

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

**Dipartimento di Medicina Animale, Produzioni e
Salute**

Corso di Laurea magistrale a ciclo unico in
MEDICINA VETERINARIA

Monitoraggio della fauna parassitaria della
marmotta alpina (*Marmota marmota*) nel
Parco Naturale Paneveggio-Pale di San
Martino

Relatore

Dott.ssa Erica Marchiori

Correlatori

Prof. Rudi Cassini

Prof. Giorgio Marchesini

Laureando

Claudio Mazzucchi

Matricola n. 1170629

ANNO ACCADEMICO 2022/2023

Riassunto

Le marmotte alpine sono roditori sociali che svolgono un ruolo importante negli ecosistemi alpini. Tuttavia, si sa poco sui parassiti che infestano questi animali. Dal 2019, il Parco Naturale Paneveggio-Pale di San Martino sta studiando l'ecologia delle marmotte, utilizzando un approccio di cattura-marcatura-ricattura. Nell'ambito di questo studio, il Parco ha raccolto anche campioni di feci delle marmotte per indagarne lo stato di salute.

I campioni fecali sono stati raccolti da tre aree di studio. Sono state utilizzate due diverse strategie di campionamento: campioni individuali da marmotte catturate (solo a maggio) e campioni ambientali dagli ingressi delle tane di marmotta e da latrine vicine (mensilmente da giugno ad agosto). I campioni sono stati testati per la presenza di elementi di parassiti gastrointestinali utilizzando sia una tecnica qualitativa (sedimentazione e flottazione) che quantitativa (MiniFLOTAC). Il test del chi-quadrato è stato utilizzato per indagare le differenze nella prevalenza dei parassiti tra aree e mesi di campionamento, mentre i test non parametrici sono stati utilizzati per valutare le differenze nell'abbondanza dei parassiti, considerando aree e mesi di campionamento e fattori individuali quando disponibili (sesso, età e indice di condizione corporea).

Sono stati raccolti in totale 119 campioni: 30 da catture e 89 dall'ambiente. I coccidi sono stati il taxon più comune, trovato in 94 dei 119 campioni (79,0%). *Ctenotaenia marmotae* è stato il secondo parassita più comune, trovato in 23 dei 119 campioni (19,3%). La prevalenza e l'abbondanza di questi due parassiti variavano significativamente tra aree e mesi. Non sono state osservate differenze significative nella prevalenza o nell'abbondanza dei parassiti tra i sessi o tra le classi di età. Altri parassiti sono stati trovati meno frequentemente: *Capillaria* sp. (n=11), *Ascaris laevis* (n=4), *Citellina alpina* (n=2) e *Strongyloides* sp. (n=2), tutti già segnalati nelle Alpi occidentali.

In conclusione, questo studio è stato il primo a descrivere la comunità di parassiti gastrointestinali delle marmotte alpine nelle Alpi orientali italiane. I fattori ambientali hanno influenzato la distribuzione dei due parassiti più prevalenti. L'utilizzo di campioni provenienti da gabbie di cattura ha permesso di condurre un'analisi preliminare dell'influenza dei fattori individuali sulla

distribuzione dei parassiti, ma non sono stati osservati effetti significativi. Tuttavia, aumentare la dimensione del campione (ad esempio, includendo le catture estive) potrebbe fornire risultati più definitivi.

Abstract

Alpine marmots are social rodents that play an important role in Alpine ecosystems. However, little is known about the parasites that infect these animals. Since 2019, the Paneveggio-Pale di San Martino Natural Park has been studying marmot ecology using a capture-mark-recapture approach. As part of this study, the Park has also collected samples from the marmots' feces to learn more about the health of the marmot population.

Fecal samples were collected from 3 study areas. Two different sampling strategies were used: individual samples from captured marmots (only in May) and environmental samples from the entrances of marmot burrows and from nearby latrines (monthly from June to August). The samples were tested for gastrointestinal parasites' elements using both a qualitative (sedimentation and flotation) and quantitative (MiniFLOTAC) technique. The chi-squared test was used to investigate differences in parasite prevalence among areas and sampling months, while non-parametric tests were used to assess differences in parasite abundance, considering areas and sampling months and individual factors when available (sex, age, and body condition index).

A total of 119 samples were collected: 30 from captures and 89 from the environment. *Coccidia* were the most common parasite, found in 94 of the 119 (79.0%). *Ctenotaenia marmotae* was the second most common parasite, found in 23 out of the 119 (19.3%). The prevalence and abundance of these two parasites varied significantly among areas and months. There were no significant differences in parasite prevalence or abundance between sexes or among age classes. Other parasites were found less frequently: *Capillaria* sp. (n=11), *Ascaris laevis* (n=4), *Citellina alpina* (n=2), and *Strongyloides* sp. (n=2), all of them already reported in the Western Alps.

In conclusion, this study was the first to describe the gastrointestinal parasite community of Alpine marmots in the eastern Italian Alps. Environmental factors influenced the distribution of the two most prevalent parasites. The use of samples from capture cages allowed to conduct a preliminary analysis of the influence of individual factors on parasite distribution, but no significant effects were observed. Nevertheless, increasing the sample size (e.g., by including summer captures) may provide more definitive results.

INDICE

Riassunto	0
Abstract.....	2
INDICE	3
1. INTRODUZIONE	4
1.1 PARCO NATURALE PANEVEGGIO PALE DI SAN MARTINO	4
1.1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
1.1.2 TERRITORIO, FLORA E FAUNA	6
1.2 MARMOTTA ALPINA	9
1.2.1 BIOLOGIA.....	9
1.2.2 PATOLOGIA.....	11
1.3 PARASSITOFAUNA.....	12
2. SCOPO DELLA TESI	23
3. MATERIALI E METODI	24
3.1 AREE STUDIO.....	24
3.1.1 BUSABELLA – FOSSE (area 1)	25
3.1.2 VENEGIOTA – PIAN DELLA VEZZANA (area 2)	26
3.1.3 LAIBI (area 3)	27
3.2 CAMPIONAMENTO	28
3.3 ANALISI DI LABORATORIO	29
3.3.1 ESAME COPROMICROSCOPICO QUALITATIVO	30
3.3.2 ESAME COPROMICROSCOPICO QUANTITATIVO: TECNICA MINIFLOTAC.....	31
3.4 ANALISI DEI DATI	33
4. RISULTATI	35
4.1 Indagine epidemiologica.....	35
4.2 Analisi delle differenze fra gruppi	36
4.3 Correlazione fra BCI e abbondanza di OPG	39
5. DISCUSSIONE.....	40
6. CONCLUSIONI.....	44
7. BIBLIOGRAFIA.....	46
8. SITOGRAFIA.....	54

1. INTRODUZIONE

1.1 PARCO NATURALE PANEVEGGIO PALE DI SAN MARTINO

Il *Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino* è nato nel 1988 su iniziativa della Provincia Autonoma di Trento. Si trova nel territorio della provincia, nella regione Trentino-Alto Adige, in prossimità del confine col Veneto.

1.1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il parco è stato istituito dalla Provincia Autonoma di Trento con la Legge Provinciale n. 18 del 1988¹, sostituita in seguito dalla Legge Provinciale n. 11 del 2007 *Governo del territorio forestale e montano, dei corsi d'acqua e delle aree protette* (<https://www.parcopan.org/ente-parco/normativa-di-riferimento/>).

Questa legge è finalizzata a migliorare la stabilità fisica e l'equilibrio ecologico del territorio forestale e montano, nonché a conservare e a migliorare la biodiversità espressa dagli habitat e dalle specie, attraverso un'equilibrata valorizzazione della multifunzionalità degli ecosistemi, al fine di perseguire un adeguato livello possibile di stabilità dei bacini idrografici, dei corsi d'acqua e di sicurezza per l'uomo, di qualità dell'ambiente e della vita e di sviluppo socio-economico della montagna. Il perseguimento di tali finalità è diretto ad assicurare la permanenza dell'uomo nei territori montani (L. P. 11/2007 Art. 1²). Queste finalità sono perseguite attraverso diverse attività, fra cui il riconoscimento, il miglioramento e la valorizzazione della funzione ambientale, connessa alla conservazione della biodiversità, degli habitat e delle specie, nonché mediante la difesa idrogeologica del territorio, la tutela dei boschi, la gestione dei corsi d'acqua e la valorizzazione della funzione culturale e turistico-ricreativa (L. P. 11/2007 Art. 2²).

L'organizzazione e il funzionamento del parco è regolato dal Decreto del Presidente della Provincia 21 gennaio 2010 n. 3-35/Leg. "Regolamento concernente l'organizzazione ed il funzionamento dei parchi naturali provinciali,

¹ *Ordinamento dei parchi naturali* Legge provinciale 6 maggio 1988, n. 18.

² Legge provinciale sulle foreste e sulla protezione della natura Legge provinciale 23 maggio 2007, n. 11.

nonché la procedura per l'approvazione del piano del parco (articoli 42, 43 e 44 della Legge provinciale 23 maggio 2007, n. 11)".

Il Piano del Parco è lo strumento fondamentale per la tutela dei valori naturali e ambientali, storici, culturali, antropologici e tradizionali del territorio del Parco Naturale Paneveggio-Pale di San Martino. È uno strumento complesso, che tiene conto dell'esigenza di coniugare la tutela dell'ambiente con la storia e le tradizioni di un territorio da secoli utilizzato dall'uomo per le proprie attività.

La più recente normativa provinciale è la Legge Provinciale 15/2015 "Legge provinciale per il governo del territorio", che detta disposizioni per il governo e la valorizzazione del territorio provinciale, definendone la tipologia, gli obiettivi, i contenuti, i procedimenti di formazione e gli effetti degli strumenti di pianificazione territoriale e dei piani attuativi, nonché la disciplina della tutela e della valorizzazione del paesaggio, con l'indicazione delle specifiche competenze di Provincia, comunità e comuni e con l'individuazione degli strumenti volti a garantire elevati livelli di qualità del paesaggio urbanizzato, agrario e naturale, e infine la disciplina in materia di edilizia (L. P. 15/2015 Art. 1³).

Invece per quanto riguarda la politica dell'Unione Europea, la Direttiva 92/43/CEE "Habitat" istituisce la Rete Natura 2000 come principale strumento di conservazione della biodiversità, ovvero per garantire il mantenimento a lungo termine degli habitat naturali e delle specie di flora e fauna minacciati o rari a livello comunitario (<https://www.parcopan.org/la-rete-natura-2000/cosa-e-la-rete-natura-2000/>).

La Direttiva riconosce il valore di tutte quelle aree nelle quali la secolare presenza dell'uomo e delle sue attività tradizionali ha permesso il mantenimento di un equilibrio tra attività antropiche e natura. Alle aree agricole, per esempio, sono legate numerose specie animali e vegetali ormai rare e minacciate per la cui sopravvivenza è necessaria la prosecuzione e la valorizzazione delle attività tradizionali, come il pascolo o l'agricoltura non intensiva. Nello stesso titolo della Direttiva viene specificato l'obiettivo di conservare non solo gli habitat naturali ma anche quelli seminaturali (come le aree ad agricoltura tradizionale, i boschi utilizzati, i pascoli, ecc.). Per questo motivo la Direttiva Habitat intende garantire la protezione della natura tenendo

³ Legge provinciale per il governo del territorio 2015 Legge provinciale 4 agosto 2015, n. 15.

anche “conto delle esigenze economiche, sociali e culturali, nonché delle particolarità regionali e locali” (Dir. 92/43/CEE “Habitat” Art. 2⁴).

Dalle diverse norme che regolano i principi e le attività del Parco, si evince quanto questi non identifichi nelle specie selvatiche e nella natura un ambiente incontaminato e da favorire, a discapito dell’uomo, ma al contrario ne vuole favorire il connubio, in un equilibrio che può portare beneficio all’intero ecosistema, di cui l’essere umano ormai fa parte.

1.1.2 TERRITORIO, FLORA E FAUNA



Figura 1.1.1 Mappa del Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino con evidenziati i confini.

Il parco si estende per quasi 20.000 ettari ed è delimitato a nord dalla Val di Fassa, a Ovest dalla Val di Fiemme, dalla catena montuosa del Lagorai, di cui comprende il tratto finale, e dalla Valle del Vanoi, a sud dalla zona del Primiero e a est dal confine con la regione Veneto, che comprende in parte le Pale di San Martino. A caratterizzare l’area protetta, si trovano ambienti tipicamente

⁴ Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche Dir. 92/43/CEE “Habitat”.

montani, quali massicci rocciosi di varia natura geologica (dolomia, porfido, metamorfica), innumerevoli corsi d'acqua, ampie distese di prati e pascoli, nonché estese aree boschive (<https://www.parcopan.org/il-territorio/>).

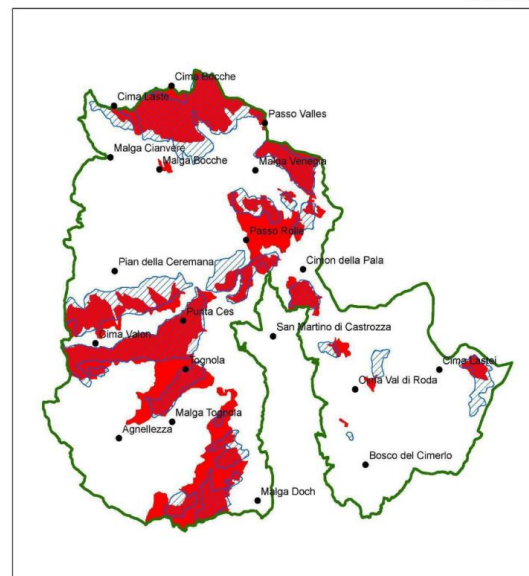
Queste ultime occupano più di metà del territorio e sono rappresentate principalmente da abete rosso, larice e pino cembro. Altre specie arboree presenti sono il larice bianco, il faggio, il frassino, il sorbo degli uccellatori, l'ontano verde, il sorbo alpino, il pino mugo e il nocciolo.

Prati e pascoli, invece, presentano un'importante varietà di specie floristiche, che conferiscono una straordinaria ricchezza alla biodiversità del parco. Fra le molteplici specie, si possono trovare più varietà di primula, sassifraga, orchidea, carice, campanula e androsace.

Nonostante fino a qualche decennio fa diversi carnivori ed erbivori fossero praticamente scomparsi dal territorio, la fauna del parco è tornata ad essere ricca e variegata grazie alla tutela del parco e a specifici progetti di reintroduzione. Tra i mammiferi, sicuramente i più degni di nota dell'area protetta sono gli ungulati, fra cui il cervo, simbolo del parco, il capriolo, il camoscio e lo stambecco. Questi ultimi due hanno riscontrato un rallentamento nella crescita della rispettiva popolazione a causa di una recente epidemia di rogna sarcotica. Sono anche presenti i grandi carnivori, che sono rappresentati dalla giovanissima popolazione di lupi (primi avvistamenti nel 2016), nonché piccoli mammiferi quali la marmotta alpina, la lepre comune e la lepre bianca.

Il piano del parco indica che nel 2007, anno dell'ultimo aggiornamento

MARMOTTA DISTRIBUZIONE



Legenda
 ▨ Distribuzione 2001
 ■ Distribuzione 2007
 □ Confine Parco PPSM

Figura 1.1.2 Areale di distribuzione della marmotta alpina nel territorio del Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino. Confronto fra la distribuzione del 2001 (a righe) e del 2007 (in rosso).

segnalato sul sito web del parco, la marmotta alpina occupava un areale di 4472 ha, con presenza maggiore nei settori San Martino-Vanoi e Paneveggio.

Molto più variegata è la classe degli uccelli che popola il parco. Spiccano i galliformi, rappresentati da gallo cedrone, fagiano di monte, pernice bianca e francolino di monte. Il gufo reale e l'aquila reale sono invece gli unici superpredatori alati del territorio. Nel complesso, in stagione riproduttiva è stato appurato un numero complessivo di 84 specie di uccelli all'interno del parco.

Sono inoltre presenti anfibi, quali la salamandra alpina, il tritone alpestre e specie dell'ordine degli anuri. Anche l'erpetofauna assume una certa rilevanza, così come i pesci presenti nei corsi d'acqua (trota fario) e nei laghetti di alta quota (salmerino alpino e sanguinerola). Infine, il territorio è popolato da innumerevoli invertebrati, fra i quali spiccano i lepidotteri papilionoidei, come il rarissimo parnassio apollo.

Nel territorio del parco l'attività umana affianca e si intreccia con l'ambiente naturale: varia dall'agricoltura e l'allevamento, a attività più prettamente turistiche, quali la ristorazione, il pernottamento e l'agriturismo, oltre alle costanti attività di controllo e gestione del parco.

Il transito di mezzi a motore è permesso dalla via di accesso principale del parco, rappresentato dalla Strada Statale 50. Questa mette in collegamento i comuni di Predazzo e San Martino di Castrozza, transitando all'interno del parco dalle aree di Paneveggio e passo Rolle. La seconda strada asfaltata principale è la Strada Provinciale 81, che si dirama dalla SS50 a livello di Paneveggio e si dirige verso nord-est al Passo Valles. Attraverso la SP81 si accede alla Val Venegia, meta in assoluto più turistica del parco.

L'attività zootecnica partecipa alle attività turistiche principalmente in due modi: con vendita di prodotti lattiero-caseari in malga o a fondovalle, e attraverso l'attività pascolativa. Quest'ultima svolge un'importante e nota funzione per il mantenimento degli habitat montani, in quanto mantiene un manto erboso basso in corrispondenza dei pascoli, e favorisce l'instaurarsi di una biodiversità floristica molto ricca (Fraser et al., 2022).

1.2 MARMOTTA ALPINA

La marmotta alpina (*Marmota marmota*) è un roditore appartenente alla famiglia degli Sciuridae. Solo due delle undici specie del genere *Marmota* sono presenti sul territorio europeo: la *Marmota bobak*, tipica dell'area est del continente e dell'Asia, e la sopraccitata *Marmota marmota*.

1.2.1 BIOLOGIA

La *Marmota marmota* ssp *marmota*, è la sottospecie presente su tutto l'arco alpino, sui Pirenei e in alcune aree montane della Francia e del nord della Germania, ed è quella più diffusa sia per quanto riguarda l'areale di distribuzione, che la numerosità. Questo anche grazie a progetti di reintroduzione che da metà dello

scorso secolo hanno rinvigorito la popolazione, anche in Italia (Borgo et al., 2009). Molto meno diffusa è invece la sottospecie *latirostris*, che presenza nell'area dei Monti Tatra orientali e che è soggetta a numerosi studi e programmi di salvaguardia (Ballo & Sýkora, 2003).

La marmotta alpina è il più grande roditore presente nella regione alpina e occupa prevalentemente gli ambienti di prateria tra i 600 e 3200 m s.l.m. (Allainé et al., 1994). È un animale dal corpo tozzo, ricoperto da una folta pelliccia e lungo da 42cm a 60cm, ai quali si aggiunge la lunghezza della coda, che può arrivare a 17cm. Presenta inoltre come le altre specie appartenenti all'ordine dei Rodentia, la caratteristica coppia di incisivi a crescita continua. In base alla stagione, il peso può variare da 2 a 6kg (Amori et al., 2008), dove la massa maggiore fa riferimento al periodo di ibernazione che va da inizio ottobre fino ad aprile (Mann et al., 1993; Perrin et al., 1993), in cui le funzioni fisiologiche vengono rallentate fino a ridurre di circa sette volte il dispendio energetico necessario per sopravvivere per sei mesi grazie al grasso accumulato (Yahner, 2001)



Figura 1.2.1 Esemplare adulto di marmotta alpina nell'area di Busabella nell'attività di "basking".

La massa e le dimensioni sono leggermente maggiori nel maschio, come unico elemento di dimorfismo sessuale. Tuttavia, il riconoscimento del sesso si effettua tramite misurazione della distanza ano-uretra, maggiore di 30 mm nei maschi adulti (Zelenka, 1965). Invece le diverse classi d'età sono distinguibili sulla base della colorazione del mantello, che cambia dal grigio scuro nei piccoli dell'anno, al marrone chiaro negli *yearling* (i giovani, da 1 a 2 anni), al marrone, con un'area sul dorso fra il marrone e il grigio scuro e una tipica macchia bianca sulla zona dorsocaudale delle narici negli adulti.

La maturità sessuale viene raggiunta fra i 24 e i 25 mesi in entrambi i sessi. La stagione riproduttiva corrisponde al periodo compreso fra metà aprile, pochi giorni dopo l'uscita dalle tane, e metà maggio. La gestazione dura circa 33-34 giorni (Psenner, 1957) e produce in media 2-4 piccoli (Exner et al., 2003). Questi usciranno dalle tane verso la metà di luglio, in seguito allo svezzamento. Una famiglia di marmotta alpina è definita nucleo ed è composta da una coppia riproduttiva monogama di adulti maschio e femmina, eventuali *yearling* e/o piccoli, nonché possibili ulteriori adulti che svolgono il ruolo di *helper* (Maher, 2004; Walter, 1990). Ciascun nucleo occupa un territorio proprio, con un complesso sistema di tane formato da una tana principale e un numero variabile di tane d'emergenza o secondarie. Mentre queste ultime sono sostanzialmente funzionali alla fuga in casi di attacco da predatori, quali aquila e volpe (Pedrini & Sergio, 2002), la tana principale è composta da molteplici tunnel che collegano varie camere, che hanno diverse funzioni, fra cui lo svernamento, il riparo durante le ore serali, il parto e lo svezzamento dei piccoli (Durio et al., 1987).

Gli habitat prediletti dalla specie sono aree di praterie o pascolo montani, principalmente ad altitudini comprese fra 1800 m e 2400 m s.l.m. Si tratta di aree che consentono di avere una buona visibilità per potersi difendere dai predatori, nonché un'ampia disponibilità di cibo. Inoltre, devono avere una pendenza medio-alta per evitare gli allagamenti delle tane. Infine, la marmotta alpina predilige la presenza di massi o rupi che possono essere utilizzati per la vigilanza e la termoregolazione (Mann et al., 1993). In questi habitat si possono insediare più nuclei familiari di dimensioni variabili, con territori confinanti fra loro e con sistemi di tane separati. I nuclei di una stessa area formano una

colonia, che spesso è composta da individui parenti (Hanslik & Kruckenhauser, 2000).



Figura 1.2.2 Foto dell'area studio Laibi (A3). Si può osservare un tipico habitat per la marmotta alpina, con pendii di prato o pascolo, e presenza di massi.

La marmotta alpina è un erbivoro pascolatore selettivo. Nel periodo estivo, l'attività all'esterno maggiormente rappresentata è la ricerca di alimento, con preferenza nei confronti delle dicotiledoni (leguminose, scrofulariacee, cistacee, asteracee, campanulacee e cariofillacee) rispetto alle monocotiledoni (liliacee e graminacee) (Ramousse et al., 2009; Bassano et al., 1996; Massemin et al., 1996). Invece subito dopo l'uscita dalle tane, o comunque in periodi dell'anno in cui il foraggio non è abbondante, è possibile ritrovare nella loro dieta bulbi e radici, con una possibile integrazione data da invertebrati (Bassano et al., 1996).

1.2.2 PATOLOGIA

La principale causa di mortalità in natura è la predazione da parte di carnivori, quali volpe e aquila, mentre malattie infettive e parassitarie non sono riportate come cause comuni di decesso dell'animale.

Per quanto riguarda le malattie infettive, la casistica maggiormente riportata in bibliografia riguarda le specie americane (*M. monax* e *M. flaviventris*) e la più vicina *Marmota bobak* nell'Asia. In quest'ultima è stata riscontrata la presenza

di *Pasteurella tularensis* e *Listeria spp.* che, sebbene agenti zoonosici, non hanno mai dimostrato passaggio da queste specie all'uomo. Allo stesso modo, nelle specie americane, sono stati ritrovati *Leptospira spp.* e *Rickettsia*, ma sempre con forme asintomatiche (Mann et al., 1993).

Diverso è il caso di *Yersinia pestis*, che può dare una lieve sintomatologia nella marmotta e presentare un rischio importante di zoonosi per l'uomo. La principale specie reservoir è *M. himalayana*, presente in Asia, ed è stata responsabile della maggior parte dei casi relativi ai 4 focolai di peste in Cina dal 1950 al 2019 (He et al., 2021). Nell'uomo provoca una sintomatologia respiratoria, che contribuisce alla diffusione della malattia fra le persone. Le altre principali vie di trasmissione sono tramite ferite procurate durante lo scuoiamento di marmotte infette, e tramite il morso di pulci infette. In Europa questo agente infettivo è stato debellato nel IXX secolo, sebbene in Italia, nel Parco Nazionale dello Stelvio, sia stata identificata la presenza di *Yersinia kristensenii*, meno pericolosa, in feci di marmotta alpina, di cervo e di capriolo (Pagano et al., 1985).

Per quanto riguarda le infezioni virali, il genere *Marmota* è considerato sensibile a *Lyssavirus*, agente di rabbia. È stata identificata l'infezione da virus della rabbia del procione in *Marmota monax* in territorio statunitense, senza però alcun riscontro o segnalamento per quanto riguarda la sintomatologia o la trasmissione all'uomo (Fitzpatrick et al., 2014).

1.3 PARASSITOFAUNA

È invece più significativa la casistica presente in letteratura per quanto riguarda le infestazioni di tipo parassitario. In particolare, nella marmotta alpina è stata riscontrata sovente la presenza di coccidi del genere *Eimeria*, cestodi e nematodi, con frequenza maggiore per *Ctenotaenia marmotae*, *Ascaris laevis* e *Citellina alpina* (Zanet et al., 2017; Sabatier, 1989). Ne vengono elencate di seguito le caratteristiche principali riportate in letteratura, riassunte nella tabella 1.2.2.

COCCIDI

Regno: Protista

Phylum: Apicomplexa

Classe: Conodaisida

Ordine: Eucoccidiorida

Famiglia: Eimeriidae

Genere: *Eimeria*

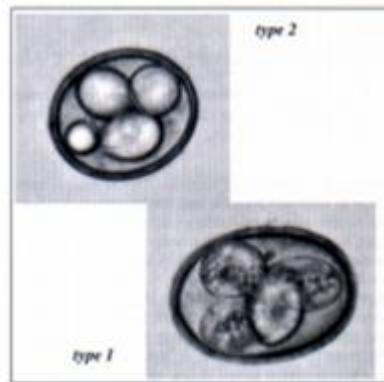


Figura 1.2.3

Fotografia di due tipi di oocisti indicate da Bassano et al. (1992).

Ciclo biologico: è monossico (senza cambio di ospite) e inizia dalla oocisti matura, forma infettante. All'interno dell'oocisti sono presenti quattro sporocisti, ciascuna con due sporozoiti, che rappresentano l'unità infettante. L'ospite definitivo si infetta ingerendo le oocisti presenti nell'ambiente, terminando la fase esogena del parassita. Nella fase endogena, le oocisti raggiungono l'intestino, in cui gli sporozoiti sono rilasciati e possono infettare le cellule intestinali. Inizia una replicazione asessuata (schizogonia), seguita da una fase sessuata (gametogonia). Entrambe avvengono all'interno delle cellule dell'ospite, provocandone in ultimo la lisi. La gametogonia si completa con la formazione delle oocisti immature, che occupano il lume intestinale e vengono espulse con le feci. L'oocisti immatura sporula all'esterno nell'arco di 24-48 ore e può resistervi per lunghi periodi (López-Osorio et al., 2020).

Periodo di prepatenza: ignoto nella marmotta, variabile da quattro a otto nel roditore *Mus musculus* (Schito et al., 1996). Segnalato di quattro giorni in uno studio più recente (Jarquín-Díaz et al., 2022).

Patogenicità: ignota nella marmotta, comunemente dà malassorbimento, perdita di peso e diarrea (Jarquín-Díaz et al., 2022; Al-Khlifeh et al., 2019). In Bassano et al. (1992) si sospetta che la concomitanza di un elevato numero di oocisti, condizioni ambientali favorevoli alla loro sporulazione e la fuoriuscita dei piccoli di marmotta dell'anno dalle tane (fra giugno e luglio (Huber, 1978)) possa portare alla manifestazione clinica dell'infezione.

Morfologia: variabile in base alla specie. Si riporta la chiave interpretativa delle oocisti stilata da Bassano et al. (1992). In tale studio sono state identificate tre tipologie, in base alle caratteristiche morfologiche.

	1	2	3
Forma	Ellittica	Ellittica	Subsferica
Lunghezza	34-37 µm	22-27 µm	18-20 µm
Larghezza	25-29 µm	18-23 µm	18-20 µm
Micropilo	Assente	Assente	Assente
Colore parete	Giallo-marrone	Trasparente	Trasparente
Spessore p.	Spessa	Sottile	Sottile
Superficie p.	Ruvida	Liscia	Liscia

Tabella 1.2.1 Caratteristiche morfologiche delle tre tipologie di oocisti riferibili al genere *Eimeria* individuate da Bassano et al. (1992).

CTENOTAENIA MARMOTAE

Regno: Animalia

Phylum: Platyhelminthes

Classe: Cestoda

Ordine: Cyclophyllidea

Famiglia: Anoplocephalidae

Genere: *Ctenotaenia*

Specie: *marmotae*

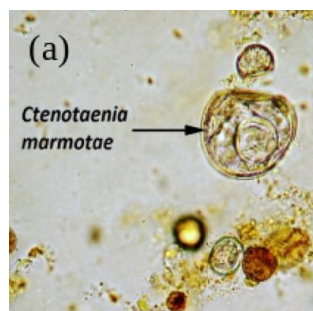


Figura 1.2.4

Fotografia al microscopio ottico con larva esacanta all'interno di uovo di *C. marmotae* (Ferrandiz-Rovira et al., 2015).

Ciclo biologico: indiretto, tramite un ospite intermedio rappresentato da acari coprofagi dell'ordine degli *Oribatida*. La marmotta si infesta ingerendo accidentalmente gli acari infestati da stadi larvali di *C. marmotae*. Questi raggiungono l'intestino tenue, dove maturano a adulto. I parassiti adulti sono costituiti da una testa (scolice) con organi adesivi (ventose o uncini), coi quali si ancorano alla mucosa dell'intestino tenue (Callait & Gauthier, 2000), seguita da una zona di proliferazione (zona di crescita), da cui si forma un diverso numero

di segmenti strutturati in modo simile (proglottidi). Ciascuna proglottide contiene un apparato sessuale maschile e uno femminile (ermafrodita). Il tratto genitale maschile di solito matura prima di quello femminile per impedire l'autofecondazione. Le proglottidi terminali (gravide) contengono le uova con al loro interno una larva esacanta, forma infettiva per gli ospiti intermedi. Queste si staccano e vengono escrete dall'ospite con le feci, dove verranno ingerite dall'ospite intermedio (Preleuthner et al., 1999). La forma larvale che sviluppa nell'acaro rappresenta anche una forma di resistenza all'inverno (Ebermann, 1976). Infatti, prima dell'ibernazione, la marmotta alpina effettua un processo di *self-cure*, che consiste nell'atrofizzazione dell'intestino, che espelle meccanicamente tutti gli adulti di *C. marmotae* in esso presenti (Václav & Kalúz, 2014; Callait & Gauthier, 2000; Bassano et al., 1992). Per questi motivi si possono osservare variazioni nell'eliminazione delle uova nell'arco dei mesi di attività, con un aumento a partire dal secondo/terzo mese (Callait & Gauthier, 2000).

Periodo di prepatenza: 40 giorni (Callait & Gauthier, 2000). Per questo motivo si possono osservare variazioni quantitative nell'eliminazione delle uova nell'arco dei mesi di attività, con un aumento a partire dal secondo/terzo mese (Callait & Gauthier, 2000).

Patogenicità: non è segnalata alcuna manifestazione clinica, ma si può presupporre malassorbimento e crescita stentata, nel caso di infestazione massive e/o individui immunocompromessi, nonché interferenza con la formazione dei depositi di grasso (Chiudinelli et al., 2020).

Morfologia: non riportata in letteratura per le uova. *Anoplocephala magna*, un cestode della stessa famiglia di *C. marmotae*, presenta uova di forma tetraedrica che misurano in media 68,4 µm in lunghezza e 63,9 µm alla base. L'oncosfera all'interno, di diametro medio 20,2 µm, racchiude sei uncinetti embrionali (Schuster & Coetzee, 2012). Gli adulti di *C. marmotae* misurano dai 3 ai 20 cm in lunghezza (Callait & Gauthier, 2000).

CAPILLARIA sp

Regno: Animalia

Phylum: Nematoda

Classe: Enoplea

Ordine: Enoplida

Famiglia: Capillaridae

Genere: *Capillaria*



Figura 1.2.5 Uovo di *Capillaria caudinflata* da feci di *Nipponia nippon*. Tratto da Zhang et al., 2014.

Le due specie segnalate in letteratura sono *C. caudinflata* e *C. hepatica*. La prima, tipica degli uccelli, è riscontrata anche nella marmotta alpina (Preleuthner et al., 1999; Bassano et al., 1992); la seconda è tipicamente dei roditori.

Ciclo biologico: per *C. caudinflata* è indiretto, con ospite intermedio rappresentato da un lombrico. Negli avicoli, l'adulto si insedia a livello di stomaco muscolare e intestino tenue, da cui produce le uova, che vengono emesse nell'ambiente con le feci (Zhang et al., 2014). Le uova vengono ingerite dall'ospite intermedio, dove schiudono e maturano allo stadio infestante. L'ospite definitivo si infesta mangiando il lombrico (Zhang et al., 2014). Invece per *C. hepatica* il ciclo è diretto e l'organo target è il fegato, dove gli adulti depongono le uova, che vengono emesse nell'ambiente in seguito a morte e decomposizione della carcassa o predazione (Berentsen et al., 2015). Nell'ambiente, diventano uova larvate, che, una volta ingerite, schiudono e attraversano la parete intestinale per raggiungere il circolo venoso portale e raggiungere il fegato, dove maturano a adulto (Aghdam et al., 2015). Nel caso in cui un ospite secondario ingerisse le uova, le eliminerebbe poi con le feci (Berentsen et al., 2015).

Periodo di prepatenza: ignoto per *C. caudinflata*. 18-21 giorni per *C. hepatica* (Aghdam et al., 2015). In altre specie di *Capillaria* vengono segnalati periodi di prepatenza compresi fra 20 e 90 giorni (Bhaibulaya & Indra-Ngarm, 1979; Cross et al., 1972).

Patogenicità: nelle specie avicole, *C. caudinflata* può provocare gravi sintomi, quali diarrea, perdita di peso e debolezza (Stenkewitz et al., 2016), ma nella

marmotta alpina non è segnalato alcun tipo di patogenicità (Bassano et al., 1992). *C. hepatica* provoca danni al fegato di ratto, dovuto all'infiammazione e alla fibrosi che conseguono all'insediamento e alla maturazione del parassita (Berentsen et al., 2015)

Morfologia: l'uovo di *C. caudinflata* è di forma ellittica, di dimensioni 61–68 x 28–30 µm e con un tappo polare a ciascun polo (Zhang et al., 2014); l'uovo di *C. hepatica* ha le stesse caratteristiche, con dimensioni quasi sovrapponibili: 54-64 x 29-33 µm (Misdraji, 2010). Gli adulti invece hanno dimensioni diverse: *C. caudinflata* misura in media 19 x 0,07 mm (femmina) e 14 x 0,06 mm (maschio) (Morehouse, 1942), mentre *C. hepatica* misura 53-78 mm × 0.11-0.20 mm e 24-37 × 0.07-0.10 mm (maschio) (Li et al., 2010).

CITELLINA ALPINA

Regno: Animalia
Phylum: Nematoda
Classe: Secernentea
Ordine: Oxyurida
Famiglia: Oxyuridae
Genere: *Citellina*
Specie: *alpina*

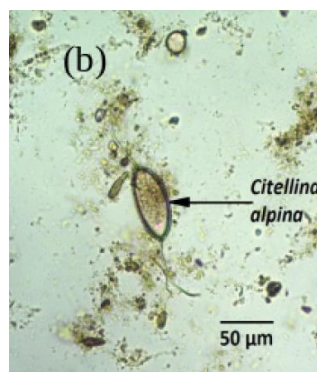


Figura 1.2.6 La forma dell'uovo di *C. alpina* presenta un'asimmetria, con un lato più convesso dell'altro. Presenta inoltre due filamenti polari (Ferrandiz-Rovira, et al. 2015).

Ciclo biologico: diretto. Gli adulti albergano e si riproducono a livello di intestino cieco dell'ospite (Callait & Gauthier, 2000). Le femmine migrano nella zona dell'ano e depongono le uova, che verranno emesse nell'ambiente con le feci. La maturazione degli stadi larvali avviene all'interno delle uova, fino allo stadio infestante. Queste vengono quindi ingerite dalla marmotta col cibo e le larve raggiungono il cieco, dove maturano a adulti (Preleuthner et al., 1999). La strategia di *C. alpina* per resistere all'inverno consiste in una co-ibernazione con l'ospite (Hugot, 1980), con permanenza nel cieco (Callait & Gauthier, 2000). Le tecniche copromicroscopiche sono inefficaci per la sua rilevazione, a

causa del suo breve periodo riproduttivo e la marcata sproporzione fra i due sessi nella stagione attiva (Callait & Gauthier, 2000), che ne limita fortemente la rilevabilità nelle feci.

Periodo di prepatenza: ignoto.

Patogenicità: nulla è noto intorno al potere patogeno di *C. alpina*, anche se le abitudini verosimilmente detriticole sembrano farne un parassita scarsamente temibile (Bassano et al., 1992).

Morfologia: uovo di forma ellittica asimmetrica, non embrionate, portanti due lunghi filamenti polari, in media $75 \times 36 \mu\text{m}$ in *Citellina undulata* isolata da *Citellus undulatus* (scoiattoli di terra); $70 \times 40 \mu\text{m}$ per *Citellina alatau* in *Marmota menzbieri* (Hugot, 1980). Per le due stesse specie Hugot (1980) indica anche le dimensioni degli adulti: $4,65 \times 0,395 \text{ mm}$ per *C. undulata*, e $6,625 \times 0,26 \text{ mm}$ (maschio) e $10,725 \times 0,575 \text{ mm}$ (femmina) per *C. alatau*. Queste sono paragonabili con la lunghezza media di 1 cm dell'adulto di *C. alpina* indicata da Callait & Gauthier (2000). È anche segnalata *Citellina marmotae* nella *Marmota monax canadensis* del Maine (USA), in cui gli adulti variano da $4,0 - 4,3 \times 0,26 - 0,28 \text{ mm}$ nei maschi, a $4,7 - 8,7 \times 0,39 - 0,52 \text{ mm}$ nelle femmine (Manter, 1930). Le uova hanno parete sottile e sono di forma ovale allungata, appiattita su un lato e misurano $68 - 73 \times 38 - 40 \mu\text{m}$. Presentano un lungo filamento a ciascun polo, che presenta una base più spessa e si assottiglia nella sua lunghezza (segnalata di $102 \mu\text{m}$ su un uovo di $68 \mu\text{m}$). Le uova sono opercolate e, quando deposte, contengono un embrione parzialmente formato, sottoforma di massa di cellule (Manter, 1930).

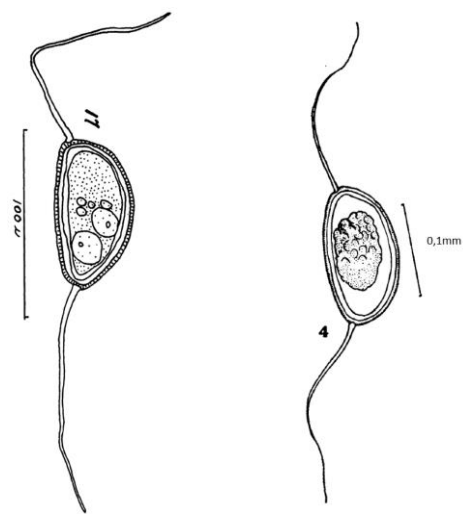


Figura 1.2.7 Disegni di uovo di *Citellina triradiata* isolato da *Marmota monax rufescens* (Read, 1957), a sinistra; di uovo di *Citellina marmotae* isolato da *Marmota monax canadensis*, a destra (Manter, 1930). Disegnato con l'ausilio di camera lucida.

ASCARIS LAEVIS

Regno: Animalia
Phylum: Nematoda
Classe: Secernentea
Ordine: Ascaridida
Famiglia: Ascarididae
Genere: *Ascaris*
Specie: *laevis*

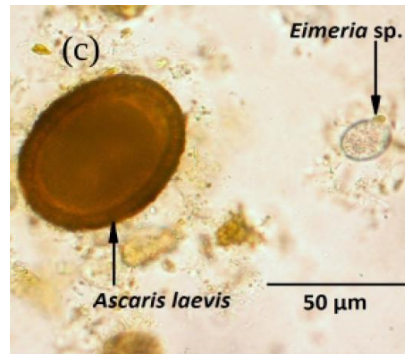


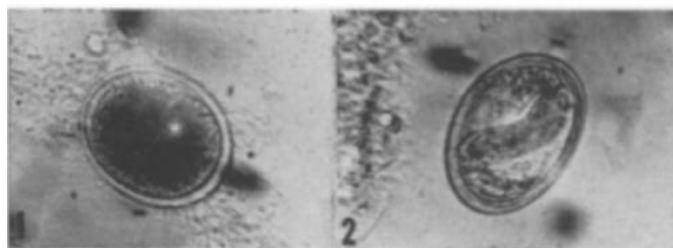
Figura 1.2.8 L'uovo di *A. laevis* è visivamente più grande delle più comuni oocisti di coccidi (Ferrandiz-Rovira et al., 2015).

Ciclo biologico: diretto, simile a quello di *C. alpina*, ma con una fase di migrazione larvale in vari organi (Preleuthner, 1999), quali polmoni e fegato (Callait & Gauthier 2000). Nel caso di *A. laevis* gli adulti albergano nell'intestino tenue, dal quale vengono espulsi col fenomeno di *self-cure* (Bassano et al., 1992). Le forme di resistenza al periodo invernale sono rappresentate dalle uova larvate emesse con le feci (Zanet et al., 2017; Callait & Gauthier 2000), così come dalla possibilità che larve migranti persistano nei tessuti della marmotta durante l'ibernazione (Zanet et al., 2017).

Periodo di prepatenza: 90 giorni (Babero, 1960). Bassano et al. (1992) ipotizzano un periodo di prepatenza di 36-40 giorni, come per *A. tarbagan* (Mozgovoi, 1953).

Patogenicità: in caso di infestazioni imponenti da un altro ascaride, *A. tarbagan*, è stata segnalata nella *Marmota sibirica* crescita stentata dei giovani e ad accumuli di grasso in quantità verosimilmente incompatibile col superamento dell'inverno (Dubinin, 1948).

Morfologia: dimensioni uova 71-78 x 62-67 µm (Bassano et al., 1992), comparabili con le dimensioni segnalate da



Babero (1960) di 60–80 x 50–70 µm. Questi indica inoltre

Figura 1.2.9 Uovo fertilizzato (sinistra) e uovo embrionato (destra) (Babero, 1960).

che l'uovo fertilizzato ha forma ovale, con una parete semitrasparente di 3-5 μm e con citoplasma composto da tanti granuli immersi in una matrice trasparente. Gli adulti invece misurano in lunghezza 78-139 mm (femmine) e 42 mm (maschio) (Callait & Gauthier, 2000; Babero, 1960).

Si riassumono di seguito le osservazioni degli studi epidemiologici presenti in letteratura per quanto riguarda l'area alpina.

Eimeria è il genere maggiormente rappresentato nella parassitofauna gastrointestinale di *M. marmota*. Esso è sostanzialmente presente per tutta la stagione di attività dell'ospite e può presentare un picco primaverile (Callait et al., 1998; Bassano et al., 1992), così come mantenere un'intensità di emissione sempre alta per tutta la stagione (Václav & Blažeková, 2014). All'interno di una popolazione studiata nel Parco Nazionale dello Stelvio, è emersa una significativa differenza di intensità sia per sesso che per classe di età. Infatti, le femmine erano più parassitate dei maschi e i giovani più degli adulti (Chiudinelli et al., 2020.). La stretta interazione che si verifica fra i neonati, che stanno nelle tane fino a 40 giorni, e le madri, che li allattano, può predisporre le femmine a maggiori infezioni di coccidi (Chiudinelli et al., 2020). La maggiore suscettibilità nelle classi di giovani è anche già stata osservata in altri studi riguardanti parassiti gastrointestinali di mammiferi selvatici (Kołodziej-Sobocińska, 2019).

Anche il cestode *Ctenotaenia marmotae* è ampiamente riscontrato negli studi epidemiologici riportati in letteratura. Sono segnalate prevalenze medie di 40%, con picchi mensili maggiori di 60% nella seconda metà della stagione di attività della marmotta (Zanet et al., 2017; Callait et al., 1998; Bassano et al., 1992). La prima rilevazione risulta avvenire dalla seconda metà di maggio (Zanet et al., 2017; Václav & Kalúz, 2014) alla prima metà di giugno (Bassano et al., 1992). Considerando il periodo di prepatenza di circa 40 giorni, si ipotizza come periodo di infestazione inizio aprile (Bassano et al., 1992), con indicazione che potrebbe avvenire anche all'interno delle tane (Václav & Blažeková, 2014; Bassano et al., 1992).

È interessante segnalare come l'infestazione di cestodi sembri avere un effetto protettivo nei confronti di infezioni con alte cariche di coccidi nelle popolazioni selvatiche di *Marmota marmota* (Václav & Blažeková, 2014).

A. laevis si riscontra solitamente negli esami copromicroscopici a partire da maggio – giugno, con prevalenza media intorno a 30% e un graduale aumento nell'arco della stagione, fino a picchi di 60 – 70 % nelle Alpi occidentali (Zanet et al., 2017; Bassano et. Al, 1992). Quindi sembra che sia per *C. marmotae*, che per *A. laevis* la prevalenza sia bassa dopo l'ibernazione, e massima nel periodo precedente all'ibernazione successiva (Callait & Gauthier, 2000).

Per quanto riguarda l'effetto delle condizioni ambientali sull'ecologia di *C. marmotae* e *A. laevis*, Zanet (2017) ha osservato nel Parco Nazionale del Gran Paradiso che la probabilità di rilevazione è correlata negativamente con l'altitudine e positivamente con il proseguire della stagione. In particolare, l'altitudine è stato un predittore di abbondanza per entrambi i generi parassitari, i quali, ad elevate altitudini hanno dimostrato di avere minore abbondanza, che corrisponde a un minor rischio di infestazione. Gli effetti dell'altitudine sulle condizioni ambientali sono molteplici, ma principalmente correlati alla temperatura. Per quanto riguarda la stagionalità, con l'avanzare dei mesi si è notato un aumento della prevalenza, come già riportato poco sopra. Anche Callait e Gauthier (2000) hanno osservato la stessa influenza del mese di attività sulla prevalenza parassitaria per *C. marmotae*, *A. laevis* e *C. alpina*, riportando la massima prevalenza nel periodo subito precedente l'ibernazione. Mentre nell'area delle Alpi occidentali sono stati condotti diversi studi, come quelli sopra citati, nell'area orientale non sono presenti report in letteratura ad eccezione di un lavoro di tesi (Chiudinelli et al. ,2020). Quest'ultimo riporta la presenza dei soli coccidi nel campione esaminato, che è costituito da 60 campioni fecali, di cui 16 provenienti da ricatture. Oltre al limite dato dalla scarsa numerosità campionaria, questo studio risulta essere limitato anche nei tempi (analizzati i campioni del solo 2019) e nel tipo di analisi (non viene indagata la prevalenza).

TASSONOMIA	LOCALIZ.	CICLO VITALE	PPT (giorni)	PATOGENICITÀ	UOVO/OOCISTI
Coccidia -Eimeridae - <i>Eimeria</i>	Intestino tenue	Diretto	4	Malassorbimento, perdita di peso, diarrea	Ellittico/subsferico 30 x 25 µm
Cestoda -Anoplocephalidae - <i>Ctenotaenia marmotae</i>	Intestino tenue	Indiretto (acari oribatidi)	40	Malassorbimento, perdita peso	68,4 µm in lunghezza x 63,9 µm alla base
Nematoda -Oxyuridae - <i>Citellina alpina</i>	Cieco	Diretto	Ignoto	Ignota	Ovale allungato asimmetrico. 75 x 36 µm
-Ascarididae - <i>Ascaris laevis</i>	Intestino tenue	Diretto	90	Malassorbimento, crescita stentata	Ovale 75 x 64 µm
-Capillaridae - <i>Capillaria caudinflata</i>	Stomaco e intestino tenue	Indiretto (lombrico)	Ignoto	Negli uccelli: debolezza, perdita peso, diarrea	61–68 x 28–30 µm
- <i>Capillaria hepatica</i>	Fegato	Diretto	18 – 21	Fibrosi epatica	54 - 64 x 29 - 33 µm

Tabella 1.2.2 Sintesi delle specie parassitarie maggiormente rappresentate in *Marmota marmota*, con le indicazioni riscontrate in letteratura riguardo la loro biologia e le dimensioni medie segnalate per le forme di resistenza ambientali (uova o oocisti) e PPT, periodo di prepatenza.

2. SCOPO DELLA TESI

La tesi è stata inserita all'interno di un progetto di ricerca triennale diretto dall'ente Parco di Paneveggio-Pale di San Martino, che mira a studiare la popolazione di marmotta alpina presente all'interno dei suoi confini, con il fine ultimo di indagarne le interazioni con l'attività del pascolo bovino.

Questa tesi ha avuto lo scopo principale di ampliare le conoscenze relative allo stato sanitario della popolazione di marmotta alpina, indagandone nello specifico l'aspetto parassitologico. A tal fine, di interesse primario è stata la determinazione di prevalenza ed intensità di emissione per i *taxa* gastrointestinali presenti, così come le possibili correlazioni di entrambi i parametri con le variabili ambientali (area studio, mese, anno di campionamento) e individuali (sesso, classe d'età, BCI). Questo studio si è avvalso delle operazioni di cattura programmate dal Parco per il monitoraggio della popolazione, in modo tale da ottenere anche campioni fecali individuali che permettessero di correlare eventuali fattori di rischio alle infestazioni parassitarie.

Inoltre, esiste un vuoto in letteratura per quanto riguarda la situazione epidemiologica della marmotta alpina nell'arco alpino orientale in Italia; quindi, è obiettivo di questa tesi fornire una conoscenza anche per questo territorio.

3. MATERIALI E METODI

3.1 AREE STUDIO

Lo studio è stato svolto nel Parco Naturale Paneveggio-Pale di San Martino, nella regione del Trentino-Alto Adige, in particolare nel territorio della Provincia Autonoma di Trento, che ha istituito il parco con la Legge Provinciale n. 18 del 1988⁵ (sostituita in seguito con la Legge Provinciale n. 11 del 2007⁶).

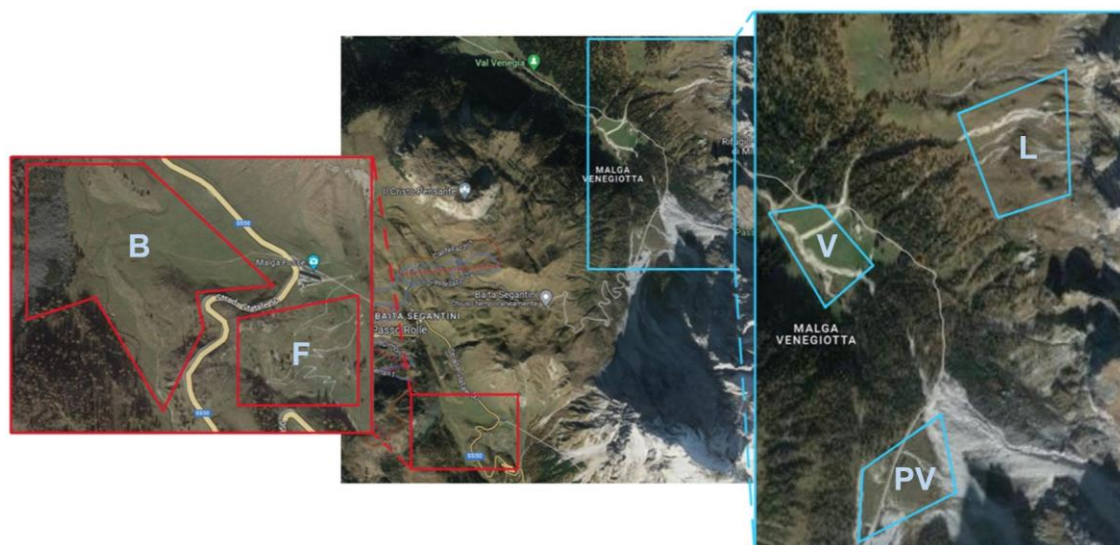


Figura 3.1.1 Foto satellitare delle aree studio del parco (B Busabella, F Malga Fosse, V Venegiota, PV Pian della Vezzana, L Laibi).

All'interno del parco, sono state identificate 3 aree studio: la prima composta da due siti adiacenti (separati solo dalla strada statale), denominati Busabella e Malga Fosse (area 1), la seconda formata da altri due siti vicini, chiamati Venegiota e Pian della Vezzana (area 2) e l'ultima, detta Laibi (area 3), ciascuna con due o più nuclei di marmotta alpina (Figura 3.1.1). Queste (ad eccezione dell'area studio "Laibi") rientravano in un progetto di ricerca più ampio del parco e dovevano essere di facile accesso con un'automobile, per permettere di raggiungerle comodamente e in tempi ragionevoli con l'equipaggiamento necessario per effettuare le diverse attività previste dallo studio. L'area 3 è stata aggiunta per aumentare la numerosità dei campioni

⁵ Ordinamento dei parchi naturali Legge provinciale 6 maggio 1988, n. 18.

⁶ Legge provinciale sulle foreste e sulla protezione della natura Legge provinciale 23 maggio 2007, n. 11.

fecali ai fini di questo studio, ma non rientra nello studio a lungo termine del parco; pertanto, è stato effettuato un unico campionamento nel mese di agosto.

3.1.1 BUSABELLA – FOSSE (area 1)

La zona di Busabella si trova nelle immediate vicinanze del polo turistico di Passo Rolle ed è situata a ovest dal tratto di Strada Statale 50 che dal passo prosegue verso San Martino di Castrozza.

Si compone di una zona pascolativa centrale a ridosso e leggermente più bassa della strada statale che ne rappresenta il limite orientale. È percorsa da nord a sud da un ruscello di esigua portata che si trova fra il centro e la parte ovest della zona, costeggiato da un sentiero sterrato. Proseguendo verso occidente si ha un'area rocciosa e un ghiaione nell'area nord, mentre verso sud è predominante la copertura erbosa con erba generalmente più alta.

Il sito di Malga Fosse si trova in prossimità di Busabella, ma nella porzione a est della Strada Statale 50. Tuttavia, è più ampia e si sviluppa maggiormente verso il basso, seguendo i tornanti della strada statale. Nell'area nord-occidentale sono presenti la stalla e l'area di mungitura dell'omonima malga, nonché un piccolo parcheggio sterrato. Il resto della zona è a carattere pascolativo, con alberi isolati prevalentemente identificabili come abeti rossi, pini cembri o larici. A est la zona termina con un sentiero che costeggia una rada area boschiva, mentre a nord il confine è dato da ripidi pendii rocciosi. A sud l'area si assottiglia sempre di più seguendo la strada.

L'intera area studio si trova a bassa quota, non raggiungendo mai i 2000 m ed estendendosi in media fra i 1830 e i 1940 m di altitudine. Subisce l'influenza della presenza antropica: la strada, infatti, è molto trafficata durante tutte le ore di luce, ed è presente un'area di parcheggio all'ingresso orientale di Passo Rolle, che fa da confine settentrionale a Busabella. Il transito di turisti è inoltre incrementato dalla presenza sia di ciclisti, tanto sulla statale che sui sentieri sterrati della porzione ovest, che di escursionisti. Nella parte più occidentale dell'area di Busabella vi è l'attacco di una parete rocciosa da arrampicata frequentata quotidianamente dai rocciatori.

L'allevamento, principalmente bovino, di Malga Fosse interessa entrambe le zone di Busabella e Malga Fosse, con presenza di animali al pascolo dalla tarda primavera fino all'autunno.

3.1.2 VENEGIOTA – PIAN DELLA VEZZANA (area 2)

Il sito Venegiota fa riferimento alla zona sottostante la Malga Venegiota (1824m). È composta principalmente da un pascolo bovino, ma con concomitante presenza di una decina di asini, ed è divisa da un ruscello che la taglia da nord a sud, biforcandosi nella porzione più meridionale e lasciando un'area verde di ridotte dimensioni fra i suoi rami. Il sito è circondato da bosco, che si presenta fitto soprattutto a sud-est. La zona della Venegiota si presenta complessivamente aperta, con poche rocce emerse e massi concentrati soprattutto lungo il percorso del ruscello. Gli arbusti sono isolati e localizzati prevalentemente nell'area a est-sud-est della malga, la zona con maggiore dislivello, che termina a nord sulla strada bianca che collega Malga Venegia, Malga Venegiota e Pian della Vezzana. Si tratta dunque di un'area particolarmente frequentata da turisti. Il limite occidentale è definito da un altro sentiero, meno frequentato.

Il sito è utilizzato per il pascolo bovino degli animali della malga. Inoltre, all'interno di zone delimitate a ridosso della struttura, vi sono ovini, suini, avicoli e i cani usati nell'attività pastorizia.

Il sito Pian della Vezzana si sviluppa attorno al sentiero più frequentato del parco, che unisce Malga Venegia a Passo Rolle. In particolare, il Pian della Vezzana è una porzione pianeggiante tagliata in due dal sentiero che collega l'area boschiva che la separa da Malga Venegiota e i tornanti che portano alla Baita Segantini. La particolarità della zona sta nella grande variabilità del paesaggio. Infatti, sono presenti un'area boschiva a ovest e nord-ovest, con macchie più o meno fitte, rocce e massi, anche di notevoli dimensioni, disposti su tutto il territorio e che raggiungono il confine orientale, in cui le lingue di vegetazione si alternano a ghiaioni e pendii rocciosi sempre più preponderanti. La flora arborea e gli arbusteti sono variegati sia per quanto riguarda le aree esterne più fitte, sia per le piante isolate che punteggiano il corpo dell'area. Inoltre, un ruscello di moderate dimensioni passa a ovest, parallelamente al sentiero, raccogliendo anche l'acqua di piccoli corsi d'acqua che discendono da

nord ed est. La portata di questo ruscello è limitata, nonostante l'ampiezza del suo letto raggiunga i 3-4 m e, in assenza di piogge, può essere ritrovato quasi asciutto. Nella zona sud, in prossimità dei tornanti, è presente un'ampia area verde prevalentemente a est dello sterrato, che va assottigliandosi aumentando di altitudine.

La facilità del percorso e il suo valore paesaggistico rendono quest'area ideale per itinerari turistici e spesso viene usata dagli escursionisti come luogo di pausa a metà giornata. L'allevamento è presente soprattutto ad est del sentiero durante l'estate, con una rotazione dei pascoli su base settimanale. L'altitudine dell'area è compresa fra 1745 e 1950 m s.l.m.

3.1.3 LAIBI (area 3)

Questa ampia zona si trova nella località della val Venegia, ma spostata a nord-est rispetto a questa, ad altitudine più elevata. Si tratta infatti di un'area ad altitudine compresa fra 2100-2250 metri s.l.m. che è attraversata da numerosi sentieri poco frequentati. Ospita stabilmente un gruppo di equini, oltre a mandrie di bovini che vengono portate al pascolo a rotazione, nonché svariati nuclei di marmotta alpina. In quest'area il paesaggio è maggiormente variegato, con arbusteti, piante isolate o in piccoli gruppi (solitamente abeti rossi), due piccoli laghi localizzati nella porzione nord-ovest dei Laibi e la presenza di numerose collinette e valli che vanno a terminare a nord-est, ai piedi di ripidi pendii rocciosi con presenza di ghiaioni.

L'area studio dei Laibi è unicamente raggiungibile a piedi, attraverso una deviazione che si diparte dal sentiero che collega le malghe Venegia e Venegiotta. Vista la distanza (circa 30 minuti a piedi) per raggiungerla, non rientra nel progetto di studio del parco precedentemente menzionato. Tuttavia, è stata sfruttata per un'unica raccolta annuale data la numerosità di campioni fecali rinvenibili in questa zona. Infatti, la particolare conformazione di questo ambiente, con numerose rocce utilizzate dalle marmotte come latrine, ha permesso di localizzare le fatte di marmotta in posizioni comodamente accessibili, seppur protette (dal sole, dal vento, da altri animali e dai turisti).

3.2 CAMPIONAMENTO

Sono stati raccolti campioni fecali sia durante le attività di cattura, sia tramite campionamento ambientale, tra il 2021 e il 2023. Per tutti gli anni, i campioni derivanti da catture sono stati ottenuti nel mese di maggio, mentre quelli ambientali nei mesi di giugno, luglio e agosto.

Le catture individuali si sono svolte in più giornate nel mese di maggio e solo per l'area studio 1 (Busabella e Malga Fosse). In queste occasioni, sono state allestite delle gabbie (trappola Tomahawk) con al loro interno tarassaco come esca (*Tarassacum officinalis*). Queste sono state posizionate inattive la settimana precedente per permettere alle marmotte di familiarizzare e interagire con esse. Dopodiché sono state attivate per le attività di campionamento vere e proprie.



Figura 3.2.1 Trappola Tomahawk a 2 ingressi con esca di tarassaco al suo interno per attirare le marmotte.

In seguito alla cattura di un individuo, questo è stato rimosso dalla gabbia inizialmente mediante l'aiuto di un sacco, poi tenendolo per la collottola. Quindi sono stati rilevati i dati biometrici (peso, lunghezza dalla testa alla base della coda, distanza ano-uretra, lunghezza della coda e piede), applicate delle marche auricolari, se assenti, registrati i nuovi individui e raccolte eventuali feci presenti nella gabbia. Inoltre, venivano registrati il sesso dell'animale e la



Figura 3.2.2 Misurazione della distanza ano-uretrale in una marmotta alpina catturata.

categoria di età (adulto [>2 anni], subadulto [1-2 anni] o giovane [<1 anno]).

Nel caso dei campionamenti ambientali, le fatte di marmotta sono state ricercate nelle aree studio, in prossimità delle tane. Spesso le feci si trovavano sui terrazzini o nei dintorni di apposite latrine, solitamente ai piedi di grossi massi. I criteri per la selezione delle fatte erano due: quantità e freschezza. Le feci dovevano essere sufficientemente abbondanti per eseguire entrambi i test di laboratorio (almeno 5 grammi circa), nonché abbastanza fresche per garantire la presenza di elementi parassitari in buono stato di conservazione.

I campioni raccolti sono stati inseriti in provette, identificate dal codice del soggetto durante le catture, o del nucleo di appartenenza durante la raccolta ambientale, e da un numero progressivo per l'anno. Quindi sono stati conservati



Figura 3.2.3 Campione ambientale di feci di marmotta alpina prelevato dall'area studio 2.

in formalina, nel corso del campionamento nell'anno 2021, e in Ecofix® (Meridian Bioscience Inc, Cincinnati

(OH), USA) nel corso del campionamento negli anni 2022 e 2023. Essendo quest'ultima una soluzione di fissaggio per la conservazione di uova e larve di elminti e cisti e oocisti di protozoi priva di formalina, ha permesso di lavorare i campioni anche a distanza di tempo dalla raccolta, senza necessità di una cappa chimica.

3.3 ANALISI DI LABORATORIO

I campioni fecali sono stati analizzati in laboratorio mediante due metodiche: una di tipo qualitativo (esame coprologico per sedimentazione e flottazione) e una di tipo quantitativo (tecnica miniFLOTAC). Per i campioni dell'anno 2021 (conservati in formalina), le due procedure sono state svolte sotto cappa di

aspirazione fino alla chiusura rispettivamente della provetta e del contenitore del Fill-FLOTAC.

3.3.1 ESAME COPROMICROSCOPICO QUALITATIVO

Per ottenere un'identificazione degli elementi parassitari presenti nei campioni, è stata utilizzata una classica tecnica per sedimentazione e flottazione.

Da ciascun campione è stato prelevato con una spatola un quantitativo rappresentativo di feci, che è stato depositato in una navicella. Dopodiché è stata aggiunta acqua distillata per stemperare le feci con un pestello. Una volta omogeneizzate, sono state versate in una provetta, con l'aiuto di un imbuto e di un colino, per bloccare il materiale grossolano. A questo punto la provetta è stata chiusa col rispettivo tappino e centrifugata per 4 minuti a 1900rpm.

Al termine della prima centrifugazione, è stato eliminato il surnatante ed è stata versata soluzione ad alto peso specifico (nitrato di sodio e saccarosio, 1350) fino a riempire metà provetta. Dopodiché, richiudendola, la provetta è stata agitata per ottenere nuovamente una sospensione omogenea. Quindi è stata rabboccata con soluzione 1350 e fatta centrifugare nuovamente per 4 minuti a 1900rpm.

Al termine del secondo giro in centrifuga, la provetta è stata riposta in un porta-provette ed è stata riempita ulteriormente con soluzione 1350 fino a creare un menisco positivo, sul quale è poi stato appoggiato un vetrino coprioggetto. Dopo 5 minuti di attesa, tempo necessario per la flottazione di uova e oocisti, il vetrino coprioggetto è stato riposto su un vetrino portaoggetto e osservato al microscopio ottico per l'identificazione degli elementi parassitari (ingrandimento 10x, fino a 20x e 40x al bisogno). L'identificazione degli elementi parassitari è stata possibile grazie a quanto riportato in letteratura e specificatamente da Ferrandiz-Rovira et al. (2015), Schuster & Coetzee (2012), Bassano et al. (1992), Babero (1960), Hugot (1980) e Manter (1930), come indicato in introduzione al paragrafo 1.2.3.

3.3.2 ESAME COPROMICROSCOPICO QUANTITATIVO: TECNICA MINIFLOTAC

Per valutare la quantità di uova, oocisti ed eventuali cisti e larve per ciascun grammo di feci, è stata usata la tecnica Mini-FLOTAC in combinazione con il kit Fill-FLOTAC 2.

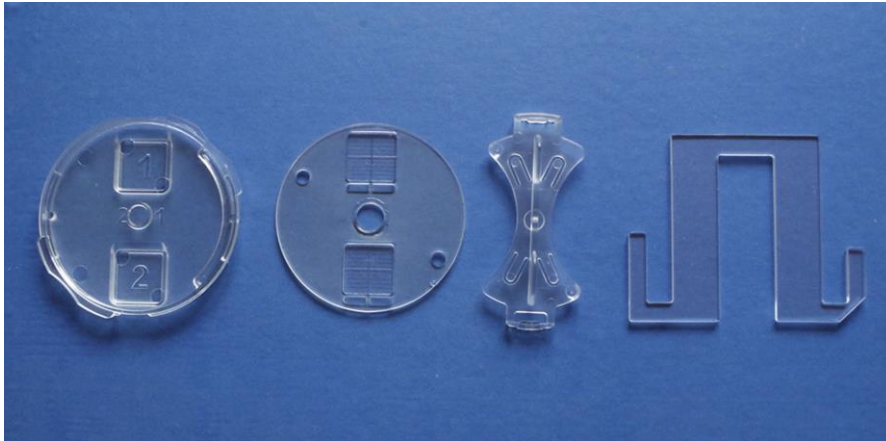


Figura 3.3.1 Componenti del miniFLOTAC. Da sinistra a destra si riconoscono la base, il disco di lettura, la chiave e l'adattatore per la lettura al microscopio ottico. Tratto da Cringoli et al. (2017).

Il Mini-FLOTAC è composto da tre elementi da assemblare: la base, il disco di lettura e la chiave. Una volta assemblato, si delimitano due camere di flottazione con capacità di 1 ml ciascuna (volume totale = 2 ml) e il disco di lettura presenta due reticoli di lettura 18x18 mm che suddividono ciascuna camera in 12 sezioni, che facilitano l'esame delle sospensioni fecali. La chiave permette la traslazione dell'apparato, necessaria per la fase di lettura al microscopio. Il Mini-FLOTAC è inoltre dotato di un adattatore che permette il posizionamento stabile del disco di lettura sul tavolino traslatore del microscopio ottico (Figura 3.3.1). Questo consente un ingrandimento massimo di 40X, rendendo possibile l'identificazione di protozoi intestinali e di nematodi bronco-polmonari. Il Fill-FLOTAC invece è composto da un contenitore graduato, un coperchio che si avvita, garantendo una chiusura ermetica, un'asta con cono raccogliitore e un filtro.

Oltre ai due apparati fondamentali per questa tecnica, sono state usate una spatola e una bilancia per confermare la massa del campione di feci analizzato.

Sono stati prelevati e pesati 2 grammi di feci da ciascun campione e trasferiti nel contenitore del Fill-FLOTAC, a cui sono poi stati aggiunti 18ml di soluzione a peso specifico 1300. Quindi è stato avvitato l'apposito coperchio per chiudere il bicchiere e procedere con l'omogeneizzazione del campione, con l'aiuto dell'asta con cono raccoglitore. Dopodiché, mediante il puntale apposito, è stata versata la soluzione ottenuta nel disco del mini-FLOTAC, precedentemente



Figura 3.3.2 Apparati FillFLOTAC da cui è stato versato l'omogenato in un rispettivo MiniFLOTAC.

assemblato, attraverso le apposite aperture poste a un margine di ciascuna delle due camere di lettura, fino ad ottenere un menisco positivo in entrambe. Il filtro contenuto nel coperchio del Fill-FLOTAC ha trattenuto il materiale grossolano. Trascorsi almeno 10 minuti, necessari per la flottazione degli elementi parassitari, la chiave è stata ruotata di 90° e rimossa, per poter osservare i reticoli di lettura al microscopio ottico con ingrandimento 10x, 20x e 40x (Figura 3.3.2).

Terminata la lettura dei due reticoli, il numero ottenuto rappresenta la quantità di uova/ocisti presenti in 2 ml di omogenato, derivanti dai 2 g di feci diluiti in 20 ml di soluzione pesante. Quindi, per ottenere la concentrazione in UPG (uova per grammo) o OPG (ocisti per grammo), è stata applicata la seguente formula:

$$UPG \text{ (o OPG)} = \frac{\frac{N_{tot} \times 20ml}{2ml}}{2g}$$

dove N_{tot} è il numero di elementi parassitari contati per una specie di parassita. Per semplificare, è sufficiente moltiplicare il numero di uova/ocisti contate per un fattore 5.

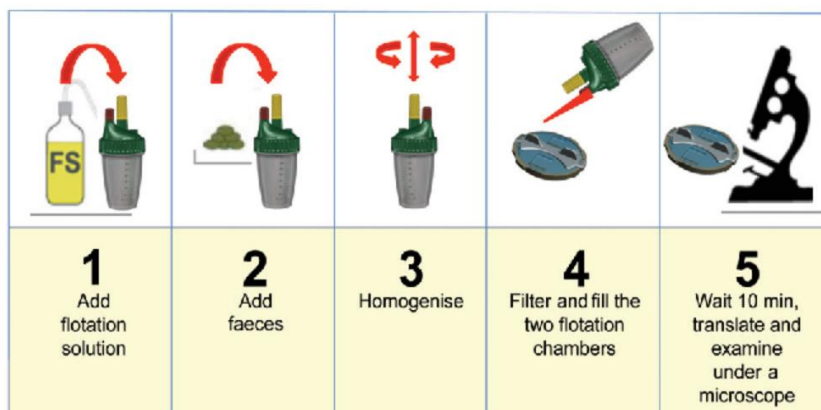


Figura 3.3.3
Schema
sintetizzato del
procedimento
operativo per il
MiniFLOTAC.
Tratto da Cringoli
et al. (2013).

3.4 ANALISI DEI DATI

I dati anamnestici degli animali catturati (sesso, classe d'età, nucleo di appartenenza, mese e anno di raccolta) e quelli relativi ai campioni ambientali (nucleo, mese e anno di raccolta), nonché i risultati delle analisi copromicroscopiche, sono stati gestiti tramite un dataset in Excel® (Microsoft®, Redmond, WA, USA). L'indice di condizione corporea (body condition index, BCI) è stato calcolato per tutti gli animali catturati di cui erano disponibili i dati di lunghezza corporea totale e peso, con la formula: $BCI_i = \frac{m_i}{l_i^3}$ (Hellgren & Polnaszek, 2011).

Sono stati quindi calcolati gli indici epidemiologici di prevalenza (P) e abbondanza (corrispondente all'emissione fecale, espressa come OPG/ UPG) per ciascun taxon parassitario rinvenuto, considerando l'insieme di tutti i campioni. L'Intervallo di Confidenza al 95% (IC95%) della prevalenza è stato

calcolato secondo la formula: $IC95\% = P \pm 1,96 \times \sqrt{\frac{P \times (1-P)}{N}}$, in cui N è la numerosità del campione.

L'influenza dei parametri ambientali (mese e area di raccolta) sulla prevalenza e l'abbondanza dei diversi taxa parassitari è stata valutata rispettivamente tramite il test di chi-quadrato e il test di Kruskal-Wallis, considerando sia i campioni da cattura che quelli ambientali.

Infine, solo per i campioni provenienti da cattura, è stata valutata l'influenza dei parametri anamnestici individuali (sesso, età) sull'abbondanza tramite i test non-parametrici di Kruskal-Wallis e Mann-Whitney. Infine, è stata calcolata la correlazione tra BCI e abbondanza attraverso il test di correlazione di

Spearman. Le analisi sono state condotte usando il software IBM SPSS
Statistic 28.0, tenendo come soglia di significatività il $p < 0.05$.

4. RISULTATI

4.1 Indagine epidemiologica

Sono stati raccolti un totale di 136 campioni fecali, tra il 2021 e il 2023. Ai fini di questa tesi sono stati scartati i campioni provenienti da ricatture degli stessi animali nella stessa stagione, e pertanto sono stati utilizzati un totale di 119 campioni. Di questi, 30 campioni provengono da catture di singoli esemplari, perciò ciascuno di essi è riferibile a un individuo specifico. I restanti 89 sono ambientali e sono riferibili a un nucleo di marmotte occupante una specifica area studio. I campioni analizzati sono ripartiti come indicato nella tabella 4.1.1.

ANNO		AREA		TIPOLOGIA	
2021	27	1	54	Cattura	30
2022	75	2	31	Ambientali	89
2023	17	3	34		

Tabella 4.1.1 Suddivisione dei campioni in base ad anno, area e tipologia di campionamento.

I parassiti maggiormente rappresentati sono i coccidi (*Eimeria* sp.) (P=78.9%) e *Ctenotaenia marmotae* (19,3%), ma sono stati riscontrati saltuariamente anche *Capillaria* sp. (9,2%), *Ascaris laevis* (3,4%), *Citellina alpina* (1,7%) e *Strongyloides* sp. (1,7%) (Tabella 4.1.2 e Figura 4.1.1).

	N positivi	Prevalenza	I.C. 95% (%)	Emissione media (OPG/UPG)	Range di emissione (OPG/UPG)
<i>Eimeria</i>	94	79,0%	71,7 - 86,3	4553,0	0 - 179000
<i>C. marmotae</i>	23	19,3%	12,2 - 26,4	146,7	0 - 4340
<i>Capillaria</i> sp.	11	9,2%	4,0 - 14,5	30,6	0 - 1530
<i>Ascaris laevis</i>	4	3,4%	0,1 - 6,6	5,2	0 - 305
<i>C. alpina</i>	2	1,7%	0,0 - 4,0	0,3	0 - 40
<i>Strongyloides</i>	2	1,7%	0,0 - 4,0	0,0	0 - 0

Tabella 4.1.2 Indici epidemiologici per ciascun taxon parassitario, sul totale di 119 campioni.

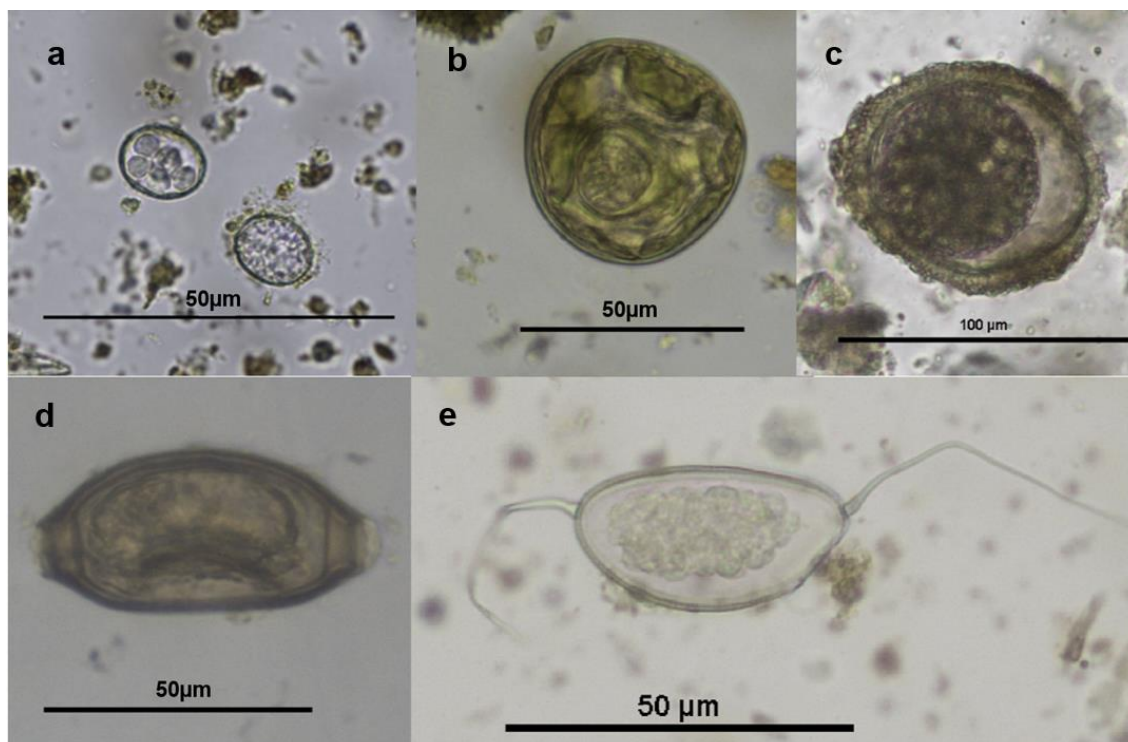


Figura 4.1.1 Inventario degli elementi parassitari osservati in questa tesi: *Eimeria* sp. (a), *C. marmotae* (b), *A. laevis* (c), *Capillaria* sp. (d), *C. alpina* (e).

4.2 Analisi delle differenze fra gruppi

Per le analisi sono stati considerati solo i primi due gruppi di parassiti, in quanto unici con una numerosità tale da consentire un'analisi statistica valida (Tabella 4.2.1).

Fattore	Variabile	N campioni	<i>Eimeria</i> sp.		<i>C. marmotae</i>	
			Prevalenza (%)	Emissione mediana (OPG)	Prevalenza (%)	Emissione media ^a (EPG)
Area	A1	54	79,6%	1240,0	3,7%	72,6
	A2	31	61,3% *	20,0 *	29,0% *	234,6 *
	A3	34	94,1%	978,0	35,3%	184,1
Mese	Maggio	30	96,7%	3630,0	0,0%	0,0
	Giugno	27	51,9% *	25,0 *	3,7% *	51,4 *
	Luglio	11	72,7%	17,5	18,2%	10,0
	Agosto	51	84,3%	540,0	39,2%	312,8

Tabella 4.2.1 Sintesi dei risultati di prevalenza e abbondanza in relazione ad area e mese, con distinzione per *Eimeria* sp. e *C. marmotae*. Il p-value<0,05 (*) indica la presenza di differenza significativa fra le prevalenze di ciascun insieme.

^a è stata utilizzata la media in quanto la mediana sarebbe risultata nulla.

Analizzando le differenze di prevalenza tra gruppi in relazione ai fattori ambientali, sono risultate significative le differenze fra mesi e aree, sia per i coccidi, che per *C. marmotae*.

In particolare, per quanto riguarda *Eimeria* sp., il mese di giugno e l'area studio 2 hanno presentato le prevalenze minori, mentre *C. marmotae* ha mostrato un graduale incremento nella prevalenza con l'avanzare dei mesi e la prevalenza più bassa in A1.

Analizzando invece le differenze di intensità di emissione (Tab. 4.2.1 e Figure 4.2.1, 4.2.2), entrambi i parassiti rispecchiano le tendenze della prevalenza, ovvero *Eimeria* sp. ha presentato valori più bassi di abbondanza nei mesi di giugno-luglio e in A2, mentre *C. marmotae* aumenta anche nell'emissione col progredire della stagione, mantenendo il valore più basso in A1.

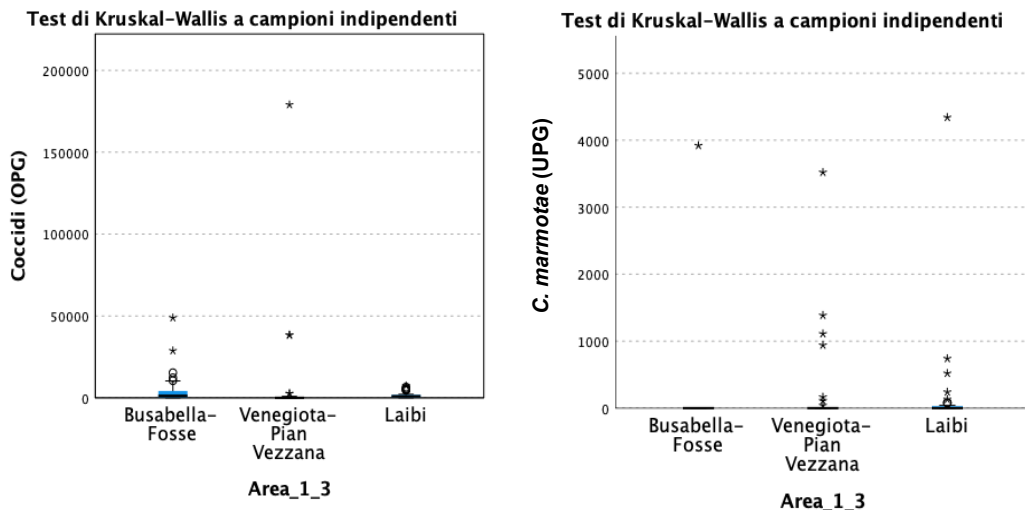


Figura 4.2.1 Rappresentazione grafica della distribuzione delle emissioni di OPG di coccidi (a sinistra) e UPG di *C. marmota* (a destra) differenziati per area studio. Il valore in A2 è risultato essere significativamente inferiore rispetto alle altre 2 aree per i Coccidi, mentre in A1 è risultato essere significativamente inferiore rispetto alle altre aree per *C. marmotae*.

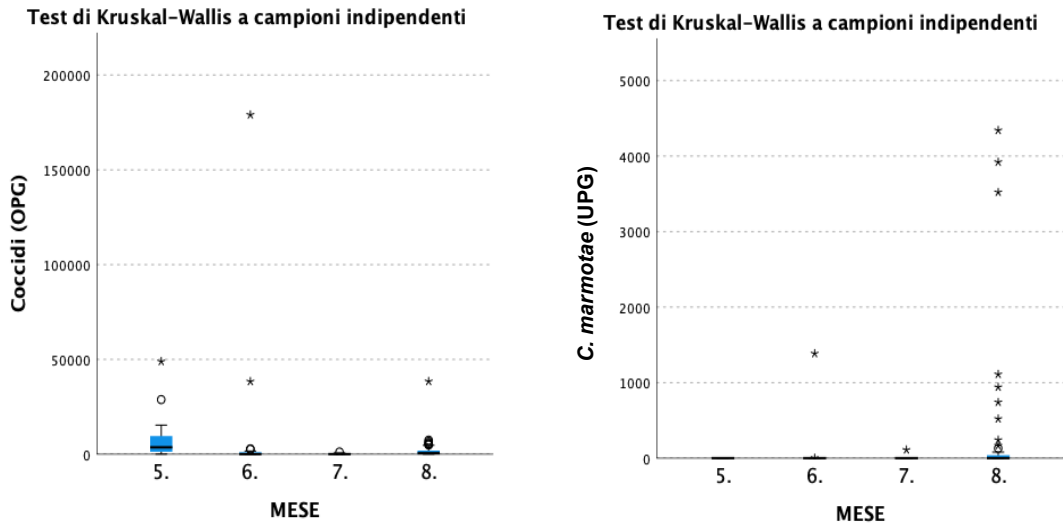


Figura 4.2.2 I due diagrammi rappresentano la diversa distribuzione di abbondanza di OPG/UPG nei diversi mesi di campionamento (per coccidi a sinistra, per *C. marmotae* a destra). Mentre i Coccidi presentano un'emissione maggiore nel mese di maggio, per poi abbassarsi nei mesi seguenti, *C. marmotae* vede crescere la propria intensità di emissione nel corso della stagione.

Tutti e 30 i campioni provenienti da cattura sono risultati positivi alle analisi copromicroscopiche, ma esclusivamente per il genere *Eimeria*. Sono quindi state investigate le eventuali differenze nell'emissione media di oocisti tra i sessi e le classi d'età (giovane/subadulto/adulto) (Figura 4.2.4). Non è emersa alcuna differenza significativa legata alla classe d'età, né per il sesso, sebbene i maschi avessero una carica leggermente maggiore.

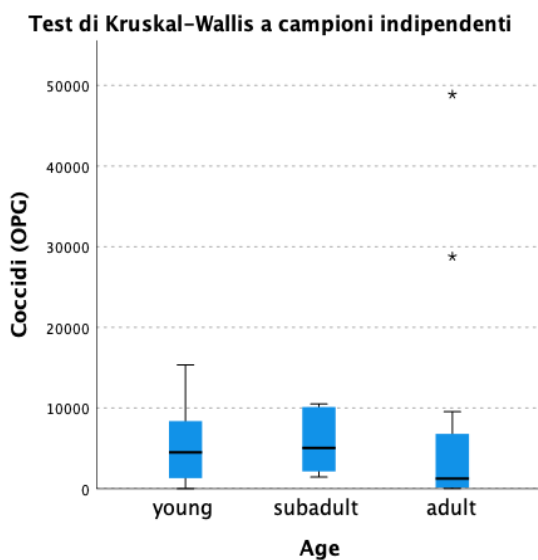


Figura 4.2.4 Rappresentazione tramite boxplot della distribuzione di emissione media per individui di ciascuna classe d'età: giovani (<1 anno), subadulti (1-2 anni) e adulti (>2 anni).

4.3 Correlazione fra BCI e abbondanza di OPG

Grazie alle misurazioni biometriche ottenute durante le catture di marmotta, è stato possibile calcolare il BCI, ma solo 22 individui sono stati inclusi nella analisi di correlazione con la emissione di oocisti (OPG), in quanto negli altri soggetti non è stato possibile recuperare uno dei parametri necessari al calcolo del BCI (lunghezza o peso). Come per le analisi precedenti, sono stati considerati solo i coccidi, in quanto gli animali catturati sono risultati positivi esclusivamente a questi parassiti.

Dal test dei ranghi di Spearman risulta esserci una correlazione negativa molto debole ($\rho = -0,19$) e non significativa ($p > 0,05$) (Immagine 4.3.1).

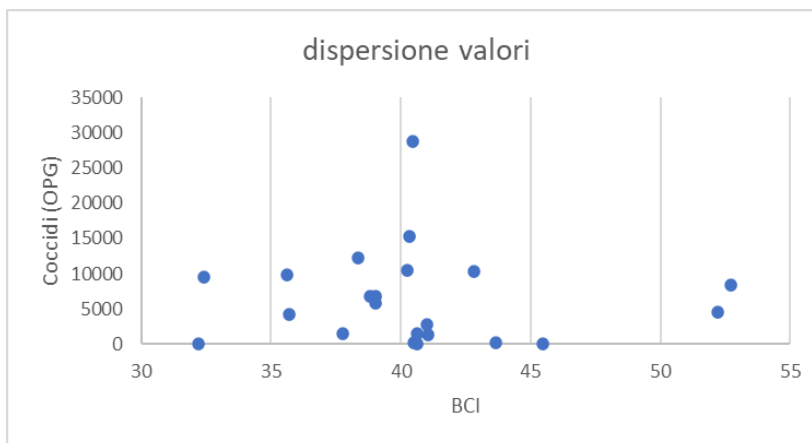


Figura 4.3.1
Dispersione dei valori di BCI e OPG. È presente una debole correlazione negativa e non significativa.

5. DISCUSSIONE

Nella fauna parassitaria della popolazione di marmotta alpina del Parco Naturale Paneveggio-Pale di San Martino, i due taxa principalmente rappresentati sono stati i coccidi del genere *Eimeria* e il cestode *Ctenotaenia marmotae*, come segnalato in letteratura per quanto riguarda l'arco occidentale della catena montuosa (Bassano et al., 1992; Callait et al., 1997). Tuttavia, sono stati riscontrati anche *Ascaris laevis*, *Citellina alpina*, *Capillaria* sp. e *Strongyloides* sp.

Il genere *Eimeria* è stato dominante, con una prevalenza complessiva intorno all'80%, e comunque superiore a 50% ogni mese, da maggio ad agosto. Non si sono osservate tendenze particolari per quanto riguarda il suo andamento nei mesi, se non un picco nel mese di maggio, ossia il mese di fuoriuscita dalle tane. Anche Callait et al. (1997) e Bassano et al. (1992) hanno segnalato un picco precoce, nel periodo primaverile. Si potrebbe quindi confermare quanto indicato in altri studi, ovvero la strategia di *Eimeria* sp. di co-ibernare con il suo ospite, per potersi manifestare presente già dai primi momenti di emersione dal letargo (Zanet et al., 2017).

Per quanto riguarda la sua intensità di emissione, Václav & Blažeková, (2014) hanno riscontrato alti valori per tutto il periodo di attività della marmotta, mentre in questo studio i mesi di giugno e luglio hanno visto le abbondanze più basse nella popolazione del Parco. È invece degno di nota il valore massimo rinvenuto di 179000 OPG in un campione ambientale nel mese di giugno, quasi sovrapponibile al valore massimo segnalato da Bassano et al. (1992) di 172800 OPG. Come osservato da Bassano et al. (1992), in giugno possono ancora essere eliminatori i piccoli dell'anno in fase di svezzamento, una fase stressante in cui le difese immunitarie non sono competenti e i parassiti possono proliferare abbondantemente. Il riscontro di abbondanze maggiori nei giovani è un dato frequentemente riscontrato, non solo per le marmotte (Chiudinelli et al., 2020; Kołodziej-Sobocińska, 2019; Izhar & Ben-Ami, 2015). Tuttavia, lo studio dell'effetto dato dal sesso e dalla classe d'età sulla carica parassitaria in questo lavoro non ha evidenziato alcuna correlazione tra questi fattori. Altri studi hanno suggerito una maggior suscettibilità non solo nei più

giovani, ma anche nelle femmine, ipoteticamente a causa di un più stretto contatto madre-cucciolo fino al momento dello svezzamento (Chiudinelli et al., 2020). Tuttavia, la porzione di campioni individuali analizzati in questa tesi è stata limitata nel tempo (solo nel mese di maggio), mentre i restanti campioni ambientali non sono ricollegabili a una specifica classe d'età o sesso. Potrebbe quindi essere interessante estendere le catture ai mesi di tutta la stagione attiva in uno studio futuro sulla stessa popolazione, per indagare più approfonditamente eventuali aumenti della carica parassitaria nei piccoli o nelle femmine.

Nonostante la diffusa infezione da *Eimeria* sp., anche in questo studio non è risultata rilevabile alcuna sintomatologia a livello clinico. Infatti, i campioni fecali raccolti erano tutti ben formati, senza segni di affezioni gastrointestinali (diarrea), e allo stesso modo i BCI calcolati grazie alle misure biometriche rilevate sugli individui catturati, non hanno mostrato alcuna significativa correlazione con la carica dei coccidi. È stato quindi ragionevole dedurre che il parassita e l'ospite vivessero in equilibrio. L'effettiva patogenicità di *Eimeria* sp. sulle marmotte è stata oggetto di dibattito in vari studi, in quanto effettivamente non sono mai stati segnalati casi di mortalità riferibili a infezione da *Eimeria* sp. (Bassano et al., 1989), che, al contrario, appare asintomatica (Sabatier, 1989). Tuttavia, è plausibile l'ipotesi che casi di mortalità possano interessare i piccoli dell'anno nelle prime settimane di vita, prima che escano dalle tane. In tal caso, non sarebbe possibile rilevare l'effettivo potere patogeno dei coccidi mediante la raccolta dei campioni dal momento dell'uscita dalle tane in poi.

Il cestode *C. marmotae* è risultato essere il secondo parassita gastrointestinale in ordine di prevalenza e abbondanza. Con prevalenza media intorno al 20%, ha mostrato valori inferiori rispetto a quelli riportati in letteratura per il territorio del Parco Nazionale del Gran Paradiso e del Parco Nazionale Vanoise, dove è stata rilevata una prevalenza di 40%, con picchi di 60% (Zanet et al., 2017; Callait et al., 1997; Bassano et al., 1992), ma ha rispecchiato le tendenze stagionali segnalate dagli altri autori. Infatti, in primis è stato identificato nei campioni per la prima volta nel mese di giugno (Bassano et al., 1992), il che è giustificabile dal periodo di prepatenza di 40 giorni e dal fatto che gli adulti vengono espulsi a fine stagione grazie al processo del *self-cure* (Zanet et al.,

2017). Quest'ultimo consiste in un'atrofia della mucosa e un'obliterazione del lume intestinale, con conseguente espulsione anche dei parassiti con una massa considerevole, come *C. marmotae* (Bassano et al., 1992). In secondo luogo, la prevalenza e l'intensità di emissione sono aumentate gradualmente col progredire dei mesi, fino a raggiungere il picco nel mese di agosto, così come riportato da Zanet et al. (2017), Callait et al. (1998) e Bassano et al. (1992).

Per quanto riguarda tutti gli altri taxa rinvenuti, anche questi sono già segnalati nei territori delle Alpi italiane occidentali (Zanet et al., 2017; Bassano et al., 1992) e di Austria e Svizzera (Preleuthner et al., 1999). *A. laevis* e *C. alpina* vengono sovente isolati, ma in particolare per quest'ultima è nota la scarsa sensibilità delle analisi copromicroscopiche (Callait & Gauthier, 2000). Preleuthner et al. (1999) e Bassano et al. (1992) hanno infatti isolato *C. alpina* principalmente da esami necroscopici, con prevalenze che arrivavano fino al 45% nelle Alpi occidentali se ricercata con tecnica necroscopica, che si riducevano però allo 0,8 % quando ricercata con esame copromicroscopico (Bassano et al., 1989). È stato ipotizzato che il ridotto periodo riproduttivo del parassita non ne consenta un'efficace rilevazione delle uova nelle feci, o che il marcato squilibrio maschi femmine nella popolazione parassitaria sia la causa di una scarsa fertilità (Callait & Gauthier, 2000); uno studio più approfondito, che affianchi la tecnica necroscopica all'analisi dei campioni fecali, potrebbe dare indicazioni più accurate per la prevalenza di questo nematode anche per le popolazioni di marmotta dell'arco alpino orientale.

Questa tesi ha rilevato una prevalenza complessiva per *A. laevis* di 3,4%, significativamente più basse rispetto alle prevalenze indicate dagli studi riguardanti l'arco alpino occidentale, ovvero di 37,7% (Zanet et al., 2017) e 32% (Bassano et al., 1992). Questi studi hanno avuto periodi di campionamento più estesi, comprendendo l'intero intervallo di mesi da aprile fino a settembre o ottobre. Nel caso della popolazione di marmotte del Parco di Paneveggio-Pale di San Martino non avrebbe senso iniziare ad aprile, in quanto le marmotte sarebbero ancora nelle tane, ma estendere il periodo di campionamento fino almeno al mese di settembre potrebbe fornire dati più significativi. Da notare il fatto che le poche positività riscontrate per gli ascaridi in questo studio si sono

concentrate nel mese di agosto, rispecchiando la tendenza osservata anche da Zanet et al. (2017), Callait e Gauthier (2000) e Bassano et al. (1992), che hanno trovato i valori più alti verso le fine della stagione, prima del rientro nelle tane. Ciò è giustificabile anche dal periodo di prepatenza di *A. laevis*, segnalato essere di 90 giorni (Babero, 1960). Infine, è comunque possibile che l'area geografica sia soggetta a una minore prevalenza di *A. laevis* e *C. alpina*, in quanto, come segnalano Preleuthner et al. (1999), appare una loro diminuzione nelle zone orientali delle Alpi, rispetto a quelle occidentali.

Capillaria sp. è risultato essere il terzo parassita in ordine di prevalenza nella popolazione oggetto di studio, con una prevalenza di 9,2%. È menzionato raramente in altri studi epidemiologici e Bassano et al. (1992) segnalano una prevalenza per *C. caudinflata* di 2,1% nel Parco Nazionale del Gran Paradiso. Risulta difficile identificare la specie di questo nematode. In letteratura, nella marmotta alpina sono state riscontrate *C. caudinflata* e *C. hepatica*. La prima è tipica degli uccelli, ma Bassano et al. (1992) ne hanno trovato un esemplare femmina adulto nell'intestino di una marmotta alpina, che quindi potrebbe rappresentarne un ospite; mentre la seconda è tipica dei roditori. Tuttavia, non sono facilmente distinguibili morfologicamente a causa delle stesse caratteristiche di forma, tappi polari e dimensioni dell'uovo (Zhang et al., 2014; Misdraji, 2010), come indicato in introduzione. Sarebbe interessante una caratterizzazione di tipo molecolare per poter distinguere le due specie, oppure ricercare gli adulti tramite necropsia, in quanto morfologicamente distinguibili, come segnalato in introduzione.

Zanet et al. (2017) indicano come gli esami copromicroscopici in generale offrano una scarsa sensibilità a causa dell'emissione intermittente che caratterizza parassiti come *C. marmotae* e *C. alpina*. Quindi sarebbe raccomandabile, per un prossimo studio, affiancare uno studio anatomico-patologico a quello copromicroscopico. Inoltre, potrebbe essere interessante aumentare la frequenza dei campionamenti, ad esempio a due volte al mese, come eseguito da Zanet et al. (2017), per aumentare la probabilità di identificazione soprattutto di *C. alpina* e studiarne le dinamiche.

6. CONCLUSIONI

La popolazione di marmotte alpine presente sulle Alpi italiane orientali, all'interno del Parco Naturale Paneveggio-Pale di San Martino, non è mai stata approfonditamente indagata in letteratura. Questa tesi offre una solida base su cui espandere le conoscenze in merito alla parassitofauna della marmotta alpina presente su questa porzione di arco alpino.

La popolazione oggetto di studio presenta una comunità parassitaria gastrointestinale simile a quella ritrovata in altre regioni alpine nella stessa specie, *Marmota marmota* (Zanet et al., 2017; Bassano et al., 1992), ovvero protozoi appartenenti al genere *Eimeria* e vari elminti, quali il cestode *Ctenotaenia marmotae*, e i nematodi *Capillaria* sp, *Ascaris laevis*, *Citellina alpina* e *Strongyloides* sp. I primi due in particolare hanno mostrato prevalenza e abbondanza considerevoli. Questi due indici epidemiologici variano significativamente in base all'area studio e al mese di campionamento.

Nonostante le elevate cariche e prevalenze riscontrate per *Eimeria* sp. e *C. marmotae*, non sono state osservate le manifestazioni cliniche indicate o sospettate in letteratura, quali diarrea, crescita stentata o mortalità (Bassano et al., 1989). Dunque, è ragionevole pensare che sia avvenuto un adattamento reciproco fra l'ospite e i parassiti, che ha permesso a entrambi di convivere in equilibrio in un habitat particolare quale quello alpino (Callait & Gauthier, 2000). Si è rivelata un limite di questo studio la ridotta frequenza dei campionamenti individuali. Infatti, solo tramite i campioni derivanti da catture è stato possibile indagare l'influenza di fattori di rischio come sesso e classe d'età sulla carica parassitaria. In aggiunta, i campioni ambientali possono anche rappresentare campioni ripetuti dei medesimi individui, potendoli riferire, nel caso più specifico, a un nucleo. Quindi si potrebbero ricavare ulteriori e più precise informazioni aumentando il numero di catture nel corso della stagione. Tuttavia, ciò, oltre a un maggiore impegno in termini di costi e tempi, potrebbe rivelarsi di difficile realizzazione, in quanto le aree studio sono facilmente accessibili ai turisti, che nei mesi estivi abbondano nel territorio del Parco. Questi potrebbero ostacolare le operazioni di cattura, arrecando disturbo alla popolazione di marmotte e potenzialmente sabotando le operazioni di cattura.

Un altro limite è stata la tecnica di ricerca dei parassiti, svolta esclusivamente tramite analisi copromicroscopiche. Questa metodica porta con sé una scarsa sensibilità, che potrebbe essere incrementata integrando in futuro una ricerca anatomo-patologica dei parassiti, come eseguito da Preleuthner et al. (1999) e Bassano et al. (1992). Ciononostante, in questi casi il progetto di ricerca era associato a un piano di abbattimento, che quindi ha permesso il recupero di diverse carcasse. Nel caso del Parco Naturale Paneveggio-Pale di San Martino le uniche carcasse rinvenibili sono quelle ritrovate occasionalmente per decesso naturale, il che è comunque raro.

In conclusione, questa tesi fornisce un punto di partenza dal quale potranno svolgersi studi futuri, per approfondire e ampliare la conoscenza dello stato sanitario della marmotta alpina sulle Alpi italiane orientali, sul quale, ad oggi, esistono scarsissimi dati in letteratura.

7. BIBLIOGRAFIA

Aghdam, M.K., Karimi, A., Almanati, A., Ghoroubi, J., Khoddami, M., Shamsian, B.S., Shamsizadeh, A. & Far, S.Z. 2015. *Capillaria hepatica*, a case report and review of the literatures. Archives of Pediatric Infectious Diseases, 3(4).

Available at: <https://doi.org/10.5812/pedinfect.19398>.

Al-Khlifeh, E., Balard, A., Jarquín-Díaz, V.H., Weyrich, A., Wibbelt, G. & Heitlinger, E. 2019. *Eimeria falciformis* bayerhaberkorn1970 and novel wild derived isolates from house mice: differences in parasite lifecycle, pathogenicity and host immune reactions. BioRxiv 611277. <https://doi.org/10.1101/611277>

Allainé, D., Rodrigue, I., Le Berre, M. & Ramousse, R. 1994. Habitat preferences of alpine marmots, *Marmota marmota*. Canadian Journal of Zoology, pp. 2193–2198.

Amori, G., Contoli, L. & Nappi, A. 2008. Mammalia, Erinaceomorpha, Soricomorpha, Lagomorpha, Rodentia. Milano: Calderini.

Babero, B.B. 1960. Studies on the Larval Morphology of *Ascaris laevis* Leidy, 1856. American Midland Naturalist, 64(2). <https://doi.org/10.2307/2422668>

Ballo, P. & Sýkora, J. 2003. Monitoring of Alpine Marmot (*Marmota marmota latirostris*) Colonies in the West Tatra Mountains. Oecologia Montana, 12(1-2), pp. 41-50.

Bassano, B., Grimod, I. & Tarello, W. 1989. Indagine sullo stato sanitario della Marmotta (*Marmota marmota l.*) in Valle d'Aosta. Revue Valdotaïne D'Histoire Naturelle, 1989, 43: 19-49.

Bassano, B., Peracino, V. & Montacchini, F. 1996. Diet composition and feeding habits in a family group of alpine marmot (*Marmota marmota*). Biodiversity in Marmots. Lione: International Marmot Network, Moscow, Russia, 1996, p. 135-140.

Bassano, B., Sabatier, B., Rossi, L. & Macchi, E. 1992. Parasitic fauna of the digestive tract of *Marmota marmota* in the Western Alps. Lione: International Marmot Network, 2002.

Berentsen, A.R., Vogt, S., Guzman, A.N., Vice, D.S., Pitt, W.C., Shiels, A.B. & Spraker, T.R. 2015. *Capillaria hepatica* infection in black rats (*Rattus rattus*) on Diego Garcia, British Indian Ocean Territory. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 27(2). <https://doi.org/10.1177/1040638715573298>

Bhaibulaya, M. & Indra-Ngarm, S. 1979. *Amaurornis phoenicurus* and *Ardeola bacchus* as experimental definitive hosts for *Capillaria philippinensis* in Thailand. *International Journal for Parasitology*, 9(4). Available at: [https://doi.org/10.1016/0020-7519\(79\)90081-X](https://doi.org/10.1016/0020-7519(79)90081-X).

Borgo, A., Vettorazzo, E. & Martino, N. 2009. Dynamics of the colonization process in reintroduced populations of the alpine marmot. *Ethology Ecology and Evolution* 2009, 21(3–4). Available at: <https://doi.org/10.1080/08927014.2009.9522486>.

Callait, M.P., Gauthier, D. & Prud'Homme, C. 1998. Alpine marmots and their digestive parasites; kinetic of infection in several areas. *Holactic Marmots as a Factor of Biodiversity - 3d International Conference on Marmots* (ed. N. S. A. A. Rumiantsev V.Yu., Brandler, O.V.), (sous presse).

Callait, M.P. & Gauthier, D. 2000. Parasite Adaptations to Hibernation in Alpine Marmots (*Marmota marmota*). In *Life in the Cold*. Heldmaier, G.; Klingenspor, M., Eds. Springer: Berlin, Germany, 2000; pp. 139-146. https://doi.org/10.1007/978-3-662-04162-8_15

Chiudinelli, M. 2020. Valutazione dello status di una popolazione di marmotta alpina (*Marmota marmota*) nel Parco Nazionale dello Stelvio. Tesi di laurea in Medicina Veterinaria, Università di Parma, Parma.

Cringoli, G., Maurelli, M.P., Levecke, B., Bosco, A., Vercruyse, J., Utzinger, J. & Rinaldi, L. 2017. The Mini-FLOTAC technique for the diagnosis of helminth

and protozoan infections in humans and animals. *Nature Protocols*, 12(9), 1723–1732. <https://doi.org/10.1038/nprot.2017.067>

Cringoli, G., Rinaldi, L., Albonico, M., Bergquist, R. & Utzinger, J. 2013. Geospatial (s)tools: integration of advanced epidemiological sampling and novel diagnostics. *Geospat Health*. 2013 May;7(2):399-404. doi: 10.4081/gh.2013.97. PMID: 23733301.

Cross, J.H., Banzon, T., Clarke, M.D., Basaca-Servilla, V., Watten, R.H. & Dizon J.J. 1972. Studies on the experimental transmission of *Capillaria philippinensis* in monkeys, *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 66(6). Available at: [https://doi.org/10.1016/0035-9203\(72\)90116-2](https://doi.org/10.1016/0035-9203(72)90116-2).

Dubinin, v.B. 1948. *Trudy Voenno-Meditsinkoi Akademii*, 64: 87-101.

Durio, P., Bassano, B. & Perrone, A. 1987. Le tane della marmotta (*Marmota marmota* L.) e sua distribuzione, pp. 25–31.

Ebermann, E. 1976. Oribatiden (Oribatei, Acari) als Zwischenwirte des Murmeltier-Bandwurmes *Ctenotaenia marmotae* (Frölich, 1802). *Zeitschrift Für Parasitenkunde*, 50(3). <https://doi.org/10.1007/BF02462974>

Exner, C., Wehrend, A., Hospes, R., Einspanier, A., Hoffmann, B. & Heldmaier, G. 2003. Hormonal and behavioural changes during the mating season and pregnancy in alpine marmots (*Marmota marmota*). *Reproduction* [online]. 775–782.

Ferrandiz-Rovira, M., Charpentier, M., Sorci, G., Huchard, E. & Joly, P. 2015. Thèse The role of the major histocompatibility complex in the wild: the case of the Alpine marmot (*Marmota marmota*). Sous la direction de: Dominique Allainé Co-encadrement de: Aurélie Cohas et Marie-Pierre Callait-Cardinal.

Fitzpatrick, J.L., Dyer, J.L., Blanton, J.D., Kuzmin, I.V., & Rupprecht, C.E. 2014. Rabies in rodents and lagomorphs in the United States. 1995–2010. *JAVMA*, Vol 245, No. 3, August 1, 2014

Fraser, M.D., Vallin, H.E. & Roberts, B.P. 2022. Animal board invited review: Grassland-based livestock farming and biodiversity. *Animal*. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100671>.

Hanslik, S. & Kruckenhauser, L. 2000. Microsatellite loci for two European sciurid species (*Marmota marmota*, *Spermophilus citellus*). *Molecular Ecology*, 9(12). Available at: <https://doi.org/10.1046/j.1365-294X.2000.10535.x>.

He, Z., Wei, B., Zhang, Y., Liu, J., Xi, J., Ciren, D., Qi, T., Liang, J., Duan, R., Qin, S., Lv, D., Chen, Y., Xiao, M., Fan, R., Song, Z., Jing, H. & Wang, X. 2021. Distribution and characteristics of human plague cases and *Yersinia pestis* isolates from 4 marmota plague foci, China, 1950-2019. In *Emerging Infectious Diseases* (Vol. 27, Issue 10, pp. 2544–2553). Centers for Disease Control and Prevention (CDC). <https://doi.org/10.3201/eid2710.202239>

Hellgren, E.C. & Polnaszek, T.J. 2011. Survival, habitat selection, and body condition of the woodchuck (*Marmota monax*) across an urban-rural gradient. *American Midland Naturalist*, 165(1), 150–161. <https://doi.org/10.1674/0003-0031-165.1.150>

Huber, W. 1978. *La Marmotte des Alpes*. Office national de la Chasse, 1978.

Hugot, J.P. 1980. Sur le genre *Citellina*. Prendel, 1928 (Oxyuridae, Nematoda). *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, 55(1). <https://doi.org/10.1051/parasite/1980551097>

Izhar, R. & Ben-Ami, F. 2015. Host age modulates parasite infectivity, virulence and reproduction. *Journal of Animal Ecology*, 84(4). <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12352>

Jarquín-Díaz, V.H., Balard, A., Ferreira, S.C.M., Mittné, V., Murata, J.M. & Heitlinger, E. 2022. DNA-based quantification and counting of transmission stages provides different but complementary parasite load estimates: an example from rodent coccidia (*Eimeria*). *Parasites and Vectors*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s13071-021-05119-0>

Kołodziej-Sobocińska, M. 2019. Factors affecting the spread of parasites in populations of wild European terrestrial mammals. In *Mammal Research* (Vol. 64, Issue 3). <https://doi.org/10.1007/s13364-019-00423-8>

Li, C.D., Yang, H.L. & Wang, Y. 2010. *Capillaria hepatica* in China. In *World Journal of Gastroenterology* (Vol. 16, Issue 6).
<https://doi.org/10.3748/wjg.v16.i6.698>

López-Osorio, S., Chaparro-Gutiérrez, J.J. & Gómez-Osorio, L.M. 2020. Overview of Poultry *Eimeria* Life Cycle and Host-Parasite Interactions. In *Frontiers in Veterinary Science* (Vol. 7). Frontiers Media S.A.
<https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00384>

Maher, C.R. 2004. Intrasexual territoriality in woodchucks (*Marmota monax*). *Journal of Mammalogy*, 85(6). Available at: <https://doi.org/10.1644/BWG-205.1>.

Mann, C S., Macchi, E. & Janeau, G. 1993. Alpine Marmot (*Marmota marmota*, L.). *Ibex Journal of Mountain Ecology*, pp. 16–17.

Manter, H.W. 1930. Two New Nematodes from the Woodchuck, *Marmota monax canadensis*. *Transactions of the American Microscopical Society*, 49(1).
<https://doi.org/10.2307/3222292>

Massemin, S., Gibault, C., Ramousse, R. & Butet, A. (1996). Premières données sur le régime alimentaire de la marmotte alpine (*Marmota marmota*) en France. *Mammalia*, 60(3). <https://doi.org/10.1515/mamm-1996-0302>

Misdraji, J. 2010. Liver and bile duct infections. In Kradin, R.L., *Diagnostic Pathology of Infectious Disease*. W.B. Saunders, 2010; pp. 255-295.

Morehouse, N.F. 1942. Life cycle of *Capillaria caudinflata*, a nematode parasite of the common fowl. *Retrospective Theses and Dissertations*. 13732.
<https://lib.dr.iastate.edu/rtd/13732>

Mozgovoi. 1953. *Ascaridata of Animals and Man and the Diseases caused by Them*. The Academy of Sciences of USSR.

Pagano, A., Nardi, G., Bonaccorso, C., Falbo, V., Passi, C., Sanguinetti, V. & Mantovani, A. 1985. Faecal bacteria of wild ruminants and the alpine marmot. *Veterinary Research Communications*, 9(1).

<https://doi.org/10.1007/BF02215146>

Pedrini, P. & Sergio, F. 2002 Regional conservation priorities for a large predator: Golden eagles (*Aquila chrysaetos*) in the Alpine range. *Biological Conservation*, 103(2). Available at: [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(01\)00116-1](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(01)00116-1).

Perrin, C., Allainé, D. & Le Berre, M. 1993. Socio-spatial organization and activity distribution of the alpine marmot (*Marmota marmota*): preliminary results. *Ethology* 93, pp. 21–30.

Preleuthner, M., Calderola, S., Lanfranchi, P. & Prosl, H. 1999. *Stapfia* 63, zugleich Kataloge des OÖ. Landesmuseums, Neue Folge Nr (Vol. 146). www.biologiezentrum.at

Psenner, H. 1957. Neues vom Murmeltier, *Marmota m. Marmota* (Linne 1758). *Saugetierk. Mitt*, pp. 4–10.

Ramousse, R., Métral, J. & Le Berre, M. 2009. Twenty-seventh year of the Alpine marmot introduction in the agricultural landscape of the Central Massif (France). *Ethology Ecology and Evolution*, 21(3–4). Available at: <https://doi.org/10.1080/08927014.2009.9522479>.

Read, C.P. 1957. The Oxyurid Nematodes of Rodents I. The Genus *Citellina* Prendel. In Source: *The Journal of Parasitology* (Vol. 43, Issue 4).

<https://www.jstor.org/stable/3274673>

Sabatier, B. 1989. Les parasites de la Marmotte Alpine. Thesis Ecole Nat. veter. Lyon, 178 pp.

Schito, M.L., Barta, J.R. & Chobotar, B. 1996. Comparison of Four Murine *Eimeria* Species in Immunocompetent and Immunodeficient Mice. In Source: *The Journal of Parasitology* (Vol. 82, Issue 2).

<https://www.jstor.org/stable/3284157>

Schuster, R.K. & Coetzee, L. 2012. Cysticercoids of *Anoplocephala magna* (Eucestoda: Anoplocephalidae) experimentally grown in oribatid mites (Acari: Oribatida). *Veterinary Parasitology*, 190(1–2), 285–288.

<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.05.022>

Stenkewitz, U., Nielsen, Ó.K, Skírnisson, K. & Stefánsson, G. 2016. Host-parasite interactions and population dynamics of rock ptarmigan. *Plos ONE*, 11(11). Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165293>.

Václav, R. & Blažeková, J. 2014. The effect of anthelmintic treatment on coccidia oocyst shedding in a wild mammal host with intermittent cestode infection. *Scientific World Journal*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/302903>

Václav, R. & Kalúz, S. 2014. The effect of herbivore faeces on the edaphic mite community: Implications for tapeworm transmission. *Experimental and Applied Acarology*, 62(3). <https://doi.org/10.1007/s10493-013-9743-1>

Walter, A. 1990 The evolution of marmot sociality: I. Why disperse late?. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 27(4). Available at: <https://doi.org/10.1007/BF00164894>.

Yahner, R H. 2001. Fascinating mammals: conservation and ecology in the mid-eastern states. *Choice Reviews Online*, 39(04). Available at: <https://doi.org/10.5860/choice.39-2203>.

Zanet, S., Miglio, G., Ferrari, C., Bassano, B., Ferroglio, E. & Von Hardenberg, A. 2017. Higher risk of gastrointestinal parasite infection at lower elevation suggests possible constraints in the distributional niche of Alpine marmots. *Plos ONE*, 12(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182477>

Zelenka, G. 1965. Observations sur l'écologie de la marmotte des Alpes. *La Terre et La Vie, Revue d'Histoire naturelle*, 19(3). Available at: <https://doi.org/10.3406/revec.1965.4434>.

Zhang, X., Qiao, J.Y, Wu, X.M, Ma, Q.Y., Hu, H., Wang, J. & Che, L.F. 2014. *Ascaris* spp. And *Capillaria caudinflata* infections in captive-bred crested ibis

(*Nipponia nippon*) in China. Zoo Biology, 34(1). Available at:
<https://doi.org/10.1002/zoo.21191>.

8. SITOGRAFIA

Cosa è la Rete Natura 2000 - Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino [online], (senza data). Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino. [Consultato il 9 ottobre 2023]. Disponibile da: <https://www.parcopan.org/la-rete-natura-2000/cosa-e-la-rete-natura-2000/>

Il territorio - Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino [online], (senza data). Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino. [Consultato il 9 ottobre 2023]. Disponibile da: <https://www.parcopan.org/il-territorio/>

Normativa di riferimento - Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino [online], (senza data). Parco Naturale Paneveggio Pale di San Martino. [Consultato il 9 ottobre 2023]. Disponibile da: <https://www.parcopan.org/ente-parco/normativa-di-riferimento/>