

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO**  
**Facoltà di Medicina Veterinaria**  
**Corso di Laurea in Medicina Veterinaria**  
**Dipartimento di Scienze Veterinarie e Sanità Pubblica**



**Analisi delle comunità elmintiche in metapopolazioni  
di fagiano di monte (*Tetrao tetrix*) dell'arco alpino italiano**

**Relatore: Prof. Paolo LANFRANCHI**  
**Correlatore: Dott. Roberto VIGANÒ**

**Tesi di Laurea di:**  
**Nicola CAROI**  
**Matr. N. 761151**

**Anno Accademico 2014/2015**

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO**  
**Facoltà di Medicina Veterinaria**  
**Corso di Laurea in Medicina Veterinaria**  
**Dipartimento di Scienze Veterinarie e Sanità Pubblica**



**Analisi delle comunità elmintiche in metapopolazioni  
di fagiano di monte (*Tetrao tetrix*) dell'arco alpino italiano**

**Relatore: Prof. Paolo LANFRANCHI**

**Correlatore: Dott. Roberto VIGANÒ**

**Tesi di Laurea di:**

**Nicola CAROI**

**Matr. N. 761151**

Handwritten signature of Nicola Caroi.

**Anno Accademico 2014/2015**

## *Errata corrige*

Dalla pagina 36 alla pagina 43 tutti i riferimenti dei grafici nel testo (graf. n) vanno aumentati di una unità.

## SOMMARIO

<b>-1- INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>-2- SCOPO DELLA TESI .....</b>	<b>7</b>
<b>-3- MATERIALI E METODI .....</b>	<b>8</b>
3.1) Area di studio .....	8
3.1.1) <i>Macro area Sesia</i> .....	10
3.1.2) <i>Macro area Ossola</i> .....	11
3.2.3) <i>Macro area Morbegno</i> .....	13
3.1.4) <i>Macro area Brescia</i> .....	15
3.2) Gestione venatoria.....	16
3.3) Raccolta dei dati.....	17
3.4) Indagine statistica .....	19
<b>-4- RISULTATI.....</b>	<b>20</b>
4.1) Analisi morfo-biometriche .....	20
4.1.1) <i>Macro area Sesia</i> .....	20
4.1.2) <i>Macro area Ossola</i> .....	21
4.1.3) <i>Macro area Morbegno</i> .....	22
4.1.4) <i>Macro area Brescia</i> .....	23
4.1.5) <i>Confronto fra macro-aree</i> .....	24
4.2) Analisi parassitologiche.....	28
4.2.1) <i>Macro area Sesia</i> .....	28
Correlazione tra peso corporeo e carica parassitaria .....	30

4.2.2) <i>Macro area Ossola</i> .....	31
Correlazione tra peso corporeo e carica parassitaria .....	35
Indici epidemiologici e classi d'età .....	36
Indici epidemiologici e sub-area .....	40
4.2.3) <i>Macro area Morbegno</i> .....	44
Correlazione tra peso corporeo e carica parassitaria .....	46
Indici epidemiologici e classi d'età .....	46
Indici epidemiologici e sub-area .....	46
4.2.4) <i>Macro area Brescia</i> .....	49
Correlazione tra peso corporeo e carica parassitaria .....	51
Indici epidemiologici e classi d'età .....	51
Indici epidemiologici e sub-area .....	52
4.2.5) <i>Confronto fra macro-aree</i> .....	53
Correlazione tra peso corporeo e carica parassitaria .....	59
<b>-5- DISCUSSIONE</b> .....	<b>60</b>
<b>-6- CONCLUSIONI</b> .....	<b>64</b>
<b>-7- BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>67</b>

## -1- INTRODUZIONE

Le Alpi, uno degli ecosistemi di maggior pregio ecologico in Europa per l'elevata biodiversità, ma al contempo estremamente fragile, rappresentano il baluardo meridionale per molte specie selvatiche, tra cui in particolare i tetraonidi, quali gallo cedrone (*Tetrao urogallus*), francolino di monte (*Bonasa bonasia*), fagiano di monte (*Tetrao tetrix*) e pernice bianca (*Lagopus mutus*). Queste specie si trovano nell'allegato I della Direttiva Uccelli (79/409/CEE), sotto indicazione dell'International World Conservation Union (IUCN) che le ha inserite nella lista rossa per l'intero arco alpino (Storch, 2010), sia a causa dell'isolamento dalle popolazioni del Nord Europa, che per la contrazione dell'areale.

Le caratteristiche intrinseche del territorio alpino sono tali grazie anche all'azione dell'uomo che ha ridisegnato l'ambiente alpestre nel corso dei secoli (Gotz, 1996). Le attività agricole tradizionali, infatti, hanno profondamente mutato l'aspetto dei versanti, creando zone coltivabili o pascoli da aree boschive e definendo così un mosaico eterogeneo di tipologie ambientali che ha condizionato la dinamica delle popolazioni selvatiche a vita libera. A partire dal secondo dopoguerra, a causa del mutato contesto socio-economico, si è assistito ad un continuo spopolamento della montagna con una drastica contrazione della zootecnia tradizionale (Trouvillez, 1994). Questo fenomeno ha portato all'abbandono dei pascoli, o comunque ad un minor sfruttamento di quelli marginali, con la concentrazione del carico di bestiame monticato nelle aree più facilmente raggiungibili, con una perdita di biodiversità e di qualità dell'habitat vocato per alcune specie, tra cui i tetraonidi. In questo contesto si è assistito ad un processo di rimboschimento sempre più rapido, anche a causa dell'aumento delle temperature medie (Tinner e Vescovi, 2008; Anfodillo, 2007; Zbinden e Salvioni, 2004; Beniston, 2004), che ha comportato al tempo stesso un suo innalzamento nel limite superiore di quota. Tale processo ha avvantaggiato inizialmente i galliformi alpini, in particolare il fagiano di monte che ha vissuto "un'età d'oro" alla fine degli anni '70 del secolo scorso, come risultato di una lenta ricolonizzazione delle ericacee nei pascoli abbandonati (Rotelli, 2003). D'altra parte l'omogeneità forestale venutasi a creare, con l'evoluzione di *facies* vegetazionali verso forme meno vocate all'ecologia del fagiano di monte (Rotelli, 2006), in particolar modo nel periodo riproduttivo (Basil, 1996), ha contribuito ad un continuo declino della specie su

tutto l'arco alpino. Di fatto il tetraonide risulta confinato per lo più in una stretta fascia in prossimità del limite superiore del bosco, dove l'ambiente è ancora altamente diversificato (Rotelli, 2006). Differente andamento si registra per le popolazioni di ungulati, le quali mostrano una crescita esponenziale (Carnevali *et al.*, 2009), creando nuove problematiche a livello ecologico e sanitario (De Meneghi, 2006).

L'aumento delle temperature, con un passaggio da un clima continentale ad uno di tipo oceanico (Rotelli, 2006), ha avuto ulteriori conseguenze negative sulla dinamica di popolazione dei tetraonidi. In effetti, il successo riproduttivo dei galliformi alpini è strettamente dipendente dall'andamento meteorologico di fine giugno-inizio luglio, periodo immediatamente successivo alla schiusa delle uova (Zbinden, 2004). Eventuali abbassamenti di temperatura ed eccessive piogge influiscono sia sulla capacità di termoregolazione dei pulcini, sia sulla disponibilità alimentare, in quanto i piccoli dei tetraonidi nelle prime settimane di vita necessitano di una dieta altamente proteica a base di insetti (Bocca, 2007).

Sebbene quelle di cui sopra siano considerate le principali cause che hanno messo in difficoltà le popolazioni di galliformi alpini, non possono esserne trascurate altre. L'uomo, dal secondo dopoguerra ha modificato in modo sostanziale il suo rapporto con l'ambiente montano: a partire dagli anni '70 si è assistito ad un aumento vertiginoso delle attività ricreativo-sportive (trekking, sci d'alpinismo, arrampicata, mountain-bike, parapendio, escursionismo con racchette da neve, eli-ski, ecc.), che comportano un'intensa fruizione lungo tutto l'anno in ambienti delicati e sensibili per i tetraonidi (Arlettaz *et al.*, 2007; Delgado *et al.*, 2007), soprattutto in inverno quando le loro possibilità di sopravvivenza sono al limite (Rotelli, 2006). Inoltre vanno considerate le numerose infrastrutture in quota (piste da sci ed impianti di risalita, strade, dighe, elettrodotti, complessi residenziali) che spesso ricadono in aree di nidificazione o svernamento dei fagiani di monte, con degrado e/o frammentazione del loro areale. In particolare, gli impianti a fune possono avere un effetto negativo a causa della mortalità da impatto contro i cavi sospesi (Rotelli, 2006). Ulteriore aspetto negativo è rappresentato dallo stress legato all'attività turistica invernale, con un dispendio energetico in periodi critici (Formenti *et al.*, 2015).

Parallelamente l'aumento del turismo in quota ha favorito l'aumento dei predatori, quali volpi e mustelidi, piuttosto che delle specie opportuniste (corvidi soprattutto), che si spingono a quote più elevate per la presenza di rifiuti alimentari abbandonati dai turisti, rifiuti che sono

disponibilità trofiche importanti in periodi dell'anno in cui il cibo potrebbe esser un fattore limitante per queste specie. Non ultimo l'impatto causato dai cani non tenuti al guinzaglio al seguito dei turisti, per il disturbo durante la cova delle femmine, se non addirittura azioni di predazione.

Relativamente alle attività antropiche che condizionano la dinamica di popolazione dei tetraonidi va sicuramente considerata anche quella legata all'attività venatoria. I tetraonidi, specie totemiche ed elementi tradizionali del folklore e della cultura locale, sono state fino al recente passato le specie più ambite. Attualmente, l'aumento esponenziale degli ungulati ha di fatto traslato la pressione venatoria su queste specie, per la maggior attrattività sia del trofeo che per il valore economico della loro carcassa. I galliformi alpini, specie dall'alto valore ecologico e naturalistico, senza alcun impatto sull'ambiente e perfettamente inserite nell'ecosistema alpino (Rotelli, 2004), meritano la massima attenzione nelle realtà territoriali che prevedono l'attività venatoria, che ovviamente deve essere pianificata nell'ottica di una piena sostenibilità, considerando la fragilità di queste popolazioni e del loro ambiente. L'importanza di una gestione sostenibile dei tetraonidi va considerata rispetto anche al fatto che sono "specie ombrello" (Patthey, 2011; Storch, 2007), sia per le loro particolari esigenze ambientali, sia per l'elevata specializzazione e adattamento a condizioni climatiche inospitali, e per questo motivo il loro monitoraggio può fornire indicazioni relative all'ambiente in cui vivono. In questo senso l'attività venatoria può fornire l'opportunità di raccogliere campioni biologici utili per acquisire dati e informazioni di base, piuttosto che approfondire conoscenze utili a definire sempre più efficaci misure gestionali. A tale riguardo va considerato che in generale i parassiti in ambito di popolazioni selvatiche a vita libera sono parte integrante dell'ecosistema (Valentincic, 1976; Windsor, 1995) e, in quanto tali, indicatori biologici per eccellenza (Schmidt Hempel e Koella, 1994) e marcatori biodiversità (Hudson, 2006) in quanto risultato della co-evoluzione con l'ospite, in cui la selezione "patogeno-mediata" può mantenere la variabilità dello stesso ospite e del parassita (Schmidt e Hempel, 1994).

Per quanto riguarda in particolare i tetraonidi va osservato che l'aspetto sanitario sulle Alpi italiane in generale è poco conosciuto e di fatto basato su indagini di ordine parassitologico condotte in ristrette aree (Formenti *et al.*, 2013; Giacomelli, 2012; Frosio, 2000; Barchetti, 1999; Meneguz e Rossi, 1988). L'importanza di un approfondimento va considerato anche alla luce del fatto che in altre realtà territoriali i parassiti rientrano tra i fattori associati al

decremento delle densità di molte specie di galliformi selvatici (Hudson, 1986), aumentandone anche la vulnerabilità rispetto ai predatori (Hudson *et al.*, 1992; Isomursu *et al.*, 2006). Ne deriva che per avere un quadro eco-epidemiologico esaustivo occorra sviluppare un approccio sistemico ed organico allo studio delle popolazioni a vita libera, integrando le analisi multidisciplinari delle varie componenti biotiche e abiotiche. In un'ottica di sviluppo sostenibile dello spazio alpino, l'acquisizione del dato scientifico rappresenta premessa irrinunciabile a qualsiasi scelta di carattere gestionale.

## -2- SCOPO DELLA TESI

Sulla base di queste considerazioni, nella seguente tesi si sono indagate le comunità elmintiche, assunte quale espressione del rapporto parassita-ospite-ambiente, delle popolazioni di fagiano di monte presenti nelle provincie di Vercelli, Verbano-Cusio-Ossola, Sondrio e Brescia con campionamenti effettuati in diverse stagioni venatorie, analizzando le differenze tra le diverse metapopolazioni e le diverse tipologie ambientali dei rispettivi areali. In questo senso gli indici epidemiologici delle diverse comunità elmintiche sono state analizzate in rapporto a classe d'età dei soggetti esaminati, misure morfo-biometriche, nonché ai diversi habitat. Il fine ultimo è quello di definire parametri di valutazione dello stato delle diverse popolazioni ed individuare 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

### 3.1) Area di studio

Focalizzando l'attenzione sul fagiano di monte, localizziamo il suo areale ad una quota variabile dagli 800 fino oltre i 2200 metri s.l.m., privilegiando la fascia compresa tra i 1900 e i 2100 metri. L'areale in quota è molto esteso in quanto va a selezionare diverse nicchie ecologiche che vanno a definirsi sia nei territori alpini che quelli sub-alpini, con predilezione 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 (*Vaccinium myrtillus*), mirtillo rosso (*V. vitis-idea*) 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, a questa specie, cibo e protezione. Durante l'inverno, invece, i fagiani si nutrono prevalentemente di rametti e gemme di larice. Nel periodo riproduttivo seleziona 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 (soprattutto alneti e rodoreto-vaccinieti). Evita le zone con troppi affioramenti rocciosi (Rotelli, 2006).

L'area di studio, suddivisa in 4 macro aree (Tab. 1), interessa un'ampia fascia del territorio sub-alpino ed alpino (325.000 ha). I campioni sono stati raccolti durante diverse stagioni venatorie presso cinque Comprensori Alpini (di seguito nominati come C.A.) della Provincia di Vercelli, Verbano-Cusio-Ossola, Sondrio e Brescia (Fig. 1). Nelle diverse provincie sono stati interessati i seguenti C.A.:

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

Macro area	Provincia	CA	Superficie (ha)	Stagioni venatorie campionate	Numero campioni
Sesia	VC	VC1	52.350	2013	16
Ossola	VCO	VCO1	53.907	2003-2013	19
		VCO2	65.091	2003-2013	332
		VCO3	78.382	2003-2013	177
Morbegno	SO	MO	49.000	2012-2013	74
Brescia	BS	C1	9.517	2012-2013	4
		C3	11.068	2012-2014	13
		C4	5.138	2012-2015	15

Tabella 1: Suddivisione dell'area di studio nelle 4 macro aree, C.A. coinvolti, relative superfici, stagioni venatorie campionate e numero dei campioni.



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).

### 3.1.1) Macro area Sesia

Nella provincia di Vercelli sono stati analizzati i campioni di fagiano di monte abbattuti nel mese di ottobre 2013 nel C.A. VC 1-Valle del Sesia (Fig. 2), di seguito definita come macro area "Sesia". 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).

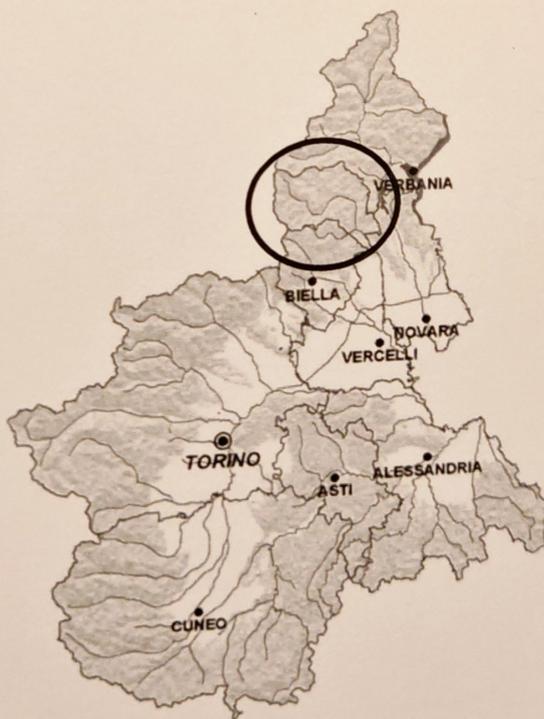


Figura 2: Inquadramento del C.A. Valle Sesia (cerchio) all'interno della regione Piemonte.

### 3.1.2) Macro area Ossola

La macro area "Ossola" 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) (Fig.3). Quest'area di studio ha un'estensione di circa 195.000 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 zone, aree geografiche delimitate da confini naturali, con caratteristiche ambientali (quota, esposizione, vegetazione) e meteo-climatiche (piovosità, temperature, nevicate medie) differenti:

- Sub-area sub-alpina: fascia che 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 Vigezzo, a est dal Lago Maggiore, a sud e ad ovest dal fiume Toce.
- Sub-area alpina: zona dalle 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.

Di questa area si sono resi disponibili i dati pluviometrici negli anni 2003-2013 ([www.arpa.piemonte.it](http://www.arpa.piemonte.it)), che sono stati analizzati in rapporto al quadro parassitologico.

Di seguito è riportato il grafico dell'andamento degli abbattimenti per il C.A. VCO2 (Ossola Nord) negli anni 2003-2013 (Graf. 1).

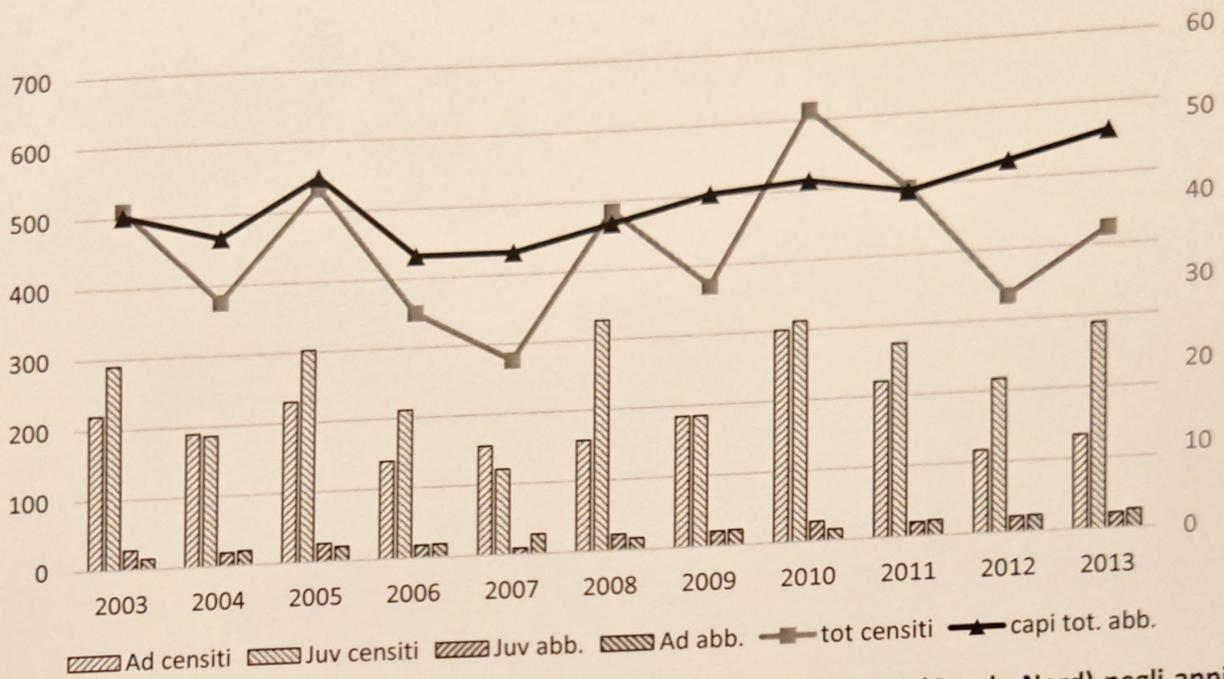


Grafico 1: andamento dei censimenti e degli abbattimenti nel C.A. VCO2 (Ossola Nord) negli anni 2003-2013.



Figura 3: Inquadramento geografico della macro area Ossola, con la suddivisione nelle sub-aree alpina (alpine area) e sub-alpina (prealpine area).

### 3.2.3) Macro area Morbegno

Nella provincia di Sondrio sono stati effettuati campionamenti durante le stagioni venatorie 2012 e 2013 nel C.A. di Morbegno (Fig. 4). Quest'area di studio, identificata come macro area "Morbegno" ha un'estensione di circa 49.500 ha. Per le peculiarità di questa zona, dovuta all'orientamento della valle lungo l'asse ovest-est, la quota non è stata ritenuta elemento discriminante e caratterizzante i differenti territori, preferendo suddividere il C.A. in due sotto aree corrispondenti ai versanti costituiti dalle catene alpine che lo delimitano:

- Sub-area retica: 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 nella 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.
- Sub-area orobica: comprende da est la val di Tartano, val Gerola e val Lesina come limite occidentale. La distribuzione della vegetazione sulla porzione valtellinese 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 inoltre la neve al suolo permane più a lungo rispetto a quello retico.

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.



Figura 4: Inquadramento geografico del C.A. di Morbegno (cerchio) all'interno della provincia di Sondrio (comprende i settori: costiera dei Cech, val Masino, Lesina-Gerola e Tartano-Albaredo)

### 3.1.4) Macro area Brescia

Per quanto riguarda la provincia di Brescia, definita come macro area "Brescia", l'indagine è stata condotta all'interno dei C.A. C1 (Alta Valle Camonica), C3 (Media Valle Camonica) e C4 (Bassa Valle Camonica) (Fig. 5), con disponibilità di campioni prelevati nelle stagioni venatorie 2012 e 2013. 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.

- Sub-area sub-alpina: comprende i comuni di Breno, Darfo, Artogne, Berzo, Bienno, Piancamuno, Gianico, Paisco e Cimbergo
- Sub-area alpina: comprendente parte del comune di Breno e Bienno, e i comuni di Niardo, Prestine, Temù, Vione, Incudine e Vezza d'Oglio.



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

### 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. Il piano di abbattimento viene formulato sulla base dei censimenti primaverili eseguiti sulle arene di canto, con stime della densità dei maschi riproduttori per unità di superficie, e censimenti tardo-estivi, con l'ausilio di cani da ferma, che permettono di calcolare l'indice riproduttivo, ovvero la percentuale di giovani sul totale delle femmine contattate. Di questa specie è consentito il prelievo venatorio unicamente dei capi di sesso maschile e fra i diversi C.A. varia il numero di giornate di caccia consentite e l'entità del carniere individuale. In particolare in provincia di Vercelli e Verbania sono consentiti 2 capi di fagiano di monte per stagione venatoria a cacciatore, nel C.A. di Morbegno il limite stagionale è di 4 capi, mentre in provincia di Brescia è di 3 capi. Il limite giornaliero in tutta l'area di studio è sempre di un capo per cacciatore.

### 3.3) Raccolta dei dati

Per i capi pervenuti ai centri di controllo si è stabilita l'età e il sesso del soggetto e, successivamente, si è proceduto alla registrazione delle misure morfobiometriche (peso, lunghezza dell'ala, 1° remigante primaria, becco, tarso), in accordo con il manuale di valutazione e rilievi biometrici della fauna selvatica (AA.VV., 2007) e le linee guida fornite dai tecnici faunistici delle diverse provincie.

Per quanto riguarda l'età si sono divisi i campioni in due classi: giovani nati nell'anno dell'abbattimento e adulti. La distinzione delle classi di età è stata effettuata sulla valutazione della muta delle due remiganti primarie più esterne e sulla base della presenza o meno della borsa di Fabrizio.

Per ogni capo abbattuto si è proceduto alla georeferenziazione del luogo e quota di prelievo, con precisione di 1 km<sup>2</sup>, utilizzando cartine con maglia UTM.

Il campionamento è stato effettuato su base volontaria, chiedendo la possibilità al cacciatore di effettuare il prelievo del pacchetto intestinale e di campioni per la genetica dai soggetti abbattuti durante la giornata di caccia.

Per quanto riguarda il campionamento esaminato va precisato che personalmente ho proceduto all'analisi dei pacchetti intestinali di 161 fagiani di monte suddivisi nelle diverse aree come da tabella seguente:

	2012		2013				totale
	Ossola	Morbegno	Vercelli	Ossola	Morbegno	Brescia	
giovani	16	30	5	19	28	9	<b>107</b>
adulti	9	6	11	11	10	7	<b>54</b>
<b>totale</b>	<b>25</b>	<b>36</b>	<b>16</b>	<b>30</b>	<b>38</b>	<b>16</b>	<b>161</b>

**Tabella 2: Campione totale di fagiani di monte esaminati per la presente tesi.**

Inoltre ho effettuato direttamente le misure morfobiometriche e il prelievo diretto dei pacchetti intestinali nel C.A. di Morbegno affiancando, al centro di controllo, il personale designato dal tecnico faunistico provinciale.

Per i campioni provenienti dai C.A. del VCO, Vercelli e Brescia ho analizzato i pacchetti intestinali già congelati dai tecnici addetti ai controlli nei diversi centri.

Inoltre per i C.A. del VCO si è potuto disporre di un database aggiornato fino al 2011, già oggetto di pubblicazioni (Formenti, 2013). Infine per il C.A. di Brescia si è potuto disporre di campioni analizzati nella stagione venatoria 2012.

Dalla somma dei campioni analizzati direttamente e dai database disponibili, le indagini parassitologiche sono state effettuate su un totale di 650 pacchetti intestinali, così divisi fra le differenti aree (Tab. 3).

	Vercelli (2013)	Ossola (2003-13)	Morbegno (2012-13)	Brescia (2012-13)	<b>Totale</b>
Giovani	5	299	59	20	383
Adulti	11	229	15	12	267
<b>Totale</b>	<b>16</b>	<b>528</b>	<b>74</b>	<b>32</b>	<b>650</b>

**Tabella 3: Campione totale di fagiani di monte considerati nelle analisi statistiche.**

I soggetti esaminati sono stati eviscerati il giorno stesso della cattura e gli intestini sono stati congelati a -18 °C nell'arco della stessa giornata in attesa di essere analizzati. Previo scongelamento gli intestini sono stati dipanati, e si è quindi provveduto a misurare la lunghezza dei ciechi e prima del loro sezionamento. Il contenuto è stato vagliato in setacci metallici sovrapposti con maglie rispettivamente di 200 e 30 µm. Il contenuto filtrato è stato recuperato ed osservato su piastra Petri allo stereomicroscopio (6.4-16x) per evidenziare i singoli parassiti, i quali, dopo essere stati contati secondo tecniche standardizzate (MAFF, 1986), sono stati stoccati in provette con etanolo 96° e conservati in cella frigorifera a +4°C. Successivamente, previa chiarificazione con lattofenolo, sono stati identificati al microscopio ottico secondo le chiavi di Neuve-Lamaire (1936), Skrzjabin *et al.* (1970), Hartwitch (1978) e Ashour (1994), utilizzando la denominazione proposta da Anderson (1992).

### 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) (Bush *et al.*, 1997).

Gli indici di intensità e abbondanza sono stati normalizzati attraverso la conversione in logaritmo. 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 SPSS Statistic 21.0<sup>®</sup>, 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

### 4.1) Analisi morfo-biometriche

I risultati ottenuti dalle misurazioni morfobiometriche sono riportati, suddivisi per macro aree, nelle tabelle sottostanti.

#### 4.1.1) Macro area Sesia

		N casi	Media	Er. Std	min	MAX
Peso (gr.)	Giovani	13	1104	22,68	1018	1260
	Adulti	16	1259	19,73	1176	1407
Lunghezza ala (mm)	Giovani	13	264	10,51	203	360
	Adulti	16	244	6,97	165	340
Lungh. Becco (mm)	Giovani	-	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Adulti	-	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
L. I° remigante primaria (mm)	Giovani	-	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Adulti	-	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Lungh. Ciechi (mm)	Giovani	4	527	2,40	500	600
	Adulti	11	509	0,80	200	585

Tabella 4: Media, errore standard (Er.Std), valori minimi e massimi relativi alle misure morfobiometriche registrate nella macro area Sesia (C.A. VC1) suddivisi per classe di età.

Nella macro area Sesia (Tab. 4), di cui si dispone solo un anno di campionamento, è emersa una differenza significativa fra le classi d'età in riferimento al peso medio ( $p < 0.01$ ) (Graf. 2), quello dei 13 giovani è risultato pari a 1.104 gr ( $\pm 22,68$  gr) e di 1.259 gr ( $\pm 19,73$  gr) quello dei 16 capi adulti esaminati. In merito alla lunghezza dei ciechi (Graf. 7) non sono emerse differenze significative fra le classi d'età analizzate. Le misure riferite a lunghezza del becco e prima remigante primaria non sono state considerate in quanto raccolte con metodologia diversa rispetto a quella utilizzata nelle altre 3 macro aree.

#### 4.1.2) Macro area Ossola

		N casi	Media	Er. Std	min	MAX
Peso (gr.)	Giovani	382	1055	4,71	695	1500
	Adulti	387	1267	4,10	1035	1915
Lunghezza ala (mm)	Giovani	380	250	0,42	205	302
	Adulti	389	260	0,34	240	300
Lungh. Becco (mm)	Giovani	366	15,1	0,07	8	23
	Adulti	382	16,3	0,07	8,5	24
L. I° remigante primaria (mm)	Giovani	230	124,4	0,47	95	148
	Adulti	231	133,8	0,53	82	174
Lungh. Ciechi (mm)	Giovani	283	590	3,10	430	652
	Adulti	207	598	3,80	472	660

Tabella 5: Media, errore standard (Er.Std), valori minimi e massimi relativi alle misure morfobiometriche registrate nella macro area Ossola (C.A. VCO1, VCO2, VCO3).

Nella macro area Ossola (Tab.5) sono risultate differenze significative tra le classi d'età relativamente alla misura dei pesi ( $p < 0.01$ ) (Graf. 2), il peso medio dei 382 giovani è risultato pari a 1.055,44 gr ( $\pm 92,16$  gr); quello dei 387 adulti esaminati è di 1.267,41 gr ( $\pm 80,64$  gr). È risultata significativa la differenza per la lunghezza dell'ala ( $p < 0.01$ ) (Graf. 4), del becco ( $p < 0.01$ ) (Graf. 5) e della prima remigante primaria ( $p < 0.01$ ) (Graf. 6). Non sono emerse differenze statisticamente significative dall'analisi della lunghezza dei ciechi fra le due diverse classi d'età (Graf. 7).

#### 4.1.3) Macro area Morbegno

		N casi	Media	Er. Std	min	MAX
Peso (gr.)	Giovani	71	1091	5,12	870	1250
	Adulti	25	1255	10,49	1070	1334
Lunghezza ala (mm)	Giovani	70	252	1,80	152	271
	Adulti	25	265	1,20	247	282
Lungh. Becco (mm)	Giovani	71	15,2	0,12	13,3	20,6
	Adulti	25	16,3	0,19	14,8	18,5
Lungh. Ciechi (mm)	Giovani	50	577	0,70	460	660
	Adulti	14	594	1,30	495	665

Tabella 6: Media, errore standard (Er.Std), valori minimi e massimi relativi alle misure morfobiometriche registrate nella macro area Morbegno (C.A. Morbegno).

Nella macro area Morbegno (Tab. 6) è significativa la differenza nelle misure dei pesi ( $p < 0.01$ ) (Graf. 2), il peso medio dei 71 giovani di fagiano di monte è risultato pari a 1.091 gr ( $\pm 5,12$  gr); quello dei 25 adulti esaminati è di 1.255 gr ( $\pm 10,49$  gr). Statisticamente significativa è risultata essere la differenza nella della lunghezza dell'ala ( $p < 0.01$ ) (Graf. 4) e del becco ( $p < 0.01$ ) (Graf. 5) tra le due classi di età. Non è significativa la differenza della lunghezza dei ciechi (Graf. 7).

In questo C.A non viene effettuata la misurazione della prima remigante primaria.

#### 4.1.4) Macro area Brescia

		N casi	Media	Er. Std	min	MAX
Peso (gr.)	Giovani	32	1074	19,04	900	1350
	Adulti	21	1239	24,16	1100	1600
Lunghezza ala (mm)	Giovani	26	251	1,65	235	265
	Adulti	18	262	1,86	250	280
Lungh. Becco (mm)	Giovani	22	15,3	0,64	11,7	24
	Adulti	16	17,2	0,57	11	25
L. 1° remigante primaria (mm)	Giovani	20	120,6	1,54	102	131
	Adulti	9	129,7	0,92	126	134
Lungh. Ciechi (mm)	Giovani	20	533	1,20	280	635
	Adulti	10	535	1,40	477	635

Tabella 7: Media, errore standard (Er.Std), valori minimi e massimi relativi alle misure morfobiometriche registrate nella macro area Brescia (C.A. C1, C3, C4).

Nella macro area di Brescia (Tab. 7) è risultata statisticamente significativa la differenza dei pesi (Graf. 2), il peso medio dei 32 giovani di fagiano di monte è risultato pari a 1.074 gr ( $\pm$  19,06 gr); quello dei 21 adulti esaminati è di 1.239 gr ( $\pm$  24,16 gr).

Statisticamente significativa ( $p < 0.01$ ) è la differenza nella lunghezza dell'ala (Graf. 4) e della prima remigante primaria (Graf. 6) fra le classi d'età.

Infine la differenza di lunghezza del becco (Graf. 5) e quella degli intestini ciechi fra i giovani e gli adulti non è significativa (Graf. 7).

### 4.1.5) Confronto fra macro-aree

Analizzando le differenze dei pesi fra le diverse sub-aree per le due classi d'età è risultata esserci una differenza significativa nelle misure dei pesi fra i giovani (Graf. 2). In particolare dal test HDS-Tukey è risultata significativa la differenza fra la fascia alpina di Ossola e l'area orobica di Morbegno (Graf. 3).

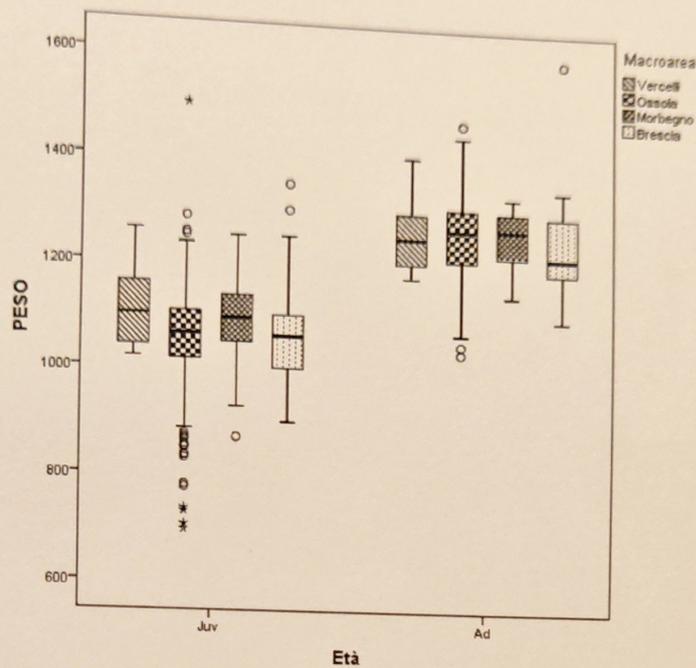


Grafico 2: Confronto dei pesi (gr) fra le diverse macro aree per le due classi d'età.

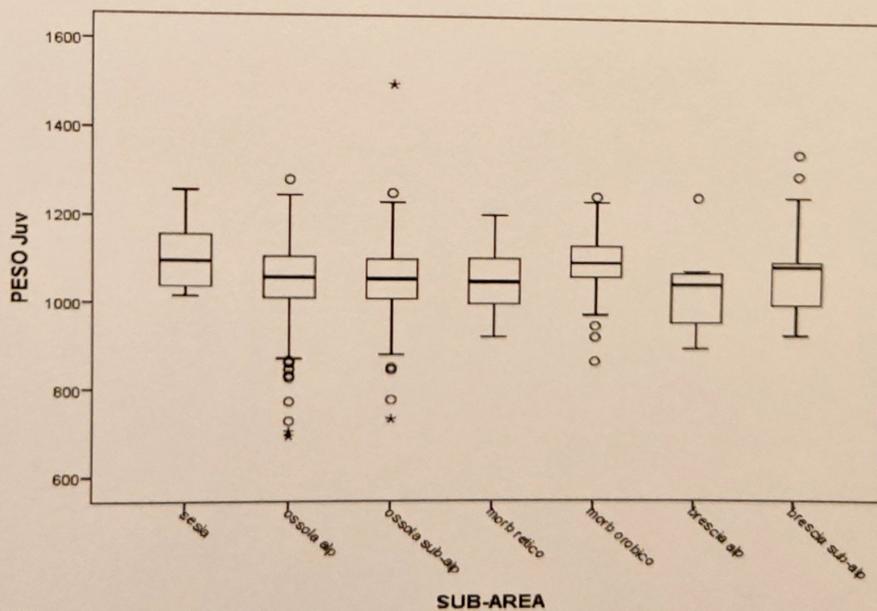


Grafico 3: Confronto dei pesi (gr) dei soggetti giovani fra le diverse macro aree, suddivise in sub-aree.

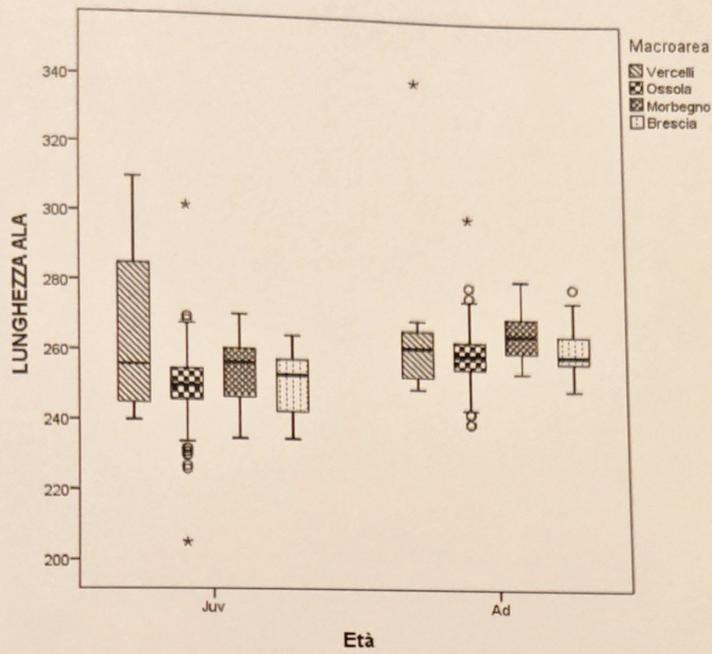


Grafico 4: Confronto della lunghezza dell'ala (mm) fra le diverse macro aree per le due classi d'età.

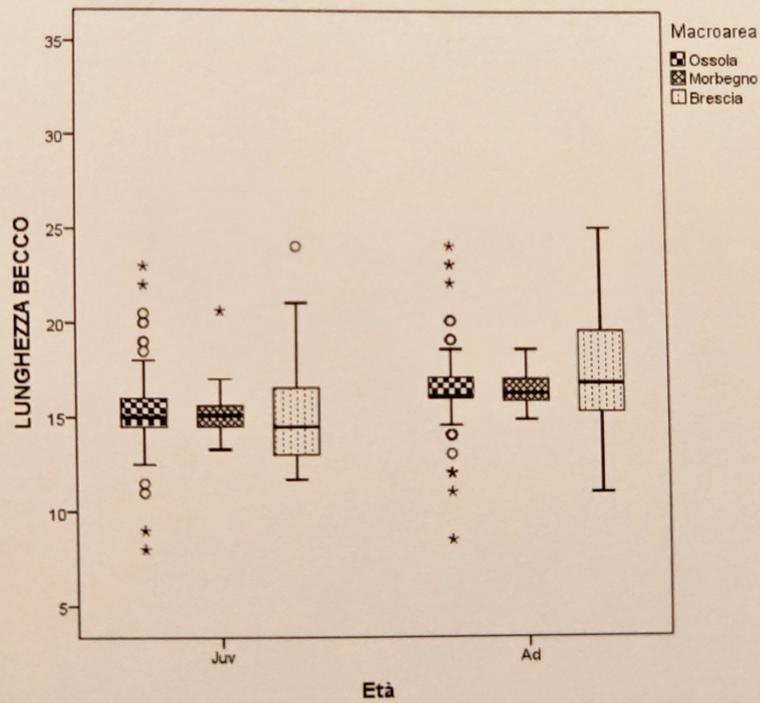


Grafico 5: Confronto della lunghezza del becco (mm) fra le diverse macro aree per le due classi d'età.

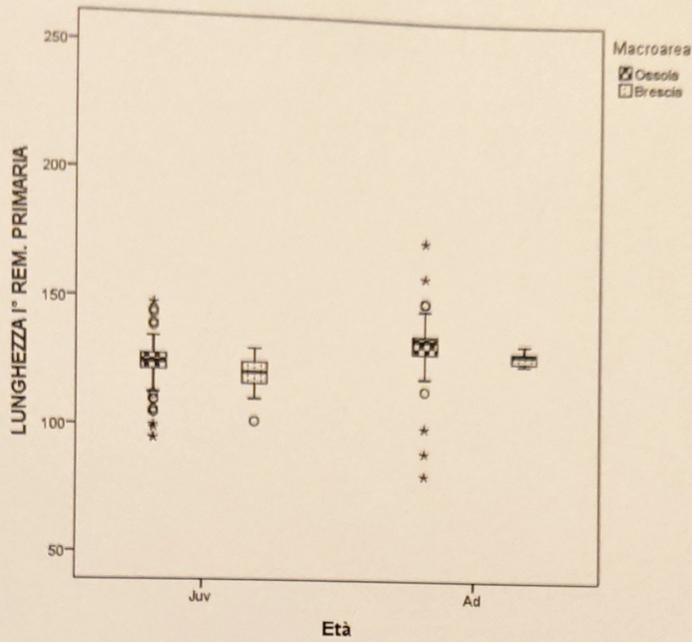


Grafico 6: Confronto della lunghezza della prima remigante primaria (mm) fra le diverse macro aree per le due classi d'età.

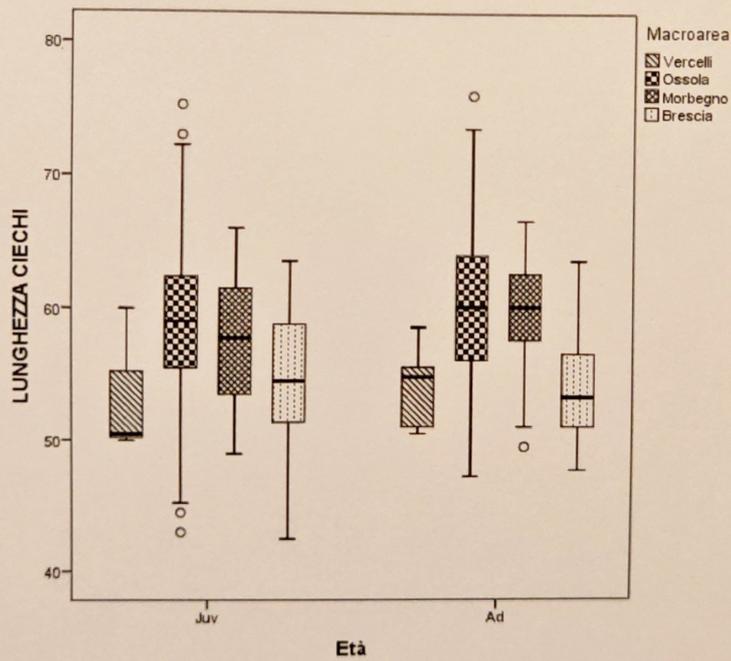


Grafico 7: Confronto della lunghezza dei ciechi (cm) fra le diverse macro aree per le due classi d'età.

Analizzando le differenze delle lunghezze degli intestini ciechi fra le diverse sub-aree per le differenti classi d'età è risultata esserci una differenza significativa (test HDS-Tukey) fra l'intera macro area Ossola e la fascia sub-alpina di Brescia (Graf. 8). Per quanto riguarda gli adulti è risultata significativa la differenza fra la macro Ossola con quella Sesia e Brescia sub-alpina (Graf. 9).

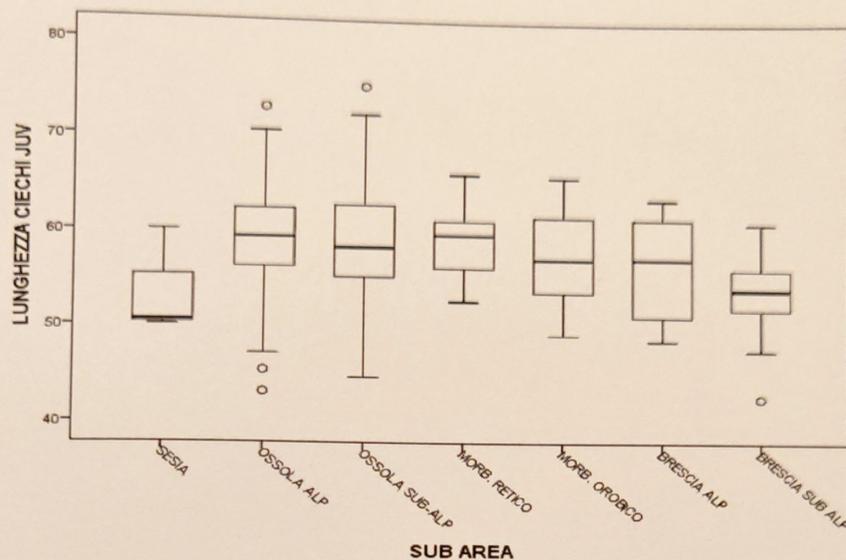


Grafico 8: Confronto fra la lunghezza dei ciechi (cm) nei soggetti giovani fra le differenti macro aree suddivise in sub-aree.

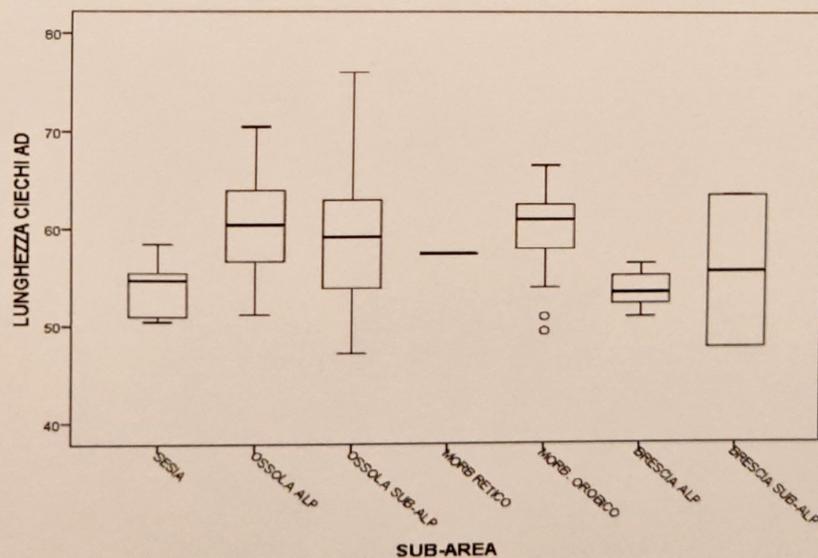


Grafico 9: Confronto fra la lunghezza dei ciechi (cm) nei soggetti adulti fra le differenti macro aree suddivise in sub-aree.

## 4.2) Analisi parassitologiche

### 4.2.1) Macro area Sesia

Dei 16 soggetti esaminati durante la stagione venatoria 2013, 15 sono risultati parassitati da *Ascaridia compar* e 11 da *Aonchoteca caudinflata*.

*A. compar* ha mostrato prevalenze comprese fra il 91% e il 100%, intensità da 12,6 a 13,8 e abbondanze tra 4,3 e 18,8 (Tab. 8; Graf. 10), con differenze di cariche che non sono risultate statisticamente significative fra le classi d'età.

<i>A. compar</i>		N° Esaminati	p %	i	a	d.s.
2013	J	5	100%	13,8	13,8	13,6
	AD	11	91%	12,6	11,8	12,7
	TOT	16	94%	13,0	12,4	12,6

Tabella 8: Valori di prevalenza (p), intensità (i), abbondanza (a) e deviazione standard (d.s.) di *A. compar* per i fagiani di monte (n=16) esaminati nel 2013 nella macro area Sesia.

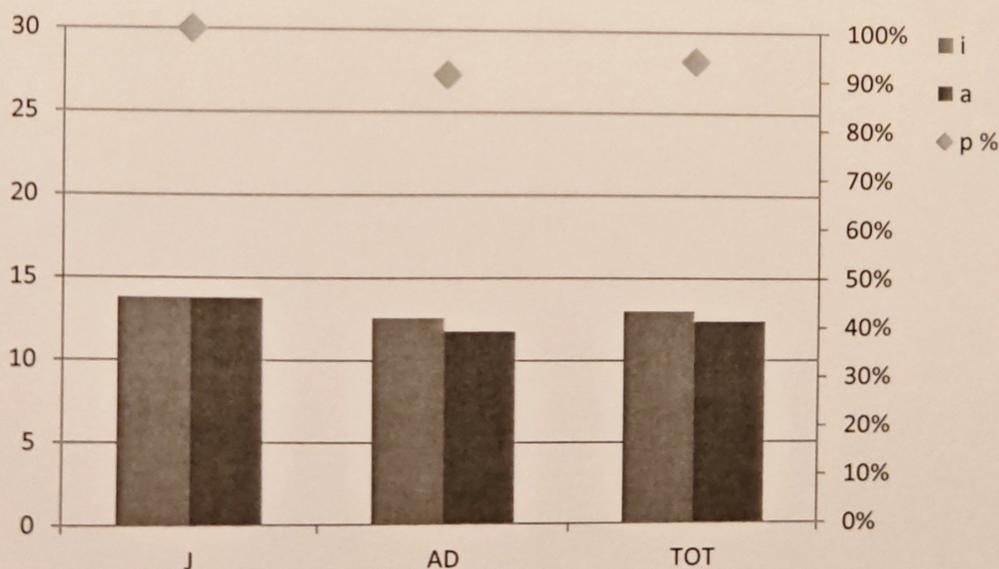


Grafico 10: Andamento dei valori di prevalenza (p), intensità (i) e abbondanza (a) di *A. compar* per i fagiani di monte (n=16) esaminati nel 2013 nella macro area Sesia.

Relativamente agli 11 soggetti positivi per *A. caudinflata*, per la quale si riscontrano prevalenze dal 40% all'82%, intensità da 3,0 a 6,2 e abbondanze da 1,2 a 4,2 (Tab. 9; Graf. 11), la differenza della carica parassitaria, fra le classi d'età, non è risultata statisticamente significativa.

<i>A. caudinflata</i>		N° Esaminati	p %	i	a	d.s.
2013	J	5	40%	3,0	4,2	1,8
	AD	11	82%	6,2	1,2	5,8
	TOT	16	69%	6,1	5,5	5,3

Tabella 9: Valori di prevalenza (p), intensità (i), abbondanza (a) e deviazione standard (d.s.) di *A. caudinflata* per i fagiani di monte (n=16) esaminati nel 2013 nella macro area Sesia.

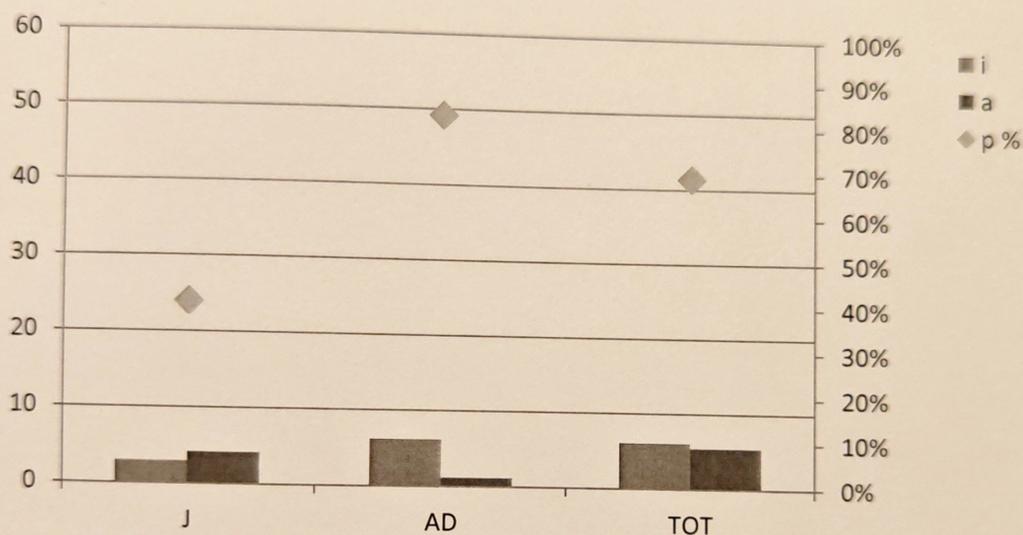


Grafico 11: Andamento dei valori di prevalenza (p), intensità (i) e abbondanza (a) di *A. caudinflata* per i fagiani di monte (n=16) esaminati nel 2013 nella macro area Sesia.

### Correlazione tra peso corporeo e carica parassitaria

Tra peso dei soggetti e logaritmo della carica parassitaria, per quella da *A. compar* non è emersa alcuna correlazione significativa, mentre è risultata significativa ( $p < 0,01$ ) la correlazione tra il peso dei giovani e l'infestazione da *A. caudinflata* (Graf. 12).

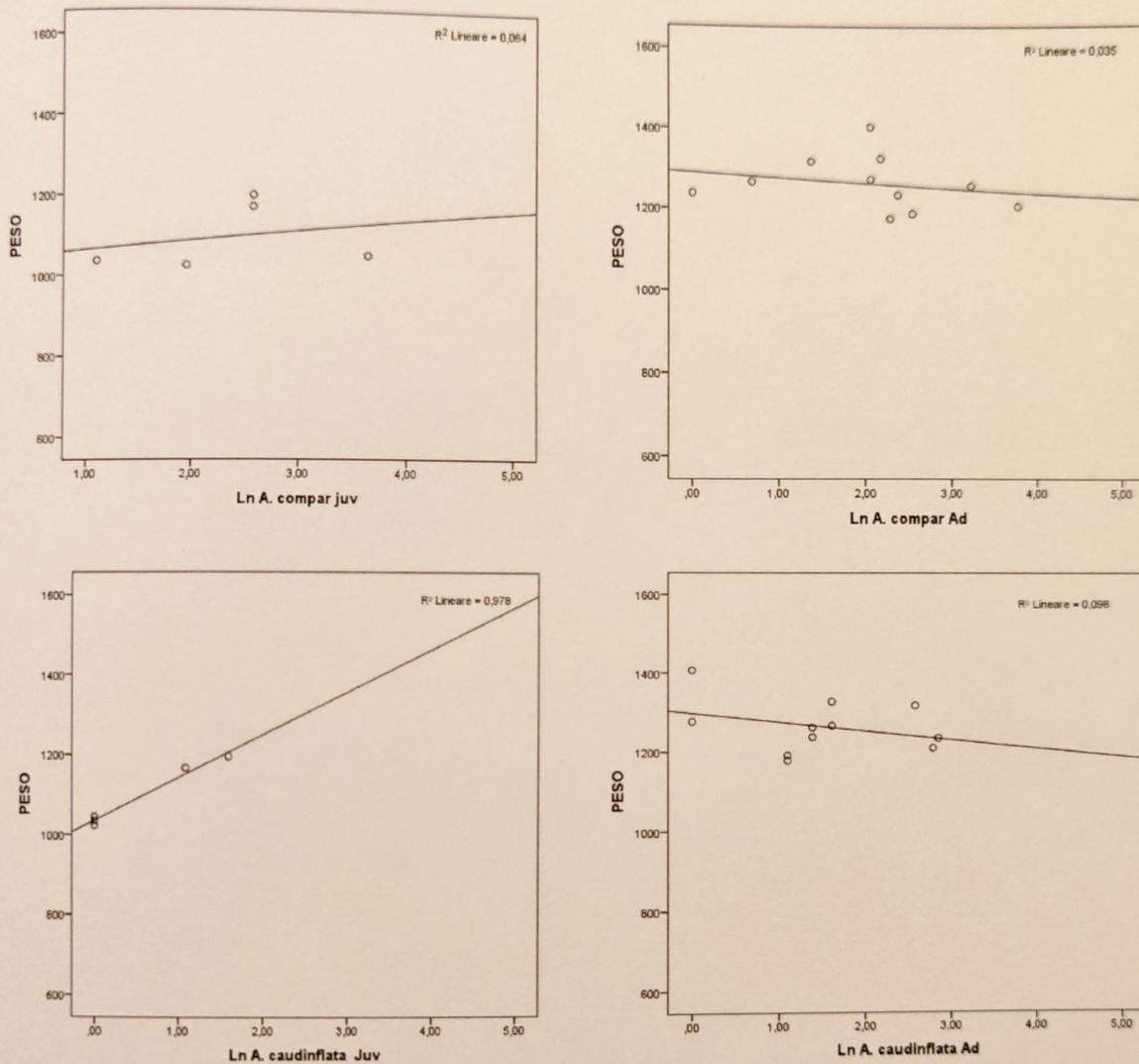


Grafico 12: Correlazione tra peso dei giovani e degli adulti e infestazione da *A. compar* e *A. caudinflata* nella macro area Sesia.

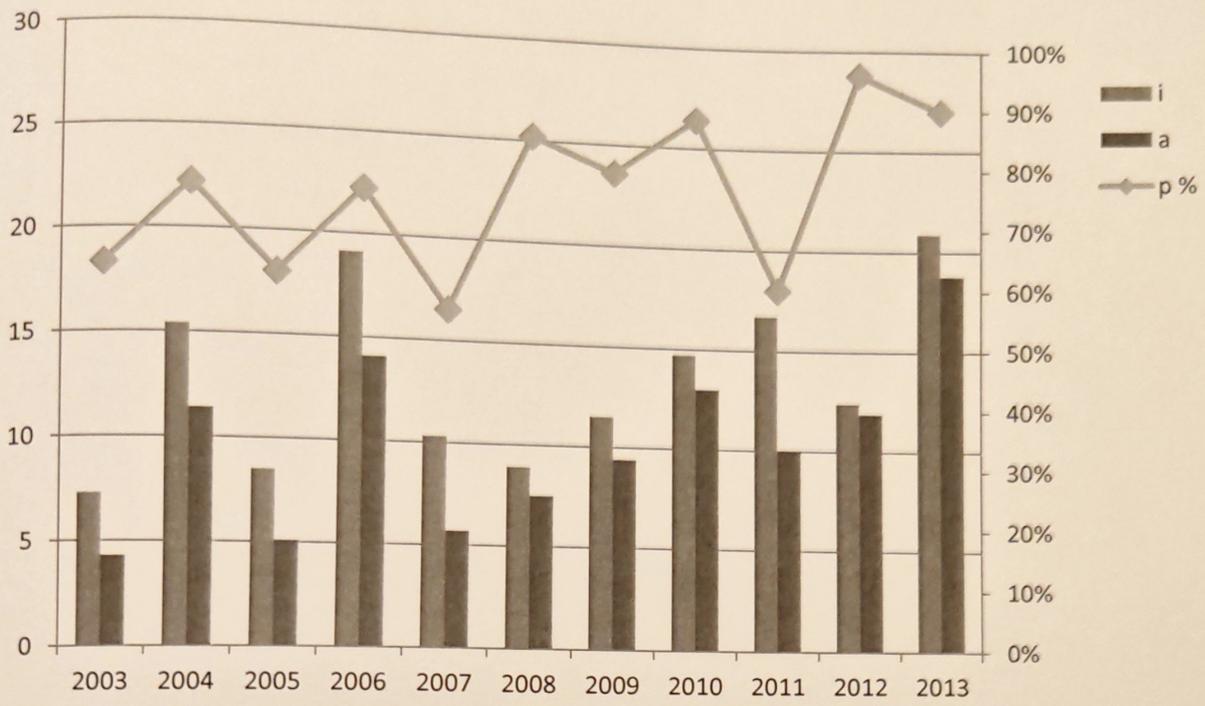
#### 4.2.2) Macro area Ossola

Relativamente all'indagine parassitologica condotta sui soggetti abbattuti nel 2012 e 2013 i dati sono riportati di seguito unitamente a quelli disponibili per gli anni precedenti. Nel corso degli 11 anni di studio (2003-2013), sul totale di 528 soggetti, sono stati rilevati 380 individui parassitati da *A. compar* e 326 da *A. caudinflata*.

*A. compar* mostra valori di prevalenza compresi tra il 55% al 96%, intensità da 7,3 a 20,9 e abbondanza tra 4,3 e 18,8 (Tab. 10; Graf. 13).

<i>A. compar</i>		N °esaminati	p %	i	a	d.s.
2003	J	29	62%	8,5	5,3	9,7
	AD	17	59%	5,1	3,0	3,7
	TOT	46	61%	7,3	4,3	8,1
2004	J	21	81%	23,9	19,3	20,7
	AD	33	70%	9,1	6,3	8,1
	TOT	54	74%	15,4	11,4	15,6
2005	J	42	79%	9,4	7,4	11,0
	AD	31	35%	5,8	2,1	4,1
	TOT	73	60%	8,5	5,1	9,1
2006	J	33	85%	16,8	14,3	20,1
	AD	24	58%	23,7	13,8	28,3
	TOT	57	74%	19,1	14,1	23,7
2007	J	20	70%	15,0	10,5	13,7
	AD	31	45%	5,6	2,5	6,9
	TOT	51	55%	10,3	5,7	10,7
2008	J	29	79%	9,9	7,8	12,2
	AD	15	93%	7,2	6,7	8,6
	TOT	44	84%	8,9	7,5	11,0
2009	J	46	78%	14,3	11,2	12,2
	AD	24	79%	6,2	4,9	4,9
	TOT	70	79%	11,5	9,4	10,7
2010	J	26	84%	14,9	12,6	22,1
	AD	17	94%	14,8	13,7	20,1
	TOT	43	88%	14,7	13,0	21,1
2011	J	18	83%	20,1	16,8	18,6
	AD	17	35%	8,2	2,3	7,5
	TOT	35	60%	16,7	10,0	15,8
2012	J	16	100%	13,9	13,9	14,3
	AD	9	89%	9,4	8,3	9,2
	TOT	25	96%	12,4	11,9	12,8
2013	J	19	89%	26,8	23,6	21,8
	AD	11	91%	10,9	9,9	11,7
	TOT	30	90%	20,9	18,8	19,8

Tabella 10: Valori di prevalenza (p), intensità (i), abbondanza (a) e deviazione standard (d.s.) di *A. compar* per i fagiani di monte esaminati (n=528) nel periodo 2003-2013 nella macro area Ossola.

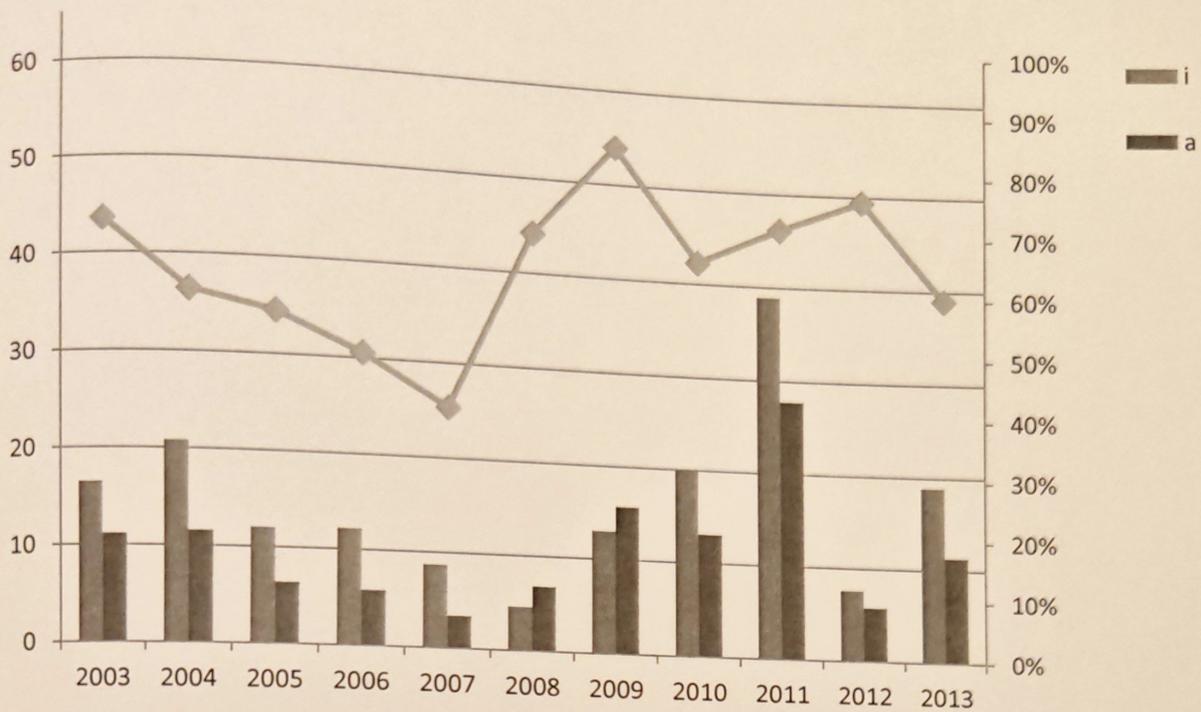


**Grafico 13: Andamento dei valori di prevalenza (p), intensità (i) e abbondanza (a) di *A. compar* per i fagiani di monte esaminati (n= 528) nel periodo 2003-2013 nella macro area Ossola.**

Relativamente ai 326 fagiani infestati da *A. caudinflata*, son state rilevate prevalenze dal 39% al 83%, intensità da 4,6 al 38,9 e abbondanze tra 3,4 e 27,6 (Tab. 11; Graf. 14).

<i>A. caudinflata</i>		N° Esaminati	p %	I	a	d.s.
2003	J	29	79%	19,4	15,3	28,1
	AD	17	47%	8,5	4,0	8,3
	<b>TOT</b>	<b>46</b>	<b>67%</b>	<b>16,5</b>	<b>11,2</b>	<b>23,4</b>
2004	J	21	52%	30,5	16,0	39,6
	AD	33	58%	15,2	8,8	14,9
	<b>TOT</b>	<b>54</b>	<b>56%</b>	<b>20,8</b>	<b>11,6</b>	<b>27,2</b>
2005	J	42	50%	15,1	7,6	14,1
	AD	31	58%	8,3	4,8	10,1
	<b>TOT</b>	<b>73</b>	<b>53%</b>	<b>12,0</b>	<b>6,4</b>	<b>12,6</b>
2006	J	33	52%	16,1	8,3	22,7
	AD	24	42%	5,5	5,8	4,6
	<b>TOT</b>	<b>57</b>	<b>47%</b>	<b>12,2</b>	<b>5,8</b>	<b>17,7</b>
2007	J	20	60%	10,5	6,3	10,9
	AD	31	26%	6,0	1,6	3,8
	<b>TOT</b>	<b>51</b>	<b>39%</b>	<b>8,7</b>	<b>3,4</b>	<b>7,7</b>
2008	J	29	69%	4,3	6,2	8,3
	AD	15	67%	5,3	8,0	10,1
	<b>TOT</b>	<b>44</b>	<b>68%</b>	<b>4,6</b>	<b>6,8</b>	<b>8,8</b>
2009	J	46	87%	14,2	16,4	19,2
	AD	24	75%	10,7	14,2	18,7
	<b>TOT</b>	<b>70</b>	<b>83%</b>	<b>13,0</b>	<b>15,7</b>	<b>18,9</b>
2010	J	26	61%	23,9	14,7	26,8
	AD	17	71%	15,0	10,6	23,8
	<b>TOT</b>	<b>43</b>	<b>65%</b>	<b>20,1</b>	<b>13,1</b>	<b>25,4</b>
2011	J	18	72%	63,7	46,0	63,7
	AD	17	70%	12,1	8,5	16,5
	<b>TOT</b>	<b>35</b>	<b>71%</b>	<b>38,9</b>	<b>27,8</b>	<b>50,1</b>
2012	J	16	75%	10,7	8,1	10,5
	AD	9	78%	2,6	2,0	2,0
	<b>TOT</b>	<b>25</b>	<b>76%</b>	<b>7,6</b>	<b>5,8</b>	<b>8,9</b>
2013	J	19	63%	26,1	16,5	27,5
	AD	11	54%	4,8	2,5	2,9
	<b>TOT</b>	<b>30</b>	<b>60%</b>	<b>18,9</b>	<b>11,4</b>	<b>22,8</b>

Tabella 11: Valori di prevalenza (p), intensità (i), abbondanza (a) e deviazione standard (d.s.) di *A. caudinflata* per i fagiani di monte esaminati (n=528) nel periodo 2003-2013 nella macro area Ossola.



**Grafico 14:** Andamento dei valori di prevalenza (p), intensità (i) e abbondanza (a) per *A. caudinflata* nei fagiani di monte (n=528) esaminati nel periodo 2003-2013 nella macro area Ossola.

### Correlazione tra peso corporeo e carica parassitaria

Tra peso dei soggetti e logaritmo della carica parassitaria da *A. compar* è emersa una correlazione positiva nei soggetti giovani della fascia alpina e rispettivamente negativa nei soggetti di entrambe le classi d'età dell'area sub-alpina (Graf. <sup>15</sup>27).

In merito ad *A. caudinflata* non è stata trovata nessuna correlazione significativa fra i pesi e la carica parassitaria nelle sub-aree per le due classi d'età.

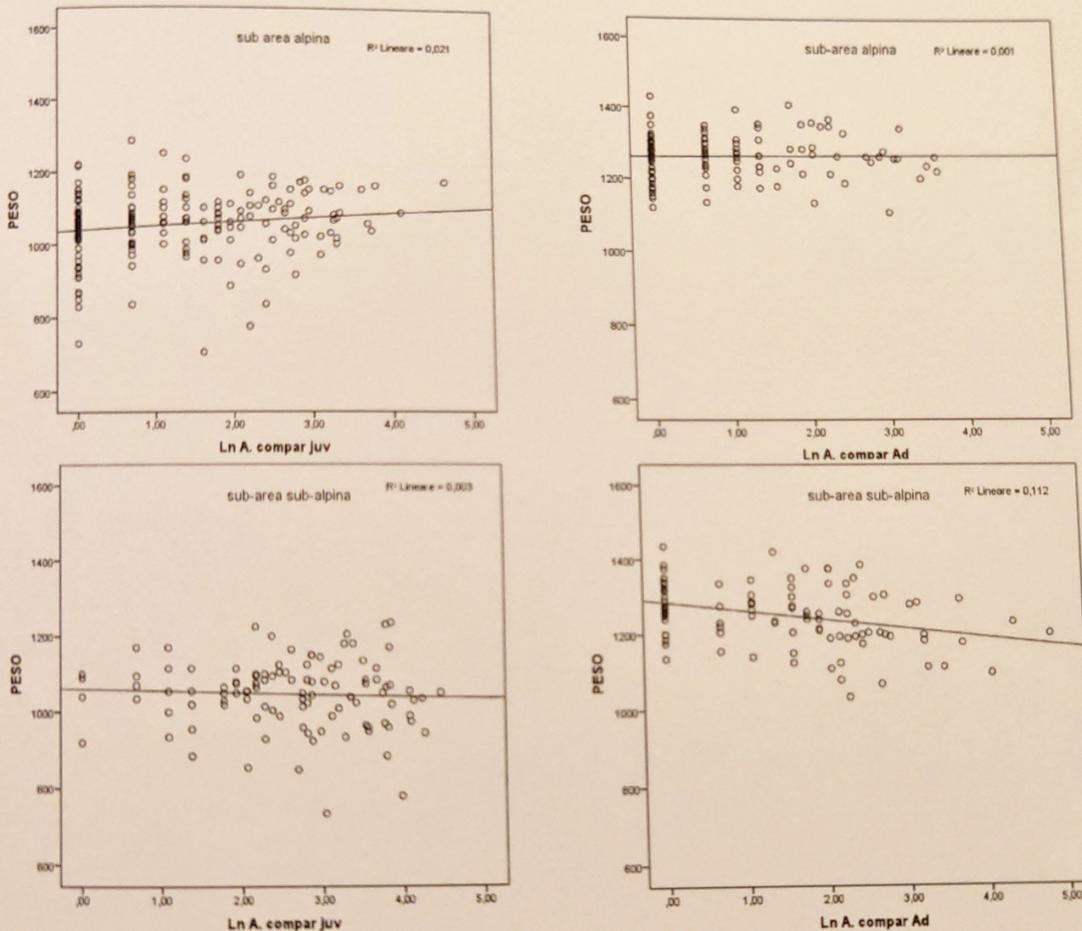


Grafico 15: Correlazione tra peso dei giovani (n=299) e degli adulti (n=229) e infestazione da *A. compar* nell'area alpina e sub-alpina nella macro area Ossola.

### Indici epidemiologici e classi d'età

Per i giovani positivi ad *A. compar* la prevalenza è compresa tra il 62% ed il 100%, l'intensità tra l'8,5 ed il 26,8 e l'abbondanza tra il 5,3 e il 23,6. Tra gli adulti si sono riscontrate prevalenze dal 35% al 64%, intensità tra il 5,1 e il 23,7 e abbondanze tra il 2,1 e il 13,8. Nei soggetti giovani il test HSD di Tukey ha evidenziato differenze significative per l'intensità di *A. compar* fra gli anni 2003-2013 e gli anni 2005-2013. Per gli adulti le differenze emerse sono fra gli anni 2005-2010, 2005-2013, 2007-2010 (Graf. 15).

La differenza dell'intensità e dell'abbondanza, fra le due classi d'età, è risultata significativa ( $p < 0,01$ ) (Graf. 16, 17). Nessuna differenza è emersa in relazione alla prevalenza fra le due classi d'età.

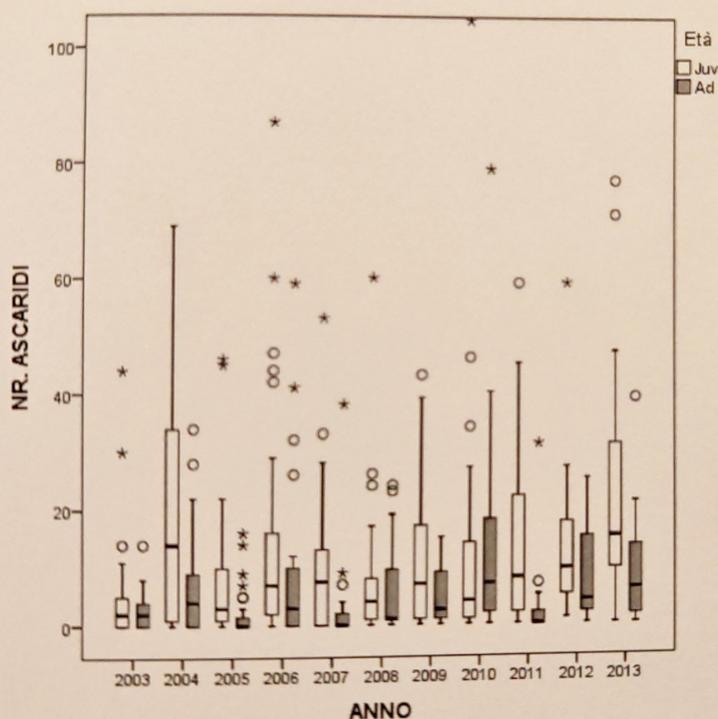


Grafico 16: Confronto dell'intensità di *A. compar* fra i giovani (n=299) e gli adulti (n=229) per anno nella macro area Ossola.

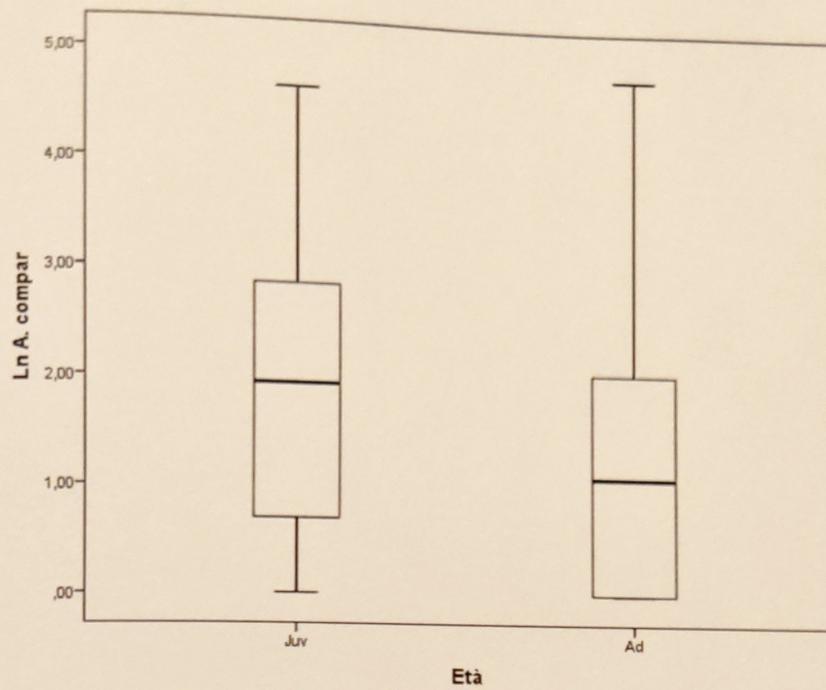


Grafico 17: Confronto dell'intensità di *A. compar* fra le classi d'età nella macro area Ossola.

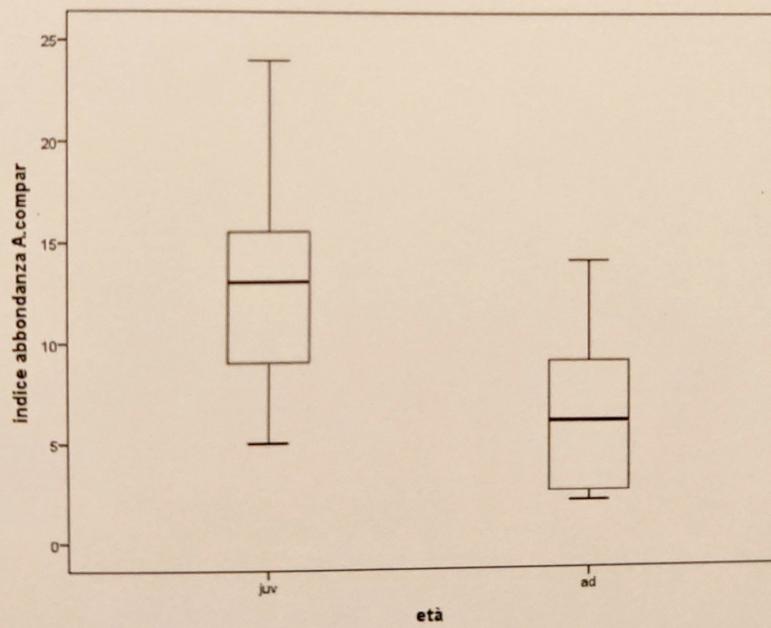


Grafico 18: Confronto dell'abbondanza di *A. compar* fra le classi d'età nella macro area Ossola.

per *A. caudinflata* si sono riscontrate prevalenze tra il 50% e l'87%, intensità tra il 4,3 e il 63,7 e abbondanze tra 6,2 e 46,0. I soggetti adulti positivi, invece, sono caratterizzati da prevalenze che vanno dal 26% al 78%, intensità comprese tra 2,6 e 15,2 e valori di abbondanza dall'1,6 al 44,2. Nei soggetti giovani il test HSD di Tukey ha evidenziato differenze significative per l'intensità di *A. caudinflata* fra gli anni 2006-2011. Per quanto riguarda gli adulti le differenze significative sono risultate fra gli anni 2007-2009 (Graf. 18).

La differenza dell'intensità e dell'abbondanza, fra le due classi d'età, è risultata significativa ( $p < 0,01$ ) (Graf. 19, 20). Nessuna differenza è emersa in relazione alla prevalenza.

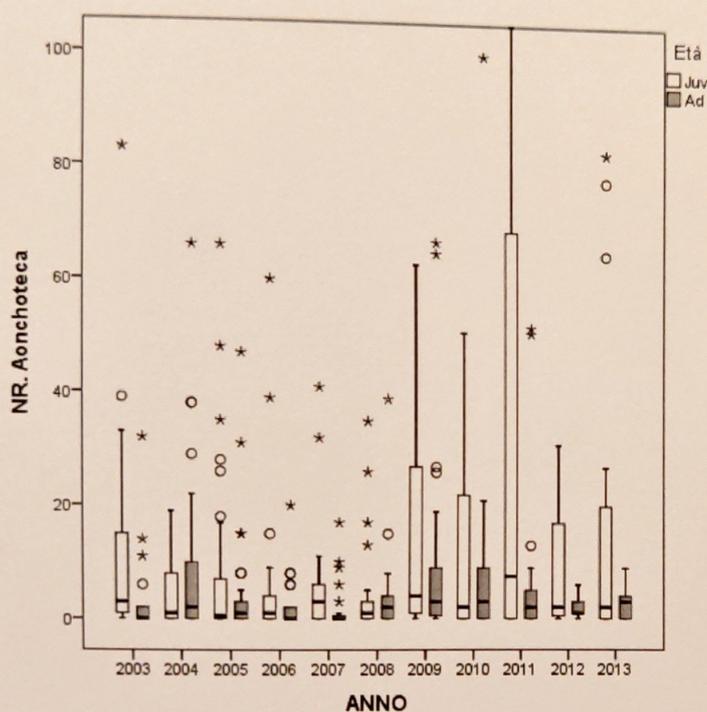


Grafico 19: Confronto dell'intensità di *A. caudinflata* fra i giovani (n=299) e gli adulti (n=229) per anno nella macro area Ossola.

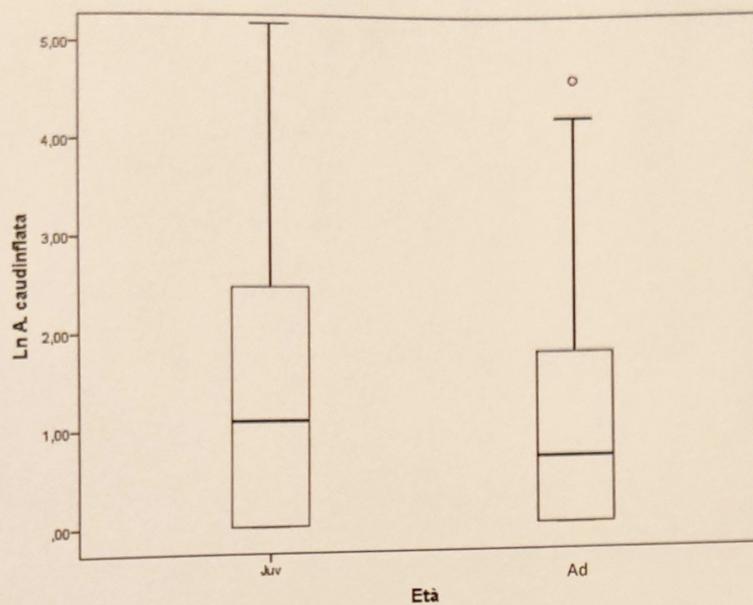


Grafico 20: Confronto dell'intensità di *A. caudinflata* fra le classi d'età nella macro area Ossola.

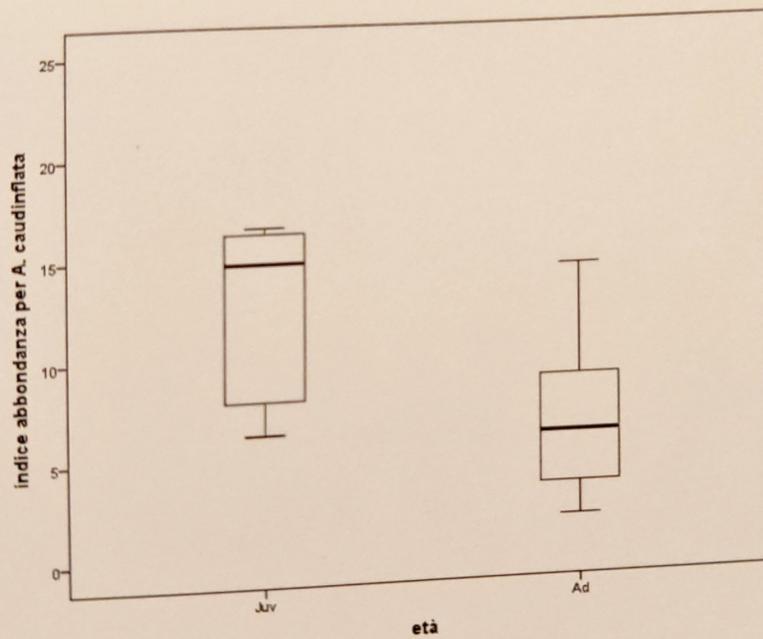


Grafico 21: Confronto dell'abbondanza di *A. caudinflata* fra le classi d'età nella macro area Ossola.

### Indici epidemiologici e sub-area

Per *A. compar* la prevalenza nella fascia alpina, nella macro area Ossola, varia dal 47% al 100%, l'intensità dal 4,3 a 13,5 e l'abbondanza dal 2,0 al 12,8 (Graf. 21). Nella fascia sub-alpina la prevalenza oscilla dal 61% al 100%, l'intensità è compresa tra il 10 e il 28,6 e l'abbondanza tra il 9,7 e il 28,6 (Graf. 22). È risultata una differenza statisticamente significativa fra l'intensità di *A. compar* nei giovani ( $p < 0,01$ ) nelle due differenti sub-aree, così come per gli adulti ( $p < 0,01$ ) (Graf. 23).

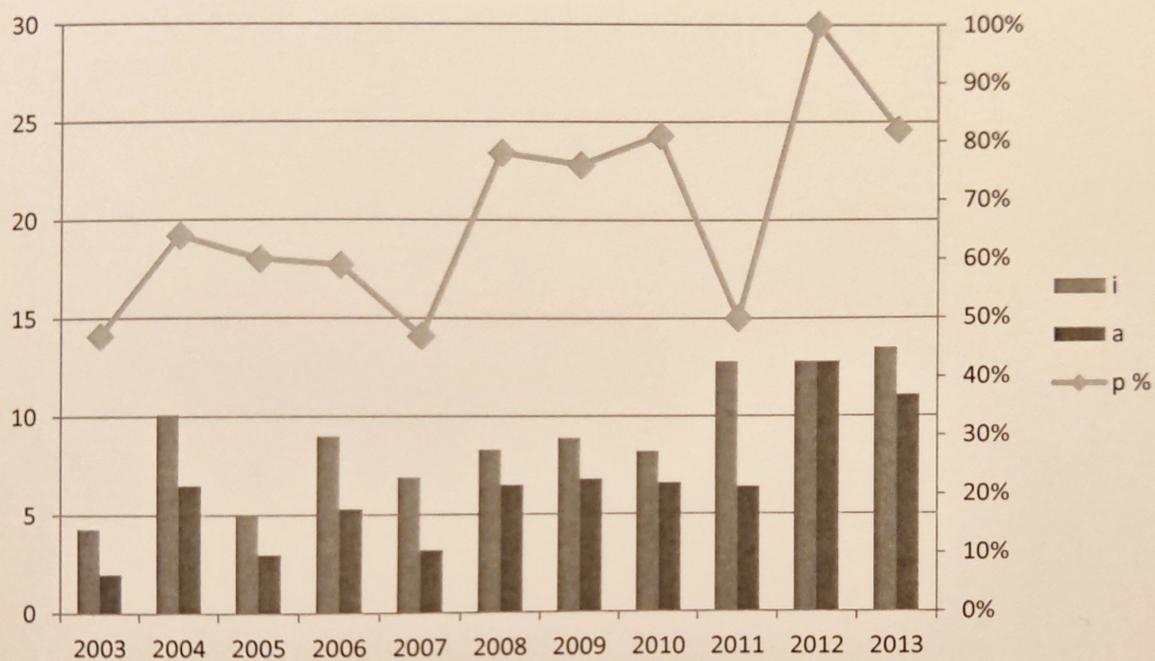


Grafico 22: Area alpina, andamento dei valori di prevalenza (p), intensità (i) e abbondanza (a) di *A. compar* per i fagiani di monte (n= 311) esaminati nel periodo 2003-2013 nella macro-area Ossola.

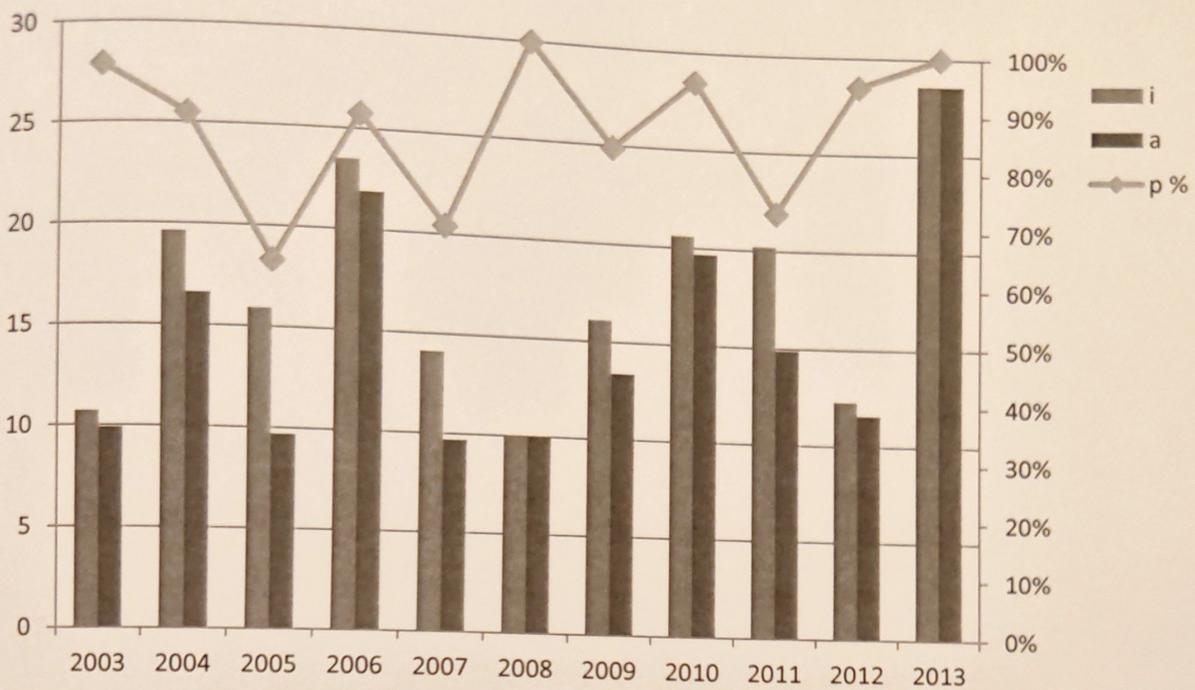


Grafico 23: Area sub-alpina, andamento dei valori di prevalenza (p), intensità (i) e abbondanza (a) di *A. compar* per i fagiani di monte (n=217) esaminati nel periodo 2003-2013 nella macro area Ossola.

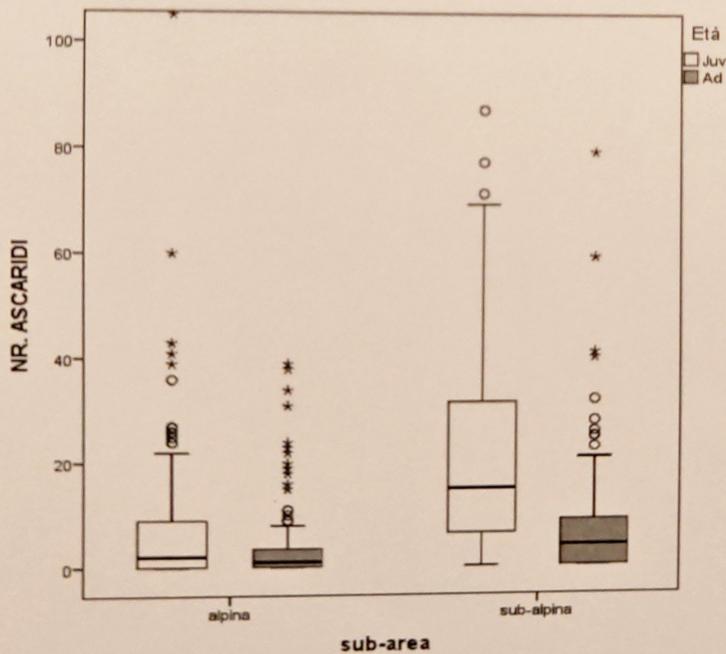


Grafico 24: Confronto dell'intensità di *A. compar* fra giovani ed adulti nelle sub-aree della macro area Ossola.

Per *A. caudinflata* nella fascia alpina si sono riscontrate prevalenze tra il 26% e l'80%, intensità tra l'1,7 e il 22,2 e abbondanze tra 0,9 e 11,0 (Graf. 24). I fagiani nella fascia sub-alpina, invece, sono caratterizzati da prevalenze che vanno dal 58% al 100%, intensità tra 8,3 e 50,8 e abbondanze dal 6,8 al 50,8 (Graf. 25). È risultata una differenza significativa fra l'intensità di *A. caudinflata* nei giovani ( $p < 0,01$ ) nelle due differenti sub-aree, così come per gli adulti ( $p < 0,01$ ) (Graf. 26).

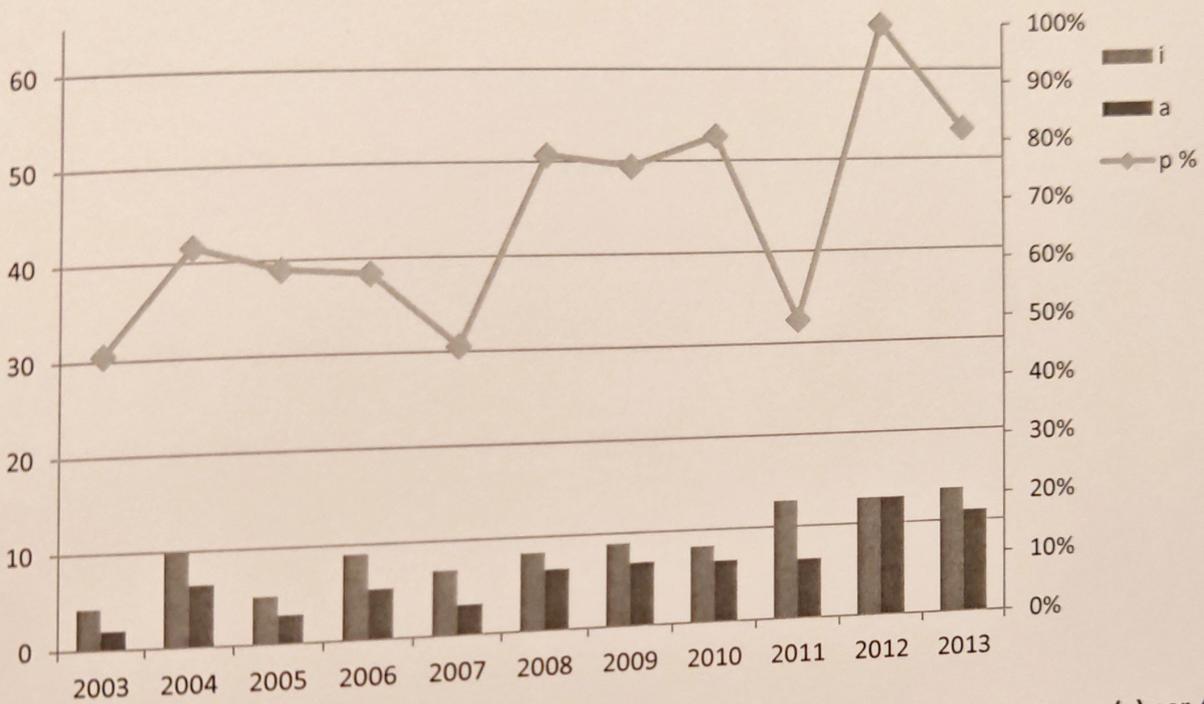


Grafico 25: Area alpina, andamento dei valori di prevalenza (p), intensità (i) e abbondanza (a) per *A. caudinflata* nei fagiani di monte (n=311) alpina esaminati nel periodo 2003-2013 nella macro area Ossola.

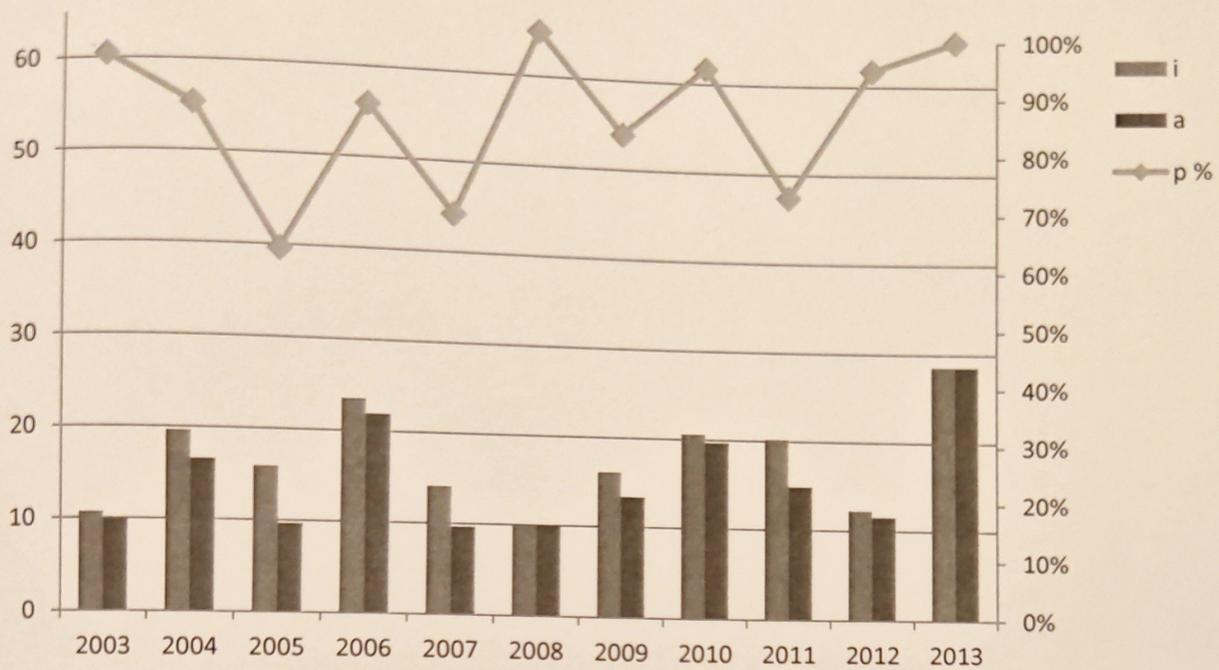


Grafico 26: Area sub-alpina, andamento dei valori di prevalenza (p), intensità (i) e abbondanza (a) per *A. caudinflata* nei fagiani di monte (n=217) esaminati nel periodo 2003-2013 nella macro area Ossola.

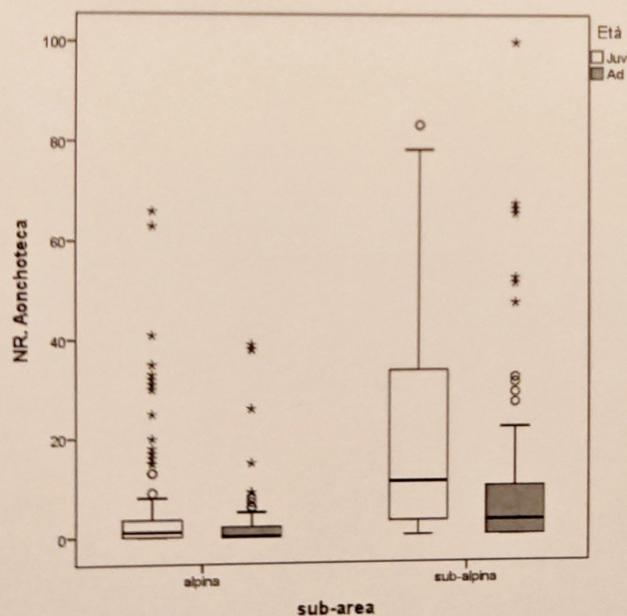


Grafico 27: Confronto dell'intensità di *A. caudinflata* fra giovani ed adulti nelle sub-aree della macro area Ossola.

### 4.2.3) Macro area Morbegno

Relativamente all'indagine parassitologica condotta nei 74 soggetti abbattuti nel 2012 e 2013, 64 sono risultati positivi per *A. compar* e 19 per *A. caudinflata*.

*A. compar* riporta una prevalenza compresa tra l'86% al 87%, un'intensità tra 5,4 a 9,3 e un'abbondanza tra 4,4 e 8,0 (Tab. 12; Graf. 28).

<i>A. compar</i>		N° esaminati	p %	i	a	d.s.
2012	J	30	83%	5,5	4,6	5,9
	AD	6	100%	3,3	3,3	1,2
	TOT	36	86%	5,4	4,4	5,4
2013	J	28	89%	7,9	7,0	6,4
	AD	10	80%	13,8	11,0	20,3
	TOT	38	87%	9,3	8,0	11,1

Tabella 12: Valori di prevalenza (p), intensità (i), abbondanza (a) e deviazione standard (d.s.) di *A. compar* per i fagiani di monte (n=74) esaminati nel biennio 2012-2013 nella macro area Morbegno.

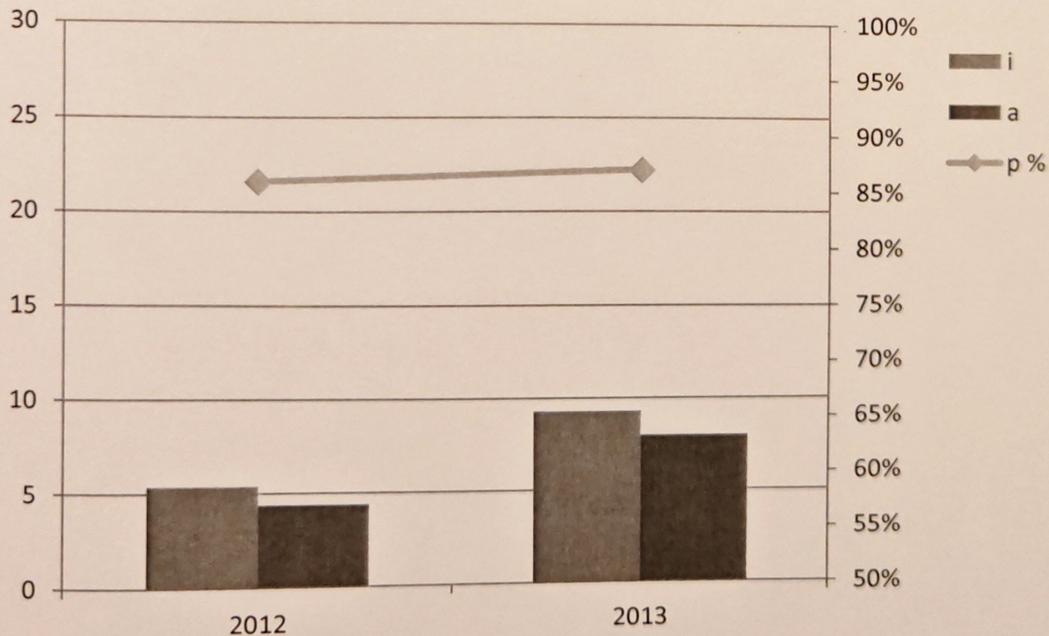


Grafico 28: Andamento dei valori di prevalenza (p), intensità (i) e abbondanza (a) di *A. compar* per i fagiani di monte (n=74) esaminati nel biennio 2012-2013 nella macro area Morbegno.

Relativamente ai 19 fagiani di monte infestati da *A. caudinflata* si riscontrano prevalenze dal 22% al 29%, intensità da 2,4 al 4,1 e abbondanze tra 0,5 e 0,8 (Tab. 13; Graf. 29).

<i>A. caudinflata</i>		N° Esaminati	p %	i	a	d.s.
2012	J	30	20%	2,8	0,6	1,4
	AD	6	33%	1,0	0,3	0,5
	<b>TOT</b>	<b>36</b>	<b>22%</b>	<b>2,4</b>	<b>0,5</b>	<b>1,3</b>
2013	J	28	36%	3,7	1,3	2,5
	AD	10	10%	8,0	1,1	2,6
	<b>TOT</b>	<b>38</b>	<b>29%</b>	<b>4,1</b>	<b>0,8</b>	<b>2,5</b>

Tabella 13: valori di prevalenza (p), intensità (i), abbondanza (a) deviazione standard (d.s.) di *A. caudinflata* per i fagiani di monte esaminati (n=74) nel biennio 2012-2013 nella macro area Morbegno.

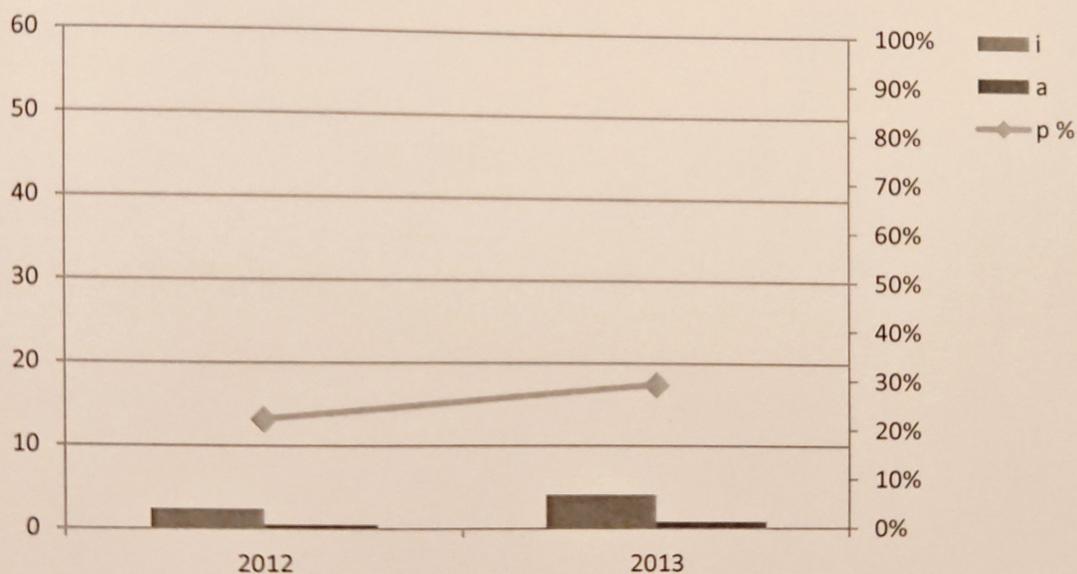


Grafico 29: Andamento dei valori di prevalenza (p), intensità (i) e abbondanza (a) per *A. caudinflata* nei fagiani di monte (n=74) esaminati nel biennio 2012-2013 nella macro area Morbegno.

### Correlazione tra peso corporeo e carica parassitaria

Relativamente alla correlazione tra peso dei soggetti e logaritmo della carica parassitaria per entrambi gli elminti non è stata trovata alcuna correlazione significativa.

### Indici epidemiologici e classi d'età

Per *A. compar*, la prevalenza nei giovani, varia dall'83% all'89%, l'intensità dal 5,5 al 7,9 e l'abbondanza dal 4,6 al 7,0. Negli adulti la prevalenza oscilla dall'80% al 100%, l'intensità è compresa tra il 3,3 e il 13,8 e l'abbondanza tra il 3,3 e l'11,0. Nessuna differenza significativa è stata riscontrata per i 3 indici epidemiologici considerati fra le differenti classi d'età.

Per *A. caudinflata* nei giovani si sono riscontrate prevalenze tra il 20% e il 36%, intensità tra il 2,8 e il 3,7 e abbondanza tra 0,6 e 1,3. Gli adulti, invece, sono caratterizzati da prevalenze che vanno dal 10% al 33%, da intensità comprese tra 1,0 e 8,0 e valori di abbondanza dallo 0,3 all'1,3. Nessuna differenza significativa è stata riscontrata per i 3 indici epidemiologici considerati fra le differenti classi d'età.

### Indici epidemiologici e sub-area

Per *A. compar* la prevalenza nella sub-area retica, nel biennio, varia dal 25% al 50%, l'intensità dal 2,0 al 3,5 e l'abbondanza dallo 0,5 all'1,8 (Graf. 30). In quella orobica la prevalenza oscilla dal 91% al 94%, l'intensità è compresa tra il 5,0 e il 9,7 e l'abbondanza tra il 4,8 e l'8,8 (Graf. 31).

In particolare è risultata una differenza statisticamente significativa fra l'intensità di *A. compar* nei giovani fra le due sub-aree ( $p < 0,01$ ) mentre nessuna differenza è emersa per gli adulti (Graf. 32).

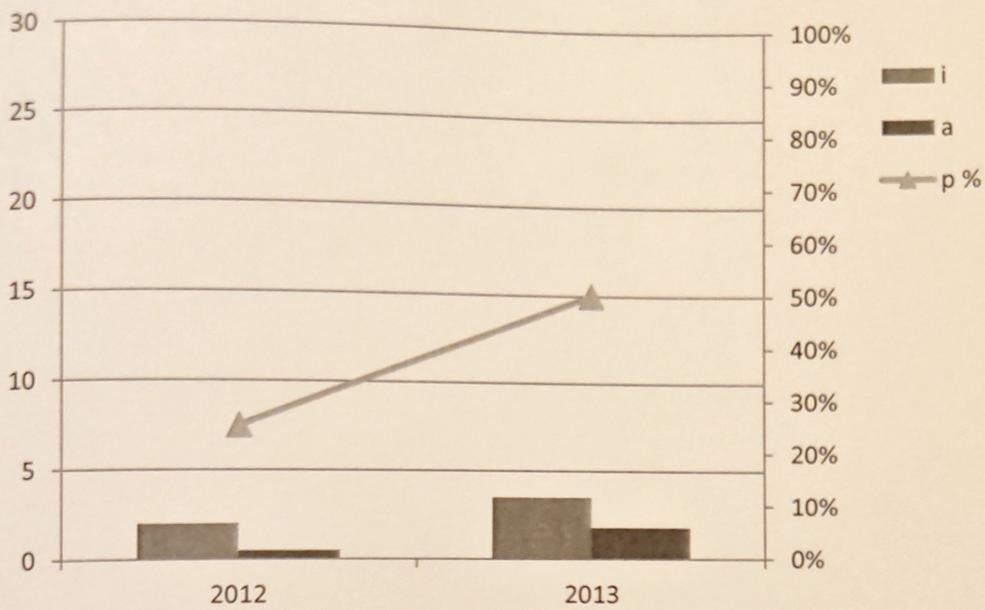


Grafico 30: Area retica, andamento dei valori di prevalenza (p), intensità (i) e abbondanza (a) di *A. compar* per i fagiani di monte (n=8) esaminati nel biennio 2012-2013 nella macro area Morbegno.

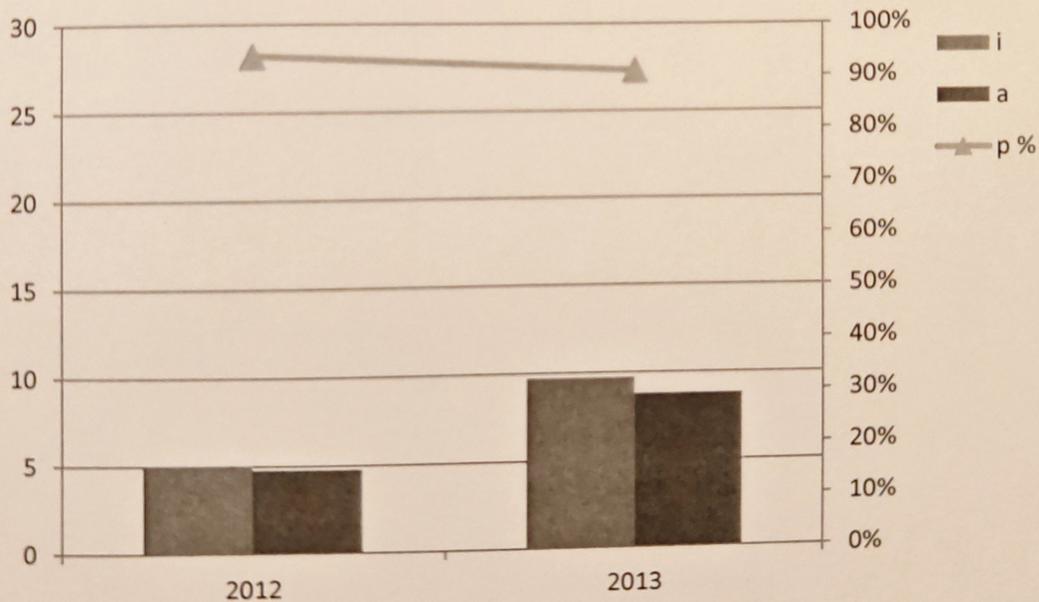


Grafico 31: Area orobica, andamento dei valori di prevalenza (p), intensità (i) e abbondanza (a) di *A. compar* per i fagiani di monte (n=66) esaminati nel biennio 2012-2013 nella macro area Morbegno.

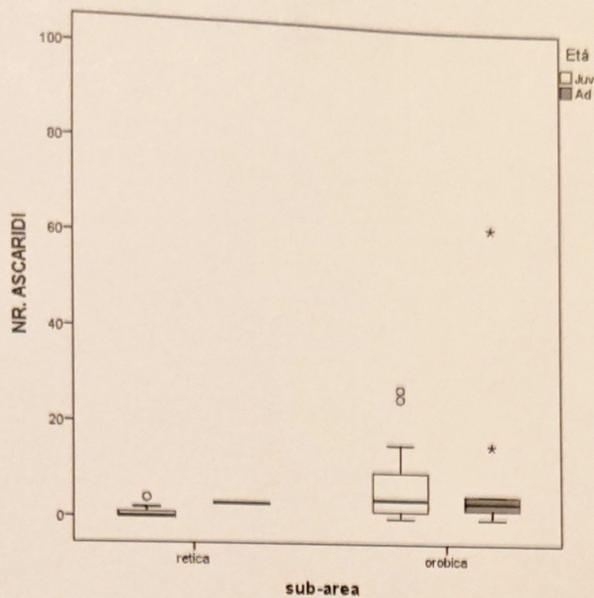


Grafico 32: Confronto dell'intensità di *A. compar* fra giovani ed adulti nelle sub-aree della macro area Morbegno.

Per *A. caudinflata* nella sub-area retica non sono stati trovati soggetti parassitati. I fagiani nella sub-area orobica, invece, sono caratterizzati da prevalenze che vanno dal 3% al 25%, intensità tra 2,4 e 45,0 e i abbondanze dal 0,5 all'1,3 (Graf. 33). Nessuna differenza significativa è emersa nelle diverse classi d'età fra le diverse sub-aree.

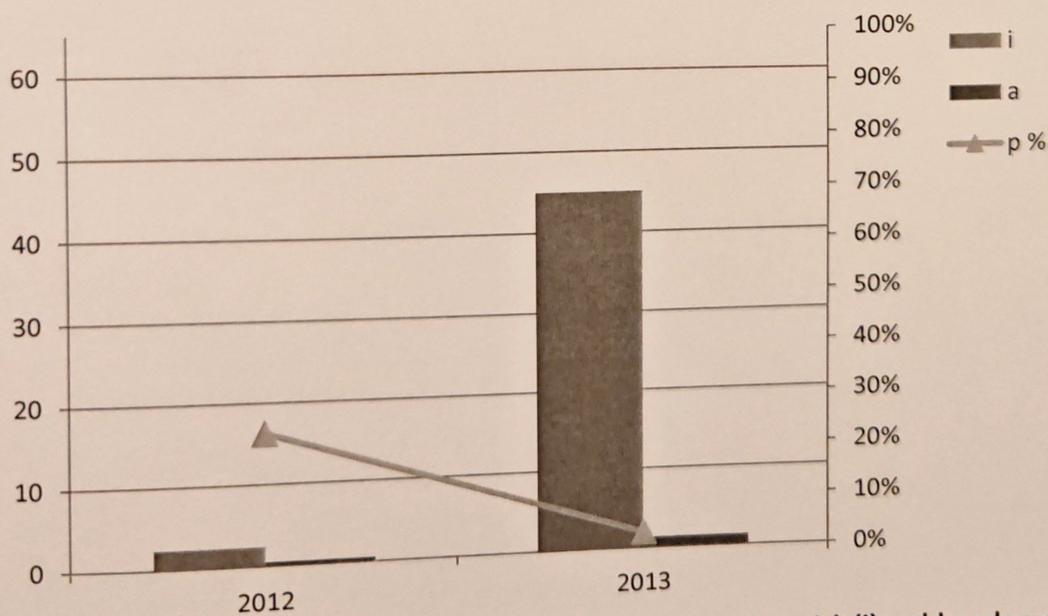


Grafico 33: Area orobica, andamento dei valori di prevalenza (p), intensità (i) e abbondanza (a) di *A. caudinflata* per i fagiani di monte (n=66) esaminati nel biennio 2012-2013 nella macro area Morbegno.

#### 4.2.4) Macro area Brescia

Dall'indagine parassitologica condotta sui soggetti abbattuti nel 2012 e 2013 nei C.A. nella provincia di Brescia, sono stati rilevati 20 individui parassitati da *A. compar* e 9 da *A. caudinflata*.

Per *A. compar* è stata riscontrata una prevalenza tra il 62% e il 63%, un'intensità da 4,5 a 19,0 e un'abbondanza tra 1,0 e 2,2 (Tab. 14; Graf. 34).

<i>A. compar</i>		N° esaminati	p %	i	a	d.s.
2012	J	11	63%	4,7	2,8	3,7
	AD	5	60%	3,7	3,1	3,3
	TOT	16	62%	4,5	2,2	3,5
2013	J	9	89%	22,9	20,3	19,6
	AD	7	28%	3,5	1,9	2,2
	TOT	16	63%	19,0	11,8	17,4

Tabella 14: valori di prevalenza (p), intensità (i), abbondanza (a) e deviazione standard (d.s.) di *A. compar* per i fagiani di monte esaminati nel biennio 2012-2013 nella macro area Brescia.

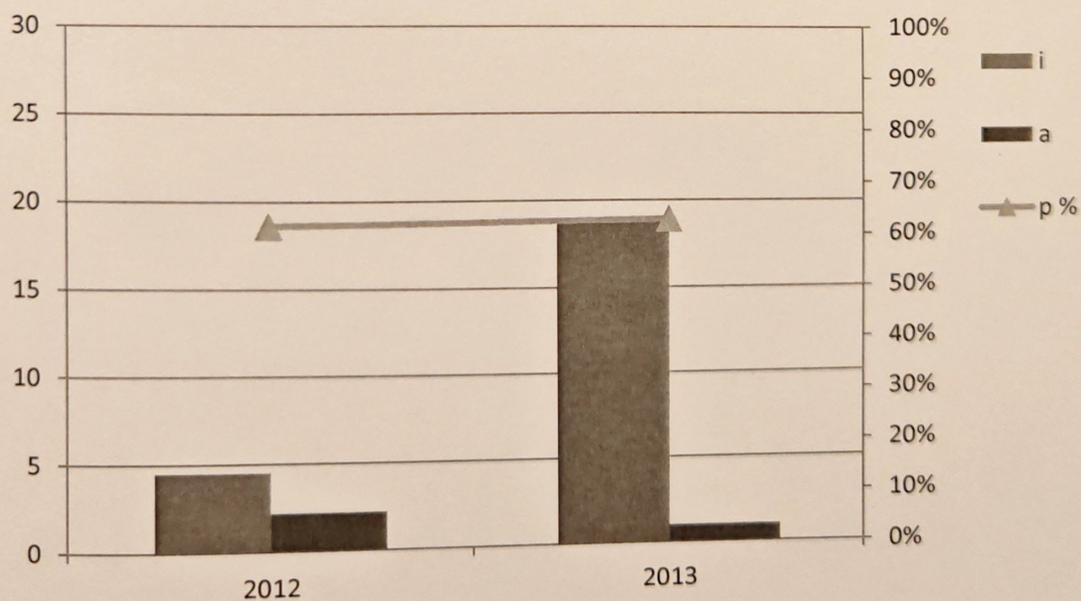


Grafico 34: Andamento dei valori di prevalenza (p), intensità (i) e abbondanza (a) di *A. compar* per i fagiani di monte esaminati (n=32) nel biennio 2012-2013 nella macro area Brescia.

I fagiani di monte infestati da *A. caudinflata* mostrano prevalenze dal 19% al 37%, intensità da 4,2 al 7,0 e abbondanza tra 0,9 e 1,3 (Tab. 15; Graf. 35).

<i>A. caudinflata</i>		N° esaminati	p %	i	a	d.s.
2012	J	11	27%	7,0	1,9	5,7
	AD	5	0%	0,0	0,0	0,0
	TOT	16	19%	7,0	1,3	4,7
2013	J	9	56%	3,8	1,6	5,7
	AD	7	29%	3,0	2,1	1,6
	TOT	16	37%	4,2	0,9	2,9

Tabella 15: valori di prevalenza (p), intensità (i), abbondanza (a) e deviazione standard (d.s.) di *A. caudinflata* per i fagiani di monte esaminati nel biennio 2012-2013 nella macro area Brescia.

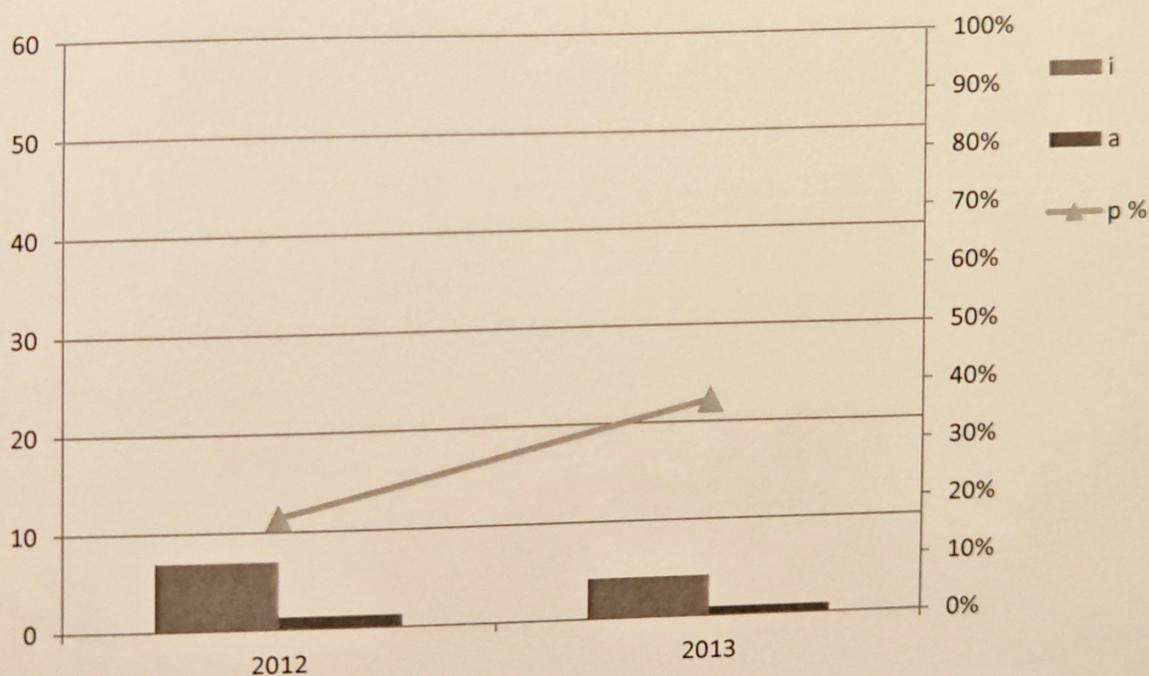


Grafico 35: Andamento dei valori di prevalenza (p), intensità (i) e abbondanza (a) di *A. caudinflata* per i fagiani di monte esaminati (n=32) nel biennio 2012-2013 nella macro area Brescia.

### Correlazione tra peso corporeo e carica parassitaria

Relativamente alla correlazione tra peso dei soggetti e logaritmo della carica parassitaria per entrambi gli elminti non è stata trovata alcuna correlazione significativa fra i pesi e la carica parassitaria.

### Indici epidemiologici e classi d'età

Per *A. compar* la prevalenza nei giovani, varia dal 63% all'89%, l'intensità dal 4,7 al 22,9 e l'abbondanza dal 2,8 al 20,3. Negli adulti la prevalenza oscilla dal 28% al 60%, l'intensità è compresa tra il 3,5 e il 3,7 e l'abbondanza tra il 3,1 e l'11,9 (Graf. 36).

È stata rilevata una differenza significativa nell'intensità e l'abbondanza di *A. compar* fra le differenti classi d'età, nessuna differenza significativa è risultata per la prevalenza.

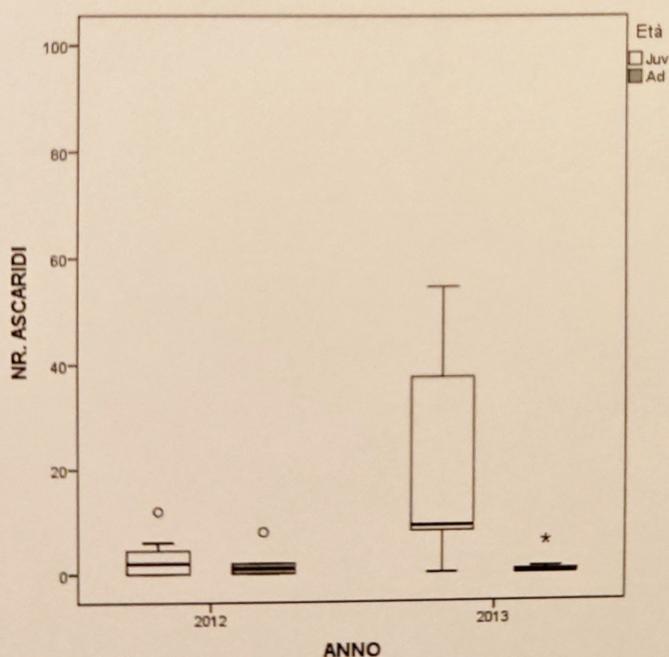


Grafico 36: Confronto dell'intensità di *A. compar* fra le classi d'età per anno nella macro area Brescia.

per *A. caudinflata* nei giovani le prevalenze sono comprese tra il 27% e il 56%, intensità tra il 3,8 e il 7,0 e abbondanza tra 1,6 e 1,9. Gli adulti, invece, sono caratterizzati da prevalenze che vanno dallo 0% al 29%, da intensità comprese tra 0,0 e 3,0 e valori di abbondanza dallo 0,1 al 2,1 (Graf. 37). Nessuna differenza significativa è stata riscontrata per i 3 indici epidemiologici considerati fra le differenti classi d'età.

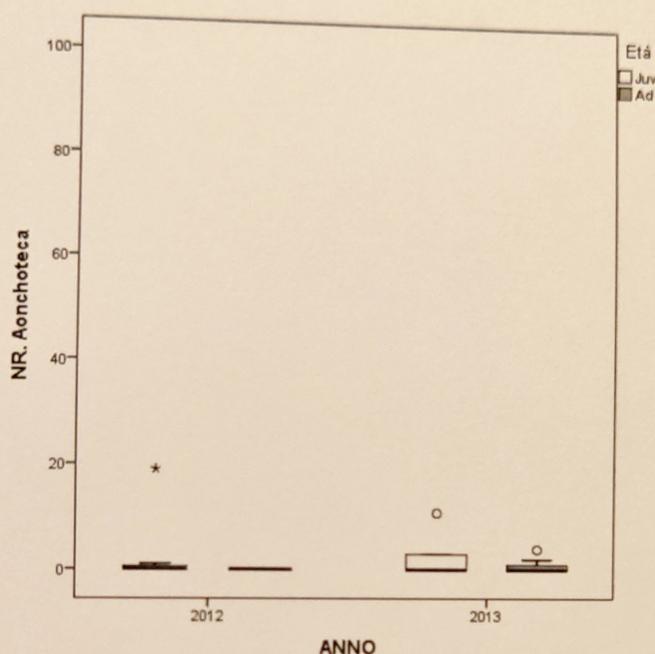


Grafico 37: Confronto dell'intensità di *A. caudinflata* fra le classi d'età per anno nella macro area Brescia.

### Indici epidemiologici e sub-area

Per *A. compar* la prevalenza nell'area alpina varia dal 37% al 57%, l'intensità dal 3,2 al 21,3 e l'abbondanza dall'1,9 all'8,0. Nella fascia sub-alpina la prevalenza oscilla dal 67% all'87%, l'intensità tra il 5,3 e il 18,0 e l'abbondanza tra il 3,6 e 17,1. Nessuna differenza significativa è emersa nelle diverse classi d'età fra le diverse sub-aree.

Per quanto concerne *A. caudinflata* nella fascia alpina si è rilevata una prevalenza compresa fra il 29% e il 37%, un'intensità fra 1,0 e 3,0 ed un'abbondanza dallo 0,3 all'1,1. I fagiani nella fascia sub-alpina, invece, sono caratterizzati da prevalenze che vanno dall'11% al 37%, da intensità comprese tra 5,3 e 19,0 e valori di abbondanza dal 2,0 al 2,1. Nessuna differenza significativa è emersa nelle diverse classi d'età fra le diverse sub-aree.

#### 4.2.5) Confronto fra macro-aree

Dal confronto fra le 4 macro-aree per le differenti classi d'età è emerso quanto segue. Per i fagiani di monte, per entrambe le classi d'età, infestati da *A. compar* è emersa una differenza significativa, in particolare fra le sub-aree Ossola sub-alpina e Ossola alpina; Morbegno retica e Morbegno orobica (Graf. 38, 39).

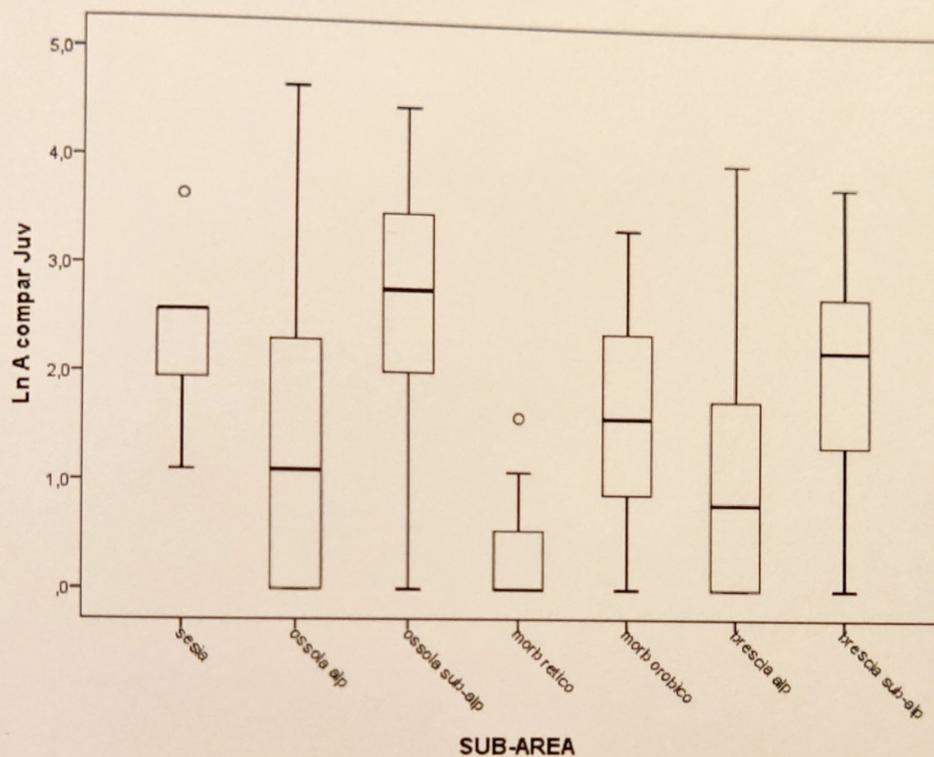


Grafico 38: Confronto dell'infestazione di *A. compar* nei soggetti giovani di fagiano di monte fra le diverse macro aree divise in sub-aree.

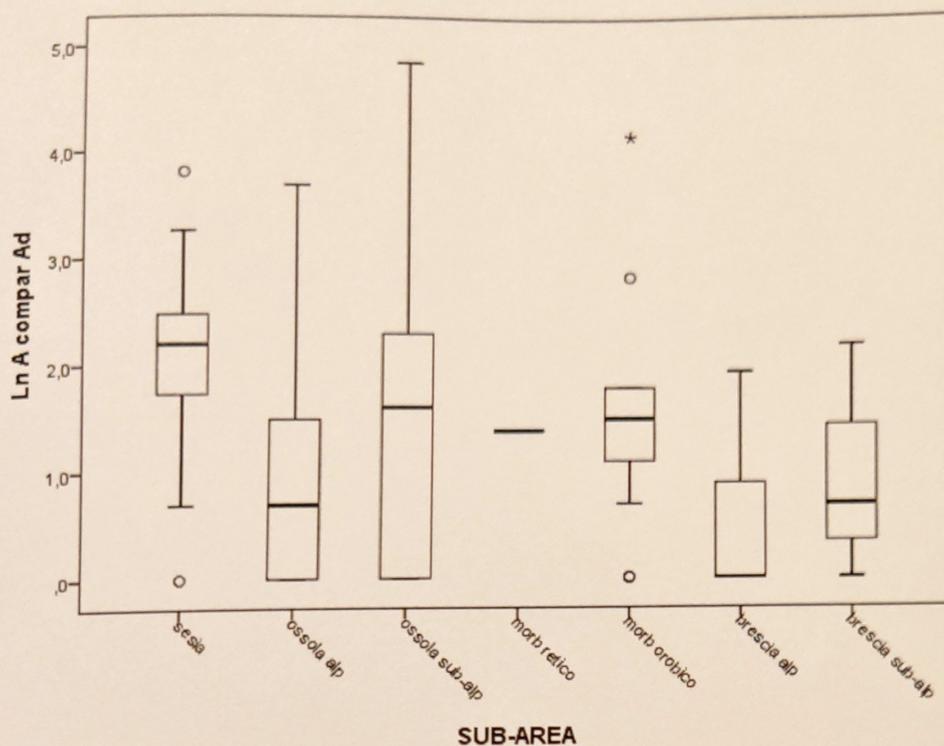


Grafico 39: Confronto dell'infestazione di *A. compar* nei soggetti adulti di fagiano di monte fra le diverse macro aree divise in sub-aree.

Per avere un quadro d'insieme a livello parassitologico di quanto emerso dalle 4 macro aree, considerando le peculiarità orografiche di Morbegno, a prescindere dalla fascia altitudinale e collocazione geografica, si è assunto di uniformare all'area sub-alpina quella retica e all'area alpina quella orobica.

È risultato che nell'area orobica, dalla quale proviene il maggior numero di campioni ( $n=66$ ), i soggetti giovani mostrano una differenza significativa con l'area sub alpina ( $p<0,01$ ) (Graf. 40).

I soggetti adulti, pur non mostrando una differenza significativa, sono più simili a quelli dell'alpina (Graf. 41).

Il campione retico ( $n=8$ ) non ha mostrato una differenza significativa con le altre aree.

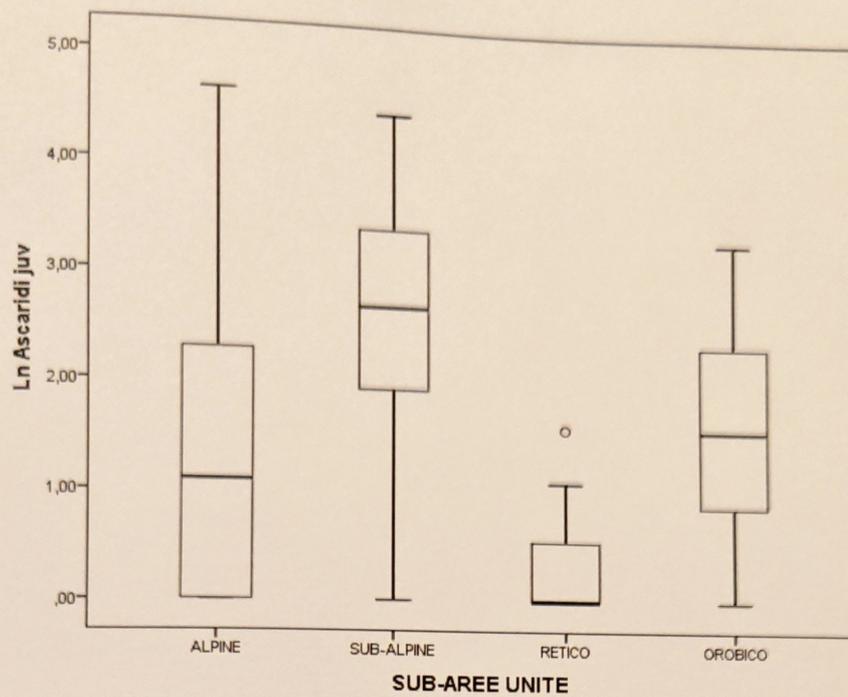


Grafico 40: confronto dell'infestazione di *A. compar* nei soggetti giovani orobici di fagiano di monte con le sub-aree alpine e sub-alpine.

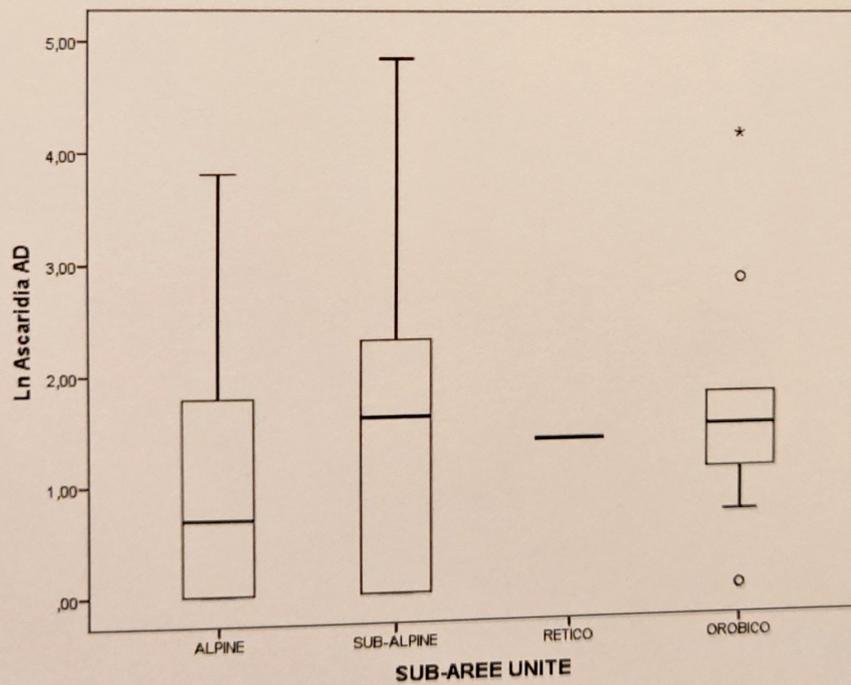


Grafico 41: Confronto dell'infestazione di *A. compar* nei soggetti adulti orobici di fagiano di monte con le sub-aree alpine e sub-alpine.

Per quanto riguarda i soggetti parassitati da *A. caudinflata* è emersa una differenza statisticamente significativa ( $p < 0,01$ ) nei giovani fra le diverse sub-aree, in particolare dal test HDS-Tukey sono risultate significative le differenze fra Ossola alpina e Ossola sub-alpina (Graf. 42). Per quanto riguarda gli adulti è emersa una differenza statisticamente significativa ( $p < 0,01$ ) fra le diverse sub-aree, in particolare Ossola sub-alpina con Ossola alpina (Graf. 43).

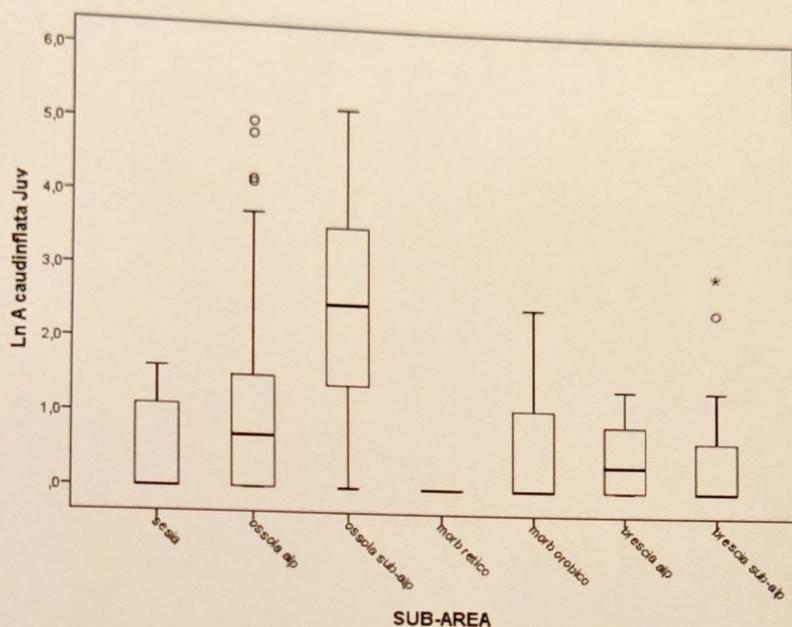


Grafico 42: Confronto dell'infestazione di *A. caudinflata* nei soggetti giovani di fagiano di monte fra le diverse macro aree divise in sub-aree.

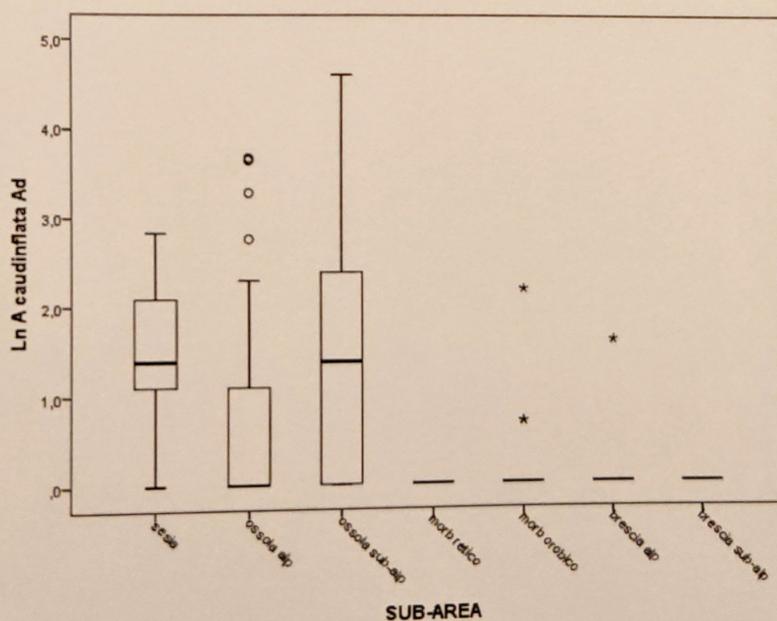


Grafico 43: Confronto dell'infestazione di *A. caudinflata* nei soggetti adulti di fagiano di monte fra le diverse macro aree divise in sub-aree.

Dalla successiva analisi fra le sub-aree raggruppate è risultato che nell'area orobica, dalla quale proviene il maggior numero di campioni (n=66), i soggetti di entrambe le classi d'età mostrano una differenza significativa con l'area sub-alpina ( $p < 0,01$ ) (Graf. 44, 45).

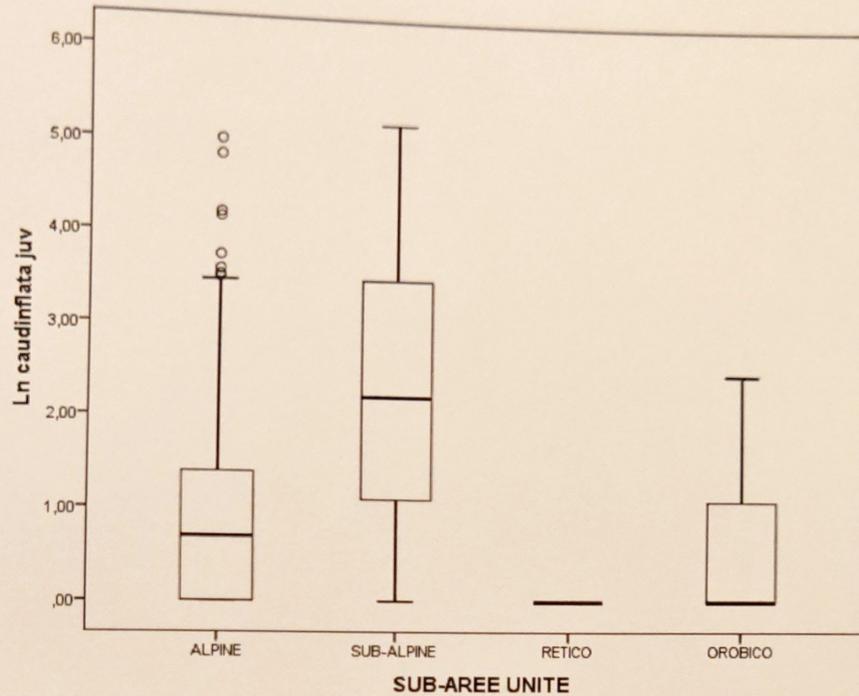


Grafico 44: Confronto dell'infestazione di *A. caudinflata* nei soggetti giovani orobici di fagiano di monte con le sub-aree alpine e sub-alpine.

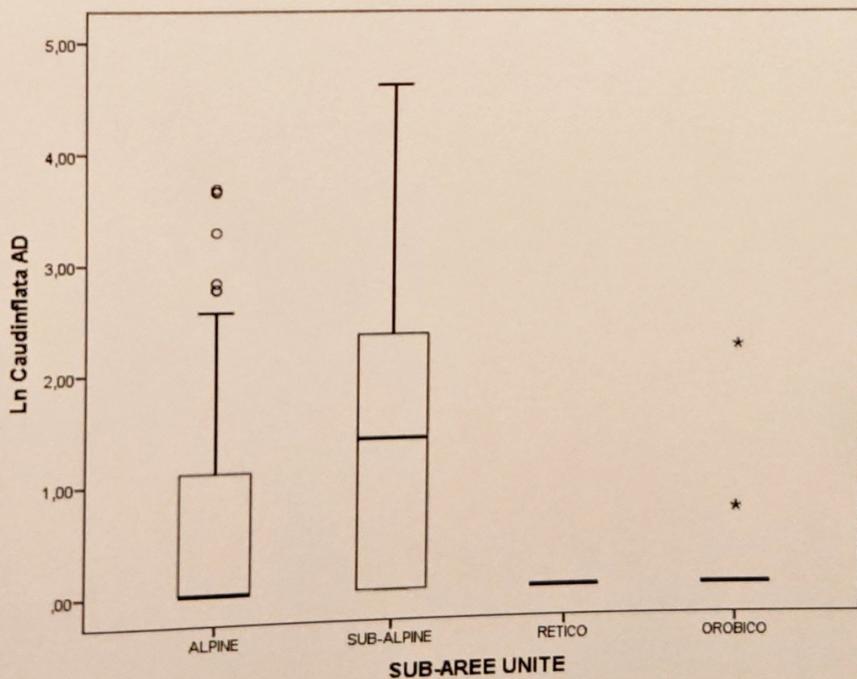


Grafico 45: Confronto dell'infestazione di *A. caudinflata* nei soggetti adulti orobici di fagiano di monte con le sub-aree alpine e sub-alpine.

Si è proceduto infine ad un'analisi degli indici epidemiologici per habitat sull'intero arco alpino indagato, suddividendolo in area alpina e sub-alpina. È risultata esserci una differenza statisticamente significativa tra le aree alpine e quelle sub-alpine per le due classi d'età (Graf. 46, 47).

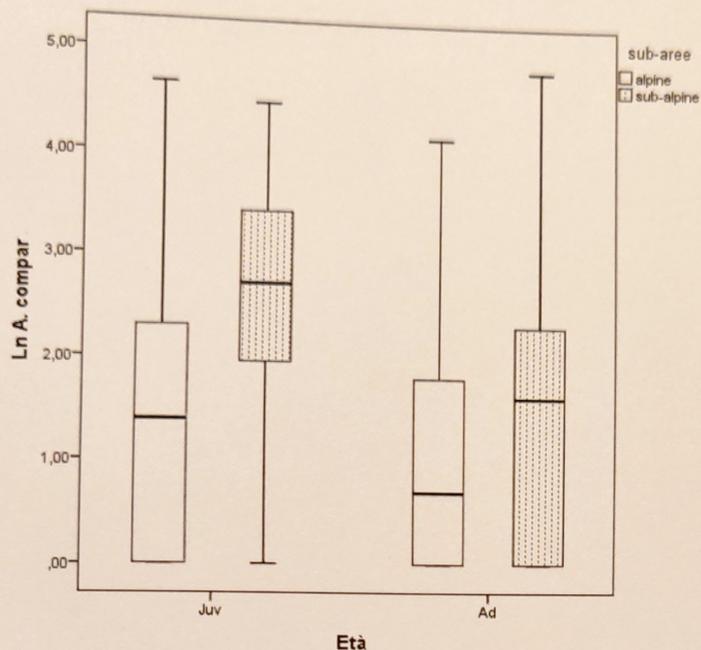


Grafico 46: Confronto dell'infestazione di *A. compar* nei soggetti di fagiano di monte fra aree alpine e sub-alpine sull'intero arco alpino indagato.

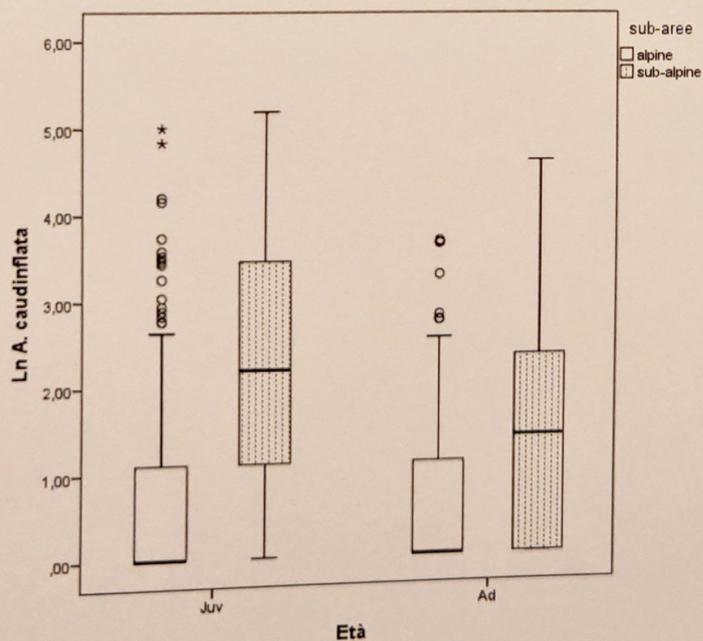


Grafico 47: Confronto dell'infestazione di *A. caudinflata* nei soggetti di fagiano di monte fra le aree alpine e sub-alpine sull'intero arco alpino indagato.

### Correlazione tra peso corporeo e carica parassitaria

Tra peso dei soggetti e logaritmo della carica parassitaria da *A. compar* è emersa una correlazione negativa fra i soggetti giovani ed adulti nelle aree sub-alpine (Graf. 48). Mentre in riferimento all'infestazione da *A. caudinflata* non è risultata esserci una correlazione.

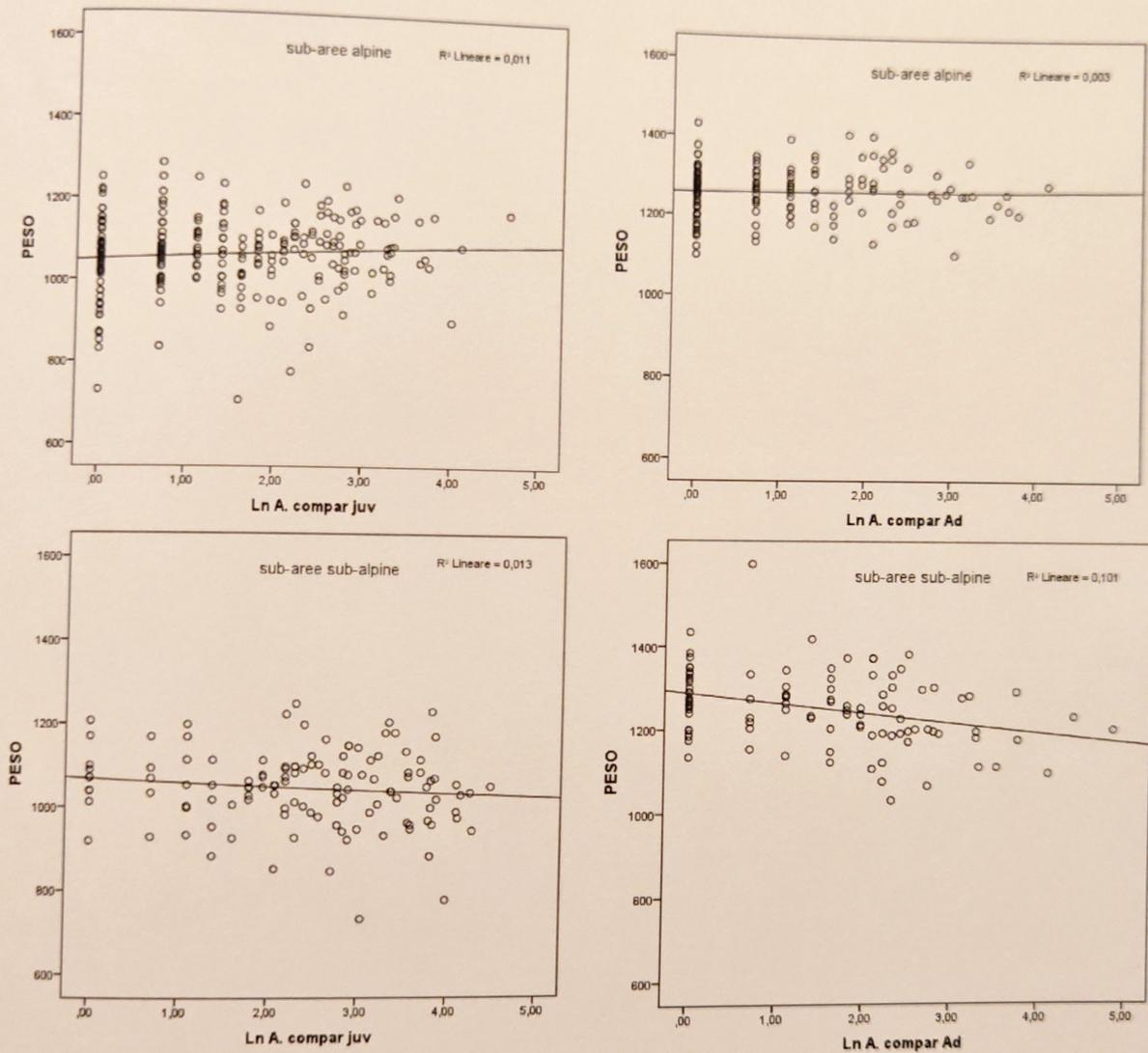


Grafico 48: Correlazione tra peso dei giovani e degli adulti e infestazione da *A. compar* nell'area alpina e sub-alpina dell'intero arco alpino indagato.

## -5- DISCUSSIONE

Una considerazione di fondo va fatta rispetto alla dimensione del campione che si è reso complessivamente disponibile, raccolto nell'arco di più anni e su una vasta area del territorio alpino italiano, dando un'oggettiva consistenza ai risultati scaturiti e superando un punto cruciale che molto spesso si pone in ambito di monitoraggio della fauna a vita libera. In modo particolare va sottolineato che per la macro area Ossola, grazie ai dati raccolti a partire dal 2003, è stato possibile disporre di una serie storica di 11 anni, con oltre 500 soggetti esaminati.

Per quanto riguarda le misure morfobiometriche, i dati emersi nel loro complesso rientrano nei parametri riscontrati in altre popolazioni europee (Isomursu, 2006; Storch, 2010). Peraltro va sottolineato che il peso medio dei soggetti giovani di Morbegno – area orobica è risultato più elevato rispetto a quelli di tutte le macro aree (cfr. Graf. 3). Altro elemento da sottolineare è quello relativo alla lunghezza degli intestini ciechi che risultano essere più lunghi nei soggetti adulti della sub-area Ossola alpina (cfr. Graf. 9), tra l'altro sulla base di un consistente campione (n=311). Il dato, sulla base anche di quanto documentato per la coturnice (*Alectoris graeca*) in rapporto al tenore di fibra/proteina e quindi della qualità della dieta (Paganin e Meneguz, 1991), potrebbe essere assunto quale espressione di un maggior adattamento alle criticità dell'ambiente alpino, in modo particolare nel periodo invernale quando l'alimento è scarsamente digeribile.

Relativamente al quadro parassitologico, le 2 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). D'altra parte va sottolineato che le popolazioni di tetraonidi monitorate in Scandinavia risultano infestate da un maggior numero di specie elmintiche (Kalla *et al.*, 1997; Delahay, 1999; Holmstad, 2005). Potendo ragionevolmente escludere che il riscontro di sole due specie sia imputabile ad un ridotto campionamento, in modo particolare considerando la consistenza di quello la macro area Ossola, la minor *richness* potrebbe essere espressione di una segregazione delle popolazioni alpine da quelle nord-europee e da un non ottimale rapporto parassita-ospite-ambiente.

Proprio alla luce della consistenza del campione esaminato rispettivamente per la sub-area alpina e sub alpina di Ossola, sia in termini quantitativi che qualitativi, i risultati scaturiti vengono di seguito assunti come dati di base per il confronto con quelli delle altre metapopolazioni di fagiani di monte monitorate. A livello quantitativo, i tre picchi riscontrati nell'insieme della popolazione ossolana rispetto a prevalenza ed intensità di *A. compar* nel 2004, 2006 e 2013 (cfr. Graf. 13) potrebbero essere conseguenti all'elevata piovosità che ha caratterizzato i tre anni considerati. In effetti tale fattore, di per se favorevole al ciclo biologico del parassita, condiziona fortemente anche i bioritmi del fagiano di monte (Viterbi *et al.*, 2007), venendo verosimilmente quindi ad interferire sullo stato immunitario.

La carica parassitaria, sia in termini di intensità che abbondanza, significativamente più elevata nei soggetti giovani per *A. compar* (cfr. Graf. 16, 17) è verosimilmente imputabile alla dieta dei pulli (Formenti, 2013), oltre al non completo sviluppo del sistema immunitario. Infatti, i giovani, nelle prime 2-3 settimane di vita, necessitano di una dieta altamente proteica costituita da piccoli invertebrati terrestri (lombrichi, cavallette, larve, ecc.) (Bocca, 2007), di cui alcuni possono essere ospiti paratenici del nematode. Inoltre, considerando che la durata del ciclo endogeno di *A. compar* è stimata intorno ad un anno (Anderson, 1992), le cariche più contenute negli adulti potrebbero dipendere dal fatto che i parassiti acquisiti nella fase giovanile sono stati eliminati. Analoghe possono essere le considerazioni per le più elevate cariche di *A. caudinflata* nei soggetti giovani (cfr. Graf. 19, 20) considerando che anche per questo elminta i lombrichi possono essere fonte una fonte d'infestazione.

Rispetto alla suddivisione del territorio ossolano in fascia alpina e sub alpina, la maggiore infestazione nella seconda, sia nei soggetti giovani che adulti, può essere conseguente al fatto che essa è caratterizzata da temperature più miti e piogge frequenti, soprattutto in autunno e primavera. In particolare rispetto al fattore temperatura va osservato che i valori ottimali per lo sviluppo delle uova di *Ascaridia spp.* sono compresi tra i 18 e 34 °C (Mero e Gazal, 2008) ed in questo senso l'altitudine può essere un fattore limitante. D'altra parte le cariche più elevate nei soggetti della fascia sub-alpina potrebbero essere conseguenti ad una minore efficienza del sistema immunitario per gli stressors legati ad una qualità dell'habitat non ottimale, come dimostrato per altre specie aviarie (Godfrey, 2003). Ancora va considerato che nella fascia alpina le maggiori radiazioni UV ed una pressione parziale d'ossigeno inferiore che

potrebbero avere un effetto negativo sulla fase esogena dei parassiti (Saunders *et al.* 2002; Brownell e Nelson 2006; Formenti, 2013).

Relativamente alla correlazione tra peso e cariche parassitarie va sottolineato che considerando l'insieme dei soggetti delle due classi d'età nella fascia sub-alpina, quella da *A. compar* influenza negativamente in modo significativo il loro peso, a differenza di quella positiva osservata nei giovani nella fascia alpina (cfr. Graf. 25). Peraltro le infestazioni da *A. caudinflata* sono pur non essendo correlate negativamente in modo significativo al peso dei soggetti possono essere considerate ulteriori *stressors*, soprattutto in quei soggetti che possiedono un elevato numero di parassiti (Formenti, 2013). Questi dati sono in linea con quanto osservato in precedenti indagini sui galliformi alpini (Rizzoli *et al.* 2003; Marcos-Atxutegi *et al.* 2009; Formenti *et al.* 2013). Focalizzando l'attenzione sui giovani il fatto che l'effetto negativo sul peso non è stato riscontrato in tutti i soggetti potrebbe essere, almeno in parte, imputabile ad una possibile eterogeneità di questo gruppo, costituito da esemplari di prima e di seconda cova. Questi ultimi infatti hanno tre settimane meno degli altri, da cui però non possono essere distinti morfologicamente dagli altri, e subiscono di conseguenza l'infestazione con un mese di ritardo. Considerando che la prepatenza di *A. compar* è di circa 30 giorni (Isomursu *et al.* 2006), in autunno, periodo nel quale vengono effettuati i campionamenti, questo ritardo potrebbe far sì che la carica parassitaria non influenzi ancora il peso dell'animale.

Relativamente a quanto emerso nel 2013 in Valsesia i dati relativi ad *A. compar* sono sovrapponibili a quelli dell'area alpina Ossola. Per quanto riguarda la discordanza tra *A. caudinflata* e peso dei soggetti giovani, non si può escludere che il dato sia attribuibile all'esiguo campione esaminato (n=5). Per quanto riguarda la macro area di Brescia le cariche sia dei soggetti giovani che degli adulti emerse nelle stagioni venatorie 2012 e 2013 sono sovrapponibili a quelle Ossolani, anche rispetto alla divisione nelle sub-aree alpina e sub-alpina.

Analizzando il quadro emerso nella macro area di Morbegno, in cui sono stati indagati due anni (2012-2013) va sottolineata la mancanza di una differenza significativa nelle cariche parassitarie per entrambi gli elminti fra giovani ed adulti. I dati a disposizione non consentono di spiegare questo risultato pur potendo escludere che lo stesso sia imputabile ad un campionamento ridotto o ad errori di metodica analitica. Altro dato che contraddistingue

questa macro area sono gli indici epidemiologici inferiori a quelli riportati nelle altre realtà monitorate per quanto riguarda *A. caudinflata*, che in particolare nella sub-area retica non è stata mai rinvenuta. Questa negatività, pur derivando da un campione esiguo (n=8), può essere spiegata dal fatto che il versante retico, esposto a Sud, è caratterizzato da un clima secco soprattutto nel periodo estivo, sfavorevole alla fase esogena del parassita, considerando l'importanza dell'umidità nel ciclo biologico degli elminti (Taylor *et al.*, 2010). Altri fattori limitanti la diffusione di *A. caudinflata* sul versante retico sono verosimilmente l'inferiore eliminazione delle uova del parassita a causa di una bassa densità delle metapopolazioni retiche, nonché un ambiente non ottimale per i lombrichi, riconosciuti ospiti paratenici di questo elminta. Peraltro l'area orobica, della quale si ha anche il maggior numero di campioni (n=66), presenta una situazione di interazione ospite-parassita-ambiente simile alle altre aree alpine. Invece l'area retica, anche se con un'accuratezza inferiore a causa del campionamento esiguo, ha le caratteristiche della fascia sub-alpina. Possiamo affermare, inoltre, che le popolazioni dell'area orobica di Morbegno, per il maggior peso medio dei giovani rilevato, l'entità di cariche parassitarie rilevate e l'assenza di una loro correlazione negativa rispetto al peso, e non da ultimo alla qualità dell'habitat in cui vivono, sono quelle che godono di miglior salute rispetto alle altre meta popolazioni indagate.

Infine, l'analisi degli indici epidemiologici sull'intero arco alpino indagato diviso in fascia alpina e sub-alpina ha confermato la minor carica parassitaria presente nei soggetti alpini, e la correlazione negativa fra peso e carica parassitaria nell'area sub-alpina.

## -6- CONCLUSIONI

Dal punto di vista organizzativo e di raccolta dei campioni, occorre riconoscere innanzitutto la buona collaborazione raggiunta nelle diverse aree di studio con la realtà venatoria, la quale ha fornito volontariamente i campioni per la presente ricerca. La collaborazione dei cacciatori ed il loro riconoscersi come *stakeholder* cruciali nella ricerca scientifica applicata ad aspetti gestionali relativi alla fauna selvatica, pone le basi per avere in futuro campionamenti sempre più rappresentativi e per la costruzione di una adeguata serie storica sulla quale sarà poi possibile ragionare per eventuali interventi gestionali. È indispensabile dunque, fintanto che l'attività venatoria è consentita sull'arco alpino, che ci sia la massima consapevolezza da parte dei cacciatori di poter contribuire a fornire dati utili alla gestione di questo patrimonio unico ed insostituibile, e al tempo stesso la competenza necessaria nel raccogliere un dato qualitativamente valido da parte dei tecnici deputati al controllo.

Una stretta interazione con la realtà di campo risulta, inoltre, essenziale al fine di poter disporre di serie storiche, relative a distribuzione spaziale, consistenza numerica e dinamica di popolazione, a maggior ragione se la finalità delle indagini è anche di ordine gestionale. A questo riguardo l'attenzione va focalizzata in particolare sulla pianificazione dei censimenti e sulla formazione dei cacciatori che li effettuano, nonché nell'accurata selezione dei cani impiegati.

Relativamente allo status delle popolazioni di tetraonidi monitorati i dati demografici e biometrici raccolti sui fagiani di monte, depongono per una situazione sostanzialmente stabile nelle realtà territoriali considerate. Valutando complessivamente il quadro parassitologico dei fagiani di monte va comunque 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. A tale proposito è auspicabile la continuazione del monitoraggio parallelo tra misure biometriche, dati demografici e quadro parassitologico, per valutare un'eventuale valenza predittiva di quest'ultimo. Questo aspetto, valutato su diverse metapopolazioni dell'arco alpino, evidenzia l'isolamento delle popolazioni alpine rispetto alle altre popolazione eurasiatiche. Infatti, a conferma di quanto riportato nell'Action Plan della IUCN (Storch, 2010), le popolazioni di fagiano di monte, pur non essendo

a rischio estinzione a livello mondiale, dimostrano delle criticità a livello locale, ed in questo senso Alpi, Pirenei e Scozia, rappresentano i baluardi più estremi della popolazione eurasiatica.

A livello gestionale emerge nel complesso la necessità di difendere quanto più possibile le popolazioni di tetraonidi alpini e sebbene solamente una politica di sviluppo agricolo e forestale delle regioni di montagna potrà contribuire in futuro in modo sostanziale alla ripresa di queste specie (Rotelli, 2006), quello che i C.A. potrebbero sin da subito fare è focalizzarsi meglio sull'organizzazione degli interventi di recupero ambientale da essi organizzati e finanziati, in quanto previsto dai piani faunistici venatori. Pur disponendo di risorse limitate, queste potrebbero esser gestite sicuramente meglio, concentrando gli interventi volti all'interesse delle specie maggiormente minacciate. Da questa tesi è emerso come i soggetti giovani delle fasce sub-alpine risultino essere quelli che più soffrono dal punto di vista dell'infestazione parassitaria e come questo è complicato dalla presenza di un habitat frammentato e non più ottimale alla specie. È auspicabile dunque che i recuperi ambientali vengano indirizzati maggiormente in questa fascia alpina, nelle zone di maggior presenza e nidificazione del fagiano di monte. 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.

Sul piano strettamente sanitario va esclusa la possibilità di immissioni di nuovi soggetti che, senza un adeguato controllo sanitario aumenterebbero chiaramente anche la probabilità di introdurre nuovi patogeni (Villanua *et al.*, 2008), con conseguenze quanto più gravi in popolazioni piccole e frammentate incapaci di mantenere le proprie infezioni/infestazioni endemiche e controllate.

Relativamente all'attività venatoria occorre correggere attraverso una formazione sempre più attenta e rivolta anche all'etica e alla gestione ambientale comportamenti e tradizioni che rischiano di essere controproducenti al mantenimento di questa attività. Soprattutto negli ultimi anni l'introduzione di innovazioni tecnologiche (collari satellitari, beeper) va sbilanciare il corretto equilibrio tra preda e predatore. È quindi opportuno che anche i regolamenti e la

legislazione impongano quanto sopra al fine di valorizzare il rapporto uomo-fauna-ambiente limitando quella che potrebbe diventare una maggior pressione venatoria.

Non solo il mondo venatorio deve però interessarsi alla salvaguardia di queste specie, in tal senso gli allevatori delle aree montane possono dare un contributo sostanziale. Grossi greggi ovi-caprini, se portati in zone di nidificazione dei galliformi, e nei periodi riproduttivi, potrebbero provocare tassi di mortalità elevati sulle nidiate (Rotelli, 2006). Andrebbe dunque adottato un pascolo di tipo programmato e gestito anche in base all'interazione con le specie selvatiche presenti nei luoghi degli alpeggi.

Da ultimo, 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, 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.

Dal quadro complesso di gestione che emerge, il mondo scientifico, per le sue competenze, può svolgere un ruolo centrale ma per la complessità delle problematiche è necessario un approccio multidisciplinare. In tal senso la medicina veterinaria dovrebbe interessarsi maggiormente di gestione della fauna selvatica in quanto la sanità della fauna può essere uno strumento fondamentale per la gestione e conservazione del patrimonio faunistico.

## -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.
- Anderson R.M., May R.M. (1979). Population biology of infectious disease. (1979). Nature 280: 361-367, 455-461.
- 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.
- Ashour A.A. (1994). Scanning electron microscopy of *Ascaridia galli* (Schrank, 1788), Freeborn, 1923 and *A. columbae* (Linstow, 1903). J Egypt Soc Parasitol; 24(2): 349-55.
- 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.
- Basil C. (1996). Rehabilitation de paysages dégradés en montagne. Restauration d'alpages à haute-valeur biologique en faveur du têtard-lyre. Bilan 1995-1996. Agence Régionale de Développement du Patrimoine Cynégétique (A.R.D.P.C.).
- Beniston M. (2003). Climatic Change in Mountain Regions: a review of possible impacts. Climatic Change Volume 59, Numbers 1-2.
- 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.
- Bush A.O., Lafferty K.D., Lote J.M., Shostak A.W. (1997). Parasitology meets ecology on own terms: Margolis et al/ Revisited. Journal of Parasitology. 83, 4: 575-583.
- Carnevali L., Pedrotti L., Riga F., Toso S. (2009). Banca Dati Ungulati: Status, distribuzione, consistenza, gestione e prelievo venatorio delle popolazioni di Ungulati in Italia. Rapporto 2001-2005. Biologia e Conservazione della Fauna, 117: 1-168.

- Cattadori I., Haydon D.T. e Hudson P.J. (2005). Parasites and climate synchronize red grouse populations. *Nature*, 433; 737-741.
- Delahay R.J. (1999). Cestodiasis in the red grouse in Scotland. *Journal Wild Disease*. 1999 Apr; 35(2):250-8.
- De Meneghi D. (2006). Wildlife, environment and (re)-emerging zoonoses, with special reference to sylvatic tick-borne zoonoses in North-western Italy. *Annali Ist. Superiore Sanità* 2006 | Vol. 42, N° 4: 405-409.
- Ferloni M. (2011). Piano faunistico venatorio della provincia di Sondrio.
- 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 Orobie. Quadro epidemiologico e relative implicazioni gestionali. *La Selezione Veterinaria* 8-9/2000. pp. 817-823.
- Gardner S.G., Campbell M.L. (1992). Parasite as probes of biodiversity. *J. Parasitol.*, 78(4), 596-600.
- Giacomelli S. (AA 2010/2011). 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 alla facoltà di Milano.
- Godfrey J.D. (2013). Potential use of energy expenditure of individual birds to assess quality of their habitats. In: Williams M. (Ed.) Conservation of measuring energy expenditure of New Zealand birds: assessing habitat quality and costs of carrying radio transmitters. Department of Conservation, New Zealand, pp. 11-24.
- Gotz A. (1996). La wilderness nelle Alpi. Atti del Convegno "Wilderness e turismo integrato: opportunità o conflittualità?". Verbania Pallanza 19 ottobre 1996.
- Hartwich G. (1978). Keys to genera of ascaridodea. Ed. Anderson-Chabaut, 1-5.
- 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 PJ (1986). Red grouse: the biology and management of the wild bird. Ed. The Game Conservancy Trust, Fording bridge, in Hudson e Dobson.
- Hudson P.J., Dobson A. P., Newborn D. (1992). Do parasites make prey vulnerable to predation? Red grouse and parasites *Journal of Animal Ecology* 1992, 61, 681-692.
- Hudson P.J., Dobson A.P., Lafferty K.D. (2006). Is a healthy ecosystem one that is rich in parasites. *Trends in Ecology and Evolution*. 21, 7, 381-385.
- 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.
- 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.*
- 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.
- Neuve-Lemaire M (1936). *Traité d'helminthologie médicale et vétérinaire*, Vigot Frères Editeurs, Paris.
- Marcos-Atxuegi C., Gandolfi B., Araguna T., Sepùvela R., Arèvalo M., Simòn F. (2009). Antibody and inflammatory responses in laying hens with experimental primary infections 361 of *Ascaridia galli*. *Vet Parasitology* 161 :69-75. Doi :10.1016/j.
- Paganin M., Meneguz G. (1991). Considerazioni e implicazioni di carattere gestionale sulla lunghezza dell'intestino della coturnice (*Alectoris graeca*). *Supplemento alle ricerche di biologia della selvaggina. Volume XIX, dicembre 1991.*
- Patthey P., Signorell N., Rotelli L., Arlettaz R. (2011). Vegetation structural and compositional heterogeneity as a key feature in Alpine black grouse microhabitat selection: conservation management implications. *Eur J Wildl Res.* 45: 1704-171.
- Rizzoli A.P., Rosso F., Ferrari N., Rosà R., Farrè L., Manfredi M.T., Hudson P.J. (2003). Infestazione da *Ascardia compar* (Schrank, 1970) nella coturnice alpina: effetti sull'ovideposizione e su alcuni valori ematochimici. *Journal Mountain Ecology* 7: 291-294.
- Rotelli L. (2004). Modificazione degli habitat riproduttivi del fagiano di monte (*Tetrao tetrix*) e declino delle sue popolazioni. Esperienze di interventi di miglioramento ambientale sulle Alpi occidentali italiane. pp. 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.
- 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.
- Skrjabin K.I., Shikhobalova N.P., Orolov I.V. (1970). Tricocephalide and capillaride of animals and the disease caused by them. Israel program for scientific translation, Jerusalem. 297-299.
- Storch I. (2010). Grouse: status survey and conservation action plan 2006–2010. IUCN, Gland, and World Pheasant Association, Fordinbridge, pp. 114.
- Storch I. (2007). Conservation status of grouse worldwide: an update. *Wildl Biol* 13(1):5–12.
- Taylor L.H., Latham S.M., Woolhouse M.E.J. (2001). Risk factors for human disease emergence. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 356, 983–989.
- Taylor M.A., Coop R.L., Wall R.L. (2010). *Veterinary parasitology*. Blackwell Publishing.
- Tinner W., Vescovi E. (2008). 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 tétras, le tétras-lyre et la perdix bartavelle. Office National de la Chasse et Faune Sauvage. *Game Wildlife* 11, Hors série, 2 Vols.
- Villanúa D., Pérez-Rodríguez J., Casas F., Alzaga V., Acevedo P., Viñuela J., Gortázar C. (2008). Sanitary risks of red-legged partridge releases: introduction of parasites. *Eur. J. Wildl Res.*, 54: 199–204.
- 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*).
- Windsor D.A. (1995). Equal rights for parasites. *Conservation Biology*, 9(1), 1–2.

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