fagiani di monte

	Nr	Media	Er Std	IC 95%		IC 99%		Dv Std	Media ± DvStd	
Juv	690	250,43	0,334	249,77	251,08	249,57	251,29	8,761	241,67	259,19
Ad	629	259,82	0,270	259,29	260,35	259,12	260,52	6,761	253,06	266,58

Tabella 4: Lunghezza media dell'ala (mm), Errore Standard (Er Std), Intervallo di Confidenza (IC 95% e 99%) e Deviazione Standard (Dv Std) relativo alle classi di età dei fagiani di monte.

La distribuzione della lunghezza dell'ala dei soggetti giovani e adulti evidenzia una distribuzione normale per entrambe le classi, con una coda verso sinistra (soggetti leggeri), maggiormente evidente per la classe dei giovani. La distribuzione delle frequenze vede la classe dei giovani sovrapporsi con quella degli adulti nel range compreso tra 240 mm e 273 mm (Grafico 7).

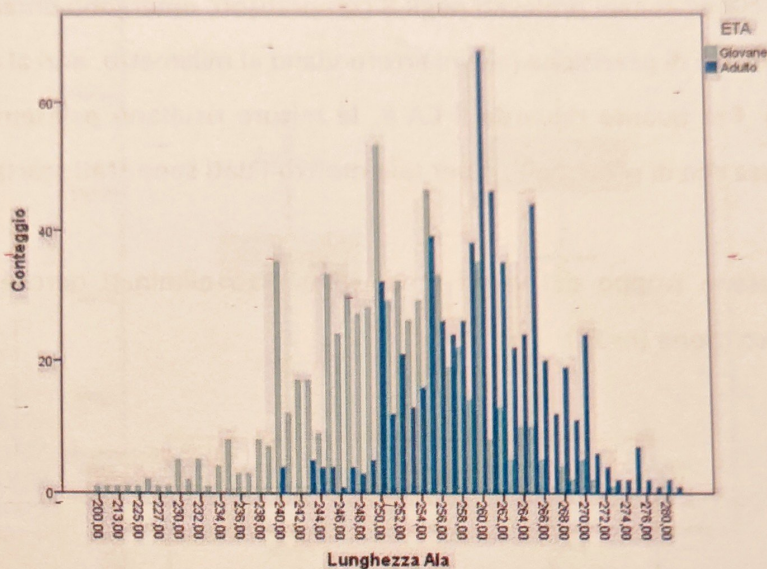


Grafico 7: Distribuzione di frequenza della lunghezza dell'ala (mm) per classe di età.

Disponendo quindi di dati sufficientemente accurati, è stato realizzato un diagramma a scatola per mettere a confronto la lunghezza dell'ala tra le due classi di età.

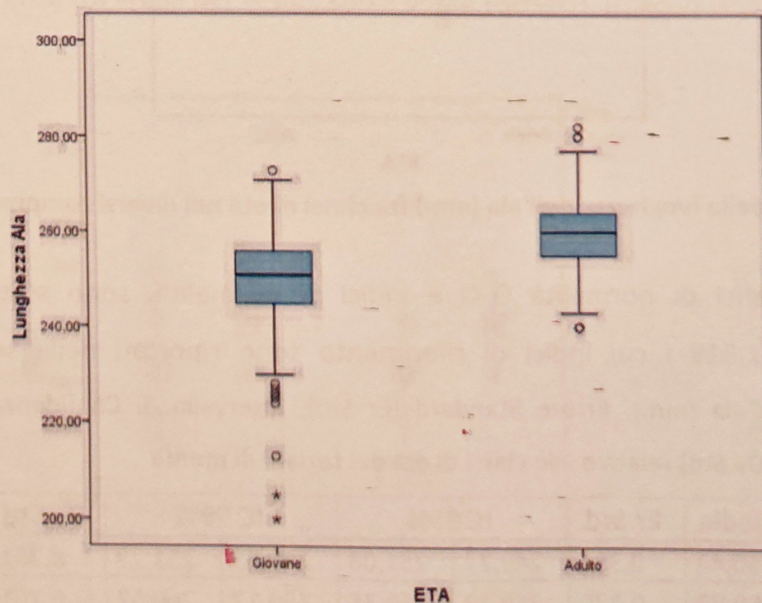


Grafico 8: Confronto della lunghezza dell'ala (mm) fra classi di età.

La differenza delle medie delle misure delle ali nelle due classi di età è risultata significativa (ANOVA:  $p < 0,001$ ), mentre il confronto dei dati relativi all'areale sub-alpino e areale alpino non si evidenzia alcuna differenza (ANOVA:  $p > 0,05$ ) (Grafico 9).

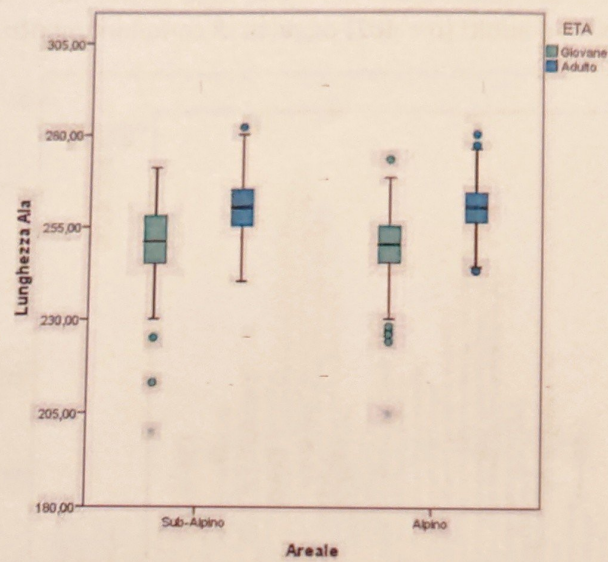


Grafico 9: Confronto della lunghezza dell'ala (mm) nei giovani ed adulti in areale sub-alpino ed alpino.

Attraverso il test dell'ANOVA non è stata riscontrata significatività tra la media della lunghezza dell'ala degli adulti e dei giovani in areale sub-alpino ed alpino ( $p > 0,05$ ).

### 4.1.3 - 1° remigante primaria

Accuratezza e precisione dei dati raccolti nei vari CA sono state valutate preliminarmente sulla base di un grafico a scatole (box-plot) relativo alle misurazioni della prima remigante primaria dei fagiani di monte giovani (n = 420) e adulti (n = 402) oggetto di campionamento.

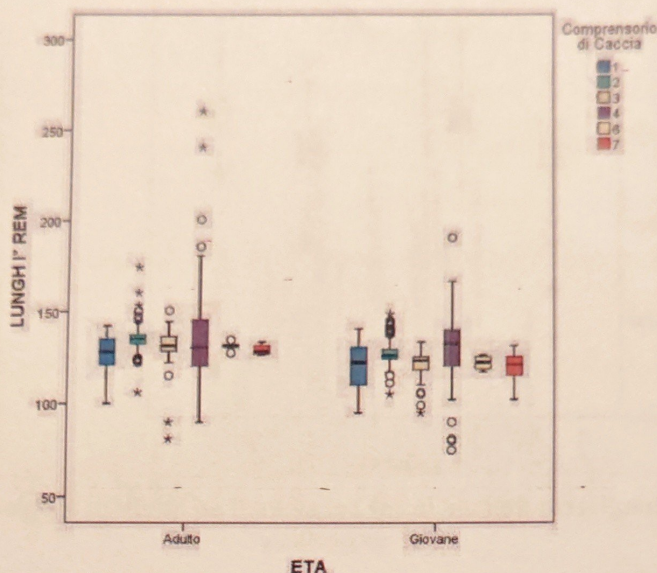


Grafico 10: Confronto della lunghezza della prima remigante primaria (mm) fra classi di età nei diversi comprensori alpini.

Analizzando i dati relativi alla lunghezza della remigante primaria nei diversi comprensori alpini, si è rilevato come alcuni comprensori non considerino questa misura nel rilevamento biometrico, e come l'accuratezza sia basilare per evitare errori di misurazione. Infatti, le misure raccolte nel CA 4, nei primi anni di campionamento risultano estremamente errate, in quanto verosimilmente sbagliato l'utilizzo dello strumento di misurazione (righello millimetrato con uno spillo al valore zero, il quale deve arrivare all'attaccatura della 1° remigante primaria con l'ala). Per tale motivo, i dati del CA 4 (n=109) non sono stati considerati ai fini delle analisi, oltre ad altre misurazioni (n=23), imputabili ad errori di trascrizione. Con l'ausilio di grafici di normalità Q-Q e indici di normalità, sono stati considerati validi i campioni riportati nella Tabella 5.

	Nr	Media	Er Std	IC 95%		IC 99%		Dv Std	Media ± DvStd	
Juv	353	125,26	0,283	124,71	125,81	124,53	125,99	5,320	119,94	130,58
Ad	337	133,66	0,262	133,15	134,17	132,98	134,34	4,806	128,85	138,47

Tabella 5: Lunghezza media della 1° remigante primaria (mm), Errore Standard (Er Std), Intervallo di Confidenza (IC 95% e 99%) e Deviazione Standard (Dv Std) relativo alle classi di età dei fagiani di monte la cui misurazione risulta essere attendibile.

La distribuzione della misura della prima remigante primaria dei soggetti giovani e adulti evidenzia una distribuzione normale per entrambe le classi, con una coda verso sinistra (soggetti leggeri), maggiormente evidente per la classe dei giovani. La distribuzione delle frequenze vede la classe dei giovani sovrapporsi con quella degli adulti nel range compreso tra 120 mm e 143 mm.

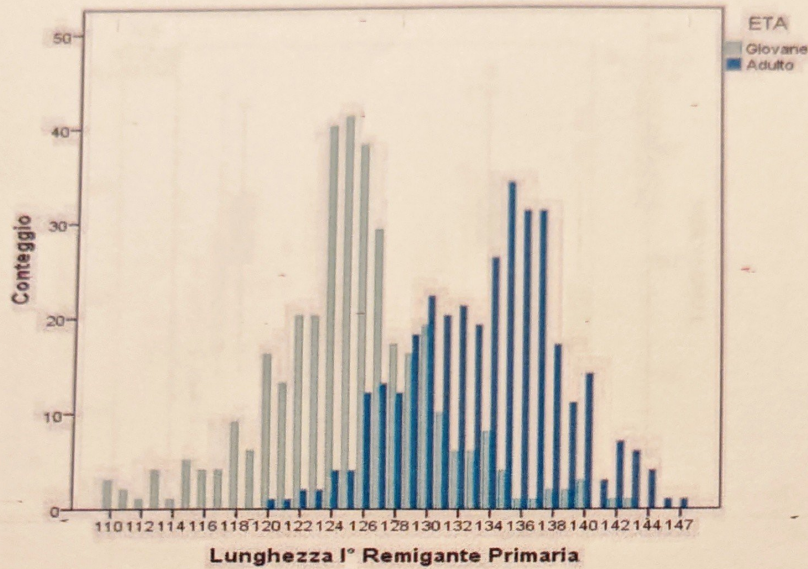


Grafico 11: Distribuzione di frequenza delle misure della prima remigante primaria, per classe di età.

Disponendo quindi di dati sufficientemente accurati, è stato realizzato un diagramma a scatola per mettere a confronto la lunghezza della 1° remigante primaria tra due classi di età.

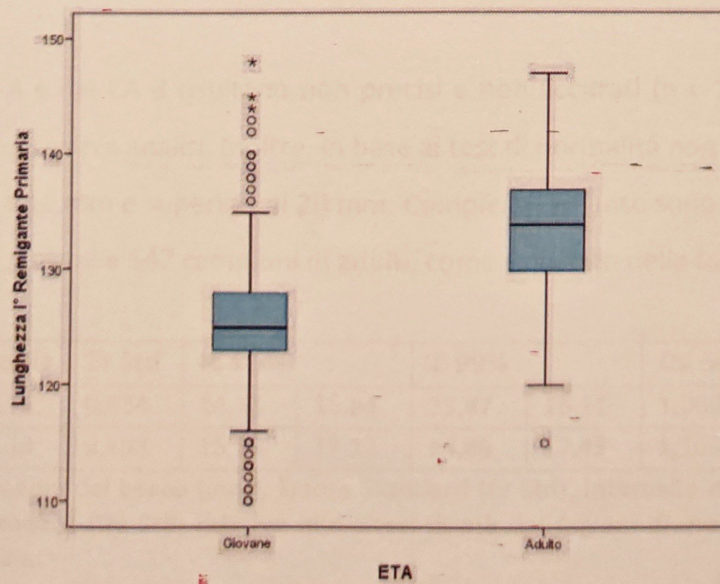


Grafico 12: Confronto della lunghezza della prima remigante primaria (mm) fra classi di età.

Analizzando la differenza delle medie delle misure delle prime remiganti primarie nelle due classi di età risulta una differenza significativa tra giovani ed adulti con (ANOVA:  $p < 0,001$ .)

Non si evidenziano differenze significative tra classi di età nei settori sub-alpino ed alpino (ANOVA:  $p > 0,05$ )

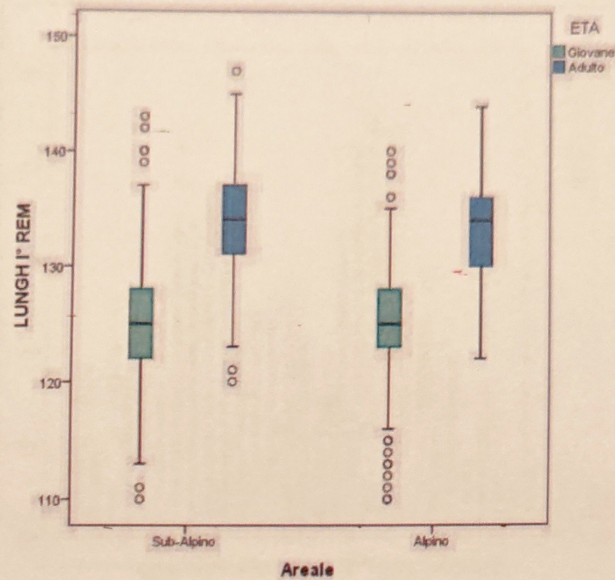


Grafico 13: Confronto della lunghezza della 1° remigante primaria (mm) delle classi giovani e adulti fra areale sub-alpino ed alpino.



#### 4.1.4 - Lunghezza Becco

Accuratezza e precisione dei dati raccolti nei vari CA sono state valutate preliminarmente sulla base di un grafico a scatole (box-plot) relativo alle misurazioni della lunghezza dei becchi dei fagiani di monte giovani (n = 676) ed adulti (n = 623), oggetto di campionamento.

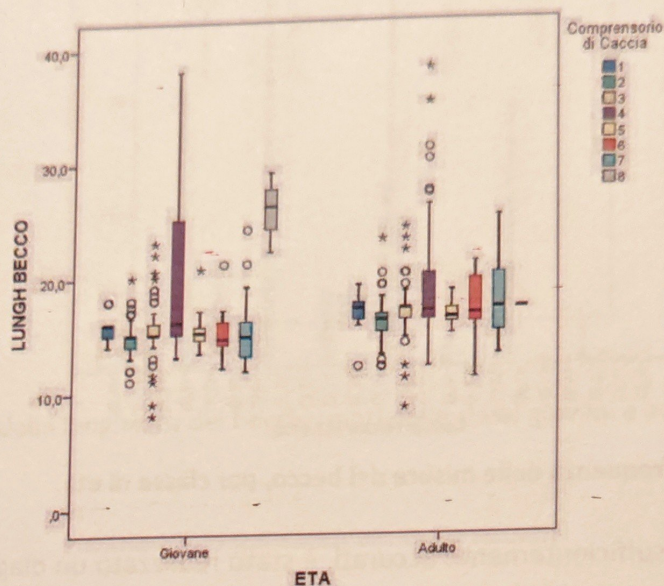


Grafico 14: Confronto della lunghezza del becco (mm) fra classi di età nei diversi comprensori alpini.

Analizzando la lunghezza del becco degli individui nei diversi comprensori, emergono differenze nelle misure rilevate, anche in termini di precisione (alcuni arrotondano al millimetro, altri al mezzo centimetro).

I dati rilevati nel CA 4 e nel CA 8 risultano non precisi e non accurati (n = 157), e pertanto sono stati eliminati dalle successive analisi. Inoltre, in base ai test di normalità non sono stati considerati validi valori inferiori a 10 mm e superiori ai 20 mm. Complessivamente sono considerati validi 595 campioni di individui giovani e 547 campioni di adulti, come riportato nella tabella seguente:

	Nr	Media	Er Std	IC 95%		IC 99%		Dv Std	Media ± DvStd	
Juv	595	14,99	0,434	14,13	15,84	13,87	16,11	1,060	13,93	16,05
Ad	547	16,14	0,498	15,16	17,12	14,86	17,43	1,165	14,98	17,31

Tabella 6: Lunghezza media del becco (mm), Errore Standard (Er Std), Intervallo di Confidenza (IC 95% e 99%) e Deviazione Standard (Dv Std) relativo alle classi di età dei fagiani di monte la cui misurazione risulta essere attendibile.

La distribuzione della lunghezza dei becchi dei soggetti giovani e adulti evidenzia una distribuzione normale per entrambe le classi, con ampia sovrapposizione.

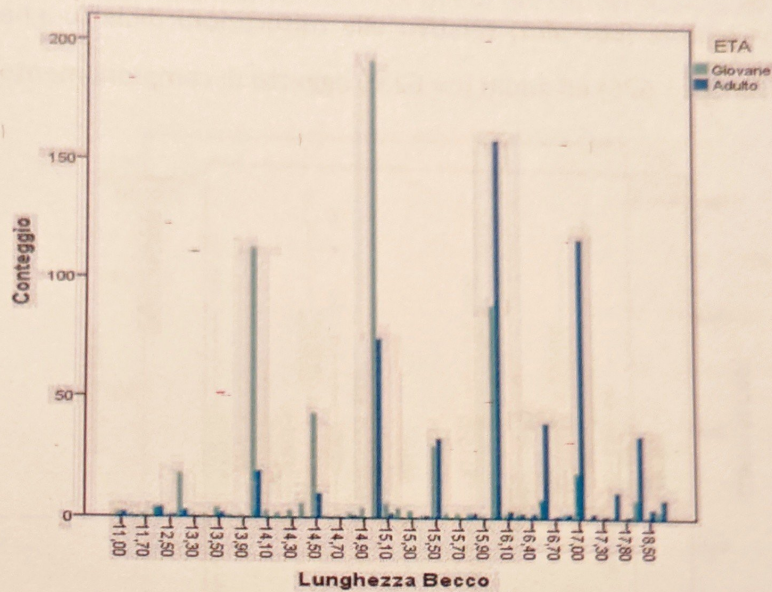


Grafico 15: Distribuzione di frequenza delle misure del becco, per classe di età.

Disponendo quindi di dati sufficientemente accurati, è stato realizzato un diagramma a scatola per mettere a confronto la lunghezza del becco tra le due classi di età.

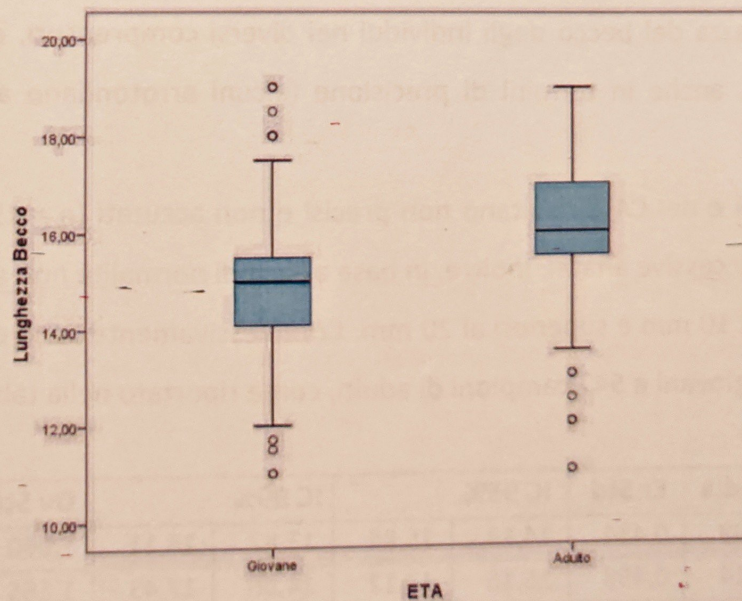


Grafico 16: Confronto della lunghezza del becco (mm) fra classi di età.

Analizzando la differenza delle medie delle misure del becco nelle due classi di età, emerge una differenza significativa tra giovani ed adulti (ANOVA:  $p < 0,001$ ).

Non si rilevano differenze tra l'areale sub-alpino e alpino per le classi di età considerate.

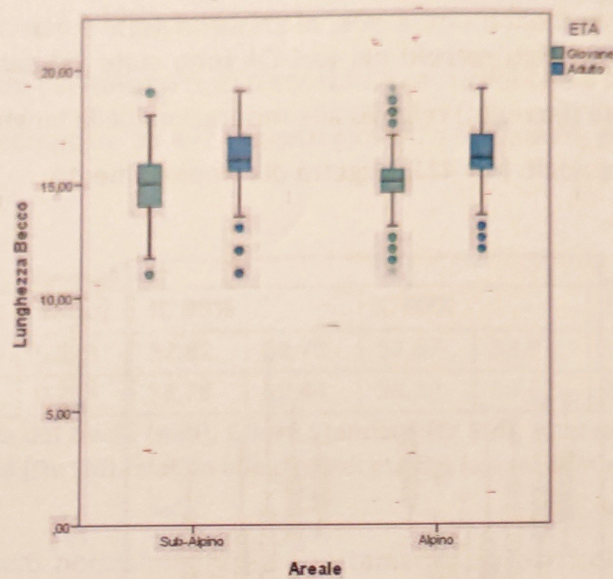


Grafico 17: Confronto della lunghezza dei becchi (mm) delle classi giovani e adulti fra areale sub-alpino ed alpino.

#### 4.1.5 - Lunghezza Tarso

Accuratezza e precisione dei dati raccolti nei vari CA sono state valutate preliminarmente sulla base di un grafico a scatole (box-plot) relativo alle misurazioni della lunghezza dei tarsi dei fagiani di monte giovani (n=423) e adulti (n = 411) oggetto di campionamento.

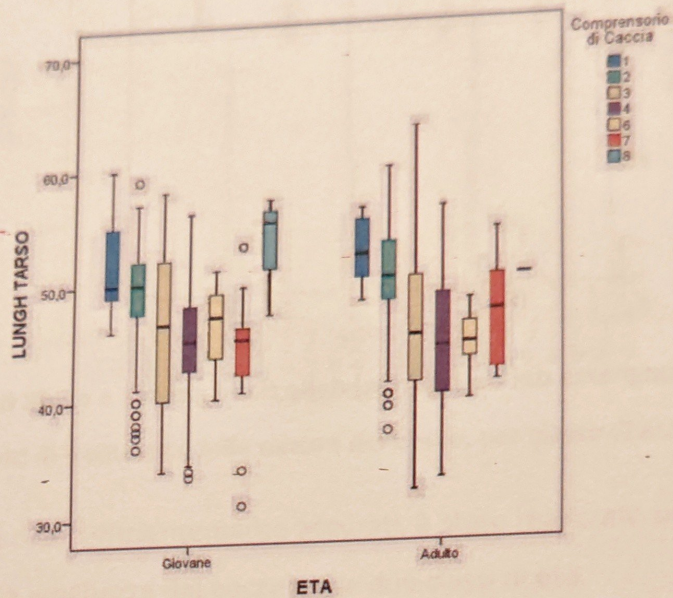


Grafico 18: Confronto della lunghezza del tarso (mm) fra classi di età nei diversi comprensori alpini.

Analizzando la lunghezza del tarso degli individui nei diversi comprensori, emergono differenze nelle misure rilevate, anche in termini di precisione (alcuni arrotondano al millimetro, altri al mezzo centimetro, altri al centimetro). I dati a disposizione hanno evidenziato inoltre come tale misura fosse raccolta con strumenti differenti (calibro, righello rigido, metro a nastro).

La variabilità emersa nei vari comprensori circa la raccolta di tale misura biometrica non permette ulteriori valutazioni di merito.

#### 4.1.6 - Lunghezza Media Ciechi

La lunghezza media dei ciechi è stata misurata in laboratorio dopo il dipanamento degli intestini, scartando quelli i cui ciechi risultavano rotti o spezzati a causa del colpo o del prelievo. Il campione valido è risultato essere composto da 492 soggetti giovani e 336 adulti, per un totale di 828 fagiani di monte. (Tabella 7).

	Nr	Media	Er Std	IC 95%		IC 99%		Dv Std	Media $\pm$ DvStd	
Juv	492	58,30	0,243	57,82	58,78	57,67	58,93	5,398	52,90	63,70
Ad	336	58,86	0,295	58,28	59,44	58,10	59,62	5,415	53,44	64,27

Tabella 7: Lunghezza media dei ciechi (mm), Errore Standard (Er Std), Intervallo di Confidenza (IC 95% e 99%) e Deviazione Standard (Dv Std) relativo alle classi di età dei fagiani di monte.

I valori appaiono distribuiti normalmente e correttamente, in particolare la distribuzione della lunghezza media dei ciechi dei soggetti giovani e adulti risulta normale per entrambe le classi, le misure di giovani e adulti sono pressoché sovrapposte, e vanno da un minimo di 36,5 cm nei giovani ad un massimo di 76 cm negli adulti (Grafico 19).

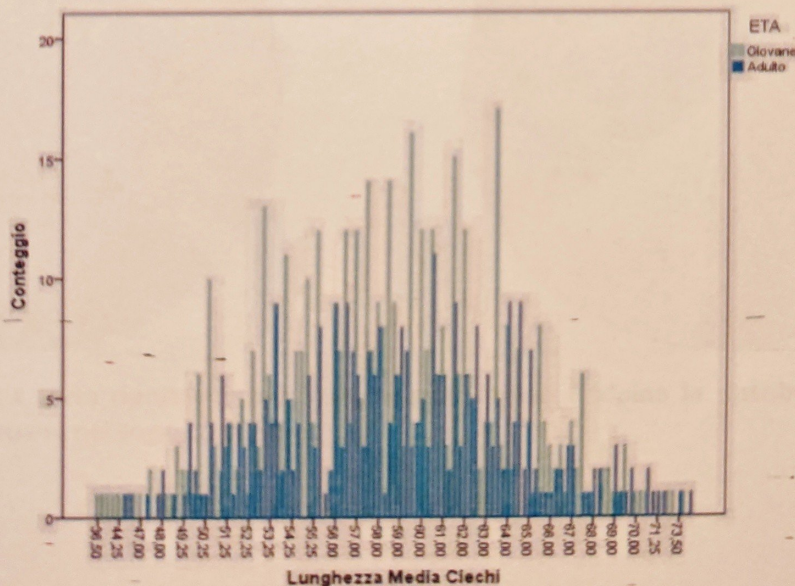


Grafico 19: Distribuzione di frequenza delle misure medie dei ciechi, per classe di età.

È stato quindi realizzato un diagramma a scatola per mettere a confronto la lunghezza media dei ciechi delle due classi di età indagate.

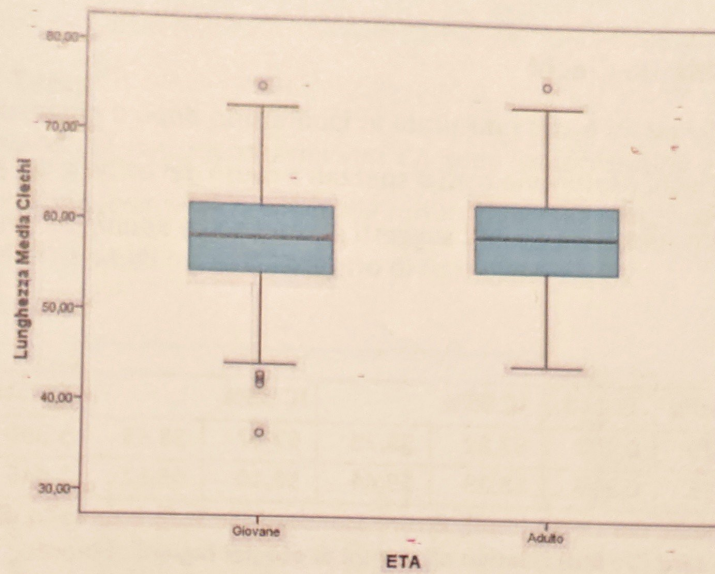


Grafico 20: Confronto della lunghezza media dei ciechi (cm) fra classi di età.

Attraverso il test dell'ANOVA non è stata riscontrata significatività tra la lunghezza media dei ciechi tra adulti e giovani negli areali ( $p > 0,05$ ).

## 4.2 - Analisi parassitologiche

Sono risultati infestati 813 dei 925 fagiani di monte campionati (545 giovani e 380 adulti).

Le specie elmintiche identificate sono state *Ascaridia compar* e *Aonchotheca caudinflata*, con prevalenze rispettivamente del 76,22% (705/925) e del 55,35% (512/925). Entrambe le specie sono risultate presenti nell'43,68% (404/925) dei soggetti.

Relativamente ai giovani risultano positivi 497 capi su 545, con prevalenze del 82,76% per *A. compar* e del 57,43% per *A. caudinflata*, il 48,99% dei soggetti era infestato da entrambe le specie. La distribuzione a livello di ospite evidenzia delle differenze tra settore sub-alpino (n=268) e alpino (n=277).

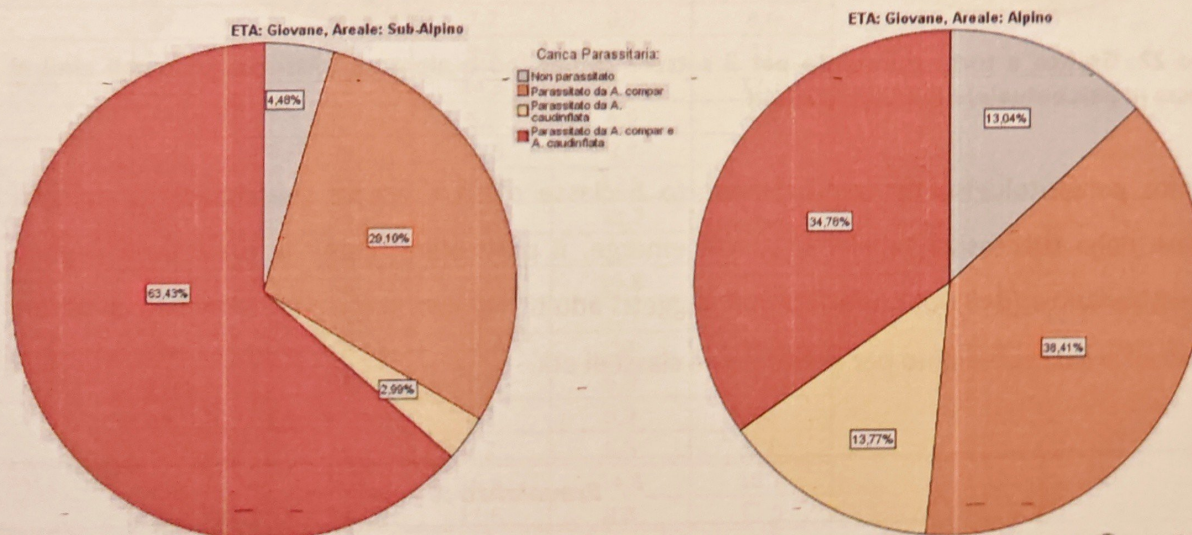


Grafico 21: Grafico a torta riportante per il settore sub-alpino e alpino la distribuzione degli elminti (espressa in percentuale) nei soggetti giovani.

Relativamente agli adulti risultano positivi 316 su 380, con prevalenze del 66,84% per *A.compar* e del 52,37% per *A. caudinflata*, specie entrambe presenti nel 36,05% dei soggetti.

La distribuzione a livello di ospite evidenzia delle differenze tra settore sub-alpino (n=195) e alpino (n=185).

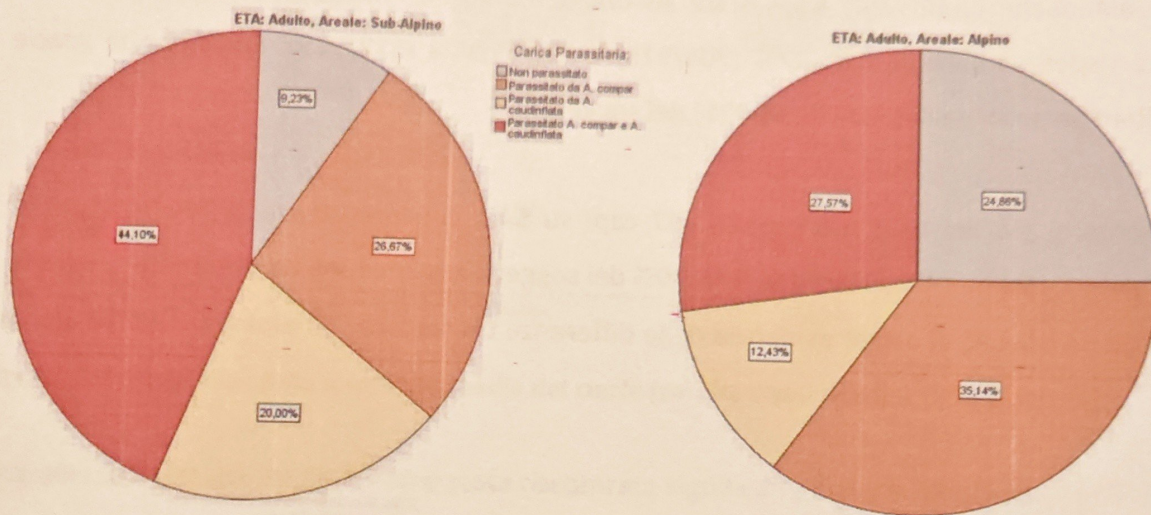


Grafico 22: Grafico a torta riportante per il settore sub-alpino e alpino la distribuzione degli elminti (espressa in percentuale) nei soggetti adulti.

Il quadro parassitologico emerso in rapporto a classe d'età e areale sub-alpino ed alpino è riportato nella successiva Tabella 8, da cui emerge, il particolare, come la prevalenza sempre significativamente ( $p < 0,001$ ) inferiore nei soggetti adulti rispetto ai giovani, e nell'areale alpino rispetto all'areale sub-alpino per entrambe le classi di età.

	Prevalenza %						
	Totale	Giovani	Adulti	Giovani Areale sub alpino	Giovani Areale alpino	Adulti Areale sub alpino	Adulti Areale alpino
<i>A. compar</i>	76,22	82,76	66,84	92,53	72,92	70,77	62,70
<i>A. caudinflata</i>	55,35	57,43	52,37	66,42	48,38	64,10	40,00
<i>A. compar</i> e <i>A. caudinflata</i>	43,68	48,99	36,05	63,43	34,78	44,10	27,57
Negatività	12,11	8,81	16,84	4,48	13,04	9,23	24,86

Tabella 8: prevalenza di *A. compar* e *A. caudinflata* per classi di età ed areale.



Sono stati calcolati gli indici di prevalenza, intensità e abbondanza e la deviazione standard di *A. compar*, negli anni oggetto di studio, per valutarne la dinamica del quadro parassitologico (Tab.8).

<i>A. compar</i>	ETA'	p%	i	a	D.S.
2003	giov.	62	8,5	5,3	9,7
	ad.	59	5,1	3	3,7
	tot.	61	7,3	4,3	8,1
2004	giov.	81	23,9	19,3	20,7
	ad.	70	9,1	6,3	8,1
	tot.	74	15,4	11,4	15,6
2005	giov.	79	9,4	7,4	11
	ad.	35	5,8	2,1	4,1
	tot.	60	8,5	5,1	9,1
2006	giov.	85	16,8	14,3	20,1
	ad.	58	23,7	13,8	28,3
	tot.	74	19,1	14,1	23,7
2007	giov.	70	15	10,5	13,7
	ad.	45	5,6	2,5	6,9
	tot.	55	10,3	5,7	10,7
2008	giov.	79	9,9	7,8	12,2
	ad.	93	7,2	6,7	8,6
	tot.	84	8,9	7,5	11
2009	giov.	78	14,3	11,2	12,2
	ad.	79	6,2	4,9	4,9
	tot.	79	11,5	9,4	10,7
2010	giov.	84	14,9	12,6	22,1
	ad.	94	14,8	13,7	20,1
	tot.	88	14,7	13	21,1
2011	giov.	83	20,1	16,8	18,6
	ad.	35	8,2	2,3	7,5
	tot.	60	16,7	10	15,8
2012	giov.	84	8,2	6,9	9,8
	ad.	85	6,2	5,3	6,8
	tot.	84	7,7	6,5	9,1
2013	giov.	90	16,4	14,8	16,7
	ad.	76	11,6	8,8	13,6
	tot.	85	14,8	12,6	15,8
2014	giov.	90	24,4	21,9	25,7
	ad.	73	16,8	12,2	16
	tot.	82	21,5	17,7	22,4
2015	giov.	87	12,4	10,6	12,2
	ad.	90	21,8	19,6	23,7
	tot.	88	15,3	13,2	16,8
2016	giov.	89	21,1	18,2	22,4
	ad.	77	8,3	6	10,3
	tot.	84	16,2	13,1	19,2
2017	giov.	88	19,6	17,3	16,1
	ad.	77	5,4	4,1	5,7
	tot.	82	12,0	9,9	13
2018	giov.	95	19,9	17,3	16
	ad.	43	14,5	5,4	14,1
	tot.	74	18,6	12,4	16,2

Tabella 9: Valori di prevalenza (p%), intensità (i), abbondanza (a) e deviazione standard (Dev Std) per *A. compar* nelle classi di giovani e adulti nel periodo 2003 al 2018.

Tali dati sono stati rappresentati graficamente per individui giovani (Grafico 23) ed adulti (Grafico 24).

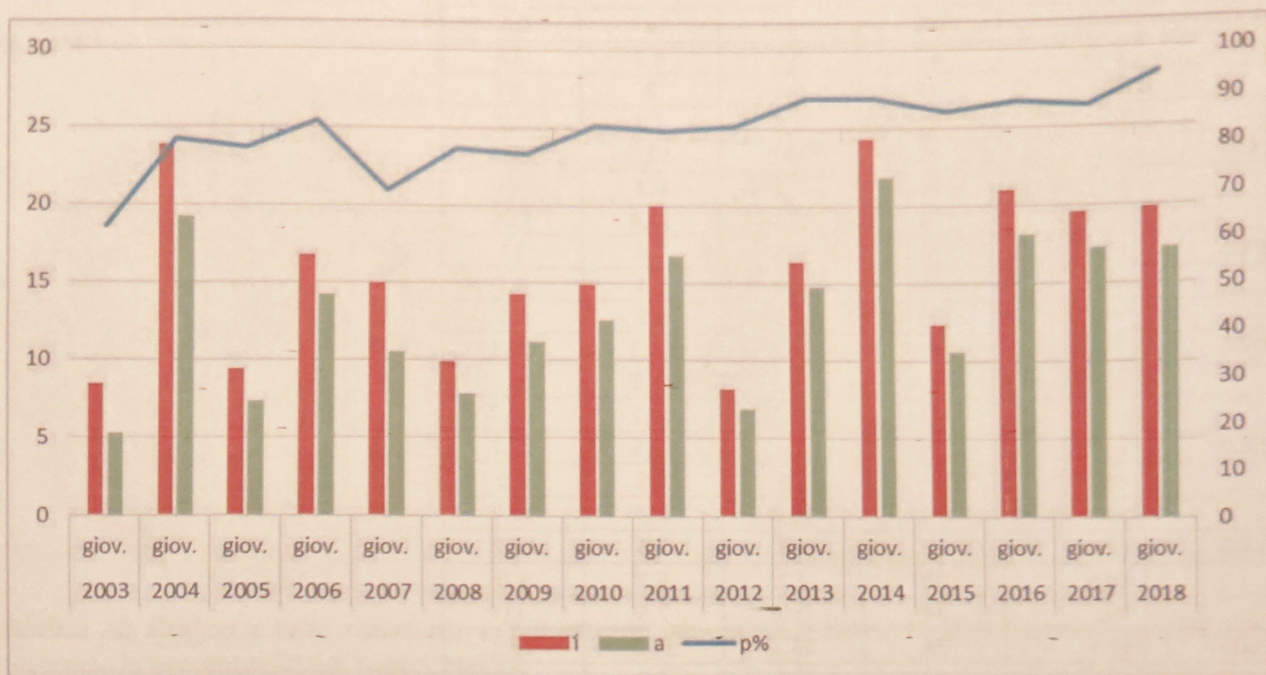


Grafico 23: intensità (i), abbondanza (a) e prevalenza (p%) di *A. compar* nei giovani.

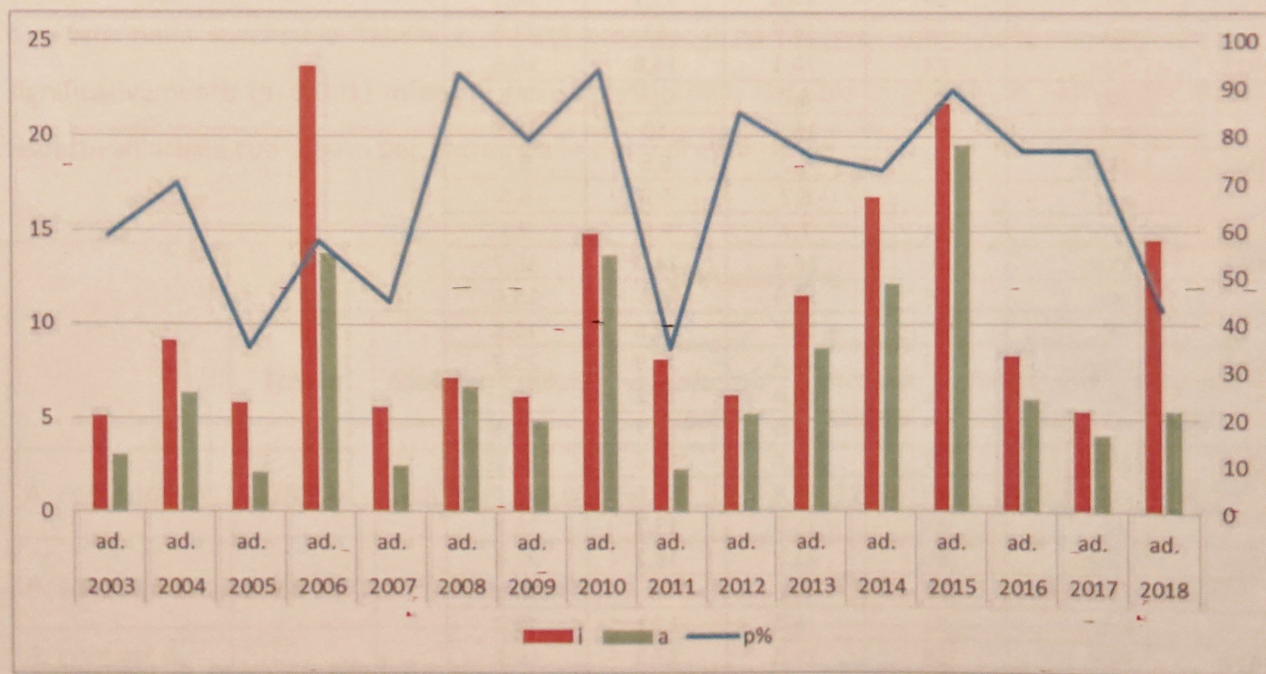


Grafico 24: intensità, abbondanza e prevalenza di *A. compar* negli adulti.

Analogamente sono stati calcolati gli indici epidemiologici relativi a *A. caudinflata*, negli anni oggetto di studio, al fine di valutarne la dinamica del quadro parassitologico (Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.).

<i>A caudinflata</i>	ETA'	p%	i	a	D.S.
2003	giov.	79	19,4	15,3	28,1
	ad.	47	8,5	4	8,3
	tot.	67	16,5	11,2	23,4
2004	giov.	52	30,5	16	39,6
	ad.	58	15,2	8,8	14,9
	tot.	56	20,8	11,6	27,2
2005	giov.	50	15,1	7,6	14,1
	ad.	58	8,3	4,8	10,1
	tot.	53	12	6,4	12,6
2006	giov.	52	16,1	8,3	22,7
	ad.	42	5,5	5,8	4,6
	tot.	47	12,2	5,8	17,7
2007	giov.	60	10,5	6,3	10,9
	ad.	26	6	1,6	3,8
	tot.	39	8,7	3,4	7,7
2008	giov.	69	4,3	6,2	8,3
	ad.	67	5,3	8	10,1
	tot.	68	4,6	6,8	8,8
2009	giov.	87	14,2	16,4	19,2
	ad.	75	10,7	14,2	18,7
	tot.	83	13	15,7	18,9
2010	giov.	61	23,9	14,7	26,8
	ad.	71	15	10,6	23,8
	tot.	65	20,1	13,1	25,4
2011	giov.	72	63,7	46	63,7
	ad.	70	12,1	8,5	16,5
	tot.	71	38,9	27,8	50,1
2012	giov.	35	8,2	2,9	6,8
	ad.	45	2,2	1,0	1,6
	tot.	38	6,3	2,4	6,0
2013	giov.	45	13,4	6,1	16,7
	ad.	47	5,7	2,7	4,2
	tot.	46	10,4	4,8	13,4
2014	giov.	69	10,6	7,3	11,6
	ad.	64	11,4	7,2	15,8
	tot.	67	10,9	7,3	13,5
2015	giov.	65	25,1	16,2	25,1
	ad.	50	8,9	4,5	10,6
	tot.	60	21,2	12,8	22,4
2016	giov.	53	11,6	6,2	11,0
	ad.	48	11,3	5,5	12,4
	tot.	51	11,5	5,9	11,5
2017	giov.	53	2,4	1,3	2,0
	ad.	43	3,1	1,3	2,3
	tot.	50	2,6	1,3	2,2
2018	giov.	35	17,1	6,0	10,0
	ad.	50	8,6	4,3	6,1
	tot.	41	12,9	5,3	8,6

Tabella 10: Valori di prevalenza (p%), intensità (i), abbondanza (a) e deviazione standard (Dev Std) per *A. caudinflata* nelle classi di giovani e adulti nel periodo 2003 al 2018.

Tali dati sono stati rappresentati graficamente per individui giovani (Grafico 25) ed adulti (Grafico 26).

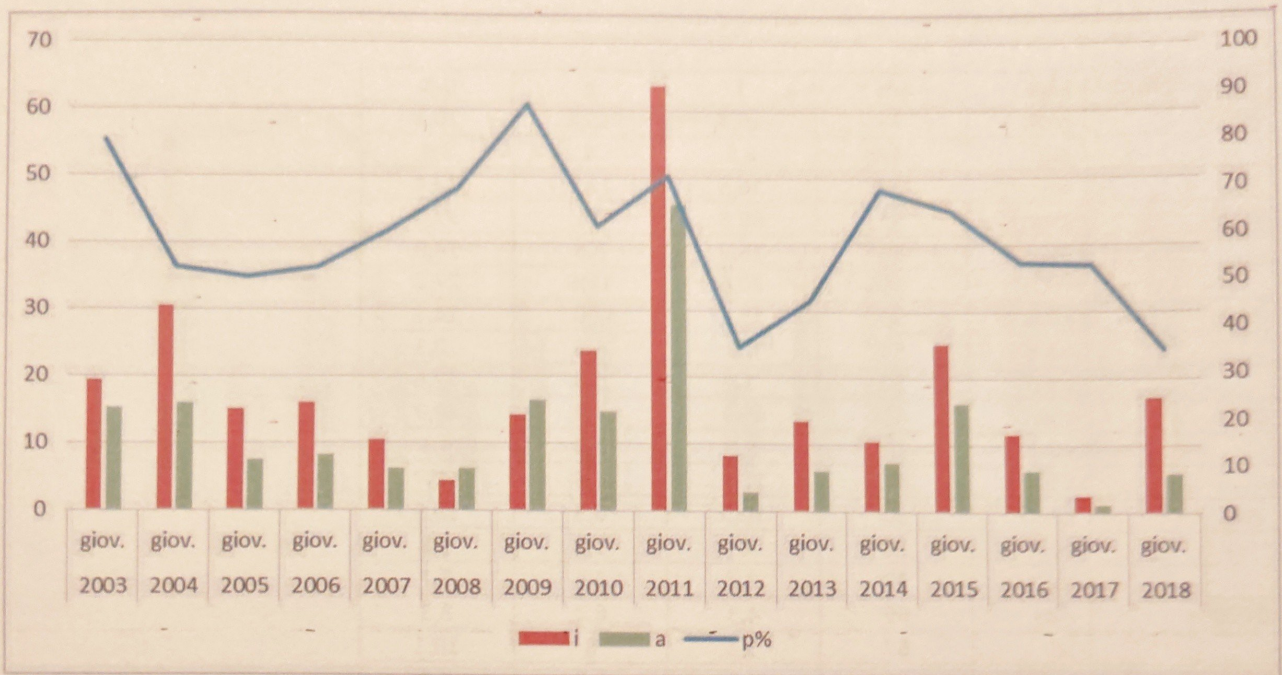


Grafico 25: intensità, abbondanza e prevalenza di *A. caudinflata* nei giovani.

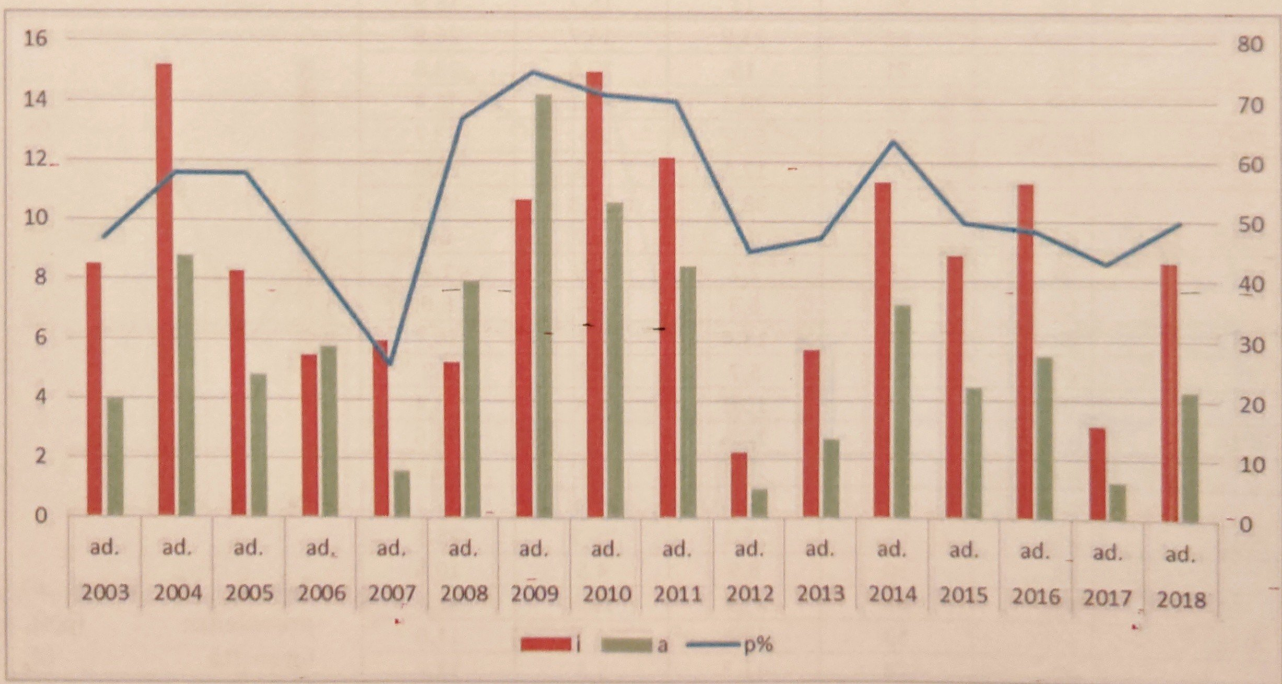


Grafico 26: intensità, abbondanza e prevalenza di *A. caudinflata* negli adulti.

I dati di cui sopra sono stati riuniti in un unico grafico riferito alla classe di età per un confronto diretto dei rispettivi andamenti negli anni oggetto di studio. Per quanto riguarda i giovani emerge in particolare l'andamento dell'indice di prevalenza di *A. compar* tendenzialmente lineare, con un trend lievemente crescente nel periodo considerato (2003-2018). L'indice di prevalenza di *A. caudinflata* mostra dati altalenanti, con un picco nel 2009 e nel 2011, anno in cui si vedono i valori maggiori anche per gli indici di abbondanza ed intensità. Dal confronto tra gli indici di abbondanza ed intensità delle due specie elmintiche presenti si nota come l'andamento di esse sia simile negli anni (Grafico 27).

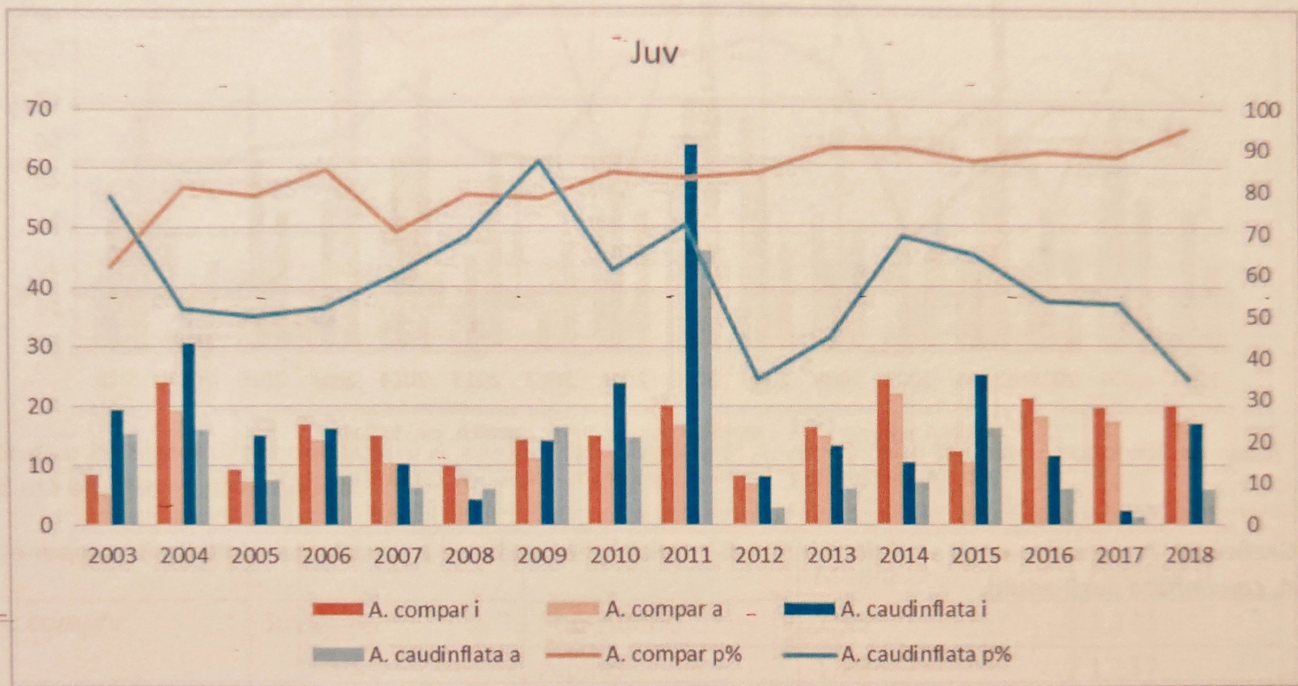


Grafico 27: Andamento negli anni degli indici di intensità, abbondanza e prevalenza relativi a *A. compar* e *A. caudinflata* nei giovani.

Rispetto ai soggetti adulti si evidenzia come gli indici di intensità e abbondanza sia di *A. compar* che di *A. caudinflata* seguano un andamento di graduale e ciclica crescita e decrescita, mentre per gli indici di prevalenza non mostrano linearità di tendenza tra gli anni e le curve delle due specie non sono sovrapponibili. Si evidenziano due picchi per l'indice di intensità e di abbondanza di *A. compar* nel 2006 e nel 2015 (Grafico 28).

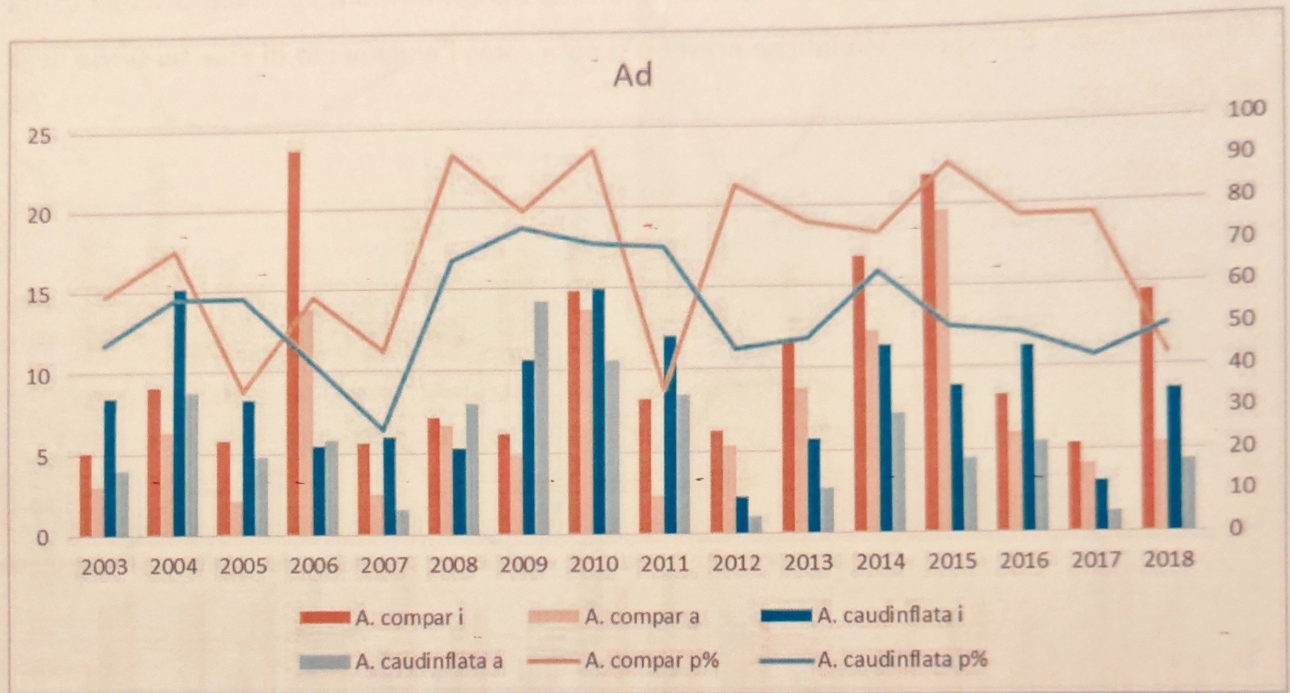


Grafico 28: Andamento negli anni degli indici di intensità, abbondanza e prevalenza relativi a *A. compar* e *A. caudinflata* negli adulti.

Confrontando i valori di abbondanza di *A. compar* e *A. caudinflata* suddivisi per classe di età e areale di provenienza, emerge la maggior presenza di entrambe le specie in areale sub-alpino, sia nei giovani che negli adulti. Inoltre, emerge che la carica parassitaria nei giovani è maggiore rispetto agli adulti.

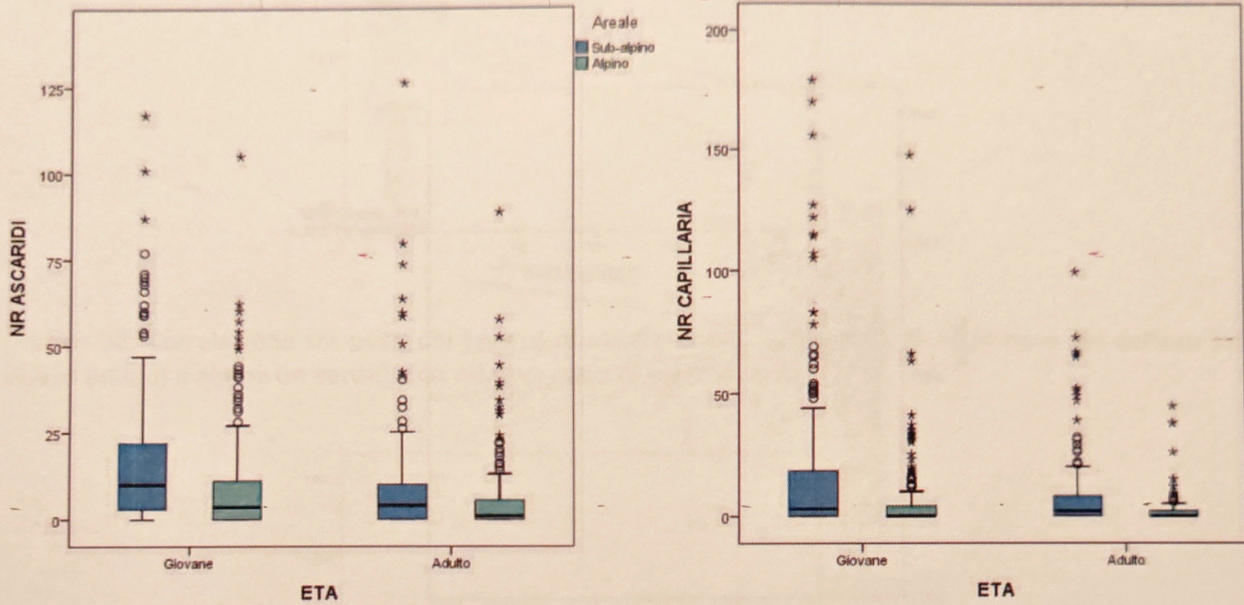


Gráfico 29: Indice di abbondanza di *A. compar* (a sinistra) e di *A. caudinflata* (a destra) suddivisi per classi di età e settori di provenienza.

			Media	Dev Std
<i>A. compar</i>	Juv	Sub-Alpino	2,15	1,141
		Alpino	1,20	1,137
	Ad	Sub-Alpino	1,43	1,215
		Alpino	0,88	1,006
<i>A. caudinflata</i>	Juv	Sub-Alpino	1,65	1,520
		Alpino	0,86	1,120
	Ad	Sub-Alpino	1,29	1,258
		Alpino	0,59	0,879

Tabella 9: Valori medi di abbondanza di *A. compar* e *A. caudinflata* per classi di età nei settori sub-alpino e alpino.

Dalle analisi statistiche (Test ANOVA) emergono differenze significative ( $p < 0,01$ ) tra classi di età e settori geografici per entrambi le specie elmintiche.

### 4.3 - Correlazione tra indici epidemiologici e misure biometriche

L'analisi della regressione non evidenzia alcuna significatività ( $p > 0,05$ ) né per la classe dei giovani né per la classe degli adulti nei confronti di alcun parassita; non emergono correlazioni nemmeno suddividendo gli areali di provenienza dei capi.

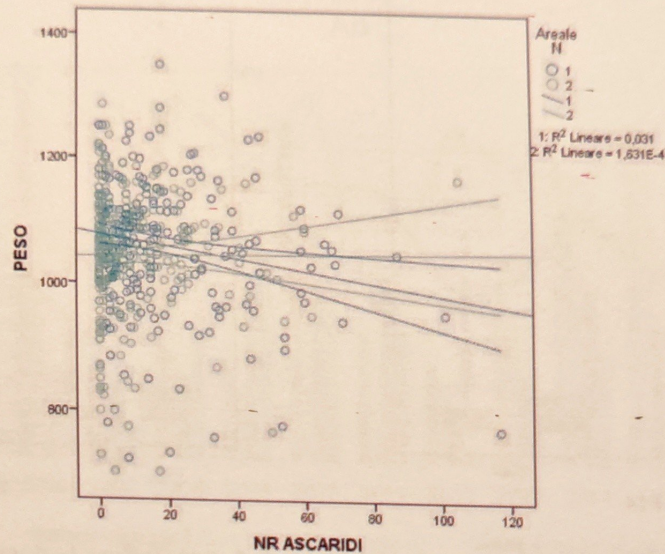


Grafico 30 : Correlazione tra peso dei fagiani di monte giovani e presenza di *A. compar* nel settore sub-alpino (in blu) e alpino (in verde), con relative rette di regressione.

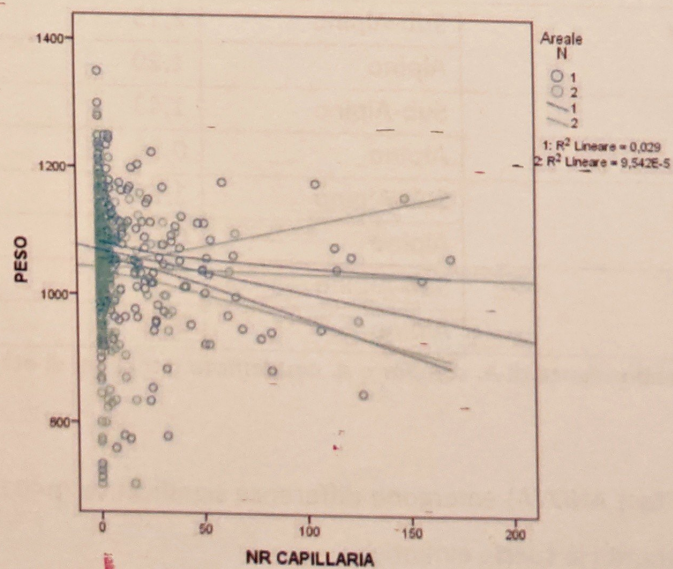


Grafico 31: Correlazione tra peso dei fagiani di monte giovani e presenza di *A. caudinflata* nel settore sub-alpino (in blu) e alpino (in verde), con relative rette di regressione.



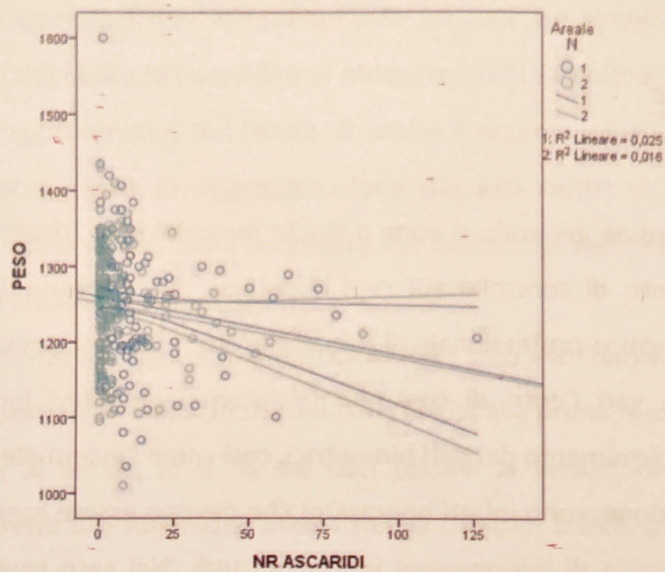


Grafico 32: Correlazione tra peso dei fagiani di monte adulti e presenza di *A. compar* nel settore sub-alpino (in blu) e alpino (in verde), con relative rette di regressione.

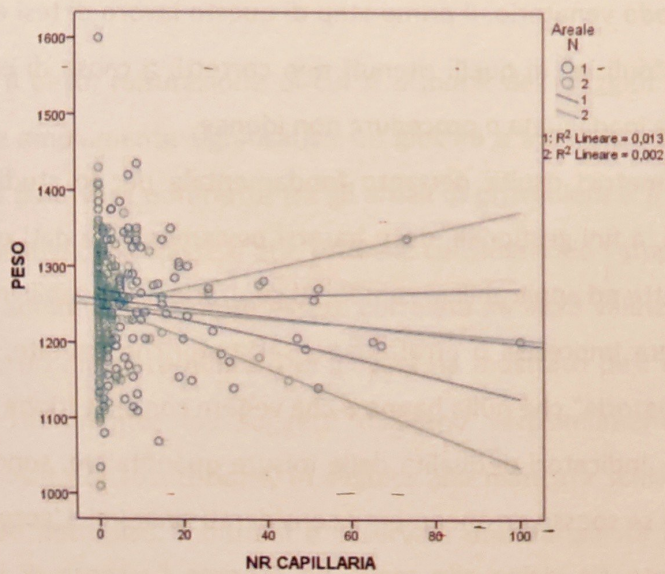


Grafico 33: Correlazione tra peso dei fagiani di monte giovani e presenza di *A. caudinflata* nel settore sub-alpino (in blu) e alpino (in verde), con relative rette di regressione.

## 5 – DISCUSSIONE

Una considerazione di ordine generale si pone a livello metodologico, rispetto alle misurazioni e prelievi effettuati ai Centri di controllo sui capi abbattuti. Tali operazioni necessitano di una specifica preparazione tecnico-professionale al fine di rilevare i dati con precisione, accuratezza e modalità univoche fra i vari Centri di controllo (Valutazione e rilievi biometrici della fauna selvatica, IPLA, 2007). Il rilevamento dei dati biometrici, così come l'eventuale prelievo di campioni biologici e loro conservazione, sono infatti operazioni che devono essere eseguite con la massima competenza, pena la perdita di informazioni uniche ed utili. Nel caso specifico dei Tetraonidi, trattandosi di specie selvatiche a vita libera in contrazione, questo aspetto diventa ancor più importante considerando che l'unica fonte di dati e campioni biologici per accertamenti sono i capi abbattuti durante il periodo venatorio. Il primo step di questo lavoro di tesi è stata la valutazione dei dati e la successiva "pulizia" di quelli ritenuti non corretti, a causa di errori di misurazione, utilizzo di strumentazione inadeguata o procedure non idonee.

La raccolta dei dati biometrici risulta pertanto fondamentale per lo studio delle popolazioni: l'interpretazione dei dati, a fini gestionali, deve basarsi ovviamente su dati precisi e accurati, per ricavare indicazioni corrette ed applicabili in campo. Al contrario, le possibili interpretazioni basate su dati raccolti in maniera imprecisa o errata, o su serie storiche limitate, possono addirittura fomentare "leggende venatorie" che nulla hanno a che vedere con la gestione faunistica.

Precisione e accuratezza, indicatori di qualità delle misure quantitative, sono espressione di due concetti differenti, anche se spesso erroneamente considerati sinonimi. L'accuratezza infatti indica quanto la misura del dato sia vicina alla realtà ed esprime l'assenza di errori sistematici; la precisione è quanto le misure ripetute portano a registrare valori vicini fra loro. L'insieme di questi due indicatori permette di ridurre gli errori, che possono derivare dalla strumentazione utilizzata e/o dall'operatore impiegato nel rilievo. Assumono dunque importanza rilevante, in fase di raccolta dei dati, la presenza di tecnici opportunamente formati e l'utilizzo di una strumentazione idonea. In questo modo è possibile minimizzare gli errori, rendendo i dati raccolti affidabili basi su cui elaborare tesi e ricerche. Sono proprio questi errori, dovuti a inadeguatezza degli strumenti di misurazione (bilance poco precise, righelli inadeguati al tipo di misurazione effettuata), al mancato utilizzo o all'inesistenza di manuali di riferimento univoci per ogni centro di controllo (che indichino dettagliatamente le modalità corrette di misurazione di ogni specifico parametro), alla

presenza di tecnici e operatori non adeguatamente formati al compito che gli è assegnato, a compromettere inevitabilmente la possibilità di utilizzare i dati raccolti in maniera sistematica per analisi e ricerche più approfondite. Nel lavoro di analisi è emerso infatti che alcune misure sono state prese con diverso grado di approssimazione dai vari centri di controllo e quindi non comparabili fra loro, come il caso della lunghezza del becco che vede in alcuni la precisione del mm, mentre in altri si arrotonda al mezzo cm.

In dettaglio, relativamente alle misure biometriche, sono stati eliminati lo 0,5% dei dati relativi al peso; l'1,2 % dei dati relativi all'ala; il 16,0% dei dati relativi alla prima remigante primaria; il 12,1% delle misure relative al becco; lo 0,7% dei dati relativi al tarso. Sono invece stati utilizzati totalmente i dati inerenti alla lunghezza media dei ciechi, pari a 828, perché ritenuti precisi ed eseguiti secondo metodiche standard in laboratorio.

Ottenute quindi dei parametri morfobiometrici ritenuti sufficientemente accurati e precisi, si è proceduto alle analisi statistiche, correlando le misure con classi di età e areale geografico di provenienza.

Per quanto riguarda il peso, misurazione di cui si dispone del maggior numero di dati, si sono riscontrate differenze ampiamente significative tra giovani e adulti, sia in areale alpino che sub-alpino, senza tuttavia osservare differenze tra gli areali di provenienza. Il peso è sicuramente uno dei parametri identificativi della classe d'età, tuttavia, considerando l'ampia sovrapposizione delle misure tra giovani e adulti, deve sempre essere correlata ad altre valutazioni ben più certe. Si è osservato inoltre che un rilevante numero di giovani ha mostrato pesi nettamente inferiori alla media dell'anno di riferimento: tali soggetti risultano verosimilmente essere individui nati tardivamente dalla covata di sostituzione, in seguito alla mancata schiusa della prima cova per predazione o disturbo antropico. Inoltre si è osservata una variabilità negli anni, sempre nella classe dei giovani, imputabile alle condizioni meteorologiche.

Ulteriore risultato a cui porre attenzione è dato dall'analisi del peso distinguendo i capi di areale alpino e sub-alpino che, date le differenze altimetriche e vegetazionali che caratterizzano i suddetti ambienti, possono offrire alimento, riparo o disturbo diverso agli animali. Dall'analisi non viene tuttavia riscontrata una differenza significativa né per ciò che concerne i giovani né per gli adulti. Tale risultato va tuttavia interpretato in maniera più approfondita, infatti seppur vi siano differenze importanti a livello meteo-climatico e vegetazionale, che di fatto potrebbe far desumere effetti sulla crescita dei soggetti, dall'altro occorre considerare le variabili nel loro complesso e l'adattamento della specie ad habitat anche a bassa vocazione.

Per quanto riguarda le altre misure biometriche si osserva una differenza significativa tra giovani e adulti per lunghezza dell'ala, prima remigante primaria e becco, mentre non si osservano differenze tra areali di provenienza. Non sono risultate differenze significative tra classi di età per ciò che concerne la misurazione del tarso. Tuttavia, tale misura appare spesso imprecisa e raccolta con basso grado di accuratezza. Ne consegue che occorre effettuare valutazioni più approfondite per determinare se effettivamente può essere un rilievo biometrico interessante per la valutazione della specie, oppure superfluo. Nel primo caso sarebbe fondamentale, così anche per migliorare l'accuratezza e la precisione delle altre misure, fornire indicazioni precise e chiare riguardo la raccolta del dato biometrico.

Viste le differenze significative fra peso, lunghezza dell'ala, lunghezza della prima remigante primaria e lunghezza del becco, è plausibile pensare di utilizzarle congiuntamente non solo come strumento di distinzione tra giovani ed adulti, eventualmente nei casi in cui si dispone di capi non perfettamente integri, ma anche per stimare con la maggior precisione possibile, quali siano i soggetti giovani nati da covata di sostituzione rispetto a quelli nati dalla prima covata.

La lunghezza media dei ciechi del campione non ha messo in luce differenze significative tra giovani ed adulti; il che non significa che in analisi più ristrette e puntuali possano essere rilevate delle differenze significative, indice di una diversa dieta, intesa come rapporto proteine/fibra, diversificata tra giovani ed adulti.

Il prelievo del pacchetto intestinale inoltre permette di fornire utili informazioni sullo stato sanitario del fagiano di monte. In particolare, a livello parassitologico emerge che le specie riscontrate, *A. compar* e *A. caudinflata*, rientrano tra quelle riportate in altre indagini sui galliformi nelle Alpi (Meneguz e Rossi, 1988; Barchetti *et al.*, 1999; Frosio *et al.*, 2000; Cattadori *et al.*, 2005; Giacomelli, 2012; Formenti *et al.*, 2013). Peraltro, i dati relativi ad altre popolazioni di tetraonidi, evidenziano come quelle monitorate in Scandinavia siano infestate da un maggior numero di specie elmintiche (Kalla *et al.*, 1997; Delahay, 1999; Holmstad, 2005). Potendo ragionevolmente descludere che il ritrovamento nell'area di studio di solo due specie possa essere legato alla dimensione del campione, in quanto quello analizzato è costituito da 925 capi, la minore *richness* potrebbe essere espressione di un alterato rapporto ospite-parassita-ambiente. L'88% dei capi risulta infestato., prevalentemente da *A. compar*, con una prevalenza del 76,22%. La carica parassitaria sia in termini di intensità che di abbondanza, è significativamente più elevata nei soggetti giovani sia per *A. compar* che per *A. caudinflata*. Tale aspetto è verosimilmente imputabile alla dieta dei pulli (Formenti, 2013), costituita da invertebrati terrestri, lombrichi,

cavallette, formiche (Bocca, 2007). Per *A. caudinflata* si è rilevato un andamento altalenante nel corso degli anni studiati.

Nei soggetti giovani, la presenza di *A. compar* sembrerebbe mostrare una tendenza crescente dal 2003 al 2018, sia per quanto riguarda la prevalenza, sia per ciò che concerne abbondanza e intensità, con alcuni picchi in anni caratterizzati da abbondante neve al suolo nell'inverno precedente e precipitazioni intense nel periodo estivo (2004, 2009, 2014). Negli adulti non vi è invece linearità nell'andamento della prevalenza di *A. compar*, mentre si evidenzia un picco di intensità, abbondanza e prevalenza nel 2015, forse da imputare alle condizioni meteorologiche (elevata piovosità).

Per *A. caudinflata*, a prescindere da considerazioni di ordine immunitario, considerando l'alimentazione prettamente proteica dei giovani con l'assunzione di invertebrati (De Franceschi, 1988) che possono essere anche ospiti intermedi di tale elminta, la classe giovane è quella maggiormente infestata, risultando sempre significativo il confronto con gli adulti sia nell'areale alpino che sub-alpino. Inoltre, anche il grado di infestazione degli adulti risulta maggiore nell'areale sub-alpino rispetto a quello alpino, probabilmente legato alla minore vocazionalità dell'areale sub-alpino ovvero ad altri fattori che potrebbero incidere sulla sopravvivenza dell'ospite (umidità, temperatura, irraggiamento solare, etc...).

A livello quantitativo, in linea generale, sono stati rilevati dei picchi di prevalenza ed intensità di *A. compar* negli adulti in diversi anni (2004, 2006, 2010, 2014 e 2015), che potrebbero essere conseguenti all'elevata piovosità che ha caratterizzato gli anni considerati. In effetti tale fattore, di per sé favorevole al ciclo biologico del parassita, condiziona fortemente anche i bioritmi del fagiano di monte (Viterbi *et al.*, 2007), interferendo verosimilmente sullo stato immunitario. Le differenze significative di intensità e prevalenza per entrambe le specie di elminti riscontrate fra stagioni distanti tra loro, indica che queste popolazioni ospiti, non presentando fluttuazioni significative fra un anno e l'altro, hanno raggiunto una stabilità con le popolazioni elmintiche anche se il trend nel lungo periodo sembra indicare un aumento degli indici epidemiologici, soprattutto nella categoria dei giovani. Non si riscontra inoltre una corrispondenza della fluttuazione degli indici epidemiologici delle due specie di parassiti. Questo presuppone che oltre alla variabile climatica, ci possa essere un effetto anche del ciclo caratteristico di ogni parassita.

*A. caudinflata* richiede infatti temperature tra i 10° e i 23,2° C per il suo sviluppo, che si arresta sotto i 5,6°C (Soulsby, 1987; Anderson, 1992). Dato che i giovani, nati indicativamente alla fine del mese di maggio, si alimentano di insetti nel primo periodo di vita, circa 20 giorni, si tratta del

periodo estivo che rientra nelle temperature idonee agli elminti come precedentemente riportato. Sulla base di questi dati è quindi presumibile pensare che l'infestazione avvenga nel periodo estivo.

La ridotta presenza negli adulti di *A. compar* e *A. caudinflata* potrebbe dipendere dall'eliminazione successiva dei parassiti contratti in fase giovanile, dalla diversa tipologia alimentare, basata esclusivamente su alimenti di ordine vegetale, e dalla minor socialità di questi soggetti nel periodo estivo.

Le significative differenze riscontrate fra i due settori di provenienza dei capi esaminati, confermate per ciascun anno di indagine, evidenziano una chiara interazione parassita-ospite-ambiente. In particolare, cariche significativamente più contenute sono state registrate nei fagiani di monte provenienti dalle aree a maggior vocazionalità (settore alpino), in quanto l'aumento dell'altitudine (intesa come condizioni climatiche e tipologia di vegetazione), sembra influire negativamente sulla capacità infestante dei parassiti. Inoltre, non bisogna sottovalutare la possibile miglior capacità di difesa, e quindi la miglior condizioni immunitaria, di individui che popolano aree altamente vocate per la specie.

La maggiore infestazione nell'areale sub-alpino, sia nei giovani che negli adulti, rispetto alle due specie di elminti, potrebbe pertanto essere legata alle temperature più miti e alle maggiori precipitazioni, ideali ai cicli degli elminti. Rispetto alla temperatura le quote più elevate potrebbero limitare l'infestazione, dato che i valori ottimali per il loro sviluppo sono compresi tra i 18 e 34° C (Mero e Gazal, 2008). Una maggiore esposizione alle radiazioni UV e un'inferiore pressione parziale di ossigeno potrebbero influire sulla presenza di parassiti nell'ambiente (Saunders *et al.*, 2002; Browell e Nelson, 2006; Formenti, 2013) Inoltre anche l'habitat meno ottimale dell'areale sub-alpino potrebbe influire sull'andamento dell'infestazione in quanto debilitante per il sistema immunitario dell'animale stesso. Elevate cariche parassitarie di *A. compar* e/o di *A. caudinflata* potrebbero di fatto influenzare il peso degli animali, tuttavia non sono emerse correlazioni specifiche in tal senso, ed inoltre tale effetto è di ancor più difficile valutazione dei soggetti giovani, data l'eterogeneità di questa classe legata al periodo di schiusa delle uova. Inoltre, non si può escludere a priori che soggetti molto infestati non siano rientrati nel campionamento effettuato, in quanto affetti da tassi di mortalità/predazione maggiore rispetto ai soggetti in buono stato di forma.

## 6 – CONCLUSIONI

Lo studio si è basato su un'importante serie storica di dati, per certi aspetti unica, considerando la consistenza del campione (n=1435), raccolto in 15 anni di lavoro (dal 2003 al 2018). L'importanza dei dati si accresce ulteriormente, considerando che riguardano una specie di tipica avifauna alpina a contrazione numerica e scarsamente studiata. Infatti, pur essendo il fagiano di monte storicamente presente sulle Alpi, non riscuote particolare interesse, ne è largamente conosciuto, se non da pochi appassionati naturalisti o dal mondo venatorio, col quale risulta pertanto importante la collaborazione.

Al termine di questo lavoro di tesi è possibile affermare che ben vi si associa l'immagine di una catena, nella quale ogni anello è strettamente collegato a quello successivo.

Il primo anello è rappresentato dal mondo venatorio che ha reso possibile l'indagine sul tetraonide. È stato infatti permesso l'accesso ai dati registrati nelle schede di abbattimento da parte dei Comprensori Alpini ed il prelievo di campioni biologici dai capi abbattuti, concessi dai cacciatori su base volontaria. La collaborazione del modo venatorio assume pieno valore se la consegna dei capi abbattuti avviene con la consapevolezza dell'importanza che il gesto può avere per lo studio delle popolazioni, oggetto di interesse. Gli obiettivi da porsi sono quindi quelli di un'adeguata formazione dei cacciatori, una maggiore consapevolezza del loro ruolo e la dovuta attenzione alle ricadute che le elaborazioni dei dati raccolti possono avere in ambito gestionale. Si può infatti ottenere un maggior coinvolgimento del modo venatorio se nasce una comprensione delle motivazioni che portano ad intraprendere le scelte di programmazione venatoria. Infatti, se a livello decisionale se può essere vietata o limitata l'attività venatoria con apposite norme, la conoscenza e la sensibilità trasversali verso le problematiche che riguardano le specie preda hanno il potere di cambiare profondamente gli intenti dell'uomo.

L'anello successivo della catena è rappresentato dai tecnici, presenti ai Centri di controllo, che devono essere adeguatamente formati, non solo per raccogliere misurazioni e campioni in modo corretto, ma elaborare anche adeguati piani gestionali. Rispetto alla raccolta dei dati è stato per lo meno "imbarazzante" dover eliminare dati che, se fossero stati raccolti con dovizia, avrebbero contribuito a rafforzare importanti serie storiche, relative a distribuzione spaziale, consistenza numerica e dinamica di popolazione di una specie animale di particolare interesse a livello di conservazione e gestione.

L'attenzione va posta alle informazioni ottenute dai dati analizzati. La popolazione è stata studiata seguendo due vie, complementari nel creare una visione dello status della specie, che rappresentano un ulteriore anello fondamentale della catena: l'aspetto morfobiometrico e l'aspetto parassitologico.

Dalle analisi biometriche si deduce che la popolazione di fagiano di monte è sostanzialmente stabile nelle realtà territoriali considerate, vedendo in particolare il peso distribuito secondo curve normali, negli anni studiati. Anche i dati demografici relativi ai censimenti annuali avvalorano quest'affermazione. Ciò nonostante, pur non essendo a rischio di estinzione a livello mondiale, le popolazioni alpine di fagiano di monte sono ormai distribuite in modo frammentato sul territorio e questo può rappresentare un pericolo di calo demografico futuro, come già riscontrato per la pernice bianca (Rotelli, 2006).

Le conoscenze biologiche ed etologiche evidenziano come questi animali siano sensibili alle condizioni meteorologiche e al disturbo antropico, e pertanto come sia facile alterarne l'equilibrio. Va dunque prestata continua attenzione all'andamento demografico e allo status delle popolazioni, evitando che l'interferenza umana impatti ulteriormente sulla popolazione.

Si è riscontrata dall'analisi del peso la presenza di un numero rilevante di individui più leggeri, attribuibili ai giovani di seconda nidata, fenomeno anomalo, imputabile ai disturbi meteorologici o antropici. Se il controllo del fattore meteorologico non è in nostro potere, è però controllabile l'impatto della componente umana, che va pertanto minimizzato, anche predisponendo una gestione venatoria più rispettosa soprattutto per una specie poco plastica, quale il fagiano di monte.

Gli studi parassitologici non sono un aspetto secondario, in quanto la presenza di questi parassiti può dare indicazione sullo stato della popolazione, e diventa un utile strumento per monitorare la specie ospite e valutare lo stato ambientale in cui si trova (Watson e Shaw, 1991, Wissler e Halvorsen, 1977, Holmstad et al, 2005, Isomursu et al, 2006). Valutando complessivamente il quadro parassitologico dei fagiani di monte va osservato che il riscontro di due sole specie elmintiche, in accordo con quanto sostenuto da Hudson (Hudson et al, 2006) potrebbe essere assunto quale espressione di un alterato rapporto parassita-ospite, che porterebbe ad un'instabilità nella popolazione ospite e potrebbe comportare la colonizzazione da parte di parassiti non specie - specifici di nicchie lasciate libere.



A tale proposito è auspicabile la continuazione del monitoraggio parallelo tra misure biometriche, dati demografici e quadro parassitologico, per ottenere un'eventuale valenza predittiva di quest'ultimo (Formenti et al, 2013).

I risultati relativi alle cariche parassitarie intestinali per il fagiano di monte sono da prendere in considerazione alla luce di una possibile interazione sulla dinamica di popolazione, anche se nel campione esaminato non sono emerse significative correlazioni tra presenza di parassiti e misure morfo-biometriche. Sono tuttavia emerse differenze significative tra indici epidemiologici negli anni di studio, probabilmente legate al variare delle condizioni meteorologiche.

La tesi mostra che i parassiti sono maggiormente presenti nei giovani, e quelli dell'areale subalpino sono i più infestati. Questo porta a pensare che si debba eventualmente differenziare la gestione per areale. È auspicabile dunque che i recuperi ambientali vengano indirizzati maggiormente in queste aree, nelle zone di maggior presenza e nidificazione del fagiano di monte. Utili informazioni in questo senso potrebbero essere raccolte dai cacciatori che potrebbero fornire preziose informazioni sulle zone che storicamente erano vocate.

Inoltre si evince come negli anni ci siano modificazioni cicliche delle popolazioni elmintiche, indicanti un'indipendenza di esse dalla popolazione ospite. È però evidente anche come la variabile meteorologica interferisca nella variazione degli indici negli anni. La comprensione del rapporto tra dati meteorologici e quadro parassitologico può permettere di formulare piani predittivi dell'andamento della popolazione delle specie ospite, e questo può diventare utile per la gestione della specie, anche venatoria.

Occorre che avvenga però una corretta interpretazione dei dati, ed è questo il successivo anello della catena. La correttezza del dato scientifico deve essere seguita da una corretta interpretazione e successivamente una corretta applicazione di quanto stabilito. La gestione è direttamente collegata al mondo venatorio, che appare avere grande impatto su queste popolazioni che faticano a superare i molteplici ostacoli che gli si pongono dinnanzi.

Sono pertanto da porre seri limiti alla pressione venatoria, soprattutto nelle aree divenute facilmente raggiungibili grazie alla nuova viabilità. Occorre agire sul cacciatore per far comprendere che alcuni facilitatori tecnologici (collari satellitari, beeper) in ambiente alpino rischiano di sbilanciare eccessivamente l'equilibrio fra preda e predatore. È quindi opportuno che anche i regolamenti e la legislazione tengano conto di quanto sopra, al fine di valorizzare il rapporto uomo-fauna-ambiente, limitando quella che potrebbe diventare una eccessiva pressione venatoria.

Va considerato inoltre che il cambio d'uso del suolo è uno degli ostacoli principali al mantenimento della specie. In questo gli allevatori hanno ruolo centrale con uso di pascoli programmati e gestiti anche in base all'interazione con le specie selvatiche presenti nei luoghi degli alpeggi. Il pascolo del bestiame è infatti da un lato uno strumento per avere il mantenimento di luoghi vocati per la specie, dall'altro, se non programmato, può impedirne lo sviluppo in momenti delicati dell'anno come la riproduzione o la crescita dei pulli (Rotelli, 2006). Torna ad essere espressione forse anche di questo tipo di disturbo, la presenza massiccia di giovani di seconda nidata.

Ulteriore elemento di disturbo per il fagiano di monte è, a prescindere dalle infrastrutture varie legate al turismo alpino, l'attività ricreativa, con una presenza anche massiccia di escursionisti sia nel periodo estivo che invernale. Questa andrebbe regolamentata al fine di impedirne, o per lo meno limitarne, il disturbo soprattutto nelle aree vocate, durante le fasi di riproduzione, svezzamento dei piccoli e svernamento.

Inoltre l'intervento sull'ambiente con miglioramenti finalizzati a contrastare l'avanzamento del bosco e il mantenimento di fasce ecotonali quanto più variegata possibile, può contribuire al mantenimento di aree vocate per la specie. Tali miglioramenti apportano vantaggio anche ai pulli, infatti intervallare superfici prive di copertura con altre in cui viene garantito il riparo, è indispensabile per favorire la mobilità dei giovani soprattutto nei primi periodi quando non sono ancora pronti al volo. Un aspetto direttamente collegato, è quello relativo al successivo mantenimento delle aree migliorate, che potrebbe essere gestito dai C.A., utilizzando e incentivando gli agricoltori presenti sul territorio. Un esempio che potrebbe essere utile ai C.A è quanto è stato svolto nel C.A. VCO2, che con un progetto volto a ripristinare gli ambienti riproduttivi del fagiano di monte, ormai gravemente compromessi dall'invasione del rododendro (Rotelli, 2004) ha ottenuto risultati tangibili di incremento della presenza del fagiano di monte nelle aree di intervento.

Tutta la catena parte quindi dalla presenza di dati scientifici su cui costruire ragionamenti ed è così che si vede chiudersi la catena e delineare l'importanza e l'imprescindibilità di ogni singolo anello nella riuscita dell'intera opera.

## 7 - BIBLIOGRAFIA

AA. VV. (2007). Valutazione e rilievi biometrici della fauna selvatica. Ungulati, galliformi alpini e lepre variabile. Ed. IPLA - Osservatorio Regionale sulla fauna selvatica (Regione Piemonte).

AA.VV. (2013). Piano faunistico venatorio regionale (pfvr) – Regione Piemonte.

Anderson J.C. (1992). Nematode parasites of vertebrates. Their development and transmission. Ed: Cambridge, CAB International 245-247, 545.

Anfodillo T. (2007). Cambiamenti climatici e dinamica di popolazione al limite superiore del bosco: importanza delle ricerche di lungo termine. *Forest* 4 (1): 3-5.

Barchetti A., De Marco M.A., Guberti V. (1999). Elminti gastrointestinali in tre specie di galliformi dell' arco alpino. *La Selezione Veterinaria* 8-9, 699-704.

Birdlife International (2016) Red List: great news for island endemics, disaster for cagebirds.

Bocca, M., 2007. Galliformi alpini, pressione antropica e misure di tutela. I galliformi alpini. Esperienze europee di conservazione e gestione - Atti del convegno, Torino 28 novembre 2006.

Browell S.A., Nelson K.L. (2006). Inactivation of single-celled *Ascaris suum* eggs by low pressure and UV radiation. *Appl. Environ. Microb.* 3:2178-2184.

Cattadori I., Haydon D.T. e Hudson P.J. (2005). Parasites and climate synchronize red grouse populations. *Nature*, vol 433: [www.nature.com/nature](http://www.nature.com/nature). 737-741.

Citterio C.V., Caslini C., Milani F., Sala M., Ferrari N. e Lanfranchi P. (2006). Abomasal nematode community in an alpine chamois (*Rupicapra R. Rupicapra*) population before and after a die-off. *J. Parasitol.* 92(5).918-927.

De Franceschi P.F. (1988), La situazione attuale dei galliformi in Italia. Ricerche recenti o ancora in corso. Problemi di gestione e prospettive per il futuro. Supplementi Ricerche Biologi della Selvaggina n.XIX pp. 165-180

Delahay R.J. (1999). Cestodiasis in the red grouse in Scotland. *J Wildl Dis.* 1999 Apr;35(2):250-8.

Ferloni M. (2011). Piano faunistico venatorio della provincia di Sondrio.

Formenti N., Viganò R., Ferrari N., Cerutti M. C., Lanfranchi P. (2012). Relazione Program Alcotra 2007-2013: Monitoraggio dello stato di salute delle popolazioni attraverso indagini sanitarie. Analisi parassitologiche sul Fagiano di monte (*Tetrao tetrix*).

Formenti N., Viganò R., Rotelli L., Ferrari N., Cerutti M., Lanfranchi P. (2013). Effect of suboptimal environment and host age on helminth community of black grouse (*Tetrao tetrix*). *Eur J Wildl Res* (2013) 59:351–358.

Formenti N., Viganò R., Bionda R., Ferrari N., Trogu T., Lanfranchi P., Palme R. (2015). Increased hormonal stress reactions induced in an Alpine Black Grouse (*Tetrao tetrix*) population by winter sports. *J. of Ornithology* (2015) 156:317–321.

Frosio G.D., Sala M., Lanfranchi P., Gallazzi D. (2000). Elmintofauna intestinale in galliformi autoctoni delle Alpi Orobiche. Quadro epidemiologico e relative implicazioni gestionali. *La Selezione Veterinaria* 8-9/2000. 817-823.

Giacomelli S. (2012). Coturnice alpina (*Alectoris graeca saxatilis*): analisi della comunità elmintica in rapporto a dinamica di popolazione e fattori meteo-climatici. Tesi di laurea magistrale in Medicina Veterinaria dell'Università degli Studi di Milano.

Holmstad P.R., Hudson P.J., Skorping A. (2005). The influence of a parasite community on the dynamics of a host population: a longitudinal study on willow ptarmigan and their parasites. *Oikos* 111:377-391.

Hudson P. J., Dobson A.P. e Lafferty K.D. (2006). Is a healthy ecosystem one that is rich in parasites? *Trends in Ecology and Evolution* Vol.21 No.7 July 2006.

Isomursu M., Ratti O., Helle P. e Hollmén T. (2006). Sex and age influence intestinal parasite burden in three boreal grouse species. *Journal of avian biology* 37: 516-522.

Kalla P.I., Dimmick R.W., Patton S. (1997). Helminths in ruffed grouse at the host's southeastern range boundary. *J Wildl Dis.* 1997 Jul;33(3):503-10.

Laiolo P., Pondero F., Ciliento E. e Rolando A., 2004. Consequences of pastoral abandonment for the structure and diversity of the alpine avifauna. *Journal of Applied Ecology*, 41: 294-304.

Lindfors P., Nunn L., Jones K. E., Cunningham A.A., Sechrest W., Gittleman J.L. (2007). Parasite species richness in carnivores: effects of host body mass, latitude, geographical range and population density. *Global Ecology and Biogeography*, 16, 496-509.

Meneguz G., Rossi L. (1988). Indagine parassitologica sulla fauna minore di montagna oggetto di prelievo venatorio: risultati preliminari. *Atti del I Congresso Nazionale di Biologia della Selvaggina*, 639-640.

Meriggi, A. Pandini, W., Sacchi, O., Ziliani, U., & Ferloni, M. (1998), Fattori influenzanti la presenza e la dinamica di popolazione della coturnice (*Alectoris graeca saxatilis*) in Trentino. *Centro di Ecologia Alpina*, Report n.15 pp. 5-36

Mero W.M.S., Gazal A.D.H. (2008). Effect of constant and changing temperatures on the development and viability of *ascaridia galli* eggs. *J. Duhok Univ.* Vol.12, 1 (Special Issue): 35-38.

Pompilio L., Meriggi A., 1999. Modelli di valutazione ambientale per il Fagiano di Monte *Tetrao tetrix*, Pernice bianca *Lagopus mutus* e Coturnice *Alectoris graeca saxatilis*. *Avocetta*, 23: 98.

Ponce F., 1992. Régime et sélection alimentaires des poussins de Tétràs lyre (*Tetrao tetrix*) dans les Alpes francaises. *Gibier Faune SaUvage, Game Wildl.* 9: 27-51.

Rotelli L. (2003). Modificazioni degli habitat riproduttivi del fagiano di monte (*Tetrao tetrix*) e declino delle sue popolazioni. Esperienze d'interventi di miglioramento ambientale sulle Alpi occidentali italiane. Atti convegno 5 giugno 2003, San Michele all'Adige (Trento). 57-62.

Rotelli L. (2006). Fattori limitanti e cause di declino dei galliformi alpini in Italia: implicazioni gestionali e di conservazione. I galliformi alpini – esperienze europee di conservazione e gestione. Atti del convegno, Torino. 108-129.

Rotelli L. (2014). I miglioramenti ambientali degli ambienti riproduttivi del Fagiano di monte (*Tetrao tetrix*) sulle Alpi. Progetto Life + T.E.N. – Provincia Autonoma di Trento.

Saunders L.M., Tompkins D.M., Hudson P.J. (2002). The role of oxygen availability in the embryonation of *Heterakis gallinarum* eggs. *International Journal for Parasitology* 30: 1481-1485.

Schmidt-Hempel P., Koella J.C. (1994). Variability and its implications for host-parasite interactions. *Parasitol. Today*, 10, 98-102.

Soulsby E. J.L. (1987). Immune response in parasitic infection: immunology, immunopathology and immunophylaxis. Volume I Nematodes Ed. CRL Press. 65-66.

Tinner W. e Vescovi E. (2007). Ecologia e oscillazioni del limite degli alberi nelle Alpi dal Pleniglaciale al presente. *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Geol.*, 82: 7-15

Trouvilliez J. (1994). Plans de restauration pour quelques galliformes européens: la gelinotte des bois, le grand tétràs, le tétràs-lyre et la perdix bartavelle. Office National de la Chasse et Faune Sauvage. *Game Wildlife* 11, Hors série, 2 Vols.

Valentincic, S., 1976. Il ruolo dei parassiti nell'ecosistema naturale. Rivista di Zootecnia e Veterinaria, 2, 177-179.

Viterbi R., Alpe D., Bosser Peverelli V., Carisio L. e Provenzale A. (2007). Impatto della variabilità climatica ed ambientale sulla dinamica di popolazione di fagiano di monte (*Tetrao tetrix*).

Watson A., Shaw JL. (1991). Parasites and scottish Ptarmigan Numbers. Ecologia. 88:3, 359-361.

Windsor D.A. (1995). Equal rights for parasites. Conservation Biology, 9(1), 1-2.

Wissler KE., Halvorsen O. (1977). Helminths from Willow Grouse (*Lagopus mutus*) in two localities in North Norway. Journal of Wildlife Disease 13: 409- 413.

Zbinden & M. Salvioni (2003): I gallinacci delle montagne ticinesi. Stazione ornitologica svizzera, Sempach; Dipartimento del territorio, Divisione dell'ambiente, Ufficio della caccia e della pesca del Cantone Ticino. Avifauna Report Sempach 3. 52 pagine.

Zbinden N., Salvioni M. (2004). Bedeutung der Temperatur in der frühen Aufzuchtzeit für den Forpflanzungserfolg des Birkhuns *Tetrao tetrix* auf verschiedenen Höhenstufen im Tessin, Südschweiz. Der Ornithologische Beobachter 101: 307-318.