

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

Facoltà di Medicina Veterinaria

Corso di Laurea in Medicina Veterinaria

Dipartimento di Patologia Animale, Igiene e Sanità Pubblica Veterinaria

Sezione di Patologia Generale e Parassitologia



**Coturnice alpina (*Alectoris graeca saxatilis*):
analisi della comunità elmintica in rapporto
a dinamica di popolazione e fattori meteo-climatici**

Relatore: Prof. Paolo LANFRANCHI

Correlatori: Dott. Roberto VIGANÒ

Dott.ssa Nicoletta FORMENTI

Tesi di Laurea di:

Stefano GIACOMELLI

Matr. N. 681784

Anno Accademico 2010/2011

- Sommario -

- INTRODUZIONE -	- 1 -
SCOPO DELLA TESI.....	- 3 -
-MATERIALI E METODI -	- 4 -
AREA DI STUDIO	- 4 -
RACCOLTA DATI.....	- 6 -
ANALISI DI LABORATORIO	- 8 -
INDAGINE STATISTICA	- 8 -
DATI METEO-CLIMATICI	- 9 -
- RISULTATI -	- 10 -
ANALISI MORFO-BIOMETRICHE.....	- 10 -
ANALISI PARASSITOLOGICHE	- 14 -
<i>Analisi parassitologiche e confronto tra aree</i>	- 22 -
<i>Analisi integrata tra misure morfobiometriche ed indici epidemiologici</i>	- 28 -
- DISCUSSIONE -	- 31 -
- CONCLUSIONI -	- 33 -
- BIBLIOGRAFIA -	- 35 -

- Introduzione -

I parassiti sono da sempre considerati fattori limitanti per il benessere delle popolazioni a vita libera e fortemente impattanti sulle loro dinamiche demografiche (Citterio *et al*, 2006; Lindenfors *et al*, 2007). Tuttavia, se questa considerazione può ritenersi corretta per gli animali domestici, nel caso specifico della fauna selvatica essi vanno valutati non solo rispetto alla loro patogenicità, ma anche come parte integrante dell'ecosistema (Valentincic, 1976; Anderson e May; 1992; Windsor, 1995) e, come tali, indicatori biologici per eccellenza (Schmid Hempel e Koella, 1994), in rapporto anche alla biodiversità (Hudson, 2006). In questo senso i parassiti possono essere assunti quali espressione dello stato sanitario delle popolazioni ospite ed utilizzati per una migliore comprensione della loro dinamica, in rapporto anche all'ambiente in cui esse sono presenti. Questo approccio, in cui il quadro epidemiologico viene integrato con quello ecologico, appare tanto più auspicabile nel caso di specie ospite minacciate, o addirittura in via d'estinzione.

Queste considerazioni, focalizzando l'attenzione nella realtà faunistica delle Alpi, possono valere in modo particolare per i galliformi autoctoni che, a partire dalla metà del secolo scorso, hanno registrato progressive contrazioni demografiche, in alcuni casi anche drastiche (Birdlife International, 2004). Essi sono inseriti nell'allegato I della Direttiva Uccelli (79/409/CEE), in cui è stabilita la necessità di prevedere apposite misure di tutela, nonché nelle categorie di interesse non solo a livello europeo (BLI), ma anche mondiale (Storch, 2007). Peraltro a livello nazionale nella Lista Rossa figurano come vulnerabili pernice bianca (*Lagopus mutus*), gallo cedrone (*Tetrao urogallus*) e coturnice (*Alectoris graeca saxatilis*). Fluttuazioni cicliche sono state riscontrate anche nel fagiano di monte (*Tetrao tetrix*) (De Franceschi, 1995; Cattadori 2000), con tendenza al decremento numerico, mentre mancano dati esaustivi per il francolino (*Bonasia bonasia*).

Parallelamente a questa contrazione generalizzata dei galliformi si è registrata un'esplosione demografica degli ungulati selvatici su tutto l'arco alpino (Carnevali *et al*, 2009), con conseguenti problematiche a livello ambientale, per l'impatto sul rinnovamento del bosco (Cote *et al*, 2004) sanitario (Lanfranchi, 1993; De Meneghi, 2006; Cote *et al*, 2006) e, più recentemente, anche per i crescenti incidenti stradali (Bissonette *et al*, 2008). L'opposto andamento demografico tra ungulati e galliformi è imputabile a vari fattori, soprattutto di

origine antropica. Dal secondo dopoguerra infatti l'ambiente alpino ha registrato un sostanziale cambio d'uso del territorio. infatti la drastica contrazione della zootecnica tradizionale (Trouvilliez, 1994), unitamente all'aumento delle temperature (Beniston, 2003), ha comportato un innalzamento del limite superiore del bosco (Anfodillo, 2007; Tinner e Vescovi, 2007) e un progressivo rimboschimento delle radure e dei pascoli in quota. Il conseguente calo di biodiversità (Labaune & Magnin 2002; Chemini e Rizzoli, 2003), ha causato una frammentazione e/o scomparsa di nicchie ecologiche importanti per coturnice, gallo cedrone e fagiano di monte (Calladine *et al*, 2002; Maurer *et al*, 2006). Inoltre l'incremento del turismo, con attività sempre più diversificate nel corso di tutto l'anno, ha comportato la costruzione di impianti e strutture con un impatto sugli areali faunistici, in particolare proprio su quelli tipici dei galliformi (Beveranger, 1995; Wipf *et al*, 2005; Caprio *et al*, 2011). Per contro gli ungulati hanno dimostrato una maggior capacità di adattamento alle suddette trasformazioni.

Altro fattore limitante per i galliformi alpini è legato all'attività venatoria; in particolare analizzando i resoconti di censimenti, piani di prelievo e consistenza degli abbattimenti effettuati, emerge che tale attività non sempre risponde ad un livello tecnico-scientifico adeguato. In effetti la necessità di conoscere i diversi fattori che influenzano la dinamica di popolazione, ad esempio distribuzione spaziale e interazioni con altre specie ospite, è basilare per una corretta pianificazione faunistico-venatoria, a maggior ragione nel caso appunto dei galliformi alpini, il cui *status* non è certo ottimale. Tale necessità risulta tanto più pressante se si considera che proprio per le loro particolari esigenze ambientali, essi sono annoverati tra le "specie ombrello" da Patthey (2011) e Suter *et al* (2002). In particolare la coturnice, specie oggetto della presente tesi, rappresenta un ottimo indicatore per comprendere le conseguenze del degrado ambientale (Rippa, 2011) rispetto al suo progressivo calo demografico (De Franceschi & Odasso, 1998; Meriggi *et al*, 1998; Cattadori *et al*, 1999; Bricchetti, 2004).

Sempre in tema di un possibile impatto sulla dinamica di popolazione dei galliformi, un fattore chiave che merita particolare attenzione è quello relativo allo stato sanitario ed in particolare al quadro parassitologico, per quanto precedentemente detto.

In particolare per quanto riguarda la coturnice, precedenti indagini hanno evidenziato una correlazione tra infestazione e fluttuazioni cicliche della popolazione (Cattadori *et al*, 2005). Inoltre, sempre in questo galliforme, è stato riscontrato che i parassiti hanno un impatto maggiore quando presentano una distribuzione *random* nella popolazione e forme infestanti

molto resistenti nell'ambiente esterno, come nel caso di *Ascaridia compar* (Rosà et al, 2011), diminuendone la fecondità (Rizzoli et al, 2003).

D'altra parte una corretta valutazione del quadro epidemiologico, considerando proprio la stretta interazione parassita-ospite-ambiente, non può prescindere dal considerare anche i fattori abiotici, in particolare quelli meteo-climatici che potrebbero avere un ruolo anche sulla dinamica del ciclo epidemiologico degli elminti, come tra l'altro emerso nel caso del fagiano di monte (Formenti et al, in preparazione). Inoltre i mutamenti climatici possono influenzare anche il successo riproduttivo dei galliformi alpini accentuando l'influenza di fenomeni estremi quali bruschi cali termici, precipitazioni e/o nevicate abbondanti e ripetute, nonché prolungata siccità (Bocca, 2007; Giordano et al, 2011).

L'insieme di questi fattori ha comportato un progressivo calo demografico (Brichetti 2004) e conseguenti tentativi di ripopolamento, non sempre autorizzati e comunque raramente effettuati con il dovuto rigore scientifico. Questi rilasci effettuati in alcuni casi con soggetti delle specie *A. chukar* e *A. rufa* o esemplari ibridi (Randi, 2008) hanno causato un progressivo "inquinamento genetico" della sottospecie *A. graeca saxatilis*. In effetti studi sul DNA mitocondriale hanno rivelato, oltre ad una zona di ibridazione naturale con *A. rufa* nelle alpi francesi, alte e preoccupanti percentuali di esemplari con genotipo misto su tutto l'arco alpino (Randi, 2008).

Da quanto sopra emerge chiaramente come la gestione dei galliformi alpini richieda un approccio supportato da basi scientifiche solide, a maggior ragione nelle realtà in cui essi siano sottoposti ad un prelievo venatorio.

Scopo della tesi

È stata indagata la comunità elmintica di coturnici abbattute nelle Alpi Lepontine durante le stagioni venatorie 2003-2011, integrando l'analisi degli indici epidemiologici in rapporto a sesso, età, peso dei soggetti e precipitazioni nevose. La finalità ultima è quella di ricavare precise indicazioni anche per definire adeguate scelte operative rispetto alle diverse realtà gestionali.

- Materiali e metodi -

Area di studio

I campioni sono stati raccolti durante nove stagioni venatorie, dal 2003 al 2011, presso i tre Comprensori Alpini (di seguito nominati come C.A.) di caccia della Provincia di Verbania. L'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.

Focalizzando l'attenzione sulla coturnice, il suo areale di distribuzione estivo insiste tra i 1.000 e 2.700-2.800 metri di altitudine su versanti aridi e scoscesi, anche con esposizione a Nord (pendenza tra 18° e 50°); in inverno, sono preferiti quelli a Sud, non tanto per le temperature meno rigide, quanto per un più rapido scioglimento della neve, facilitando così l'approvvigionamento alimentare. Sempre per la maggior disponibilità di cibo il galliforme predilige la vicinanza di alpeggi, coltivi terrazzati e costruzioni rurali. In assenza di neve può svernare anche ad altitudini di 2.500 m.

Le strutture vegetali preferite sono le praterie xeriche con cotico erboso piuttosto basso ed interrotto da affioramenti rocciosi, pietre e arbusti contorti e nani quali ginepro (*Juniperus communis*), mirtillo nero (*Vaccinium myrtillus*), mirtillo rosso (*Vaccinium vitisidaea*) o l'erica (*Calluna vulgaris*), non disdegnando, comunque, arboreti radi, margini dei boschi, castagneti da frutto con alberi spazati, purché prossimi a conformazioni rocciose (De Franceschi e Odasso, 1998); le porzioni fittamente alberate vengono utilizzate solo per la rimessa provvisoria in caso di pericolo (Petretti, 1985).

Nell'area di studio la coturnice è cacciabile nel mese di ottobre, nelle giornate di mercoledì e domenica, in base a piani numerici predisposti dai Comitati di Gestione dei comprensori Alpini e approvati dalla Giunta regionale. Il carniere stagionale consentito per ogni cacciatore è di due capi. Il piano di abbattimento viene formulato sulla base dei risultati dei censimenti primaverili ed estivi, che forniscono stime della densità dei maschi riproduttori e dei parametri del successo riproduttivo.

Dal 1997, a maggior tutela della specie, l'andamento dei piani di prelievo è verificato dopo alcune giornate di caccia, il cui numero d'altra parte viene stabilito di anno in anno. Qualora il numero di capi consegnati ai centri di controllo sia pari o inferiore alla metà dei capi assegnati, si deve procedere alla chiusura della caccia alla specie.

I censimenti vengono svolti in primavera e nel periodo tardo-estivo. Quelli primaverili permettono di valutare la densità di maschi per unità di superficie. Il metodo prevede l'individuazione di vaste aree campione, su cui procedere annualmente al conteggio dei maschi in canto, lungo itinerari prestabiliti e con l'ausilio di richiami registrati del canto del maschio. I censimenti tardo-estivi, condotti con l'ausilio di cani da ferma, permettono di calcolare un indice riproduttivo, ovvero la percentuale di giovani sul totale degli individui contattati. I dati relativi ai censimenti primaverili e successivi abbattimenti autunnali nel corso degli anni sono riportati nel successivo Grafico 1.

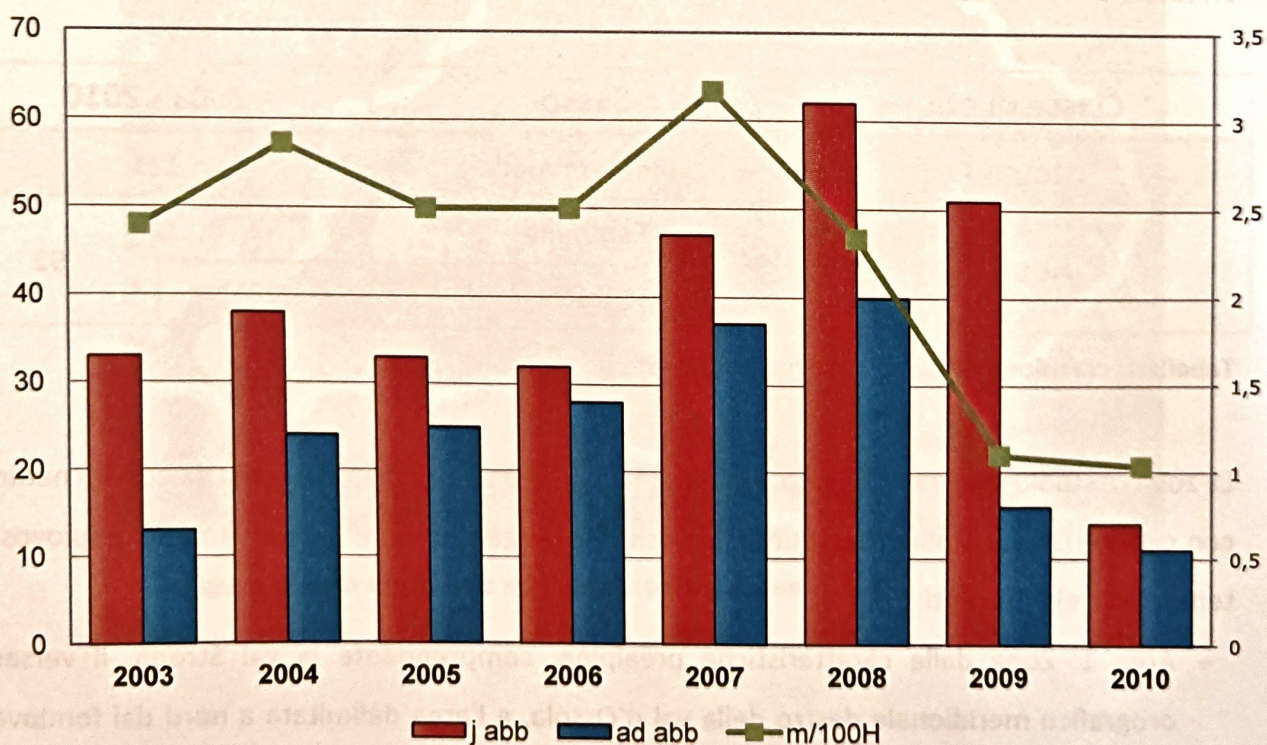


Grafico 1: censimenti ed abbattimenti in Provincia di Verbania, giovani abbattuti (j abb), adulti abbattuti (ad abb) e numero di maschi censiti su 100 H (m/100H) (fonte: Regione Piemonte)

Raccolta dati

L'indagine è stata condotta nell'ambito del progetto Interreg ALCOTRA "Les Galliformes Alpines" e ha comportato l'esame diretto di coturnici (n=31), fagiani di monte (N=84) e pernici bianche (n=3) abbattuti nel triennio 2009-2011. In questa sede non si riportano i dati scaturiti dagli accertamenti effettuati sulle due specie di tetraonidi.

Per quanto riguarda la coturnice, nel 2011 è pervenuta ai centri di controllo un unico soggetto su cui è stato possibile effettuare solo i rilievi morfo-biometrici, ma non il prelievo del pacchetto intestinale. Peraltro è stato possibile implementare il campione con i dati morfo-biometrici e parassitologici dei soggetti che erano stati abbattuti negli anni 2003-2008.

Nel complesso le coturnici oggetto della presente indagine sono risultate 350, di esse è stato georeferenziato il luogo di abbattimento (precisione al Km²), utilizzando carte geografiche (scala 1:50.000) dell'Istituto Topografico Svizzero e valutando, in particolare, altitudine e valle di abbattimento. A livello biometrico erano stati registrati età, sesso e peso corporeo.

Per quanto riguarda specificatamente le indagini parassitologiche esse sono state condotte su un totale di 213 pacchetti intestinali, raccolti su base volontaria da parte dei cacciatori (Tab. 1).

Classe di età	Sesso	2003 - 2010	
Giovani	Indeterminati	121	
Adulti	Femmine	53	92
	Maschi	39	

Tabella 1: campione totale di coturnici esaminate

La zona di studio (Figura 1) è stata suddivisa in 4 aree geografiche delimitate da confini naturali, con caratteristiche ambientali (quota, esposizione, vegetazione) e meteo-climatiche (piovosità, temperature) differenti:

- Area 1: Zona dalle caratteristiche prealpine, comprendente la val Strona, il versante orografico meridionale destro della val d'Ossola, e l'area delimitata a nord dal fondovalle della Valle Vigizzo, a est dal Lago Maggiore, a sud e ad ovest dal fiume Toce;
- Area 2: Zona dalle caratteristiche intermedie delimitata a nord e ad est dal fiume Toce e a sud dal fondovalle della Valle Vigizzo;

- Area 3: Zona dalle caratteristiche alpine, comprendente le valli Anzasca, Antrona e Bognanco;
- Area 4: Zona dalle caratteristiche alpine delimitata a nord dal confine italo-svizzero, a sud-ovest dal torrente Cairasca e a sud-est dal fiume Toce.



Figura 1: Zona di studio e sua suddivisione in aree

Analisi di laboratorio

I soggetti esaminati sono stati eviscerati il giorno stesso dell'abbattimento e gli intestini immediatamente congelati a -18°C in attesa di essere esaminati. Previo scongelamento il pacchetto intestinale è stato dipanato e sezionato. Il contenuto è stato vagliato in setacci metallici sovrapposti con maglie rispettivamente di 200 e $30\ \mu\text{m}$. Il contenuto filtrato è stato recuperato ed osservato su piastra Petri allo stereomicroscopio (6.4-16x) per evidenziare i singoli parassiti, che dopo essere stati contati secondo tecniche standardizzate (MAFF, 1986), sono stati stoccati in provette con etanolo 96° e conservati in cella frigorifera a $+4^{\circ}\text{C}$. Successivamente, previa chiarificazione con lattofenolo, sono stati identificati al microscopio ottico secondo le chiavi di Neuve-Lamaire (1936), Skrjabin *et al.* (1970), Hartwitch (1978) e Ashour (1994), utilizzando la denominazione proposta da Anderson (1992).

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, tramite conversione in logaritmo, ed utilizzati nel test parametrico ANOVA: si è proceduto confrontando gli indici degli adulti e dei giovani per ogni anno, dei maschi e delle femmine per ciascun anno, delle variabili tra i diversi anni e le diverse aree. Infine è stata indagata una possibile correlazione tra indici epidemiologici e il peso corporeo dei soggetti (Analisi della regressione).

Dati meteo-climatici

Per quanto riguarda i dati meteo climatici si fa riferimento ai dati disponibili dell'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale (ARPA) della regione Piemonte (Turrone *et al*, 2009).

In modo particolare si riportano di seguito i dati relativi alle peculiari condizioni di innevamento dell'inverno 2008/2009 in rapporto alle medie registrate nel periodo 1966/2009, registrate presso due centraline meteo all'interno dell'area di studio: quella del Lago Vannino in val Formazza (situata nell'area 4) e dell'Alpe Cavalli in valle Antrona (situata nell'area 3) Grafico 2, Grafico 3.

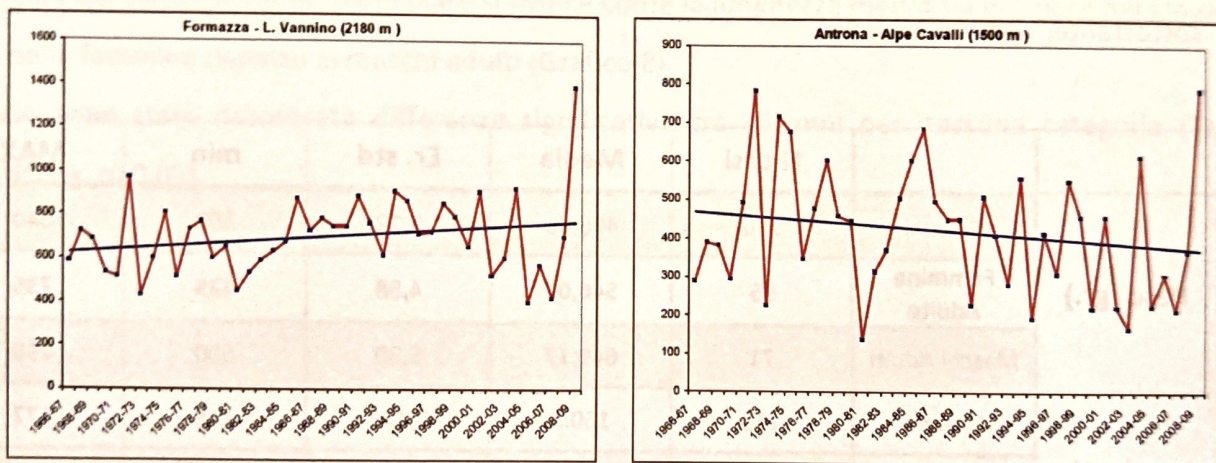


Grafico 2: Andamento dell'altezza totale della neve fresca stagionale (da novembre a maggio) per 5 stazioni campione rappresentative dell'arco alpino piemontese, nelle rispettive serie storiche di riferimento

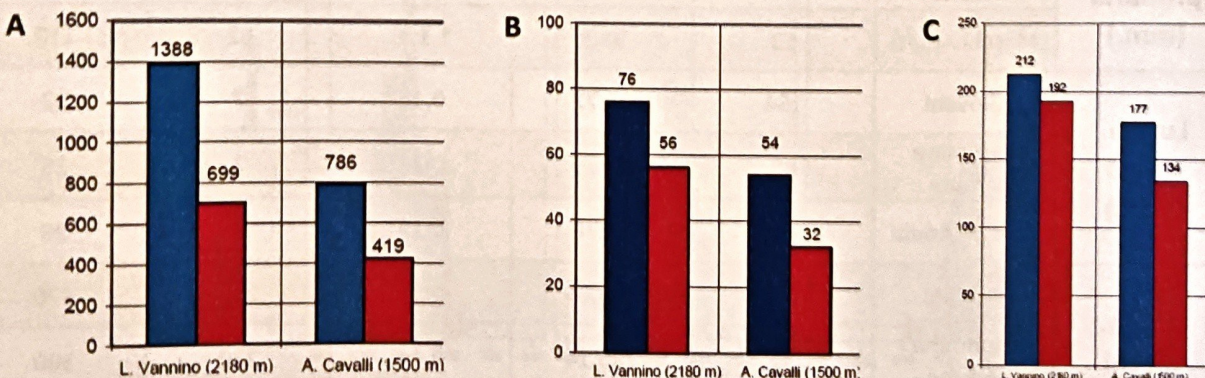


Grafico 3: (A) totale delle precipitazioni nevose H_n (cm), (B) numero dei giorni con precipitazione nevosa G_n nel 2008-09 a confronto con la media del periodo 1966-2009 per le stazioni campione rappresentative dell'area di studio e (C) giorni di permanenza della neve al suolo nel 2008-09, a confronto con la media del periodo 1983-2009, per le stazioni campione rappresentative dell'area di studio

- Risultati -

Analisi morfo-biometriche

Per tutti i soggetti consegnati al centro di controllo, si è provveduto a raccogliere le misure morfo-biometriche di base (peso corporeo, lunghezza ala, lunghezza 1° remigante primaria, lunghezza becco), in accordo con il manuale di valutazione e rilievi biometrici della fauna selvatica (AA.VV., 2007). Inoltre, al momento dell'esame parassitologico degli intestini, si è provveduto a misurare la lunghezza dei ciechi. I risultati sono riportati nella Tabella 2 sottostante.

		N casi	Media	Er. std	min	MAX
Peso (gr.)	Giovani	170	498,36	5,12	300	640
	Femmine Adulte	95	546,07	4,58	425	735
	Maschi Adulti	71	649,17	5,30	500	750
Lungh. Ala (mm.)	Giovani	165	160,3	0,481	145	177
	Femmine Adulte	94	162,27	0,78	149	212
	Maschi Adulti	71	170,13	0,52	160	183
Lungh. 1° remigante primaria (mm.)	Giovani	115	93,5	0,817	60	125
	Femmine Adulte	68	93,19	1,23	56	118
	Maschi Adulti	53	98,3	1,158	62	110
Lungh. Becco (mm.)	Giovani	154	12,77	0,14	7	22
	Femmine Adulte	88	13,19	0,26	7	25
	Maschi Adulti	64	13,78	0,29	8	26
Lungh. Ciechi (mm.)	Giovani	110	280,06	0,34	210	370
	Femmine Adulte	51	280,14	0,44	220	360
	Maschi Adulti	37	300,11	0,54	220	360

Tabella 2: misure morfobiometriche rispetto a sesso e classe d'età dei soggetti esaminati (n=350)

Per ciò che concerne il peso e la lunghezza dell'ala sono emerse differenze significative sia tra le classi di età che di sesso (Test ANOVA, $p < 0.01$) (Grafico 4, Grafico 5).

Per quanto riguarda la lunghezza della 1° remigante primaria, si evidenzia una differenza significativa (Test ANOVA, $p < 0.01$) tra la classe dei maschi adulti rispetto agli altri soggetti, mentre non si rileva differenza tra i giovani e le femmine adulte (Grafico 6).

Rispetto la misura del becco, si evince una differenza esclusivamente tra la classe dei giovani e quella dei maschi adulti (Test ANOVA, $p < 0.01$) (Grafico 7).

Una differenza significativa (Test ANOVA, $p < 0.01$) emerge anche dall'analisi della lunghezza media dei ciechi. In modo particolare si evince come la lunghezza media sia inferiore nei giovani e nelle femmine rispetto ai maschi adulti (Grafico 8).

Non sono state riscontrate differenze significative tra gli anni per nessuna categoria (Test ANOVA, $p > 0.05$).

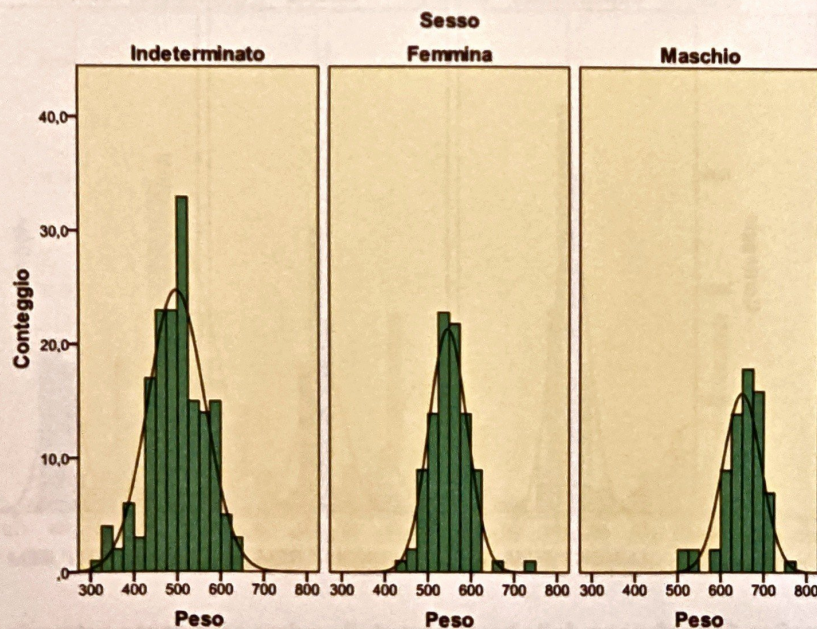


Grafico 4: confronto del peso tra sessi

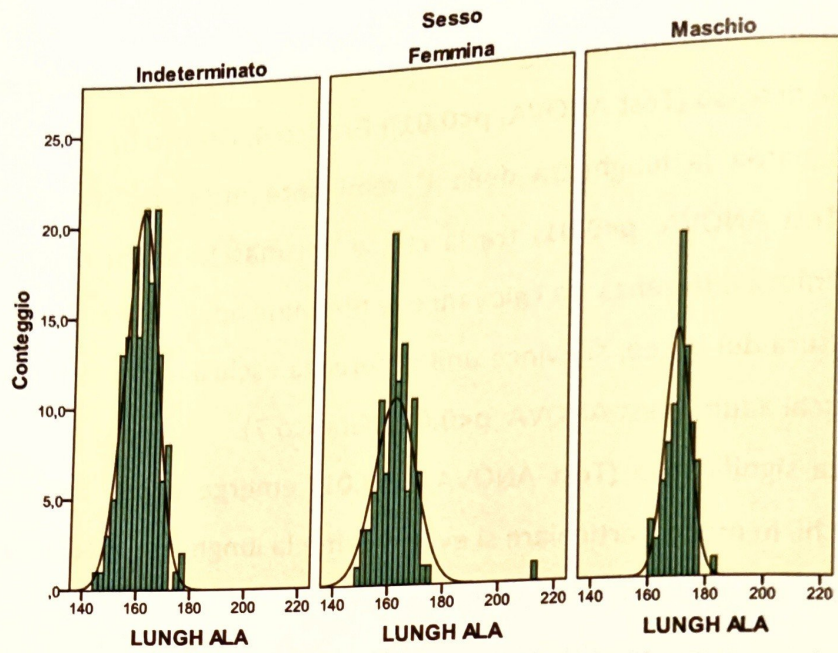


Grafico 5: confronto della lunghezza dell'ala fra sessi

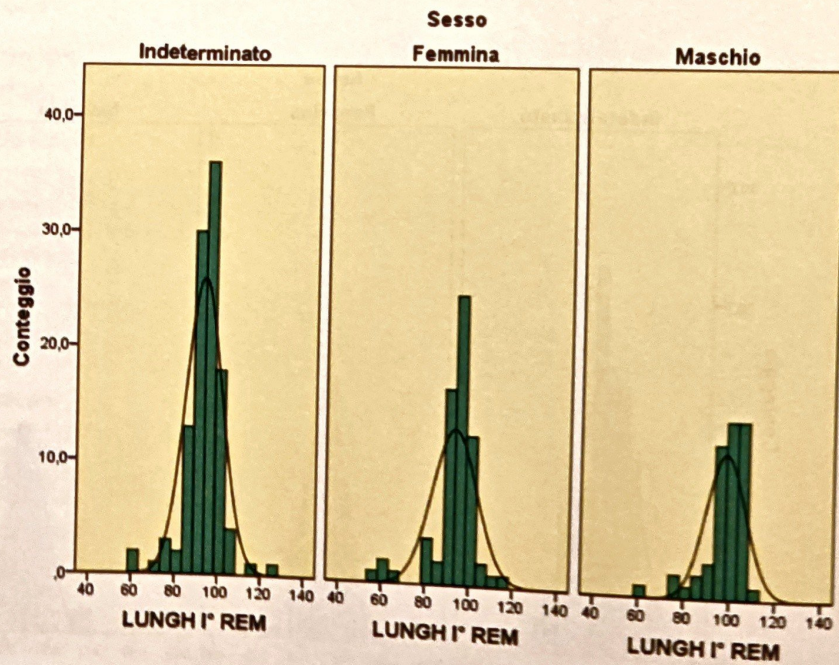


Grafico 6: confronto della lunghezza della prima remigante primaria fra sessi

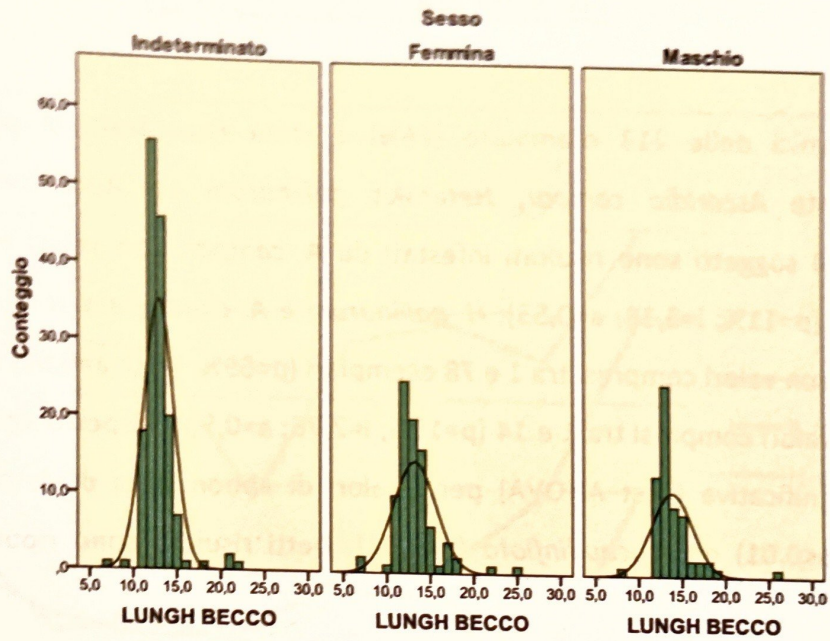


Grafico 7: confronto della lunghezza del becco fra sessi

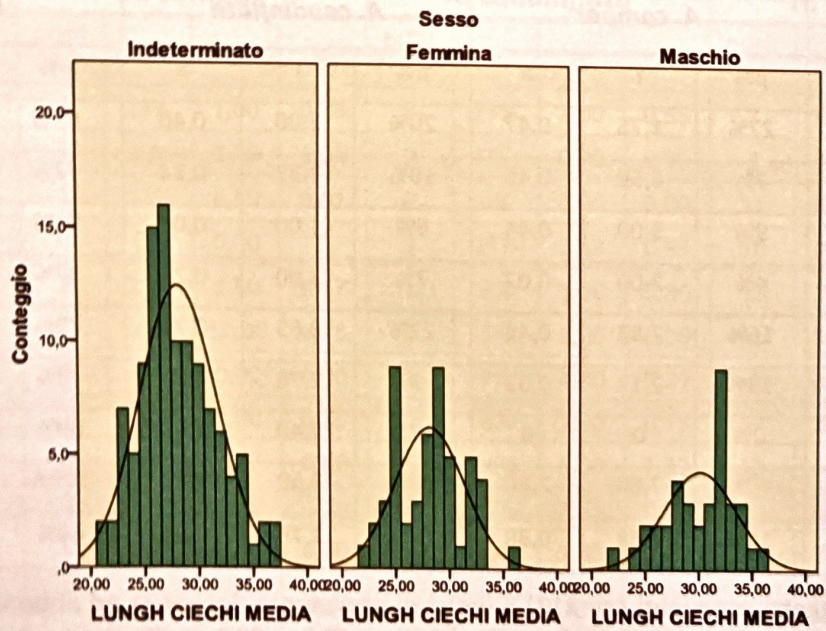


Grafico 8: confronto della lunghezza dei ciechi media fra sessi

Analisi parassitologiche

In 158 coturnici delle 213 esaminate (74%) è stata riscontrata la presenza di elminti: rispettivamente *Ascaridia compar*, *Heterakis gallinarum* ed *Aoncotheca caudinflata*. In particolare 24 soggetti sono risultati infestati da *A. compar*, con valori compresi tra 1 e 12 elminti/capo ($p=11\%$; $i=3,38$; $a=0,53$); *H. gallinarum* e *A. caudinflata* sono state riscontrate in 146 soggetti con valori compresi tra 1 e 78 esemplari ($p=69\%$; $i=10$; $a=6,92$) e rispettivamente in 41 capi, con valori compresi tra 1 e 14 ($p=19\%$; $i=2,76$; $a=0,53$). Rispetto agli anni è emersa una differenza significativa (Test ANOVA) per i valori di abbondanza di *A. compar* ($p<0,05$), *H. gallinarum* ($p<0,01$) ed *A. caudinflata* ($p<0,01$). Detti risultati sono riportati in Tabella 3 e Grafico 9.

In Tabella 4: Soggetti esaminati suddivisi per classe di età e indici di prevalenza, intensità ed abbondanza registrati negli anni per le specie elmintiche rinvenute.

	n°	<i>A. compar</i>			<i>A. caudinflata</i>			<i>H. gallinarum</i>		
		p%	i	a	p%	i	a	p%	i	a
2003	15	27%	1,75	0,47	20%	2,00	0,40	67%	7,90	5,27
2004	29	7%	6,50	0,45	10%	2,33	0,24	72%	8,20	5,66
2005	34	9%	5,00	0,44	6%	1,00	0,06	71%	8,21	5,79
2006	27	4%	2,00	0,07	7%	3,00	0,22	37%	5,50	2,04
2007	37	16%	2,83	0,46	22%	3,63	0,78	73%	10,41	7,59
2008	40	15%	2,17	0,33	23%	2,78	0,63	78%	8,32	6,45
2009	26	0%	0	0	38%	2,40	0,92	69%	14,28	9,88
2010	5	40%	7,00	2,80	80%	3,50	2,80	100%	36,80	36,80
Totale		11%	3,38	0,38	19%	2,76	0,53	69%	10	6,92

Tabella 3: Soggetti esaminati (n= 213) e indici di prevalenza, intensità ed abbondanza registrati negli anni per le specie elmintiche rinvenute.

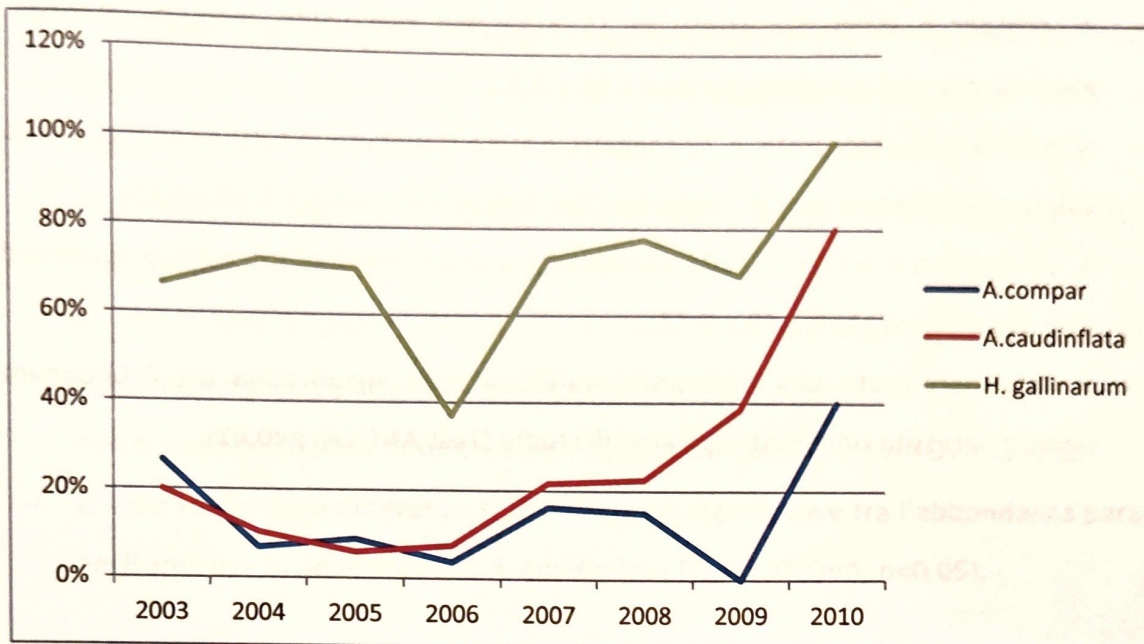


Grafico 9: prevalenza delle specie elmintiche in ciascun anno di studio

		N	<i>A. compar</i>				<i>A. caudinflata</i>				<i>H. gallinarum</i>			
			posit ivi	p	i	a	posit ivi	p	i	a	posit ivi	p	i	a
2003	j	11	2	18%	1,00	0,18	3	27%	2,00	0,55	7	64%	10,00	6,36
	ad	4	2	50%	2,50	1,25	0	0%	0,00	0,00	3	75%	3,00	2,25
2004	j	16	2	13%	6,50	0,81	0	0%	0,00	0,00	11	69%	2,55	1,75
	ad	13	0	0%	0,00	0	3	23%	2,33	0,54	10	77%	13,60	10,46
2005	j	18	2	11%	1,50	0,17	1	6%	1,00	0,06	13	72%	10,38	7,50
	ad	16	1	6%	12,00	0,75	1	6%	1,00	0,06	11	69%	5,64	3,88
2006	j	14	0	0%	0,00	0,00	1	7%	4,00	0,29	5	36%	2,20	0,79
	ad	13	1	8%	2,00	0,15	1	8%	2,00	0,15	5	38%	8,80	3,38
2007	j	19	6	32%	2,83	0,89	5	26%	5,00	1,32	11	58%	7,00	4,05
	ad	18	0	0%	0,00	0	3	17%	1,33	0,22	16	89%	12,75	11,33
2008	j	20	5	25%	2,40	0,60	3	15%	1,33	0,20	15	75%	6,53	4,90
	ad	20	1	5%	1,00	0,05	6	30%	3,50	1,05	16	80%	10,00	8,00
2009	j	21	0	0%	0,00	0,00	9	43%	2,56	1,10	13	62%	9,92	6,14
	ad	5	0	0%	0,00	0	1	20%	1,00	0,20	5	100%	25,60	25,60
2010	j	3	2	67%	7,00	4,67	2	67%	4,00	2,67	3	100%	23,33	23,33
	ad	2	0	0%	0,00	0	2	100%	3,00	3,00	2	100%	57,00	57,00

Tabella 4: Soggetti esaminati suddivisi per classe di età e indici di prevalenza, intensità ed abbondanza registrati negli anni per le specie elmintiche rinvenute.

Tra gli individui giovani sono risultati infestati 89 soggetti (pari al 73% dei soggetti esaminati). In particolare dalla tabella 4 si evidenzia che:

- *A. compar* è stato riscontrato in 19 esemplari con valori medi di intensità e di abbondanza pari rispettivamente a 2,65 e 0,92;
- *H. gallinarum*, riscontrato in 78 soggetti, è stato rinvenuto in tutti gli anni di studio, con valori medi di intensità e di abbondanza pari rispettivamente a 8,99 e 6,85;
- *A. caudinflata* è presente in 24 esemplari con valori medi di intensità e di abbondanza pari rispettivamente a 2,49 e 0,77;
- è stata riscontrata una differenza statisticamente significativa tra l'abbondanza di ciascun parassita rinvenuto e gli anni di studio (Test ANOVA, $p < 0,01$).

		tot	<i>A. compar</i>				<i>A. caudinflata</i>				<i>H. gallinarum</i>			
			Positivi	p	i	a	positivi	p	i	a	positivi	p	i	a
2003	m	0	0	0%	0,00	0,00	0	0%	0,00	0,00	0	0%	0,00	0,00
	f	4	2	50%	2,50	1,25	0	0%	0,00	0,00	3	75%	3,00	2,25
2004	m	6	0	0%	0,00	0,00	0	0%	0,00	0,00	3	50%	3,33	1,67
	f	8	0	0%	0,00	0,00	3	38%	2,33	0,88	7	88%	18,57	16,25
2005	m	3	0	0%	0,00	0,00	0	0%	0,00	0,00	1	33%	7,00	2,33
	f	13	1	8%	12,00	0,92	1	8%	1,00	0,08	10	77%	5,50	4,23
2006	m	6	0	0%	0,00	0,00	0	0%	0,00	0,00	3	50%	3,67	1,83
	f	7	1	14%	2,00	0,29	1	14%	2,00	0,29	2	29%	16,50	4,71
2007	m	9	0	0%	0,00	0,00	2	22%	1,50	0,33	8	89%	16,25	14,44
	f	9	0	0%	0,00	0,00	1	11%	1,00	0,11	8	89%	9,25	8,22
2008	m	12	0	0%	0,00	0,00	3	25%	2,33	0,58	10	83%	11,90	9,92
	f	8	1	13%	1,00	0,13	3	38%	4,67	1,75	6	75%	6,83	5,13
2009	m	3	0	0%	0,00	0,00	0	0%	0,00	0,00	3	100%	39,67	39,67
	f	2	0	0%	0,00	0,00	1	50%	1,00	0,50	2	100%	4,50	4,50
2010	m	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
	f	2	0	0	0,00	0,00	2	100%	3,00	3,00	2	100%	57,00	57,00

Tabella 5: Coturnici adulte (n92) suddivise per sesso e indici di prevalenza , intensità ed abbondanza negli anni per le specie elmintiche rinvenute

Tra gli individui adulti sono risultati infestati 69 soggetti (pari al 76% dei campioni indagati). In particolare dalla Tabella 5 si evidenzia che:

- *A. compar* è presente in 5 soggetti, ed in particolare è stato rinvenuto solo nelle femmine adulte, con intensità media di 2,19 e abbondanza media pari a 0,32 (Grafico 13);
- *H. gallinarum* è presente in 68 soggetti con valori medi di intensità e di abbondanza pari rispettivamente a 17,05 e 15,24 (graf. 14);
- *A. caudinflata* è stata rinvenuta in 17 esemplari con valori medi di intensità e di abbondanza pari rispettivamente a 1,77 e 0,65 (graf. 15);
- non si sono riscontrate differenze significative tra i sessi (Test ANOVA, $p > 0,05$);
- si sono evidenziate differenze statisticamente significative tra l'abbondanza parassitaria negli anni per *H. gallinarum* ed *A. caudinflata* (Teste ANOVA, $p < 0,05$).

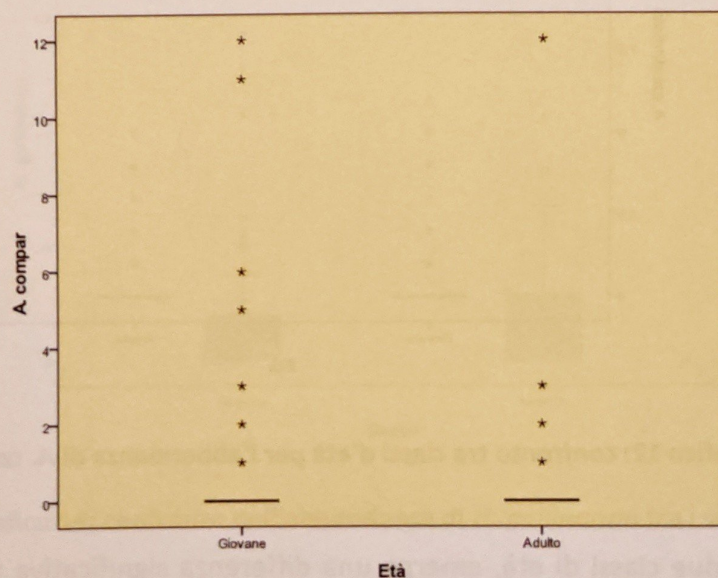


Grafico 10: confronto tra classi d'età per l'abbondanza di *A. compar*

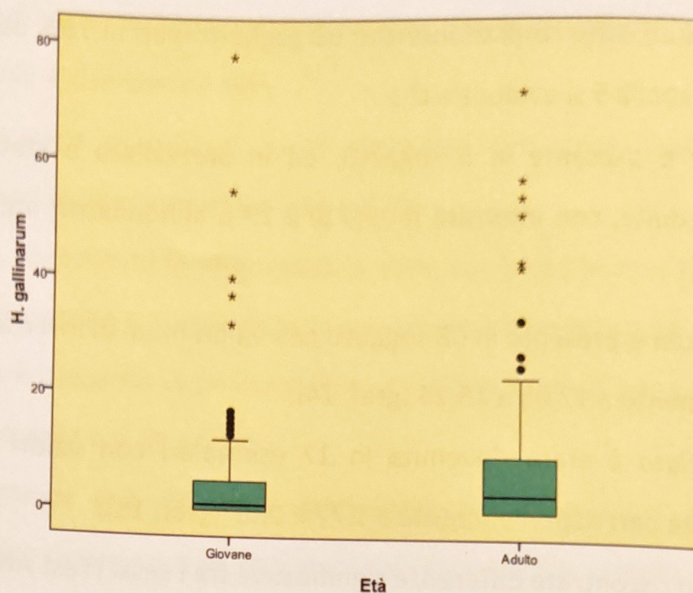


Grafico 11: confronto tra classi d'età per l'abbondanza di *H. gallinarum*

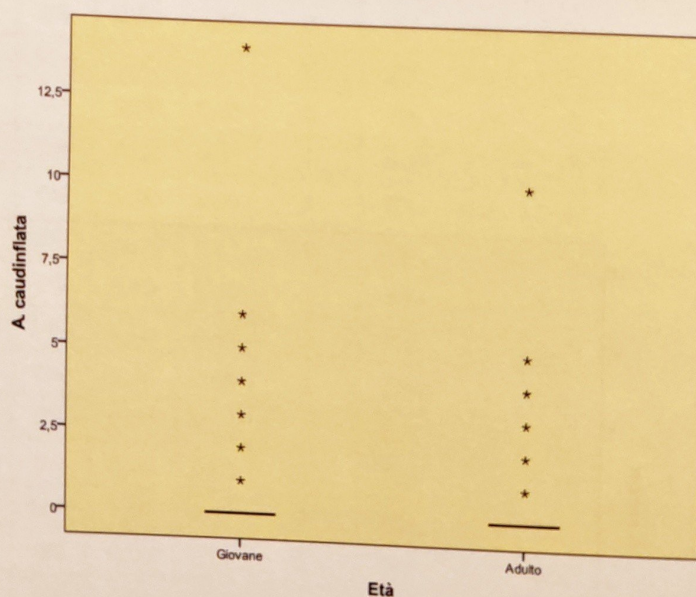


Grafico 12: confronto tra classi d'età per l'abbondanza di *A. caudinflata*

Dall'analisi delle due classi di età, emerge una differenza significativa tra giovani e adulti per l'indice di abbondanza di *A. compar* (Test ANOVA, $p < 0,05$) (graf.10) e di *H. gallinarum* (Test ANOVA, $p < 0,01$) (graf. 11), mentre per *A. caudinflata* non si rileva differenza tra le due classi d'età (graf.12). I valori di intensità ed abbondanza sono rappresentati nei grafici 16, 17 e 18.

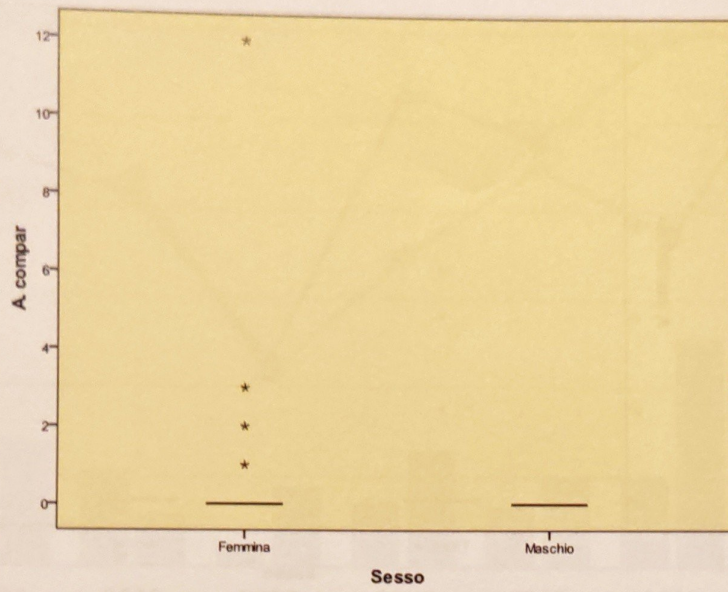


Grafico 13: confronto dell'abbondanza di *A. compar* tra i sessi

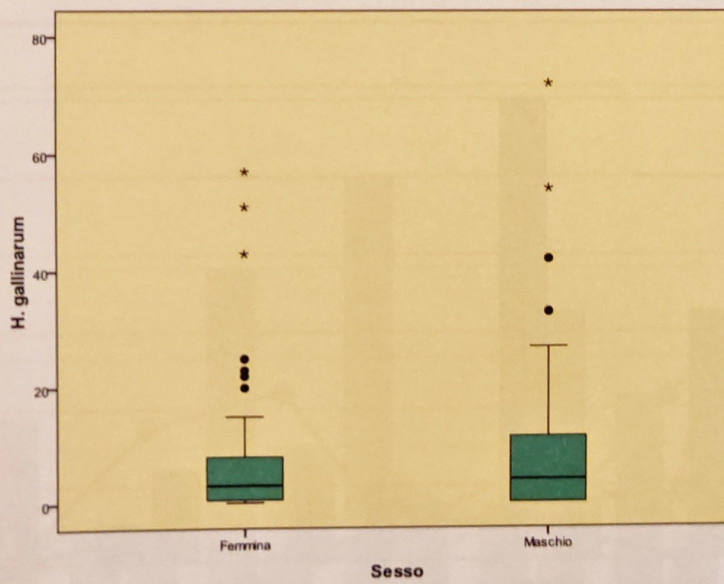


Grafico 14: confronto dell'abbondanza di *H. gallinarum* tra i sessi

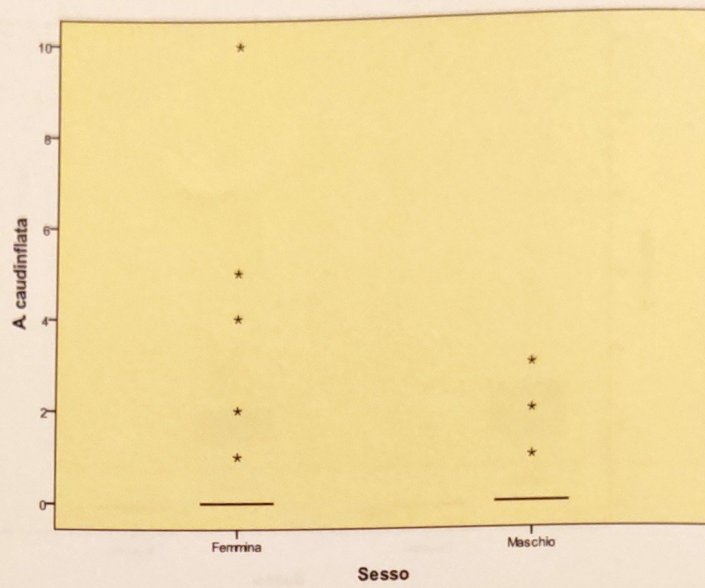


Grafico 15: confronto dell'abbondanza di *A. caudinflata* tra i sessi

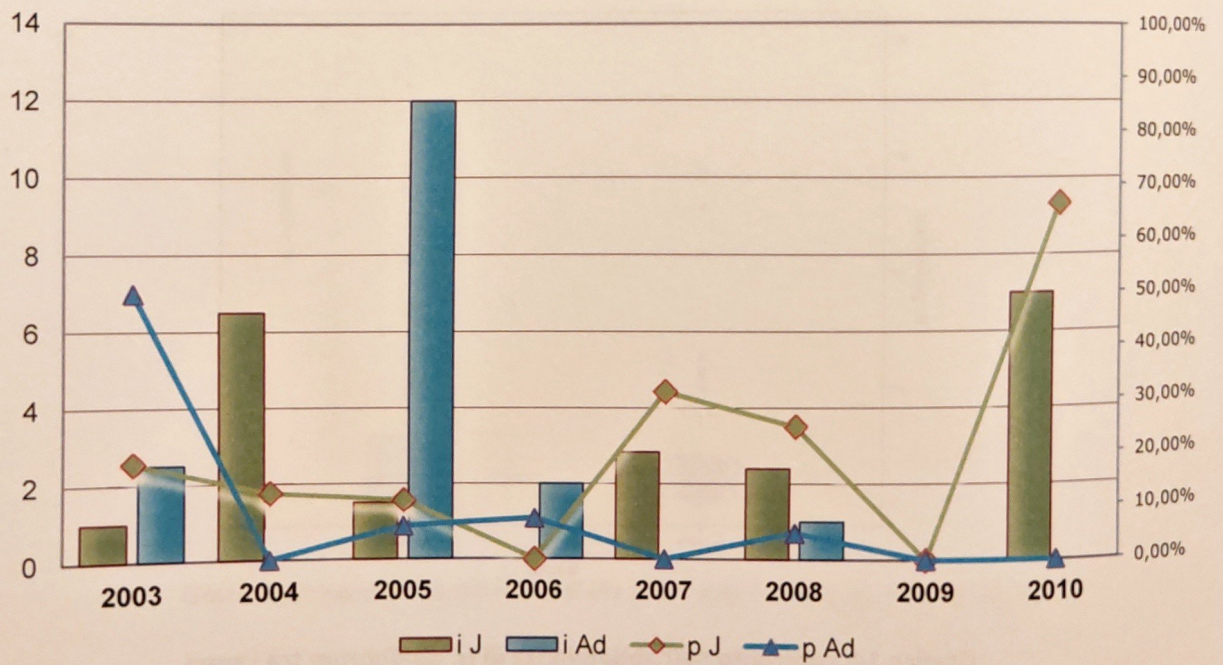


Grafico 16: Rappresentazione grafica dei valori di intensità (i) e prevalenza (p) per *A. compar* nei soggetti giovani (J) e adulti (Ad).

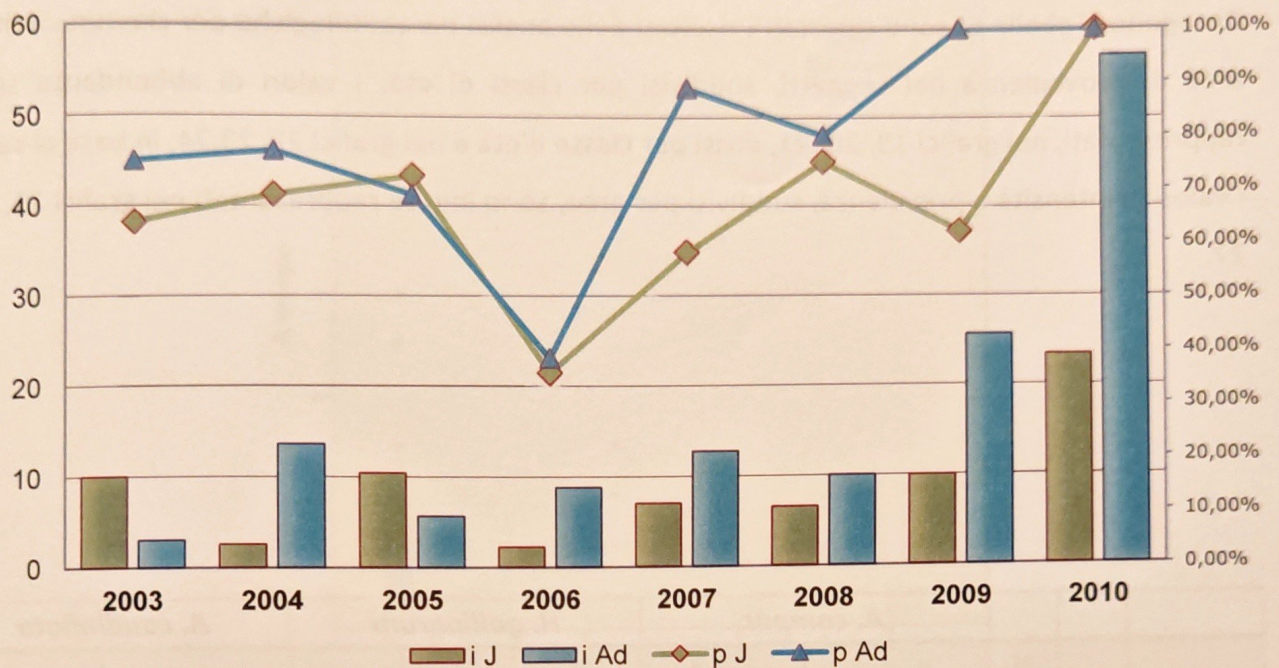


Gráfico 17: Rappresentazione grafica dei valori di intensità (i) e prevalenza (p) per *H. gallinarum* nei soggetti giovani (J) e adulti (Ad).

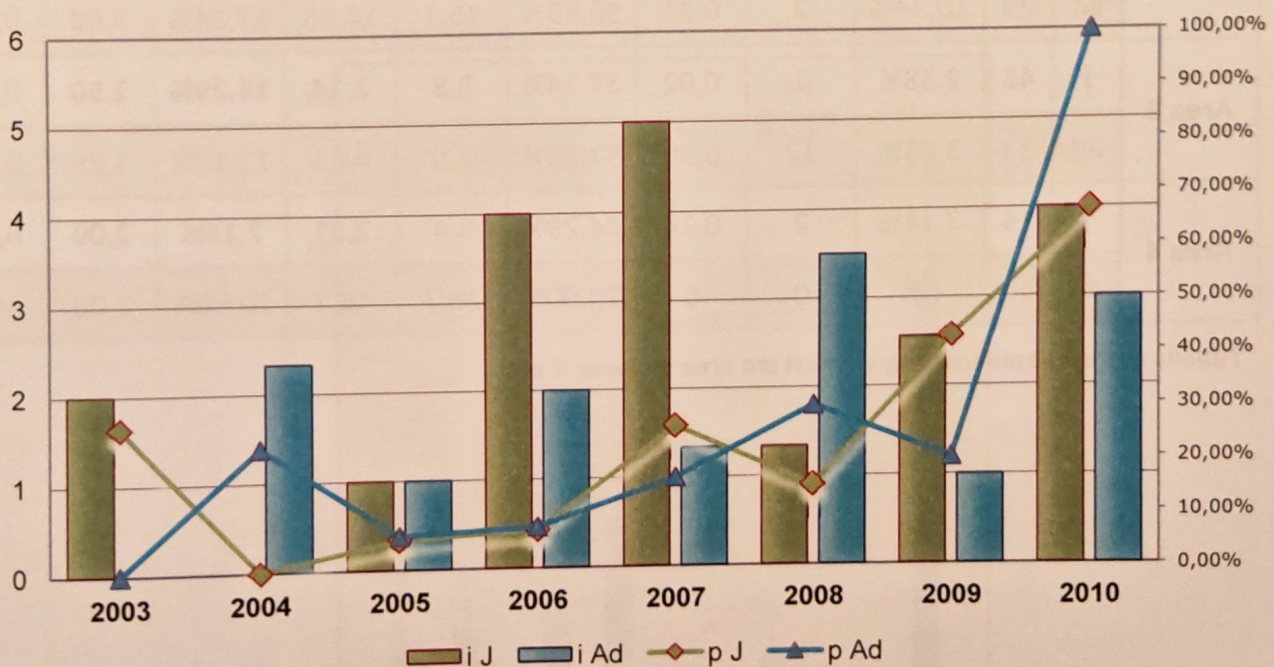


Gráfico 18: Rappresentazione grafica dei valori di intensità (i) e prevalenza (p) per *A. caudinflata* nei soggetti giovani (J) e adulti (Ad).

Analisi parassitologiche e confronto tra aree

Di seguito (Tabella 6) sono riportati i risultati delle analisi parassitologiche per ciascuna delle 4 aree di provenienza dei soggetti, suddivisi per classi di età. I valori di abbondanza sono rappresentati, nei grafici 19, 20, 21, divisi per classe d'età e nei grafici 22, 23, 24, in base al sesso. I valori di intensità e prevalenza, suddivisi per aree, sono invece rappresentati nei grafici 25, 26, 27.

		N	<i>A. compar</i>			<i>H. gallinarum</i>			<i>A. caudinflata</i>		
			p	i	A	p	i	a	p	i	a
Area 1	j	36	42%	3,4	1,42	52,78%	9,8	5,19	27,78%	3,50	0,97
	ad	17	5,88%	2	0,12	70,59%	7,4	5,24	41,18%	2,29	0,94
Area 2	j	29	6,90%	3,5	0,24	86,21%	12,2	10,55	24,14%	2,71	0,66
	ad	29	10,34%	2	0,21	96,55%	15,1	14,55	17,24%	3,80	0,66
Area 3	j	42	2,38%	1	0,02	57,14%	3,8	2,14	14,29%	2,50	0,36
	ad	33	3,03%	12	0,36	57,58%	8,0	4,61	12,12%	1,25	0,15
Area 4	j	14	7,14%	2	0,14	64,29%	3,4	2,21	7,14%	2,00	0,14
	ad	10	0%	0	0	70,00%	26,7	18,7	10,00%	2,00	0,2

Tabella 6: indici epidemiologici divisi tra aree e classe d'età

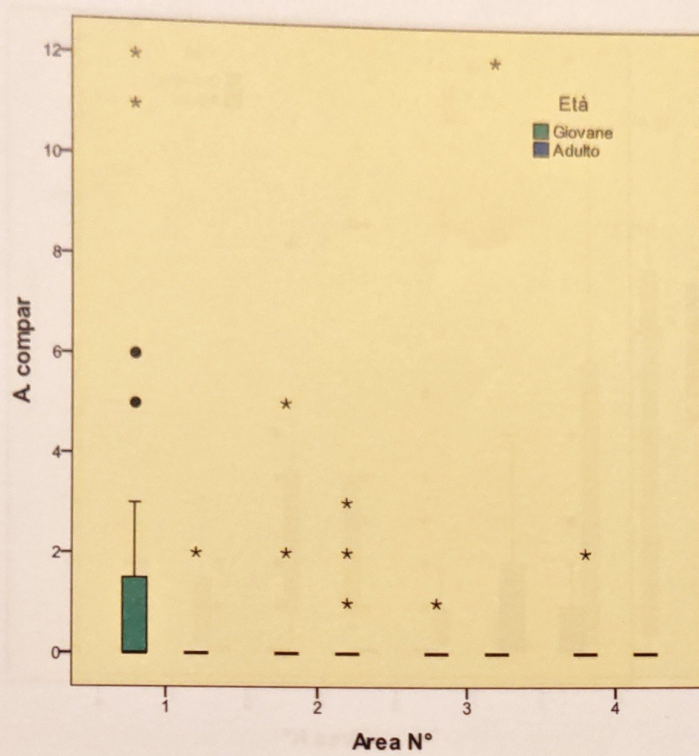


Grafico 19: abbondanza media di *A. compar* in giovani ed adulti divisi per aree

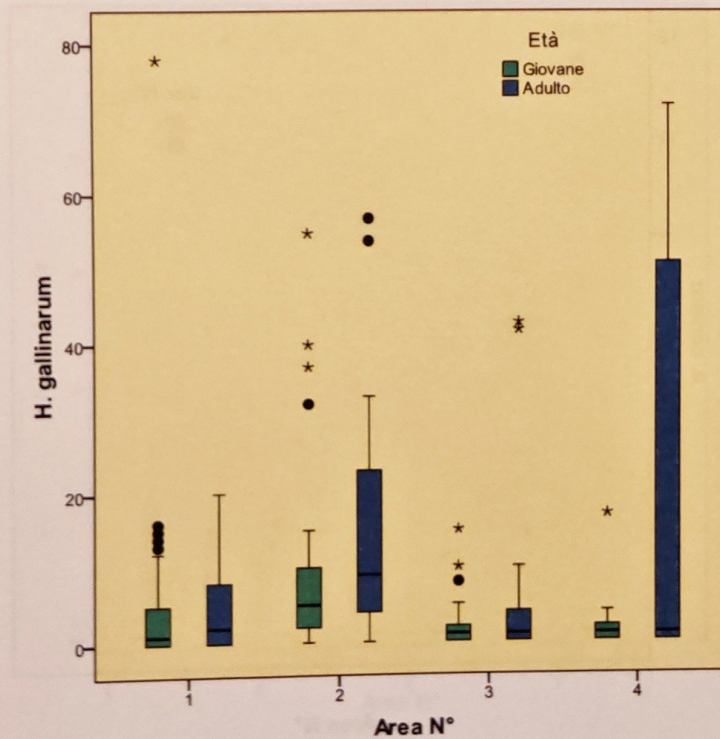


Grafico 20: abbondanza media di *H. gallinarum* in giovani ed adulti divisi per aree

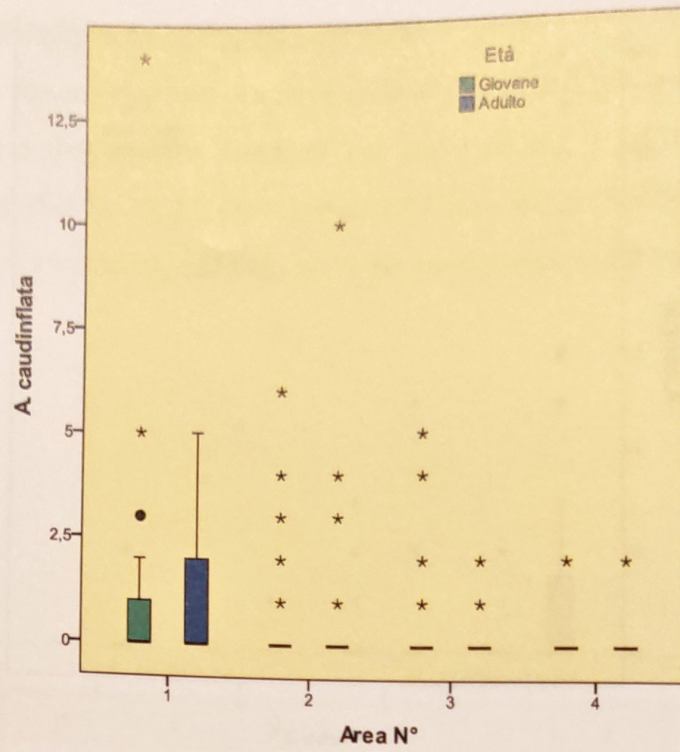


Grafico 21: abbondanza media di *A. caudinflata* in giovani ed adulti divisi per aree

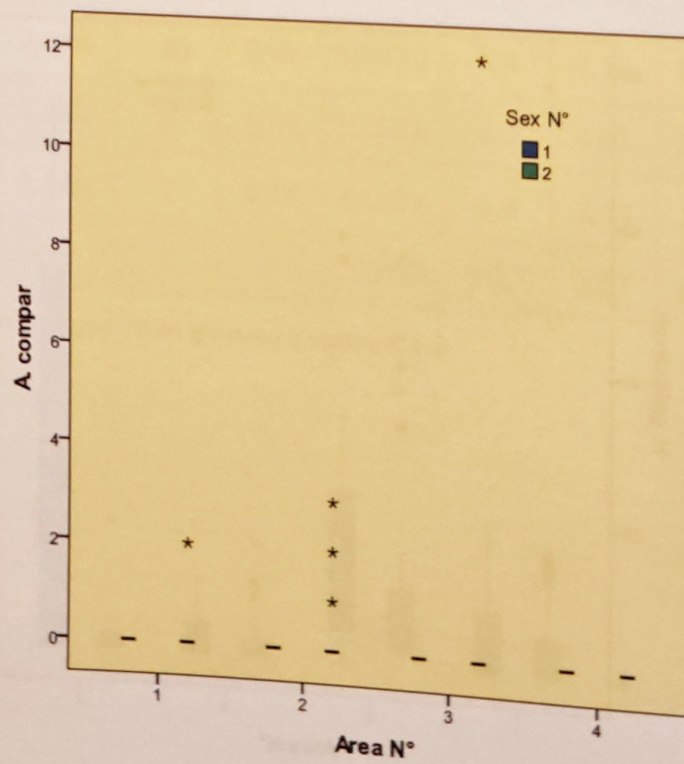


Grafico 22: abbondanza media di *A. compar* in maschi (1) e femmine (2) adulti divisi per aree

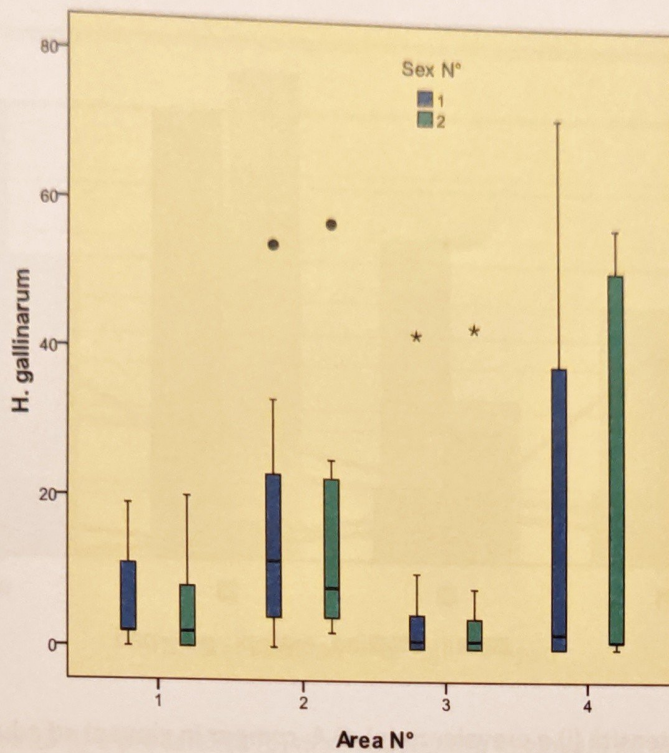


Grafico 23: abbondanza media di *H. gallinarum* in maschi (1) e femmine (2) adulti divisi per aree

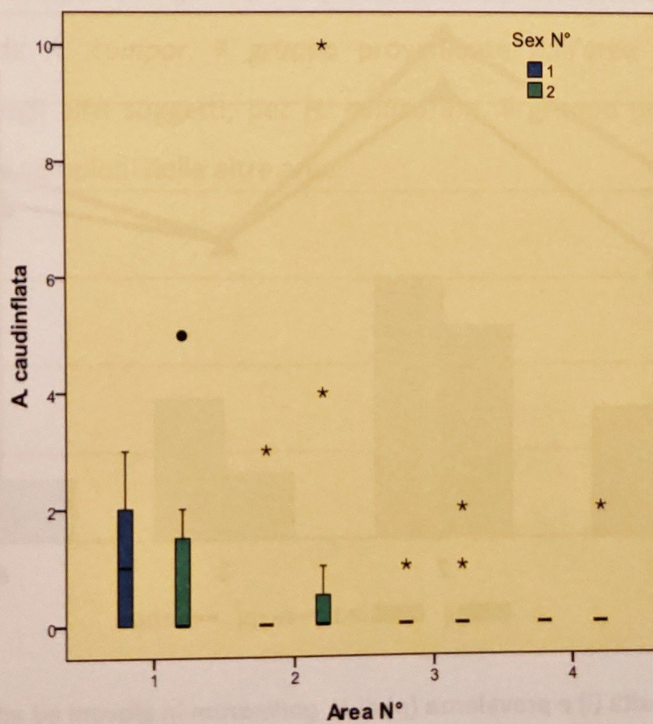


Grafico 24: abbondanza media di *A. caudinflata* in maschi (1) e femmine (2) adulti divisi per aree

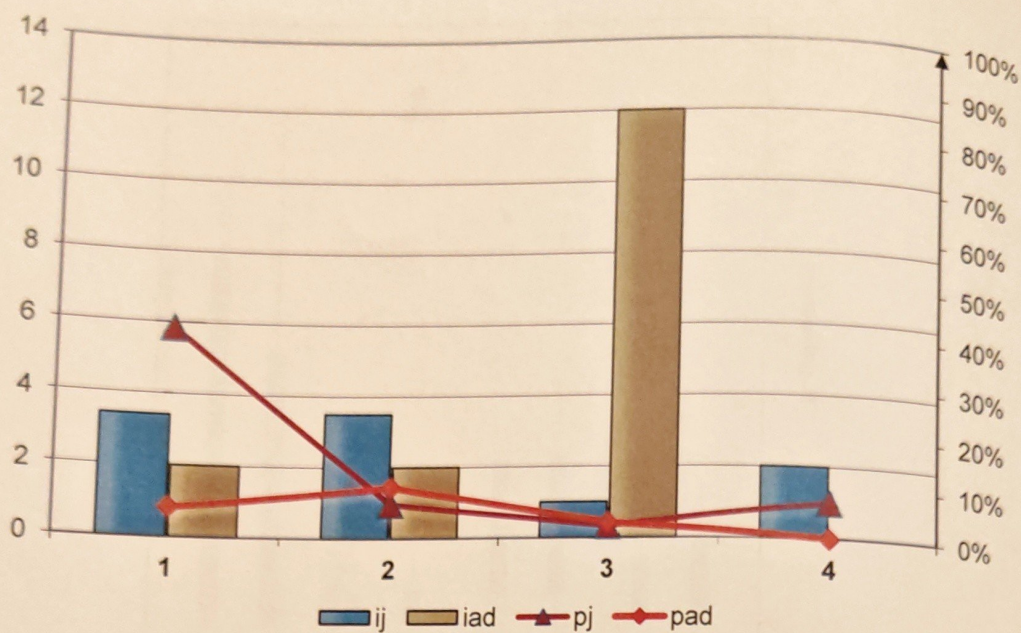


Grafico 25: intensità (i) e prevalenza (p) di *A. compar* in giovani ed adulti divisi per aree

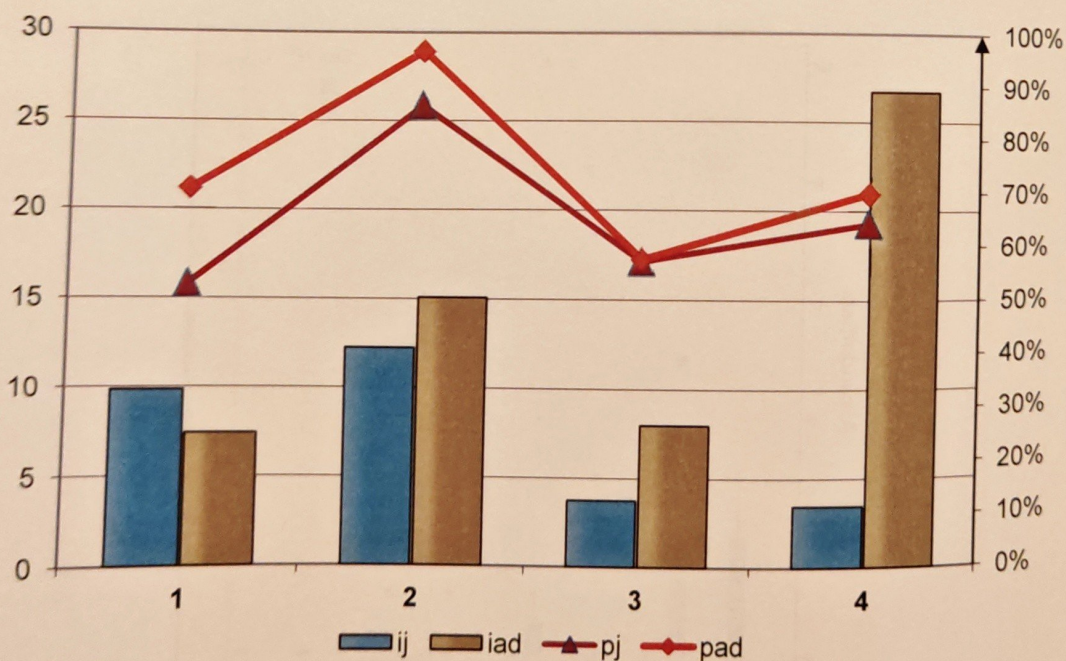


Grafico 26: intensità (i) e prevalenza (p) di *H. gallinarum* in giovani ed adulti divisi per aree

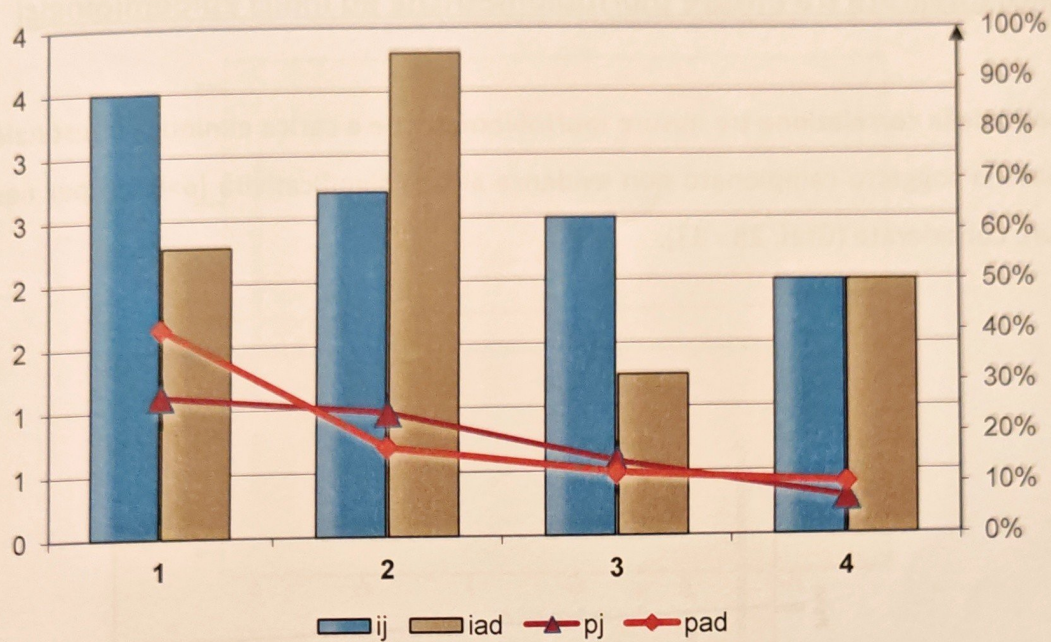


Grafico 27: intensità (i) e prevalenza (p) di *A. caudinflata* in giovani ed adulti divisi per aree

Per ciò che concerne i giovani, emergono differenze significative tra le aree per gli indici epidemiologici di *A. compar* e *H. gallinarum* (Test ANOVA, $p < 0,01$). In dettaglio si evidenzia che per quanto riguarda *A. compar*, il gruppo proveniente dall'area 1, è significativamente differente rispetto agli altri soggetti; per *H. gallinarum*, il gruppo proveniente dall'area 2 è differente rispetto ai campioni delle altre aree.

Analisi integrata tra misure morfobiometriche ed indici epidemiologici

L'analisi della correlazione tra misure morfobiometriche e carica elmintica intestinale rinvenuta in ciascun soggetto campionato non evidenzia alcuna significatività ($p > 0,05$) per nessuna delle misure considerate (Graf. 28 - 33).

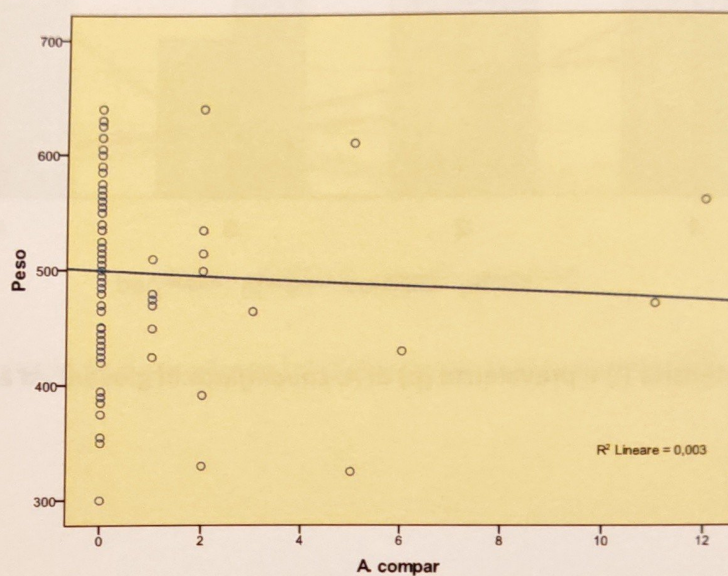


Grafico 28: rapporto tra peso ed abbondanza di *A. compar* nei soggetti giovani (n=121)

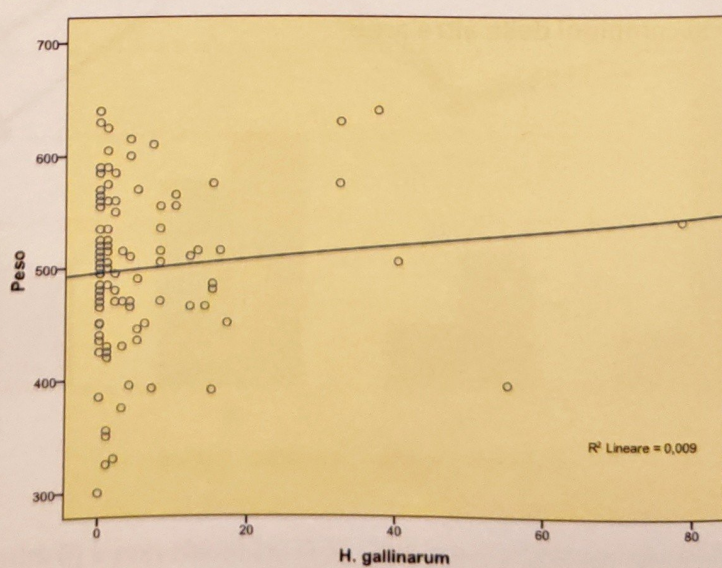


Grafico 29: rapporto tra peso ed abbondanza *H. gallinarum* nei soggetti giovani (n=121) per

- Discussione -

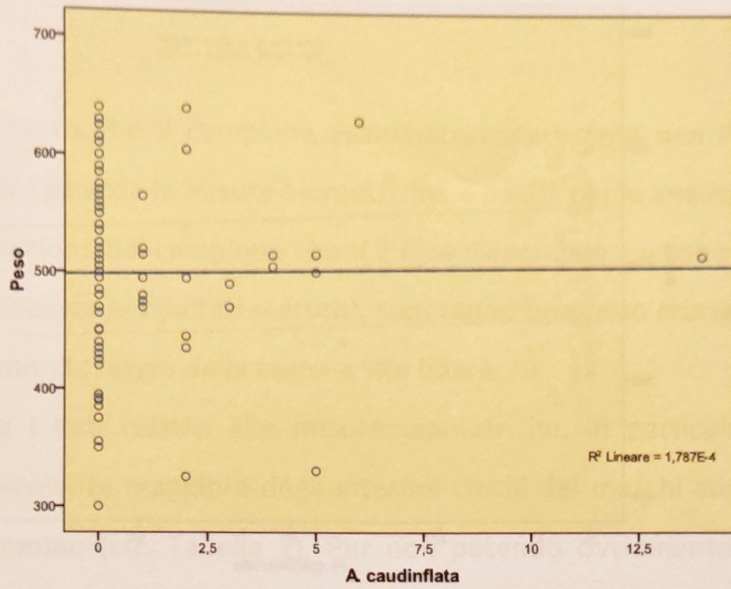


Grafico 30: rapporto tra peso ed abbondanza *A. caudinflata* nei soggetti giovani (n=121)

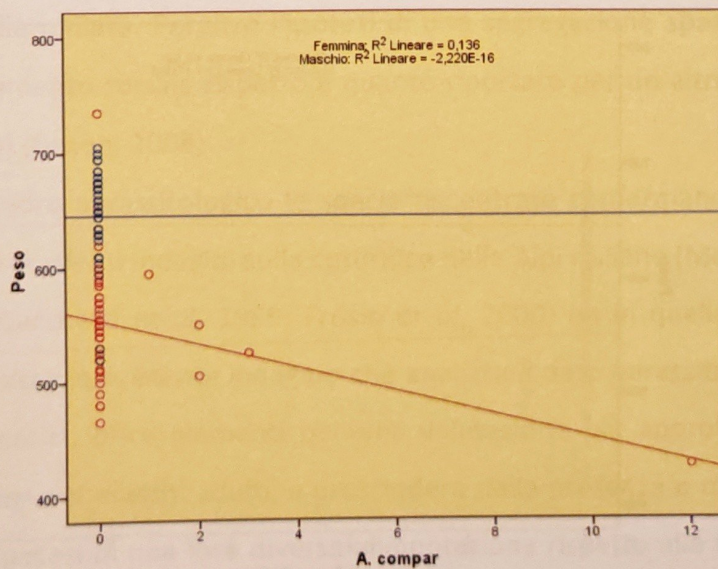


Grafico 31: rapporto tra peso ed abbondanza di *A. compar* negli adulti (n=92) (maschi: blu; femmine: rosso)

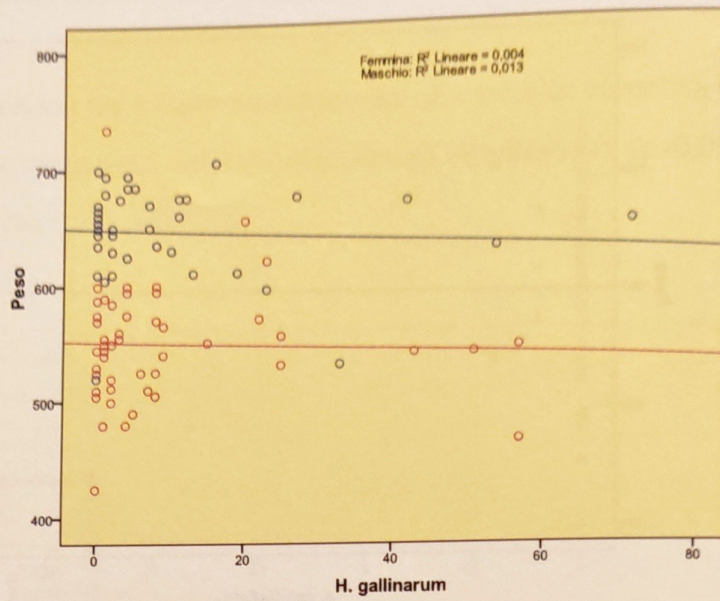


Grafico 32: rapporto tra peso ed abbondanza di *H. gallinarum* negli adulti (n=92) (maschi: blu; femmine: rosso)

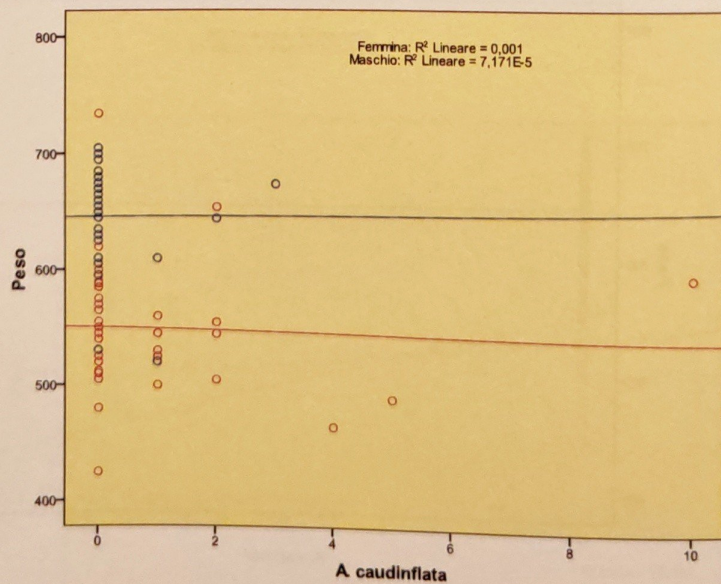


Grafico 33: rapporto tra peso ed abbondanza di *A. caudinflata* negli adulti (n=92) (maschi: blu; femmine: rosso)

- Discussione -

Va osservato innanzitutto che il campione esaminato rappresenta ben l'83% delle coturnici abbattute, per quanto riguarda le misure biometriche, e il 51% per le analisi parassitologiche. In questo senso la dimensione del campione che si è reso disponibile, raccolto nell'arco di più anni, dà un'oggettiva consistenza ai risultati scaturiti, superando un punto cruciale che molto spesso si pone in ambito di monitoraggio della fauna a vita libera.

Per quanto riguarda i dati relativi alle misure biometriche, in particolare va rimarcata la lunghezza significativamente maggiore degli intestini ciechi dei maschi adulti rispetto a quella riscontrata nelle femmine (cfr. Tabella 2). Pur non potendo ovviamente escludere che tale differenza dipenda dalla maggiore dimensione corporea dei maschi, va osservato che proprio nella coturnice alpina è documentata una stretta correlazione positiva tra dieta ricca in fibre vegetali e lunghezza dei ciechi (Paganin e Meneguz, 1991). In questo senso il dato potrebbe essere ricondotto ad una alimentazione delle femmine maggiormente integrata con insetti e lombrichi per supplire al dispendio energetico legato a ovodeposizione e cure parentali. Le diverse abitudini trofiche potrebbero a loro volta essere espressione di una segregazione spaziale tra gli adulti dei due sessi, con le femmine che frequentano aree più idonee all'alimentazione della nidiata. Peraltro l'ipotesi di una segregazione spaziale presupporrebbe un diverso comportamento sociale rispetto a quanto riportato per un altro galliforme, quale la pernice rossa (*A. rufa*) (Green, 2008).

Relativamente al quadro parassitologico le specie riscontrate confermano a livello qualitativo quanto emerso da precedenti indagini sulla coturnice nelle Alpi italiane (Meneguz e Rossi, 1988; Rizzoli et al, 1997; Barchetti et al, 1999; Frosio et al, 2000) ed in quelle francesi (Belleau e Leonard, 1991). Peraltro la presente indagine che analizza il dato parassitologico in rapporto a fattori biotici ed abiotici, offre elementi per una valutazione più approfondita. Ad esempio l'assenza di *A. compar* nei maschi adulti, a prescindere dalla presenza o meno di segregazione spaziale, avvalorata l'ipotesi di una loro diversa alimentazione rispetto alle femmine. In effetti è ampiamente documentato, almeno nei galliformi domestici, il ruolo dei lombrichi quali ospiti paratenici di detto nematode (Soulsby, 1987; Anderson, 1992; Permin e Hansen, 1998).

Per quanto riguarda poi le differenze registrate tra adulti e giovani, gli indici epidemiologici più contenuti nei secondi per *H. gallinarum* potrebbero dipendere sia dal minor tempo in cui essi sono esposti al rischio di assumere forme infestanti, che al relativo tempo di prepatenza.

Relativamente all'analisi integrata tra carica elmintica e misure morfobiometriche il mancato riscontro di alcuna significatività, confrontando anche le singole 4 aree considerate, deporrebbe, almeno apparentemente, per una sorta di "equilibrio" tra ospite e parassita. Ovvero potrebbe deporre a favore del fatto che i parametri considerati siano insufficienti per valutare la patogenicità degli elminti.

D'altra parte, l'aumento significativo dei tre indici epidemiologici (cfr. Grafico 9) nel biennio 2009-2010, successivo alla drastica contrazione dei maschi adulti censiti nella primavera 2009 (cfr. Grafico 1) dopo un inverno caratterizzato da precipitazioni nevose eccezionali, sia per quantità che per la permanenza al suolo della neve (cfr. Grafico 3), riporta l'attenzione alla complessità del rapporto parassita - ospite - ambiente.

Una tale, multifattoriale, condizione permette una valutazione da varie prospettive: potrebbe essere infatti ipotizzabile un'influenza stressante del clima sulla popolazione, che ne avrebbe così diminuito le difese dai parassiti (Martinez e Merino, 2011) o, ancora, una concentrazione spaziale nelle poche zone libere da neve, aumentando la competizione alimentare con intrinseche conseguenze nel rapporto parassita-ospite. Sia esso interpretato come causa di mortalità diretta e/o indiretta, l'innalzamento così repentino degli indici epidemiologici risulta rispecchiare comunque una situazione di pericolo per la popolazione.

Come già osservato nel fagiano di monte (Formenti *et al*, in preparazione), dalla suddivisione in zone, si può osservare come sia *A. compar* che *A. caudinflata* siano strettamente legate ad un ambiente di tipo prealpino (area 1 e 2), mentre *H. gallinarum* sembrerebbe mostrare una distribuzione spaziale, se non opposta, meno selettiva (Tabella 6, Grafico 19-26).

- Conclusioni -

Va osservato, innanzitutto, il buon riscontro da parte della realtà venatoria che ha fornito volontariamente i campioni per lo svolgimento del presente lavoro. La collaborazione dei cacciatori ed il loro riconoscersi come *stakeholders* (portatori di interesse) pone le basi per avere in futuro campionamenti sempre più rappresentativi e per la costruzione di una adeguata serie storica, basilare per eventuali interventi gestionali.

Da questo studio appare evidente che l'integrazione di un'indagine parassitologica con stime demografiche, dati morfobiometrici e meteo climatici possa fornire informazioni importanti sullo stato generale di una popolazione.

Valutando in particolare la popolazione oggetto di studio, appare opportuno ribadire e sottolineare come si sia reso evidente uno squilibrio, contemporaneamente demografico e parassitologico. Questa situazione, presumibilmente causata dalla eccezionale stagione invernale 2008-2009 ha prodotto una popolazione particolarmente suscettibile ad altri fattori stressanti.

Di fondamentale importanza appare quindi il principio che sconsiglia l'immissione di nuovi soggetti, in un determinato territorio, in caso non vi sia la certezza dell'avvenuta estinzione della popolazione autoctona.

Considerando, a maggior ragione, la situazione di "inquinamento genetico" precedentemente esposta, per la coturnice, pratiche di questo tipo, oltre a rappresentare un rischio per la tutela della biodiversità, potrebbero essere causa di una diminuzione della *fitness* degli esemplari (Rhymer & Simberloff 1996; Allendorf *et al*, 2001), rendendo la specie ancora più sensibile ai fattori avversi. La complessa struttura delle interazioni ecologiche che coinvolge i rapporti preda-predatore hanno mostrato come l'incremento numerico dei primi, attraverso i ripopolamenti, possa avere profondi effetti sulla densità dei secondi (Gortazar *et al*, 2000; Calvete *et al*, 2009). Infine, le immissioni senza un adeguato controllo sanitario aumentano chiaramente anche la probabilità di introdurre nuovi patogeni (Villanua *et al*, 2007), con conseguenze quanto più gravi in popolazioni piccole e frammentate incapaci di mantenere le proprie infezioni/infestazioni endemiche e controllate.

Alla luce di quanto detto appare quindi ancora più doveroso l'approfondimento per quanto riguarda la peculiare minore ricchezza parassitaria dei maschi adulti, tra l'altro mai registrata in

altri studi, rispetto alle altre classi. Oltre alle osservazioni fatte precedentemente non si può escludere che il mancato riscontro di *A. compar*, in questi soggetti, possa essere l'indice di un declino, come già descritto in altre realtà. La scomparsa di una specie all'interno di una comunità elmintica, infatti, crea uno squilibrio e lascia una nicchia ecologica libera per altri, probabilmente meno adattati all'ospite e quindi più patogeni (Sousa, 1990). Inoltre spesso in popolazioni estremamente frammentarie si assiste ad una totale scomparsa dei parassiti, come osservato in questa stessa area di studio (Formenti, 2009).

L'andamento negli anni degli indici epidemiologici può in futuro essere preso come rappresentazione di una popolazione in difficoltà o perlomeno come campanello d'allarme, anche in assenza di altri eventi manifesti, ed aiutare nella definizione di opportuni interventi gestionali.

A tale riguardo si può osservare che, a seguito delle precipitazioni nevose dell'inverno 2008-2009 e dei dati di censimento della primavera 2009, sarebbe stato certamente opportuno sospendere o, quantomeno, diminuire la pressione venatoria sulla specie nel successivo autunno. Considerando poi la drastica contrazione dei soggetti abbattuti nel corso delle stagioni venatorie 2009-2010-2011, rispettivamente 47, 28 e 1, è evidente come non si possa correre il rischio che la popolazione scenda al di sotto della popolazione minima vitale con intrinseche irrimediabili conseguenze.

Ulteriori chiarimenti sono necessari per comprendere i più elevati indici epidemiologici di *A. compar* e *A. caudinflata* nelle aree prealpine rispetto a quelle più tipicamente alpine, condizione di fatto sovrapponibile a quanto osservato nella stessa area di studio nel fagiano di monte. In questo senso il quadro parassitologico, proprio per la sua stretta correlazione con la qualità ambientale, potrebbe anche offrire oggettivi elementi per pianificare e monitorare gli interventi di miglioramento ambientale che rappresentano oggi una delle misure quanto mai auspicabili per la tutela dei galliformi alpini.

- 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).

Allendorf FW, Leary RF, Spruell P, Wenburg JK (2001) The problems with hybrids: setting conservation guidelines. *Trends in Ecology & Evolution*, 11, 613-622.

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* vol 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.

Belleau E., Leonard P. (1991). Le parasitisme digestif chez la perdrix bartavelle (*Alectoris greca saxatilis*), la lagopède alpin (*Lagopus mutus*), le têtard-lyre (*Tetrao tetrix*) dans le département des Hautes-Alpes. *Gibier Faune Sauvage*, 8 : 161-173.

Beniston M. (2003). Climatic Change in Mountain Regions: A Review of Possible Impacts. *Climatic Change* Volume 59, Numbers 1-2,

Beveranger K. (1995). Estimates and population consequences of tetraonid mortality caused by collisions with high tension power lines in Norway. *J. Applied Ecology* 32: 745-753.

Bissonette J.A., Kassar C.A. (2008). Locations of deer-vehicle collisions are unrelated to traffic volume or posted speed limit. *Human Wildlife Conflicts* 2, 122-130.

Bissonette J.A., Kassar C.A., Cook L.J. (2008). Assessment of costs associated with deer-vehicle collisions: human death and injury, vehicle damage, and deer loss. *Human Wildlife Conflicts* 2, 17-27.

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.

Brichetti P. (2004). Banca Dati Ornitologica - BDO, Bibliografia italiana 1900-2003. Versione elettronica.

Bush A.O., Lafferty K.D., Lote J.M., Shostak A.W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al Revisited. *Journal of Parasitology*. 83, 4: 575-583.

Calladine J, Baines D, Warren P. (2002). Effects of reduced grazing on population density and breeding success of black grouse in northern England *Journal of Applied Ecology* Volume 39, Issue 5, pages 772-780

Calvete C, Villafuerte R, Lucientes J, Osacar J.J. (2009). Effectiveness of traditional wild rabbit restocking in Spain. *Journal of Zoology*: 241, 2, 271-277,

Caprio E., Chamberlain D.E., Isaia M, Rolando A. (2011). Landscape changes caused by high altitude ski-pistes affect bird species richness and distribution in the Alps. *Biological Conservation* 144, 2958-2967

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.M. & Hudson P.J. (2000). Are grouse unstable at the southern edge of their range? *Wildlife Biology* 6: 213-218.

Cattadori, I.M.C. Merler, S & Hudson, P.J. (2000). Searching for Mechanisms of synchrony in spatially structured gamebird populations. *Journal of Animal Ecology* 69: 620-638.

Cattadori I., Hudson P.J. (1999). Temporal dynamics of grouse population at the southern edge of their distribution. *Ecography* 22 (4): 374-383.

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

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

Chemini C., Rizzoli A. (2003). Land use change and biodiversity conservation in the alps. *J. Mt. Ecol.* 7: 1 - 7

Cote S., Rooney T., Tremblay J., Dussault C., Waller D.M. (2006). Wild deer as a source of infection for livestock and humans in the UK. *The Veterinary Journal* 174: 260 - 276

Cote S.D., Rooney T.P., Tremblay J.P., Dussault C., Waller D. M. (2004). Ecological impacts of deer overabundance. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*. 35: 113-147.

De Meneghi D. (2006). Wildlife, environment and (re)-emerging zoonoses, with special reference to sylvatic tick-borne zoonoses in North-western Italy. *Ann Ist Super Sanità*. 42 (4): 405-409

- De Franceschi P. (1995). Strategie di gestione dei tetraonidi sulle Alpi italiane : il fagiano di monte (*Tetrao tetrix*). Suppl. Ric. Biol. Selvaggina 12: 725-728.
- De Franceschi P.F., Odasso M. (1998). Status della coturnice in due aree campione del Trentino meridionale e proposte di gestione. Report Centro Ecologia Alpina. 15: 67-84.
- Formenti N. (2009). Analisi delle comunità elmintiche di specie simpatriche di Fagiano di monte e Pernice bianca nelle Alpi Occidentali (Prov. VB). Valutazioni di ordine conservazionistico ed implicazioni gestionali. Tesi di laurea in Medicina Veterinaria. 26-31
- 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. 817-823.
- Gardner S.G., Campbell M.L. (1992). Parasite as probes of biodiversity. J. Parasitol., 78(4), 596-600.
- Giordano O, Ficetto G, Tizzani P. (2011). Influence of weather-climate conditions on the reproductive period of Rock Partridge *Alectoris graeca* in a population of the western alps. Atti del convegno: Conference on Mediterranean populations of the genus *Alectoris* Alessandria, Italy 14-15 November 2011: 48.
- Gortazar C., Villafuerte R., Martin M. (2000). Success of Traditional Restocking of Red-legged Partridge for Hunting Purposes in Areas of Low Density of Northeast Spain Aragon. Z. Jagdwiss. 46: 23-30
- Green R. E. (2008). Double nesting of the Red-legged Partridge *Alectoris rufa*. Ibis: 126, 3: 332-346
- Hartwich G. (1978). Keys to genera of ascaridodea. Ed Anderson-Chabaut, 1-5.

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

Labaune C., Magnin F. (2002). Pastoral management vs. land abandonment in Mediterranean uplands: impact on land snail communities. *Global Ecology & Biogeography* 11, 237-245

Lanfranchi P. (1993). Patrimonio zootecnico e faunistico: interazioni sanitarie e relative implicazioni gestionali. *Atti Società Italiana Buiatria*, 25: 147-155.

Lindfors P., Nunn C.L., Jones K.E., Cunningham A.A., Sechrest W., Gittleman J.L. (2007). Parasite species richness in carnivores: effects of host body mass, latitude, geographical range and population density. *Global Ecology and Biogeography*.1: 1-14.

Martinez J., Merino S. (2011). Host-parasite interactions under extreme climatic conditions. *Current Zoology* 57 (3): 390-405

Maurer K., Weyand A., Fischer M., Stöcklin J. (2006). Old cultural traditions, in addition to land use and topography, are shaping plant diversity of grasslands in the Alps. *Biol Conserv* 130:438-446

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

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.

- Paganin m., Meneguz P.G. (1991). Considerazioni ed implicazioni di carattere gestionale sulla lunghezza dell'intestino della coturnice (*Alectoris graeca*). 303-310
- 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. 58,1: 59-70.
- Permin A., Hansen J.W. (1998). The Epidemiology, Diagnosis and Control of Poultry Parasites. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, pp. 29-30.
- Petretti F. (1985). La Coturnice negli Appennini. World Wildlife Fund Italia, Serie Atti e Studi, 4: 1-24.
- Randi E. (2008). Detecting hybridization between wild species and their domesticated relatives. Molecular Ecology 17, 285–293
- Rhymer J.M., Simberloff D. (1996). Extinction by hybridisation and introgression. Annual Review of Ecology and Systematics, 27, 29–44.
- Rippa D., Maselli V., Soppelsa O., Fulgione D. (2011). The impact of agro-pastoral abandonment on the Rock Partridge *Alectoris graeca* in the Apennines. Ibis, 153, 721–734.
- Rizzoli A., Manfredi M.T., Rosso F., Rosà R., Cattadori I., Hudson P. (1997). A survey to identify the important macroparasites of rock partridge (*Alectoris graeca saxatilis*) in Trentino, Italy. Parassitologia 39: 331-334.
- Rizzoli A., Rosso F., Ferrari N., Rosà R., Farrè L., Manfredi M. T., Hudson P.J. (2003). Infestazione da *Ascaridia compar* (schrunk, 1790) nella Coturnice alpina: effetti sull'ovodeposizione e su alcuni Valori ematochimici. J. Mt. Ecol., 7 (Suppl.), 291-294

Rosà R., Bolzoni L., Rosso F., Pugliese A., Hudson P.J., Rizzoli A. (2011). Effect of *Ascaridia compar* infection on rock partridge population dynamics: empirical and theoretical investigations *Oikos* Volume 120, 10, 1557–1567

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.

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

Sousa W.P. (1990). Spatial scale and process structuring a guild of larval trematode parasites. *Parasites communities: patterns and process*. Au: G. W. Esch, A. O. Bush and J. M. Aho. Ed: London Chapman and Hall, London. 69-100.

Storch L. (2007a). Grouse: status survey and conservation action plan 2006–2010. IUCN, Gland, and World Pheasant Association, Fordinbridge, 114 pp.

Storch L. (2007b). Conservation status of grouse worldwide: an update. *Wildl Biol* 13(1):5–12

Suter W., Graf R.F., Hess R. (2002). Capercaillie (*Tetrao urogallus*) and avian biodiversity: testing the umbrella-species concept. *Conserv Biol* 16:778–788.

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, Paris. *Gibier Faune Sauvage. Game Wildlife* 11, Hors serie, 2 Vols.

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

Turroni E., Cordola M., Berteà A., Prola C. (2009). Rendiconto Nivometricostagione invernale 2008/2009. ARPA Regione Piemonte, 1-82

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

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

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

Wipf S., Rixen C., Fischer M., Schmid B., Stoeckli V. (2005). Effects of ski piste preparation on alpine vegetation. Journal of Applied Ecology 42, 306-316.