



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Medicina Animale, Produzioni e Salute

Corso di Laurea magistrale a ciclo unico in
MEDICINA VETERINARIA

**Indagine sulle endoparassitosi dei ruminanti
nell'ecosistema della Marmolada**

Relatore

Dott. Rudi Cassini

Correlatore

Dott.ssa Paola Semenzato

Laureanda

Maria Dalla Fontana

Matricola n. 1027584

ANNO ACCADEMICO 2015/2016

A black and white photograph of a mountain landscape. In the foreground, a stambecco (ibex) is resting on a rocky ledge, looking towards the right. The background shows a vast, rugged mountain range with steep slopes and a valley. The overall tone is somber and majestic.

LO STAMBECCO

Sull'aspra guglia illuminata immoto
fisso lo sguardo nei lontani monti
sta lo stambecco altero: attorno è il vuoto
e il trepido scrosciar d'alpestri fonti.
Non guarda il sol l'intrepido animale
dominator dell'inviolate rupi
né mai s'inchina all'aquila reale
ché già signor egli è dei borri cupi.
Il capo fiero incoronato, ratto
balza di ciglio in ciglio; arresta lieve
il passo, rimirando stupefatto
il piano immenso e la perenne neve.
Scende e risale le silenti strette
vibranti all'eco dei travolti massi
picchietta sulle rapide vedrette
come sul vetro risonanti sassi.
Dall'incantato regno delle nevi
richiama a sera il bosco e l'erba molle
e l'onda fresca; quieto tu bevi
impavido stambecco mentre il folle
cacciatore alla vita già ti toglie.
Si tinge l'acqua del tuo puro sangue
ma tu morir non vuoi tra quelle foglie
fuggir tu vuoi pur col tuo corpo esangue
a riveder le nevi del tuo regno.
Ancora un passo: sull'immacolata
neve, ecco, sei caduto senza sdegno
lieve: sulla pupilla ormai velata
imporporati dalla nuova aurora
brillano sempre e nevi e monti e cielo
brillano alla eserta aspra dimora
che stringe il nato nell'eterno gelo.

Fausto Dalla Fontana

RIASSUNTO

Gli endoparassiti dello stambecco alpino sono stati indagati da numerosi autori, principalmente focalizzando lo studio sui parassiti gastrointestinali mentre minore attenzione è stata dedicata agli strongili broncopolmonari. Non mancano in letteratura dati sui casi di trasmissione di questi parassiti tra i ruminanti selvatici e quelli domestici, ma, in particolare per lo stambecco, questo aspetto di intuibile interesse applicativo, risulta relativamente poco indagato.

Il metodo generalmente utilizzato per le indagini parassitologiche è quello necroscopico con la conseguente identificazione dei parassiti adulti, tuttavia la ricerca di uova, oocisti e larve nelle feci può costituire un metodo alternativo per indagare la relazione ospite-parassita nelle popolazioni selvatiche.

L'obiettivo di questa tesi è stato quello di definire la componente parassitaria e il relativo grado di infestazione degli stambecchi della colonia della Marmolada e dei ruminanti domestici presenti nella stessa area.

Nell'ambito di un'indagine multidisciplinare sulla colonia citata, è stata pertanto condotta un'analisi epidemiologica sulle endoparassitosi dello stambecco e dei ruminanti domestici che condividono almeno in parte il pascolo.

Nei periodi da giugno a novembre per gli anni 2013, 2014 e 2015 sono stati raccolti rispettivamente 356 campioni di feci da stambecchi, 32 da bovini, 21 da pecore e 6 da capre.

I campioni sono stati esaminati mediante analisi coprologica, sottoponendo ogni campione ad analisi quali-quantitativa per determinare i parassiti gastro-intestinali ed alla tecnica di Baermann per la ricerca delle larve di primo stadio degli strongili broncopolmonari, con una modifica innovativa per la loro stima quantitativa.

Nello stambecco sono state rilevate prevalenze molto alte per i coccidi (100%) e per gli strongili gastrointestinali (98,9%), esclusi i generi *Nematodirus/Marshallagia* (74,4%). Prevalenze meno importanti sono state evidenziate per i cestodi (20,8%), *Trichuris* (2,5%) e *Capillaria* (0,3%).

Nei bovini sono state rilevate prevalenze di 25% per i coccidi, 87,5% per gli strongili gastrointestinali, 6,3% per *Nematodirus/Marshallagia*, 15,6% per i cestodi.

Gli ovini esaminati hanno dimostrato una prevalenza del 100% per coccidi e SGI, 47,6% per *Nematodirus/Marshallagia*, 33,3 % per i cestodi, 4,8 % per *Trichuris*.

Infine le capre hanno mostrato una prevalenza del 100% per coccidi e SGI, del 50% per *Nematodirus/Marshallagia* e *Strongyloides* e del 16,7 % per i cestodi.

Mediante le coproculture effettuate dai campioni di stambecco sono state identificate in totale 711 larve di terzo stadio distinguendo fondamentalmente due morfotipi: il primo morfotipo

ascrivibile a *Oesophagostomum/Chabertia* (319) e il secondo a *Ostertagia/Teladorsagia/Trichostrongylus* (392). Per le pecore e le capre sono stati identificati gli stessi morfotipi: rispettivamente 11 e 71 *Oesophagostomum/Chabertia* e 14 e 56 *Ostertagia/Teladorsagia/Trichostrongylus*. Solo per le capre è stato possibile distinguere un terzo morfotipo ascrivibile a *Strongyloides* (39).

Per quanto riguarda gli strongili broncopolmonari, nello stambecco sono stati identificati *Muellerius* spp (72,5%), *Protostrongylus* spp (10,1%), *Cistocaulus* spp (0,6%) e *Neostrongylus* spp (3,1%).

Nelle pecore e nelle capre è stato identificato solo *Muellerius* con una prevalenza rispettivamente del 5% e del 100%. I campioni dei bovini non hanno evidenziato presenza di strongili broncopolmonari.

Per gli stambecchi è stato inoltre indagato come le prevalenze e il grado di infestazione possano essere influenzati da fattori come sesso, classe d'età e appartenenza a gruppi separati; infine si è tentato di definire un andamento stagionale per i mesi considerati (giugno-novembre). Per i bovini analogamente si sono considerate variabili quali la malga di appartenenza e il mese di campionamento (pre e post alpeggio). Per gli ovini sono state indagate eventuali differenze tra i greggi considerati.

La presenza di queste malattie parassitarie negli animali considerati non sembra attualmente rappresentare un problema né per la salute degli stambecchi né per quelli dei domestici al pascolo, permettendo quindi, con le attuali modalità, una condivisione del pascolo non dannosa; un monitoraggio della situazione parassitaria dell'ecosistema è in ogni caso un aspetto importante nell'ambito di un'attività di sorveglianza sanitaria della colonia di stambecchi, per contribuire a garantire una presenza equilibrata di questa specie in questo importante settore dolomitico.

ABSTRACT

Endoparasites in free ranging Alpine ibex (*Capra ibex*) have already been investigated by many researchers, although most of the surveys were focused on the gastrointestinal parasites while there are only few studies on bronchopulmonary nematode ones.

Cases of transmission of these parasites between wildlife and domestic livestock have been described in literature, but this aspect is not well investigated for what concern the Alpine ibex.

Necropsy is usually used to assess the endoparasites of the wildlife, exam which allows the identification of the adult; anyhow the study of eggs, oocyst and larvae in faeces represents an alternative method to investigate the host-parasite relation in wild population.

The aim of this study was to describe the endoparasites and their infection level of the ibex of the colony of the Marmolada massif and of the domestic ruminants grazing in the same area.

A parasitic survey was conducted on the ibex and on the domestic ruminants of the area in the framework of a multidisciplinary study on the ibex colony of the Marmolada massif.

Overall 356 faecal samples from ibex (*Capra ibex*), 32 from bovines (*Bos taurus*), 21 from sheep (*Ovis aries*) and 6 from goats (*Capra hircus*) were collected during the period from June to November in the years 2013, 2014 e 2015, and then analysed to assess the presence of eggs, oocystis and first stage larvae and to determine their infection rate.

In Alpine ibex the highest prevalence was recorded for coccidian (100%) and for gastrointestinal strongylids (98,9%), whereas in regard of genera *Nematodirus*/*Marshallagia* the percentage was 74,4%. A less important prevalence was found for Cestoda (20,8%), *Trichuris* spp (2,5%) and *Capillaria* spp. (0,3%).

In the bovine's faecal samples, have been identified: coccidian (25%), gastrointestinal strongylids (87,7%), *Nematodirus*/*Marshallagia* (6,3%), cestoda (15,6%).

In regards to the sheep, coccidia and gastrointestinal strongylids (GIS) showed a prevalence of 100%, *Nematodirus*/*Marshallagia* of 47,5% and cestoda of 15,6%.

Referring to the goats both coccidia and GIS showed a prevalence of 100%, *Nematodirus*/*Marshallagia* and *Strongyloides* had a prevalence of 50%, while for cestoda it was 16,7%.

Through ibex samples' coprocultures we identified a total of 711 third stage larvae attributable to genera *Oesophagostomum*/*Chabertia* (319) and *Ostertagia*/*Teladorsagia*/*Trichostrongylus* (392).

The same two morphotypes were obtained from the sheeps' coprocultures (11 *Oesophagostomum*/*Chabertia* and 14 *Ostertagia*/*Teladorsagia*/*Trichostrongylus*) and the goats' ones (71 and 56). Moreover, a third morphotype was identified in the goats: *Strongyloides* (39).

Concerning lungworms, *Muellerius* spp (72,5%), *Protostrongylus* spp (10,1%), *Cystocaulus* spp (0,6%) and *Neostrongylus* spp (3,1%) were identified in the ibex's samples.

Only *Muellerius* spp was isolated from the samples of sheep (5%) and goats (100%). The cows instead resulted negative to all the bronchopulmonary nematodes.

Furthermore, we investigated how prevalence and infection levels were influenced by various factors such as sex, age class and group, and we tried to define seasonal changes during the period analysed (June-November). Similarly differences between the two different pastures (Malga Ciapela/Franzedas and Malga Ombretta) and between the two months taken in exam for what concerns the bovine, and differences between the two flocks in regards to the sheep, were investigated.

The infections found during this survey don't seem to represent a problem both for the ibex's and the livestock's health; which allows them to keep sharing the pasture without important health risk. Anyway a continuous knowledge of the parasitic situation of the ecosystem is an important aspect in order to guarantee the demographic balance and the health of this colony.

Sommario

| | |
|--|----|
| PARTE GENERALE | 11 |
| 1. Sorveglianza sanitaria della fauna selvatica | 13 |
| 2. Il macroparassitismo | 17 |
| 2.1. L'impatto del parassita sulla popolazione ospite | 19 |
| 2.2. Interazione tra ruminanti domestici e selvatici | 20 |
| 3. Lo stambecco delle Alpi | 22 |
| 3.1. Distribuzione dello stambecco nell'arco alpino | 22 |
| 3.2. Cenni di biologia | 25 |
| 4. Parassiti Gastrointestinali | 28 |
| 4.1. Nematodi Gastrointestinali | 28 |
| 4.2. Cestodi | 31 |
| 4.3. Coccidi | 33 |
| 4.4. Lesioni anatomico-patologiche e sintomatologia | 35 |
| 4.5. Specie di interesse dei ruminanti domestici e epidemiologia | 37 |
| 4.6. Ospite definitivo: ruminanti domestici | 40 |
| 4.7. Ospite definitivo: stambecco | 42 |
| 5. Parassiti Broncopolmonari | 44 |
| 5.1. Classificazione | 44 |
| 5.2. Ciclo biologico | 45 |
| 5.3. Lesioni anatomico-patologiche e sintomatologia | 47 |
| 5.4. Ospite definitivo: ruminanti domestici | 48 |
| 5.5. Ospite definitivo: stambecco | 49 |
| PARTE SPERIMENTALE | 53 |
| 6. Obiettivo della tesi | 55 |
| 7. Materiali e metodi | 56 |

| | |
|--|----|
| 7.1. Area di studio | 56 |
| 7.2. Campionamento | 58 |
| 7.3. Analisi di laboratorio | 61 |
| 7.4. Analisi statistica | 64 |
| 8. Risultati | 65 |
| 8.1. Principali indici epidemiologici | 65 |
| 8.2. Aspetti ecologici nella distribuzione dei parassiti | 69 |
| 8.3. Identificazione larve L3..... | 83 |
| 9. Discussione | 86 |
| 9.1. Parassiti gastrointestinali | 86 |
| 9.2. Strongili broncopolmonari | 92 |
| 10. Conclusioni | 94 |
| 11. Bibliografia | 97 |

PARTE GENERALE

1. Sorveglianza sanitaria della fauna selvatica

Mantenere le popolazioni di selvatici in un corretto equilibrio con l'ambiente e con le altre specie animali è la finalità primaria di una corretta gestione faunistica, in grado di garantire la presenza di popolazioni in buone condizioni sanitarie e di raggiungere densità agro-forestali ottimali, attraverso una corretta strutturazione della popolazione. I fattori in grado di influenzare negativamente e, a volte, compromettere drasticamente tale equilibrio dinamico, sono molteplici: tra questi meritano particolare attenzione i rischi sanitari. Lo stato di salute degli animali selvatici è intimamente collegato alla situazione sanitaria complessiva dell'area in cui questi vivono e quindi anche allo stato sanitario degli animali domestici. Proprio per questo motivo l'interesse per la sorveglianza e il monitoraggio sanitario della fauna selvatica è decisamente cresciuto negli ultimi anni anche per le implicazioni che questi hanno in termini sia di sanità animale sia di sanità pubblica.

Secondo Guberti *et al* (2014) possiamo ricondurre questo interesse a quattro principali ragioni:

- la fauna selvatica funge da reservoir per diverse patologie emergenti, ri-emergenti o non ancora scoperte nell'uomo;
- la presenza di patologie degli animali selvatici in una determinata area potrebbe compromettere il commercio di animali vivi e di prodotti di origine animale con importanti impatti economici;
- alcune specie selvatiche hanno un ruolo epidemiologico (non sempre chiaramente definito) in numerose patologie degli animali domestici;
- le patologie possono essere effettivamente un pericolo sanitario per alcune specie selvatiche, anche se il rischio reale è raramente appurato.

In un Report presentato all'OIE (67th General session of the International Committee) è stato fatto notare che uno Stato non può dichiarare la presenza o l'assenza di un'infezione nella fauna selvatica senza aver condotto un corretto studio epidemiologico. Programmi di monitoraggio regolari pertanto dovrebbero diventare parte integrante dei piani finalizzati a poter dichiarare un'area pathogen free, il che avrebbe, come già spiegato, notevoli implicazioni economiche. Alcune specie animali selvatiche possono essere reservoir di malattie notificabili e pertanto il rilevamento della loro presenza può essere il punto di partenza per una migliore comprensione della patologia stessa. Il semplice ritrovamento di un nuovo focolaio di malattia o di morte in una popolazione selvatica inoltre, potrebbe essere indice della comparsa di un nuovo agente patogeno nel territorio; in questo caso un intervento tempestivo è fondamentale per capire il rischio a cui è

esposto il resto della popolazione selvatica e quella di animali domestici dello stesso areale (Mörner *et al*, 2002).

Oltre all'interesse economico e di sanità pubblica, un corretto monitoraggio della fauna selvatica può produrre dei dati importanti per capire al meglio la situazione eco-patologica della zona.

Nonostante quanto appena detto, però, il patrimonio faunistico nazionale è tutelato dalla Legge 11/02/1992 n°157 che demanda alle Regioni la pianificazione gestionale. Nonostante la "ricchezza" di animali selvatici in Italia, non esiste un obbligo legislativo nazionale di attuazione di piani di monitoraggio organici della fauna selvatica, che ad oggi sono ancora frutto di iniziative volontarie di collaborazione tra alcune istituzioni pubbliche, mondo venatorio e ricerche eco-patologiche mirate alla conservazione faunistica.

Per comprendere al meglio i passaggi necessari per effettuare una corretta sorveglianza sanitaria è opportuno chiarire un po' di terminologia (Guberti *et al*, 2014):

- Sorveglianza: raccolta sistematica, analisi ed interpretazione di dati sanitari ed eventuale programmazione di un'azione di risoluzione o di controllo del problema. È un'azione a lungo termine ed è necessaria finché il rischio è presente.
 - Sorveglianza passiva: attività indirizzata all'ottenere informazioni relative all'agente infettivo in animali morti o malati. L'animale singolo è generalmente il target per una sorveglianza passiva.
 - Sorveglianza attiva: attività indirizzata alla ricerca della patologia in campioni di animali. La ricerca potrà essere condotta in tutta la popolazione o in un campione scelto adeguatamente.
- Monitoraggio: la differenza principale con la sorveglianza consiste nel fatto che esso non prevede un'azione specifica precedentemente stabilita. Generalmente si vanno a monitorare parametri epidemiologici di base (prevalenza, incidenza etc..) necessari a definire una patologia.
- Indagini epidemiologiche: sono attività specifiche indirizzate ad identificare un problema specifico. Sono generalmente limitate sia nello spazio, sia nel tempo.
- Sensibilità e specificità della sorveglianza: concetti che esprimono la possibilità di identificare come positiva una popolazione infetta e come negativa una popolazione non infetta. Normalmente i concetti di sensibilità e specificità vengono associati a test o a

strumenti diagnostici; in questo caso vengono attribuiti all'azione di sorveglianza, perché viene considerata come un vero e proprio strumento d'analisi.

- Gruppo sospetto: la definizione di questo ci dà le indicazioni su quali animali è opportuno includere nel sistema di sorveglianza. I criteri per definirlo sono molto variabili e considerano l'effettivo rischio che una determinata patologia possa essere presente in una determinata area.
- Prevalenza: numero di ospiti positivi alla ricerca di un determinato patogeno sul totale degli ospiti presenti/testati.
- Abbondanza: numero medio di parassiti sul numero totale di soggetti esaminati
- Intensità: numero medio di parassiti per soggetto parassitato

Nonostante ormai siano stati associati i numerosi effetti negativi delle patologie sulle dinamiche di popolazione della fauna selvatica, raramente esse sono considerate nella legislazione per la conservazione della fauna selvatica. Certamente richiamano un certo interesse quegli outbreak di mortalità imponente o di patologie particolarmente spettacolari, ma in questo caso la gestione viene fortemente influenzata anche da motivi che non sono prettamente sanitari (Artois *et al*, 2001).

Andrebbero invece incoraggiate attività di sorveglianza strutturate per identificare una determinata patologia in un'area libera e per la gestione di un outbreak particolare.

Come evidenziato in Tabella 1.1 gli step fondamentali per una gestione sanitaria della fauna selvatica sono quindi sorveglianza, monitoraggio e indagini epidemiologiche, tutti aspetti sinergici dello stesso processo.

Le indagini epidemiologiche sono fondamentali per una stima precoce della prevalenza di un'infezione o per identificare i meccanismi di trasmissione e di mantenimento di una data patologia (Guberti *et al*, 2014). Non sono però da confondere con piani di sorveglianza ben strutturati.

TABELLA 1.1: PRINCIPALI STEP PER SORVEGLIANZA E MONITORAGGIO

| Scopo | Azione | Assunzioni | Efficacia | |
|---|----------------------|---|---|--|
| Rilevamento precoce | Sorveglianza passiva | L'infezione non è ancora stata introdotta, ma ci si aspetta un'alta mortalità | Alta se è presente collaborazione da parte degli stakeholders | |
| Rilevamento precoce | Sorveglianza attiva | L'infezione non è ancora stata introdotta, la mortalità attesa è piuttosto bassa | Bassa, è necessaria un'alta intensità di campionamento | |
| Comprendere l'evoluzione epidemiologica della patologia | Monitoraggio | Conoscenza delle dimensioni della popolazione a rischio, dell'unità campionaria e della prevalenza attesa | Alta se è applicata la corretta metodologia | L'intensità di campionamento dovrebbe essere calcolata per comprendere cambiamenti nei dati di prevalenza nel corso del tempo |
| Stabilire l'assetto d'intervento | Monitoraggio | Conoscenza delle dimensioni della popolazione a rischio, dell'unità campionaria e della prevalenza | Alta se è applicata la corretta metodologia | L'intensità di campionamento dovrebbe essere calcolata in modo da evidenziare eventuali differenze indotte dall'intervento determinato |

Quando parliamo di fauna selvatica inoltre è difficile capire come un sistema multi-ospite possa influenzare la diffusione di una patologia da un animale domestico a un selvatico e viceversa.

In questi casi possiamo utilizzare due approcci:

- di indagine: in cui si va ad analizzare il ruolo della patologia nelle specie selvatiche
- di risk assessment: che prende in considerazione tutti i dati già presenti relativi alla popolazione, le sue dimensioni, la distribuzione geografica etc., ed è generalmente più finalizzato a fornire spunti di gestione. Questo tipo di approccio è stato da poco introdotto nell'analisi dei dati di conservazione della fauna (Jakob-Hoff *et al*, 2014), mentre era già da tempo riconosciuto nell'ambito di benessere e sanità degli animali domestici.

2. Il macroparassitismo

Secondo Crofton (1971) la definizione di parassitismo può essere così delineata:

- il parassita è fisicamente dipendente dall'ospite,
- i parassiti si distribuiscono in modo aggregato all'interno della popolazione ospite,
- un'infestazione massiva da parte del parassita è in grado di uccidere l'ospite (differenzia il commensalismo)
- la specie parassita ha un potenziale riproduttivo più elevato rispetto alla specie ospite (differenzia il predatorismo)

Dal punto di vista ecologico possiamo distinguere i microparassiti dai macroparassiti.

I microparassiti, come ad esempio virus, batteri e alcuni protozoi, sono caratterizzati da dimensioni ridotte ed elevata capacità di riproduzione.

I macroparassiti, invece, sono di dimensioni relativamente grandi ed hanno un tempismo riproduttivo decisamente superiore, spesso utilizzano più ospiti e possono creare un'infezione che dura per tutta la vita dell'ospite (Smith e Smith, 2007)

Quando andiamo ad analizzare una situazione epidemiologica di microparassiti la prevalenza ci fornisce importanti informazioni sulla presenza dell'infezione in una popolazione.

Il caso dei macroparassiti è invece lievemente diverso: in questo caso infatti non è tanto la prevalenza il dato necessario ma piuttosto l'abbondanza (quantificazione del numero di parassiti nell'ospite), che ci consente una descrizione del significato epidemiologico del parassitismo.

Basandosi sul numero di parassiti per ospite, possono essere infatti descritte tre tipi di distribuzione:

- Random: se segue una distribuzione di Poisson
- Uniforme: se seguono una distribuzione di tipo normale (Gaussiana)
- Aggregata: se seguono una dispersione binomiale negativa.

La distribuzione aggregata prevede che solo pochi individui siano interessati da infestazioni massive, mentre il resto della popolazione presenta un'infestazione lieve o addirittura assente.

Per quanto riguarda i macroparassiti questo tipo di distribuzione è stata ampiamente descritta nelle popolazioni ospite (Anderson e May, 1979) e come hanno riassunto Shaw e Dobson (1995) questo pattern può essere descritto empiricamente con l'utilizzo della distribuzione binomiale negativa, per cui l'aggregazione è inversamente descritta dal parametro binomiale negativo k (Grenfell *et al* 1995).

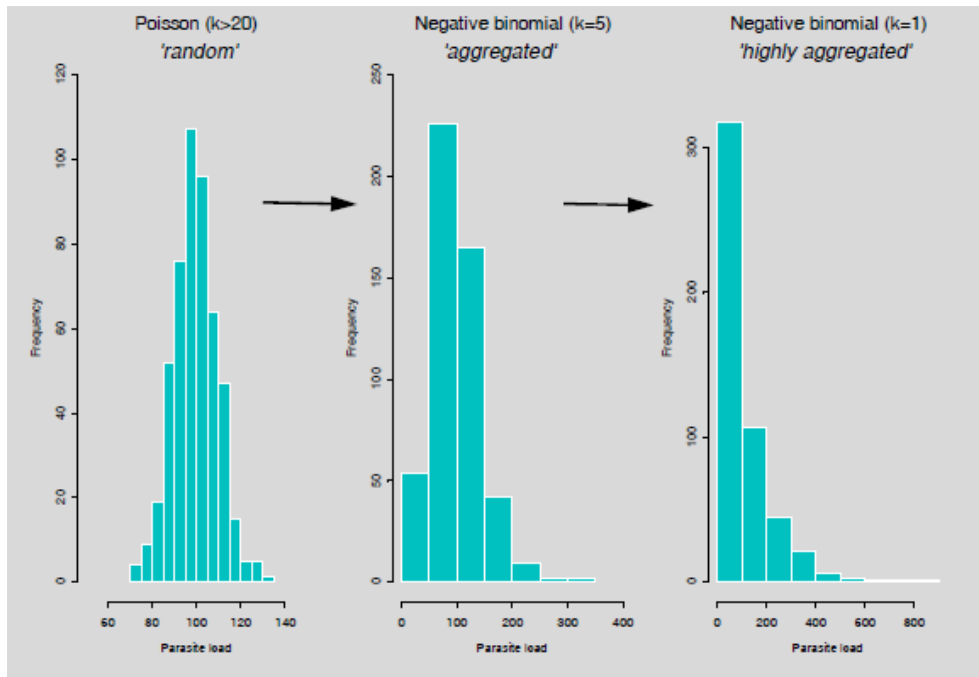


FIGURA 2.1: DISTRIBUZIONE DI POISSON E DISTRIBUZIONE AGGREGATA (TRATTA DA WILSON *ET AL.*, 2001)

Nella Fig. 2.1 si possono vedere i diversi tipi di distribuzione, per cui nel terzo grafico, in cui il parametro k si abbassa notevolmente, si nota come la maggior parte dei parassiti siano concentrati in pochissimi animali

Spesso inoltre i dati parassitologici della fauna selvatica sono distorti perché la presenza di una patologia può rendere un'animale più o meno facilmente campionabile, andando quindi ad alterare la scelta random del campione che deve contenere soggetti comprendenti tutti i gruppi demografici.

Dal momento che gran parte dei parassiti tendono ad avere una distribuzione aggregata (Anderson e Gordon, 1982), per cui possono esserci pochi individui altamente infestati mentre il resto della popolazione no, si potrebbe dire che l'esame solo di un piccolo gruppo potrebbe non permettere l'identificazione di soggetti pesantemente infetti, come si può vedere in Fig.2.1

Si capisce quindi come l'accuratezza della stima dell'aggregazione aumenta all'aumentare della dimensione del campione.

Secondo Guberti *et al* (2014) si può utilizzare la seguente definizione di wildlife sampling unit: la sottopopolazione della popolazione ospite, le cui dimensioni sono in grado di mantenere l'agente infettante nell'arco di un definito intervallo compreso tra campionamenti successivi.

2.1. L'impatto del parassita sulla popolazione ospite

Nonostante il ruolo dei macroparassiti nel regolare le dinamiche di popolazione della fauna selvatica sia stato largamente accettato (Tompkins *et al*, 2002) rimane ancora difficile stabilire il loro effettivo impatto sanitario, in particolare quando il parassita è costantemente presente nella popolazione in condizioni subcliniche (Citterio *et al*, 2004). Gli effetti del parassita sulla popolazione possono essere riscontrati principalmente sulla riproduzione e sulla sopravvivenza dell'ospite (Gulland, 1997).

Inoltre studi precedenti hanno dimostrato come le parassitosi, in particolare le infestazioni di elminti abomasali, possono avere un notevole impatto negativo sulle condizioni fisiche della fauna selvatica (Zaffaroni *et al*, 1997; Sala *et al*, 2000).

L'effetto dei parassiti sulla popolazione ospite non è costante in ogni situazione. Esso dipende infatti da numerosi fattori quali la distribuzione del parassita nella popolazione, il tipo di comunità parassitaria, il suo effettivo effetto patogeno, il contatto con altri animali selvatici o con animali domestici, o da altri fattori quali la carenza di cibo o e/o la bassa qualità della dieta (Gulland, 1997).

Si riteneva che anche il tipo di comunità parassitaria potesse essere un fattore importante per capire la patogenicità dei parassiti sull'ospite e la sua risposta a questi. È stato proposto una sorta di classificazione delle comunità parassitarie che le distingue in due classi generali: isolazioniste e interattive (Holmes e Price, 1986).

Con comunità isolazionista intendiamo una comunità di parassiti che non è in equilibrio a causa del basso grado di trasmissione e dove le specie parassitarie non sono influenzate l'una dall'altra. Per comunità interattiva si intende invece una comunità con un alto tasso di trasmissione, una competizione interspecifica e basse risposte individuali (Bush *et al*, 1997).

Si è provato a determinare un grado sulla scala isolazionista/interattiva, ma studi successivi hanno dimostrato un'alta variabilità sia tra le diverse specie ospite sia soprattutto tra i differenti individui, rendendo quindi questa classificazione notevolmente difficile (Ferrari *et al*, 2010a).

2.2. Interazione tra ruminanti domestici e selvatici

La realtà italiana è fortemente antropizzata, pertanto è molto comune che animali selvatici, anche se occupanti habitat specifici, condividano gli stessi territori di alcuni animali domestici.

Proprio per questo è importante prendere in considerazione il rischio sanitario di questa convivenza.

Le categorie principali da considerare per questa interazione sono sicuramente i ruminanti domestici e quelli selvatici che si ritrovano a condividere i rispettivi habitat con maggior frequenza durante la stagione dell'alpeggio o comunque nelle situazioni di zootecnia montana (Lanfranchi, 1993).

Per quanto riguarda ad esempio l'interscambio di elminti gastro-intestinali (Balbo *et al.* 1978; Genchi *et al.*, 1984; Genchi *et al.*, 1985) e di strongili bronco-polmonari è stato visto come questo sia molto più facile tra diverse specie ospiti di Bovidi (Rossi *et al.* 1985) piuttosto che tra Cervidi e Bovidi (Poglayen, 1991). Oltre alla diversa ricettività dell'ospite va anche considerato il momento in cui le specie d'ospite utilizzano il pascolo e quindi l'effettiva concomitanza di assunzione delle larve infestanti. Ovviamente la possibilità di infestazione dei ruminanti domestici è strettamente legata al livello di infestazione del pascolo e al tempo di permanenza degli animali sullo stesso (Eckert *et al.*, 1981). Rossi *et al.*, (2000) hanno condotto uno studio sulle possibili infestazioni da nematodi gastro-intestinali in bovini all'alpeggio evidenziando momenti ben definiti di maggior rischio di essere infestati: l'inizio dell'alpeggio (giugno) e la sua fine (da metà agosto alla demonticazione), suggerendo pertanto una strategia di controllo basata sulla somministrazione di antielmintici alla monticazione e alla demonticazione.

Di particolare importanza è il trattamento antielmintico sulle mandrie domestiche subito prima di essere portate al pascolo, proprio per prevenire la contaminazione dei pascoli e salvaguardare l'equilibrio parassitario dei selvatici (Citterio e Lanfranchi, 2006). Il trattamento antielmintico non dovrebbe essere però l'unica tecnica di prevenzione: è stato infatti ipotizzato che non solo un'alta abbondanza all'interno del gregge di pecore, ma soprattutto la numerosità del gregge e la lunghezza del periodo di condivisione del pascolo sono più pericolosi per le dinamiche del capriolo (Broglia *et al.*, 2000).

Tra tutti gli elminti gastro-intestinali, *Haemoncus contortus* è stato dimostrato avere davvero una bassa specificità d'ospite e una particolare variabilità genetica, suggerendo che la trasmissione tra ruminanti domestici e selvatici avvenga con estrema facilità (Cerutti *et al.*, 2010).

La possibilità di un interscambio di parassiti tra ruminanti domestici e selvatici è stata evidenziata anche per protozoi, come ad esempio per *Eimeria* spp. (Poglayen, 1983) e per *Sarcocystis* spp. (Balbo *et al.*, 1988; Rossi *et al.*, 1988).

Un importante aspetto per l'interazione parassitologica tra domestici e selvatici è il concetto di parassita specialista e generalista.

Quando ci si riferisce ad un parassita come specialista, si intende come questo presenti un'alta specie specificità e una elevata variabilità genetica tra parassiti co-specifici ma infettanti diversi ospiti. Al contrario un parassita generalista presenta minime differenze genetiche tra ceppi che infettano ospiti diversi.

I nematodi appartenenti alla superfamiglia Trichostrongylidae sono spesso utilizzati come modello per affrontare questa tematica. Oltre a *H. contortus* (Cerutti *et al*, 2010) anche *Trichostrongylus axei* è stato dimostrato essere un parassita generalista (Archie e Ezenwa, 2011). Vista l'importanza sanitaria vi sono sempre più studi che riportano di questi passaggi interspecifici per quanto riguarda i nematodi generalisti (Walker e Morgan, 2014). La trasmissione dipende dai valori di abbondanza della parassitosi e dal livello di interazione tra le due specie ospite considerate in termini di contatto diretto o di condivisione spaziale e temporale del pascolo (Morgan *et al*, 2004)

Questo tipo di ricerca è sempre più precisa con l'aumentare delle possibilità di utilizzare l'analisi del DNA per differenziare i ceppi di parassiti. L'utilizzo di marker genetici per identificare il grado di overlap tra popolazioni di parassiti generalisti in diverse specie ospite è già stato fatto con *H. contortus* (Cerutti *et al*, 2010) e *Dictyocaulus* (Höglund *et al*, 2003) ma può essere di spunto per studi futuri.

3. Lo stambecco delle Alpi

Inquadramento tassonomico

Phylum: Cordati

Subphylum: Vertebrati

Ordine: Artiodattili

Sottordine: Ruminanti

Famiglia: Bovidi

Tribù: Caprini

Genere: *Capra*

Specie: *Capra ibex*

Sottospecie: *Capra ibex ibex* Linneus 1758

3.1. Distribuzione dello stambecco nell'arco alpino

La distribuzione storica è nota in tutto l'arco alpino fino alla longitudine di 13° grado est, lungo la linea che idealmente unisce la Carinzia al Salisburghese in Austria.

Vi sono fonti che raccontano come questo bovide venisse cacciato con grande interesse fin dal Medioevo; interesse che condusse ad una vera e propria azione di sterminio, non solo per il notevole valore del palco di questo animale e per la notevole quantità di carne ricavabile dalla sua carcassa, ma anche per le proprietà terapeutiche e miracolose conferitegli dalla medicina popolare.

Nonostante vi fossero stati dei tentativi di protezione e immissione condotti in Tirolo (1538) e nel Salisburghese (1699) lo stambecco scomparve dall'arco alpino nei secoli XVI, XVII e XVIII. La stessa situazione era presente nelle regioni alpine di Austria, Slovenia, Svizzera e nelle Alpi bavaresi. Nella seconda metà del XIX secolo lo stambecco sopravviveva solo all'interno del territorio del Gran Paradiso.

Nel 1821 si ricorda appunto esclusivamente nel territorio del Gran Paradiso, dove permaneva una colonia costituita da meno di 100 esemplari, grazie ad una politica di protezione attuata dai reali di casa Savoia. Nello stesso anno vennero emanate le prime misure protettive a difesa di questa popolazione e nel 1836 seguirono le Regie Patenti con cui veniva istituita la Riserva Reale di Caccia del Gran Paradiso (che nel 1922 diventerà Parco Nazionale).

Nonostante i primi regolamenti che lo riguardavano fossero legati comunque alla caccia, essi furono determinanti per la salvaguardia dello stambecco.

Successivamente si proseguì con un'opera di immissione di numerosi soggetti realizzata in differenti settori dell'arco alpino.

Nel 1875 la Confederazione elvetica prescrisse nella sua prima legge sulla caccia e protezione della fauna la reintroduzione dello stambecco su tutto il territorio svizzero.

Le prime colonie vere e proprie vennero così istituite nel 1906 nel Wildpark "Peter e Paul" di S. Gallo e nel 1915 nel parco di Interlaken-Harder. Entro il 1942 almeno 109 stambecchi vennero catturati dalla popolazione mantenuta e cresciuta del Parco Nazionale del Gran Paradiso e allevati in cattività all'interno dei due parchi; successivamente queste due popolazioni vennero considerate quelle di partenza per la ricostituzione delle popolazioni svizzere e austriache.

Mentre proseguiva l'istituzione di colonie madre mediante rilascio di soggetti provenienti dalla cattività, nel 1921 venne fondata la prima colonia italiana nell'allora Riserva Reale di Caccia di Valdieri-Entraque, con soggetti provenienti dal Parco Nazionale del Gran Paradiso.

La formazione di nuove colonie è proseguita negli anni e dal 1911 ad oggi sono stati attivamente immessi stambecchi in almeno 175 aree su tutto l'arco alpino, utilizzando quasi sempre soggetti provenienti dal Gran Paradiso.

È da sottolineare come le operazioni di introduzione siano spesso state realizzate partendo da un numero limitato di fondatori originario dalle stesse colonie e questo potrebbe spiegare la bassissima variabilità genetica delle popolazioni studiate (Maudet *et al*, 2002).

Situazione attuale

Attualmente lo stambecco è presente su tutto l'arco alpino anche se in maniera frammentata e carente rispetto alle potenzialità (Fig. 3.1)

In Italia è possibile ad oggi (dati del biennio 2006-2008) identificare 63 colonie distribuite su un areale di 5000 km². La consistenza della popolazione di Capra ibex nell'arco alpino si calcola pari a 15800 esemplari. Il numero di colonie è di 25 nelle Alpi occidentali, 18 in quelle Centrali e 20 in quelle Orientali, anche se a livello di consistenze i numeri giocano nettamente in favore dell'arco alpino centro-occidentale con più di 13000 esemplari in confronto ai 2500 della parte orientale (Apollonio *et al*, 2009). Il tasso di crescita più alto negli anni 2001-2005 è stato riscontrato nelle Alpi orientali, messo però a dura prova dalla comparsa della rogna sarcoptica nel 2001 (Carnevali *et al*, 2009). La malattia ha compromesso drasticamente due colonie in particolare: quella dei Monzoni-Marmolada e quella della Croda Rossa.

Considerando invece la densità, il range oscilla tra un minimo di 0.2 capi/km² (colonia della Croda Rossa, BZ-BL)) ad un massimo di 15,73 capi/km² (colonia di Tarvisio, UD)

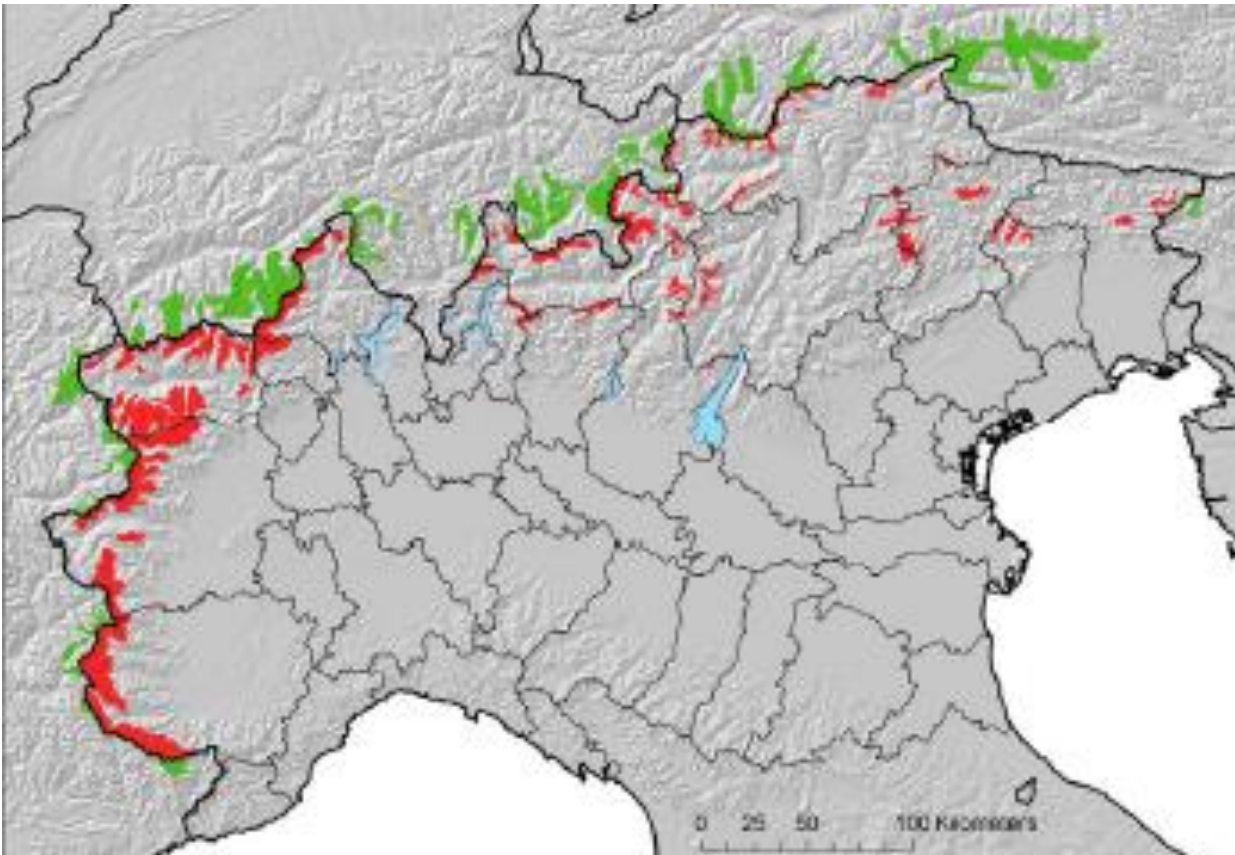


FIGURA 3.1: DISTRIBUZIONE DELLE POPOLAZIONI DI STAMBECCO SULL'ARCO ALPINO ITALIANO AL 2006-2008 (IN ROSSO); IN VERDE LE POPOLAZIONI DEGLI ALTRI STATI, O PARTE DI ESSE, A DIRETTO CONTATTO CON I CONFINI NAZIONALI (APOLLONIO ET AL, 2009)

Gestione

In Italia, secondo la legge 157/92 l'abbattimento dello stambecco non è consentito, con l'eccezione della provincia Autonoma di Bolzano in cui alcuni capi sono regolarmente abbattuti ogni anno per azioni di monitoraggio.

Attualmente lo Stambecco può essere considerato fuori pericolo di estinzione ed è stato classificato come "Least Concern" dall'IUCN (The IUCN Red List, 2016), anche se non si è ancora capito che valore dare alla modesta variabilità genetica presente in alcune popolazioni (Maudet *et al.* 2002, Biebach e Keller, 2009).

Va però considerato come in Italia la distribuzione risulti enormemente frammentata, occupando solo il 14% dell'areale potenziale, e le popolazioni siano di basse densità.

La velocità di occupazione dei territori è molto lenta, sia per una sorta di consuetudine che lo porta ad utilizzare sempre le stesse zone di svernamento, sia per la sua necessità di un habitat "alto-alpino" che lo rende quindi una specie ad alta 'insularità'. Solamente a partire da una certa densità inizia l'occupazione di nuovi spazi da parte di qualche giovane animale, ma in modo 'migratorio' dal momento che questi soggetti tendono a tornare a svernare nel loro luogo

d'origine. L'occupazione dei nuovi territori non può considerarsi tale per circa 10-15 anni con l'occupazione della generazione successiva. Per questo motivo è auspicabile che, nonostante il pericolo estinzione sia passato, le opere di introduzione continuino per velocizzare una distribuzione più omogenea su tutto l'arco alpino.

3.2. Cenni di biologia

Lo stambecco è caratterizzato da un chiaro dimorfismo sessuale, che risulta evidente sia per la taglia sia per la lunghezza delle corna (Couturier, 1962).

I maschi adulti pesano generalmente 65-100 kg ma possono arrivare a 120 kg in autunno, mentre le femmine pesano 40-60 kg (Giacometti *et al*, 1997). Nelle femmine, raggiunti i 4 anni di età, sia il peso che le dimensioni rimangono stabili, mentre per il maschio la crescita continua fino ai 9-14 anni.

Le corna dei maschi sono molto sviluppate, incurvate all'indietro con punte più o meno divergenti e possono raggiungere il metro di lunghezza. La faccia anteriore presenta delle escrescenze ossee (nodi) inframmezzate da cerchiature profonde: gli anelli di crescita annuali (Fig 3.2)

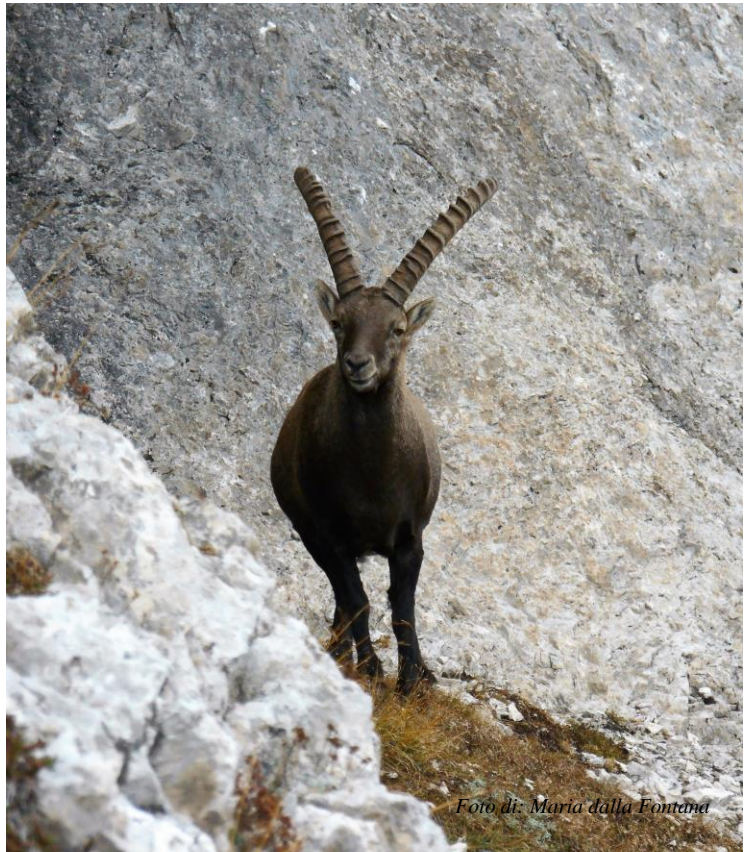


FIGURA 3.2: MASCHIO ADULTO

Le femmine hanno corna molto più

corte, fino a 30-35 cm e le nodosità non sono così evidenti. (Giacometti *et al*, 1997)

Le corna crescono durante l'intera vita dello stambecco e sono fondamentali per la determinazione dell'età dell'animale. Gli anelli di crescita visibili sulla faccia posteriore del corno indicano l'esatta età dell'animale, mentre le nodosità su quella anteriore sono utilizzate per stimarne l'età a distanza.

Le caratteristiche del mantello variano a seconda delle stagioni, evidenziando un manto estivo con peli di rivestimento leggero (giarra) di colore grigio chiaro con diverse sfumature; in autunno i peli estivi si infittiscono, diventano più lunghi, fini e lanosi e anche il colore si scurisce notevolmente, arrivando ad essere bruno-marrone o bruno-nerastro.

La muta vera e propria si osserva tra inizio maggio-metà luglio quando i peli che costituiscono la borra (peli più scuri, fini e lanosi) vengono persi in ampi ciuffi.

Generalmente i maschi costituiscono dei branchi separati dalle femmine. La segregazione è ben evidente durante l'estate. La dimensione dei gruppi è molto variabile e possono essere costituiti da: soli maschi, giovani maschi, femmine adulte con capretti e yearling (Fig 3.3) o soggetti isolati, generalmente anziani non più in attività riproduttiva. I gruppi misti sono osservabili durante il periodo riproduttivo.



FIGURA 3.3: GRUPPO DI FEMMINE CON CAPRETTI NELLA ZONA DI FRANZEDAS

L'accoppiamento avviene una sola volta l'anno nel periodo tra dicembre e gennaio.

La gravidanza dura 167 ± 3 giorni. Le nascite pertanto si concentrano tra fine maggio-inizio luglio e l'allattamento si protrae per circa 3 mesi (Fig.3.4)

La maturità sessuale viene raggiunta intorno a 1,5 anni di età, ma in realtà la maggior parte delle femmine non si accoppia fino ai 3-4 anni di vita.

La vita media in natura è di circa 9-10 anni, ma i maschi possono raggiungere 14-16 anni e le femmine anche 16-20.

Lo stambecco è un ‘glacier follower’ (Geist, 1985), ovvero fa parte di quelle specie che hanno seguito le modificazioni ambientali legati alle glaciazioni e si sono stabilite in zone montuose, aride e non boscate.



FIGURA 3.4: CAPRETTO

Durante l'estate gli stambecchi raggiungono le quote più elevate, utilizzando aree generalmente comprese tra i 2300 e i 3200 metri, mentre in inverno si abbassano in zone comprese indicativamente tra i 1600-2600 metri. In primavera possiamo riscontrare una netta distinzione tra il comportamento dei gruppi di maschi da quello delle femmine. I maschi si abbassano nei fondovalle per sfruttare il rifiorire della vegetazione, mentre le femmine rimangono sempre al di sopra del limite dei boschi (Parrini *et al*, 2009)

Il principale fattore limitante per lo sviluppo di una popolazione è l'inverno, in particolare le precipitazioni nevose che compromettono notevolmente le possibilità di spostamento di questi animali. La quantità di neve ha infatti un forte impatto sulle possibilità di sopravvivenza sugli animali sopra ai 10-12 anni (Toigo *et al* 2007). Inoltre la copiosa presenza di neve durante il periodo degli accoppiamenti limita notevolmente l'home range' sia dei maschi che delle femmine, il che porta ad un numero inferiore di maschi che partecipano al corteggiamento delle femmine, con conseguente ridotto numero di nascite nella stagione successiva (Rossi *et al*, 2003).

4. Parassiti Gastrointestinali

4.1. Nematodi Gastrointestinali

I nematodi (Classe Nematoda) hanno una forma cilindrica, con il corpo ricoperto da una cuticola traslucida secreta dal sottostante ipoderma, che si espande nella cavità celomatica.

Il sistema digerente è tubolare, consta di un'apertura buccale, un faringe muscolare, un lungo intestino privo di muscolatura e di un'apertura anale. L'apertura buccale a volte può espandersi in una capsula buccale fornita di denti. L'esofago può essere filiforme (nematodi bursati), a forma di bulbo con ingrossamento posteriore (ascaridi) o a doppio bulbo (ossiuridi). L'esofago rabaditiforme è tipico di alcuni stadi larvali a vita libera. L'intestino è un organo tubulare delimitato da un singolo strato di cellule o da un sincizio. Nelle femmine termina con un'apertura anale mentre nei maschi è presente una cloaca dove sboccano i deferenti e da cui possono sporgere gli spicula copulatori.

Il sistema riproduttore è formato da strutture tubulari. Gli organi femminili comprendono ovaio, ovidutto e utero che sbocca in un'unica vagina che si apre all'esterno in una vulva più o meno distante dall'estremità caudale. Gli organi maschili sono costituiti da un singolo testicolo che comunica con la cloaca tramite il deferente. Gli organi accessori sono gli spicula, introdotti durante la copula nell'apertura genitale femminile e il gubernaculum, che fa da guida agli spicula.

Ciclo biologico

I nematodi gastrointestinali hanno generalmente ciclo biologico diretto, composto da 5 stadi larvali. I nematodi adulti hanno sessi separati e lo sviluppo è caratterizzato da una serie di mute con perdita della cuticola.

Dopo che le uova (Fig. 4.1) vengono emesse con le feci, la loro sopravvivenza nell'ambiente è molto variabile e dipende dallo spessore e dalla consistenza del guscio che serve a proteggere la larva dall'essiccamento, ma soprattutto dalle condizioni ambientali di temperatura e umidità. Nell'ambiente esterno la schiusa è controllata sia da fattori ambientali, quali temperatura e umidità, sia dalla larva stessa, tramite i suoi movimenti e la produzione di enzimi. Temperatura e umidità sono i fattori fondamentali anche per il corretto sviluppo delle larve da L1 a L3. La temperatura ottimale che consente il più rapido sviluppo larvale sarebbe tra i 18° e i 26° gradi e l'umidità ottimale sarebbe al 100%. A temperature inferiori generalmente la larva L3 non si sviluppa, mentre a temperature superiori lo sviluppo è accelerato e le larve sono super attive con conseguente deplezione precoce delle risorse.

L'infestazione dell'ospite definitivo avviene con l'ingestione delle larve L3, che completano le ultime due mute all'interno dell'ospite.

ASPETTI PECULIARI DEL CICLO BIOLOGICO

Ipobiosi

È un fenomeno definito come blocco temporaneo dello sviluppo di un nematode in un preciso momento della sua evoluzione. (Taylor *et al*, 2010)

La natura degli stimoli che portano l'innescò di questo processo non sono ancora del tutto chiariti, ma generalmente si può considerare il fenomeno come un meccanismo di difesa messo in atto dal parassita, che non sottopone la sua progenie a situazioni di sviluppo sfavorevoli. Pertanto l'accumulo di larve in ipobiosi è generalmente sovrapponibile con l'inizio di autunno/inverno, e la ripresa di sviluppo coincide con il ripristino di condizioni ambientali favorevoli in primavera.

Il fenomeno dell'ipobiosi, indipendentemente dalla causa scatenante, ha importanti conseguenze:
-influisce sicuramente sull'epidemiologia della malattia consentendo la sopravvivenza del parassita in condizioni ambientali sfavorevoli;

-lo sviluppo contemporaneo delle larve ad adulto facilita una manifestazione clinica della patologia;

-facilita il passaggio dell'infestazione dalla madre al neonato, non ancora immunologicamente competente.

I generi principali in cui è stata osservata l'ipobiosi sono: *Haemoncus*, *Cooperia*, *Oesophagostomum*, *Ostertagia*, *Nematodirus* e *Trichostrongylus*.

Periparturient rise

Il fenomeno consiste nell'aumento di uova emesse con le feci da parte di femmine infestate nel periodo del parto ed è particolarmente evidente nella pecora e nella capra.

Sembra essere dovuto alla temporanea diminuzione dell'efficienza della risposta immunitaria conseguente alle modifiche della concentrazione della prolattina plasmatica. L'aumento della prolattina è infatti in grado di indurre una diminuzione della risposta immunitaria specifica nei confronti del parassita, che si ristabilizza alla fine del periodo di lattazione. L'origine dell'aumento della produzione di uova in questo periodo può essere ricondotto a:

-maturazione di larve in arresto di sviluppo a seguito della riduzione della risposta immunitaria dell'ospite;

-aumentata capacità delle larve acquisite al pascolo di stabilirsi nell'ospite,

-aumento della fecondità della popolazione parassitaria presente grazie alla diminuita efficienza della risposta immunitaria dell'ospite.

Classificazione dei nematodi gastro-intestinali

Nematodi bursati

Superfamiglia Trichostrongyloidea

A questa famiglia appartengono nematodi di piccole dimensioni, di diametro molto ridotto, che si localizzano nel tratto intestinale dei mammiferi e degli uccelli, ad eccezione di *Dictyocaulus*, che si localizza a livello polmonare.

I generi più importanti a localizzazione gastrointestinale per i ruminanti sono *Ostertagia*, *Teladorsagia*, *Haemoncus*, *Trichostrongylus*, *Cooperia*, *Nematodirus*, *Marshallagia*.

Presentano appendici cuticolari e la capsula buccale è vestigiale. I maschi sono dotati di una borsa copulatrice ben sviluppata e sono provvisti di due spicula di importante valore diagnostico. Il ciclo vitale è diretto e la forma infestante è la larva L3.

Superfamiglia Strongyloidea

Sono caratterizzati da un'ampia capsula buccale spesso provvista di denti o lamine taglienti, circondata da una corona radiata in alcuni casi.

Gli adulti si localizzano a livello gastroenterico e si nutrono di frammenti mucosali.

Sono parassiti del grosso intestino e i principali generi d'interesse per i ruminanti sono *Chabertia* e *Oesophagostomum*.

Superfamiglia Ancylostomatoidea

Sono nematodi uncinati, parassitano il piccolo intestino; i generi principali in ambito veterinario sono *Ancylostoma*, *Uncinaria* e *Bunostomum*.

Per i ruminanti è di particolare importanza *Bunostomum* spp di cui ricordiamo *B. phlebotomum* nei bovini e *B. trigonocephalum* negli ovini.

Nematodi non bursati

Superfamiglia Rhabditoidea

Sono nematodi che alternano periodi a vita libera a fasi di vita parassitaria. L'unico genere di interesse nei ruminanti è *Strongyloides*.

Superfamiglia Trichuroidea

Caratteristica anatomica di questi nematodi è l'esofago a sticosoma, composto da un tubo molto assottigliato circondato da una singola colonna di cellule.

I generi di interesse veterinario per i ruminanti sono: *Trichiuris* (cieco e colon), *Capillaria* (tratto digerente e respiratorio).

Superfamiglia Oxyuroidea

Sono parassiti del grosso intestino e sono caratterizzati da una coda affusolata che si evidenzia particolarmente nelle femmine adulte. Presentano un esofago a doppio bulbo e un ciclo di sviluppo diretto.

L'unico genere di interesse veterinario è *Skrjabinema*.

4.2. Cestodi

I cestodi (Classe Cestoda) hanno corpo nastriforme e sono sprovvisti di apparato digerente. Il corpo è suddiviso in segmenti ciascuno dei quali è fornito di organi genitali di entrambi i sessi, singoli o doppi.

I cestodi di principale interesse per i ruminanti appartengono all'ordine Cyclophyllidea, famiglia Anoplocephalidae e Thysanosomidae.

Il corpo del cestode adulto può essere suddiviso in:

- testa (o scolice), munita di uncini e ventose per l'adesione alla parete intestinale,
- collo breve e non segmentato
- una catena (strobila) di segmenti chiamati proglottidi.

L'uovo (Fig 4.1) è costituito da una larva esacanta provvista di sei uncini (oncosfera), una membrana robusta (embrioforo) e un guscio vero rappresentato da una membrana molto sottile.

Il tegumento esterno del parassita è assorbente ed è attraverso di esso che il parassita assume le sostanze nutritive.

Il sistema nervoso si compone di due gangli ubicati nello scolice dai quali partono i due tronchi nervosi che corrono lungo tutto il corpo.

L'apparato escretore è costituito da numerose cellule a fiamma collegate a canalicoli efferenti che corrono lungo la strobila per sboccare nel segmento intestinale.

Ciclo biologico

I cestodi hanno un ciclo biologico indiretto; necessitano quindi di un ospite intermedio riconosciuto negli acari coprofagi, principalmente della famiglia Oribatidae.

I parassiti adulti hanno localizzazione a livello intestinale e le loro uova vengono emesse con le feci. Una volta raggiunto l'ambiente esterno le uova sono ingerite dall'ospite intermedio, nel quale le secrezioni gastriche ed intestinali provocano la rottura dell'embrioforo e l'attivazione dell'oncosfera che penetra nella mucosa e raggiunge il circolo ematico o linfatico. Una volta raggiunta la sede d'elezione perde gli uncini e si trasforma in una forma larvale (metacestode), di tipo cisticercoide, che consiste in una piccola cisti solida con un solo scolice evaginato. Quando il metacestode viene ingerito dall'ospite lo scolice si fissa alla mucosa e inizia a dare origine alla catena di proglottidi, con la formazione quindi del parassita adulto.

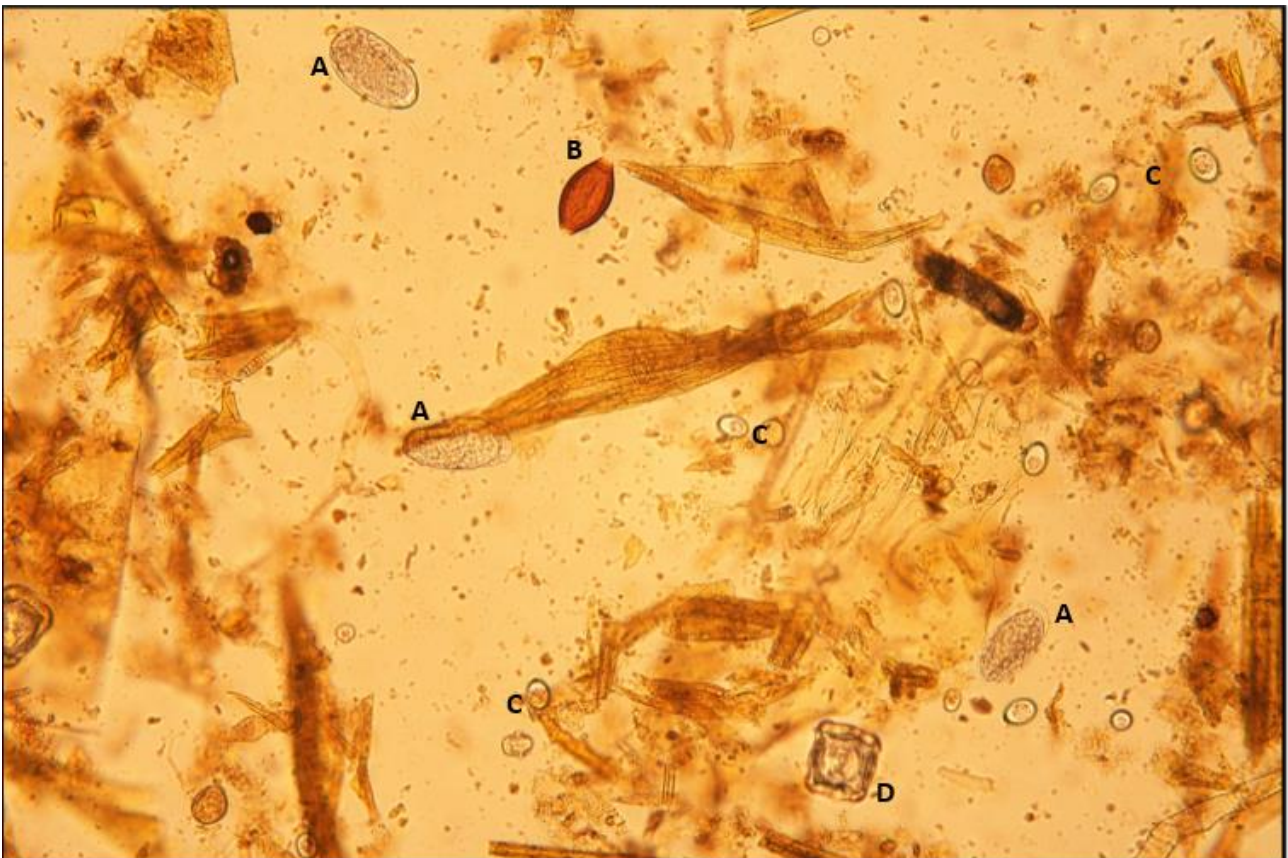


FIGURA 4.1: UOVA DI SGI (A), UOVA DI *TRICHURIS* (B), OOCISTI DI COCCIDI (C), UOVA DI CESTODI (D)

4.3. Coccidi

I coccidi appartengono al regno dei Protisti e al sottoregno dei Protozoi. Sono organismi unicellulari eucarioti composti da un nucleo, un reticolo endoplasmatico rugoso, mitocondri, lisosomi e un apparato del Golgi. Il movimento può essere garantito da appendici quali flagelli, ciglia o pseudopodi oppure esistono alcune forme di protozoi in grado di muoversi strisciando. Generalmente i protozoi assumono l'alimento per fagocitosi o pinocitosi; quando il processo è completato il vacuolo contenente la particella verrà digerito grazie alla fusione lisosomiale. In alcuni casi la formazione di queste vescicole avviene alla base del citostoma, tipico dei protozoi ciliati. L'escrezione dei metaboliti avviene attraverso la membrana.

Lo stadio infettante è costituito dallo sporozoita, mentre per trofozoita si intendono gli stadi precedenti la fase di divisione all'interno dell'ospite in cui i protozoi sono troficamente attivi.

Nei coccidi si alternano fasi di riproduzione asessuata a fasi di riproduzione sessuata.

I coccidi dei ruminanti appartengono al Phylum degli Apicomplexa, sottordine Eimeriorina. Sono caratterizzati dallo svolgimento di parte del ciclo in sede intercellulare e dalla presenza di un complesso apicale. Sono privi di ciglia e flagelli.

Ciclo biologico

Il ciclo biologico è suddiviso in tre fasi: sporulazione, infezione e schizogonia, gametogonia e formazione dell'oocisti.

Sporulazione

Le oocisti non sporulate (Fig. 4.1) vengono emesse tramite le feci; in presenza di adeguata ossigenazione, umidità e temperatura ha inizio il processo di sporulazione, per cui si ha una doppia divisione del nucleo con formazione di quattro corpi conici nucleati, che prendono il nome di sporoblasti e si trasformeranno in seguito in sporocisti. Il protoplasma delle sporocisti si divide infine in due sporozoiti. Al termine del processo l'oocisti è costituita da una parete esterna con quattro sporocisti e rappresenta lo stadio infestante, l'oocisti sporulata.

Infezione e schizogonia

L'oocisti sporulata viene ingerita dall'ospite nel quale si liberano gli sporozoiti, grazie a diversi meccanismi (meccanicamente o attivati da tensione di CO₂ o da effetti di bile e tripsinogeno). Ogni sporozoita penetra quindi in una cellula epiteliale e diventa trofozoita. Dopo alcuni giorni questo diventa uno schizonte, struttura costituita da numerosi organismi nucleati di forma

allungata, i merozoiti. Una volta che lo schizonte è completamente maturo questo si rompe permettendo la fuoriuscita dei merozoiti, che invadono le cellule circostanti.

Gametogonia e formazione dell'oocisti

Al termine della schizogonia i merozoiti danno origine a gameti maschili e femminili, rispettivamente microgametociti e macrogametociti. I macrogametociti continuano ad aumentare di dimensioni e mantengono un singolo grande nucleo fino a differenziarsi in macrogamete; i microgametociti invece vanno incontro a numerose divisioni cellulari e si differenziano in microgameti flagellati. La fecondazione avviene con la penetrazione di un microgamete in un macrogamete, a cui segue la fusione dei nuclei e la formazione di una parete cistica attorno allo zigote che a questo punto prende il nome di oocisti non sporulata.

Classificazione

Famiglia Eimeriidae

I generi principali sono *Eimeria* e *Isospora*, responsabili delle cosiddette coccidiosi.

Eimeria è il genere di interesse per i ruminanti. Le oocisti presentano quattro sporocisti, ognuna con due sporozoiti.

Famiglia Cryptosporidiidae

L'unico genere appartenente a questa famiglia è *Cryptosporidium*. Sono piccoli protozoi che invadono l'orletto a spazzola dell'epitelio intestinale. Il ciclo biologico è monoxeno, lo sviluppo è intracellulare ed extracellulare e le oocisti sporulano nell'ospite per cui l'oocisti presente nelle feci è già infettante.

4.4. Lesioni anatomo-patologiche e sintomatologia

4.4.1 Nematodi gastro-intestinali

Questi parassiti sottraggono principi nutritivi, sali minerali, vitamine, sangue ecc. e provocano lesioni più o meno gravi. La gravità dei danni è legata alla specie e al numero di adulti presenti. Forme gravi possono essere causate da *Haemoncus* e *Bunostomum*, che hanno una forte attività ematofagica. In particolare *Haemoncus* è in grado di sottrarre anche 0,5 ml di sangue al giorno grazie alla particolare struttura della sua apertura buccale munita di un denticolo tagliente (Taylor *et al*, 2010). La sua attività patogenetica inoltre è legata anche alla produzione di diverse sostanze chimiche, tra cui delle proteasi in grado di degradare l'emoglobina, il fibrinogeno e il pepsinogeno (Scala, 2006), interferendo con i normali processi coagulativi.

Il metabolismo proteico risente notevolmente dell'infestazione di Trichostrongilidi; la notevole alterazione e desquamazione della parete abomasale da essi provocata risulta in un'alterata produzione di pepsinogeno e acido cloridrico con conseguente aumento del pH abomasale e una ridotta demolizione delle molecole proteiche anche a livello duodenale. Un aumentato pH abomasale determina una ridotta neutralizzazione dei batteri ruminali con conseguente diarrea (Ambrosi, 1995). Inoltre l'ipergastrinemia riduce notevolmente l'ingestione spontanea e provoca iperplasia della mucosa abomasale.

Tra gli altri effetti ritroviamo anche una marcata ipoalbuminemia con conseguente formazione di edemi.

Alcune sperimentazioni hanno inoltre evidenziato la carenza di mineralizzazione scheletrica di giovani ruminanti parassitati da *Trichostrongylus* e *Ostertagia*, anche se il meccanismo di questo fenomeno non è ben chiaro (Ambrosi, 1995).

Per quanto riguarda gli altri nematodi, quali *Capillaria spp*, *Trichuris spp* e *Strongyloides spp* l'effetto patogenetico è relativamente trascurabile se non in casi particolari.

4.4.2. Cestodi

Come già detto le infestazioni da cestodi sono di maggiore interesse negli animali giovani. È generalmente considerata scarsamente patogena, ma infestazioni massive causano scarso accrescimento, diarrea e casi di ostruzione intestinale.

I segni clinici sono generalmente aspecifici e comprendono scarso incremento ponderale, ritardata crescita, diarrea, sintomi respiratori e persino convulsioni (Taylor *et al*, 2010).

4.4.3. Coccidi

Le specie più patogene sono quelle che vanno a distruggere le cellule delle cripte della mucosa del grosso intestino. Negli animali giovani massivamente infetti si ha la completa disepitelizzazione della mucosa, con grave emorragia e mancato riassorbimento di acqua, con conseguente disidratazione e eventualmente morte.

I segni clinici variano dall'emissione di feci non formate, alla perdita di peso, anoressia e diarrea.

4.5. Specie di interesse dei ruminanti domestici e epidemiologia

4.5.1. Nematodi gastrointestinali

Superfamiglia Trichostrongyloidea

Specie di interesse principali:

- *Ostertagia*

O. ostertagi nei bovini. Altri nematodi in grado di infettare il bovino ma normalmente parassiti della fauna selvatica sono *O. leptospicularis*, *O. bisonis*.

O. ostertagi è particolarmente noto per la spiccata inclinazione al fenomeno dell'ipobiosi, creando quindi una notevole complicazione nella gestione dei pascoli.

- *Teladorsagia*

T. circumcincta e *T. trifurcata* nella pecora e nella capra.

Sono responsabili negli agnelli di focolai clinicamente manifesti.

Le problematiche epidemiologiche ricalcano quelle di *Ostertagia*.

- *Haemonchus*

Sono da considerarsi 3 specie principali nei ruminanti domestici (*H. contortus*, *H. placei* e *H. similis*) (Lichtenfels *et al*, 1997) anche se nuove ricerche suggeriscono che *H. placei* (precedentemente ricondotto al bovino) e *H. contortus* (ricondotto alla pecora) siano in realtà un'unica specie con ceppi diversi (Taylor *et al*, 2010).

Epidemiologicamente nelle aree temperate si riscontra un solo ciclo annuale, per cui le uova eliminate dalle pecore in primavera sono ingerite dalle pecore e dagli agnelli all'inizio dell'estate; queste arrestano il loro sviluppo a L4 e lo completano solo nella primavera successiva.

- *Trichostrongylus*

T. axei, *T. columbriformis*, *T. longispicularis*, *T. vitrinus* e *T. capricola*

Sono state riportate in realtà altre specie in diverse parti del mondo, ma probabilmente dovute ad un'infestazione accidentale. La specie-specificità dei parassiti citati è piuttosto bassa, infatti sono state riportate sia nei bovini che negli ovini (Lichtenfels *et al*, 1997) oltre che in numerosi ruminanti selvatici.

-*Cooperia*

C. oncophora nel bovino, in minore quantità *C. punctata*, *C. pectinata* e *C. surnabada*, quest'ultima interessa anche ovini e caprini.

C. curticei è invece una specie a diffusione cosmopolita e che interessa l'intestino tenue di ovini, caprini e cervi.

-*Nematodirus*: si contano 7 specie che interessano i ruminanti: *N. abnormalis*, *N. battus*, *N. davtiani*, *N. filicollis*, *N. helvetianus*, *N. oiratianus* e *N. spathiger*

-*Marshallagia*: *M. marshalli* è un parassita abomasale di ovini, caprini e piccoli ruminanti selvatici. Esso è diffuso in Europa meridionale. Esistono anche altre specie evidenziate però esclusivamente in aree geografiche quali Mongolia e Russia.

Superfamiglia Strongyloidea

Oesophagostomum: *O. radiatum* interessa bovino e bufalo, di importanza ridotta nelle zone temperate

Superfamiglia Ancylostomatoidea

Consideriamo solamente la famiglia *Bunostomum*: ricordiamo *B. phlebotomum* tipico di aree tropicali subtropicali, come la zona meridionale e centro occidentale degli Stati Uniti, l'Australia e alcune regioni dell'Africa. Nelle zone temperate le infestazioni gravi sono davvero inconsuete. Lo stesso discorso vale per *B. trigonocephalum* che interessa ovini, caprini, cammelli e cervi.

Superfamiglia Rhabditoidea

Ci interessa fondamentalmente *Strongyloides papillosus*, che si localizza a livello di intestino tenue di ovini, caprini e altri ruminanti. Le larve infestanti non sono protette dalla guaina pertanto sono sensibili alle situazioni climatiche estreme. Temperature elevate accompagnate da elevati tassi di umidità relativa favoriscono lo sviluppo e consentono un elevato accumulo nel terreno.

Superfamiglia Trichuroidea

-*Capillaria*: *C. bovis*, colpisce il bovino, l'ovino e la capra

-*Trichiuris: T. globulosa*: parassita principalmente del bovino ma occasionalmente anche delle pecore, delle capre, dei camelidi e di altri ruminanti

Superfamiglia Oxyuroidea

Skrjabinema ovis: interessa sia capre che pecore e ha diffusione cosmopolita.

4.5.2 Cestodi

Nei bovini il cestode di principale interesse è *Moniezia benedeni*, e in molti paesi dell'Europa occidentale è l'unico riscontrato (Taylor *et al*, 2010). L'infestazione è prevalente nei vitelli giovani e piuttosto rara negli animali adulti. L'osservazione di una certa fluttuazione stagionale dell'infestazione è riconducibile al ciclo biologico dell'attività dell'acaro coprofago, che può comunque mantenere in 'vita' i cisticercoidi durante l'inverno.

Negli ovini e nei caprini si ricordano anche *Moniezia expansa* (Fam. Anoplocephalidae), che raramente infesta anche il bovino, *Avitellina centripunctata* (Fam. Thysanosomidae) e *Stilesia globulosa* (Fam. Thysanosomidae).

4.5.3 Coccidi

Sono note ben 13 specie di *Eimeria* in grado di infestare il bovino. Generalmente il parassita convive con l'ospite creando danni minimi, l'infezione diventa patente solo in condizioni di elevata carica parassitaria o in condizioni di immunodepressione.

Negli ovini sono descritte 11 specie di *Eimeria*. Per molto tempo si è pensato che le specie fossero le stesse per ovini e caprini; invece studi di trasmissione crociata hanno dimostrato che i coccidi dei piccoli ruminanti sono specie-specifiche, infatti non sono state riscontrate trasmissioni crociate.

Generalmente i più colpiti sono gli agnelli e i capretti, mentre gli adulti sono altamente resistenti alla malattia ma non completamente alle infezioni. Tre fattori di gestione sono strettamente associati ad elevati livelli di infezione: box non regolarmente puliti, sovraffollamento, box utilizzati per ospitare gruppi di età differenti. Il pascolo estensivo, invece, limita il livello di esposizione ad oocisti infettanti pertanto gli animali sono esposti a basse cariche parassitarie che non provocano una manifestazione clinica della patologia ma permettono di acquisire una sorte di immunità protettiva (Taylor *et al*, 2010).

Nei caprini sono state identificate 9 specie di *Eimeria*: *E. ninakohlyakimovae*, *E. alijevi*, *E. arloingi*, *E. aspeheronica*, *E. caprina*, *E. caprovina*, *E. christenseni*, *E. hirci*.

4.6. Ospite definitivo: ruminanti domestici

A seguire verranno riportati alcuni studi epidemiologici condotti sulle regioni dell'arco alpino. Sono tutti studi che si sono serviti di analisi copro-microscopiche; per cui non si può arrivare all'identificazione di specie. Si fa notare come *Nematodirus/Marshallagia* venga considerato separatamente dagli altri Strongili gastro-intestinali vista la possibilità di differenziare le sue uova.

Tutti i più comuni endo-parassiti dei bovini sono segnalati in Veneto ma, nonostante il ricco patrimonio zootecnico, mancano dati epidemiologici regionali in grado di descrivere in modo completo la diffusione di queste parassitosi.

Nella Tabella 4.1 vengono messe a confronto alcune indagini epidemiologiche condotte in diversi allevamenti bovini del Veneto (Capelli, 2000; Zanutto, 2010)

TABELLA 4.1: DATI EPIDEMIOLOGICI RELATIVI A PARASSITI GASTRO-INTESTINALI NEI BOVINI DEL VENETO

| | <i>Anno</i> | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2008 | 2009 |
|---------------------------------|-------------|------|------|-------|------|-------|-------|
| <i>N° animali esaminati</i> | | 970 | 1511 | 1030 | 261 | 127 | 103 |
| <i>Parassiti</i> | | | | | | | |
| <i>Coccidi</i> | | 25% | 15% | 14,5% | 25% | 62,9% | 32% |
| <i>SGI</i> | | 25% | 22% | 34,5% | 35% | 73,2% | 66,9% |
| <i>Nematodirus/Marshallagia</i> | | 7% | 1,3% | 1% | 7% | 4,7% | 1,9% |
| <i>Trichuris</i> | | 2% | 1,3% | 1% | 3% | 2,7% | 5,8% |
| <i>Cestodi</i> | | 5% | 3% | 2,6% | 3,5% | 6,3% | 2,9% |
| <i>Strongyloides</i> | | n.d | n.d. | n.d | n.d. | 1,6% | 0,9% |
| <i>Capillaria</i> | | 0,7% | 0,4% | 0,7% | 1,5% | 0,8 | n.d. |

Per quanto riguarda gli studi sulla capra, condotti in ambienti alpini o pre-alpini, possiamo citare un'indagine epidemiologica condotta in allevamenti di capre nella provincia di Bergamo (Di Cerbo *et al*, 2006). Le prevalenze ottenute da questo studio vengono riportate in Tab. 4.2 mentre indagini necroscopiche hanno consentito di stabilire come la specie dominante all'interno dell'elmintofauna gastro-intestinale fosse *Teladorsagia circumcincta*, seguita da *Trichostrongylus axei* e *Haemonchus contortus*. Lo studio ha inoltre evidenziato delle notevoli differenze nell'emissione media tra le capre che effettuavano il pascolo e quelle che non lo

effettuavano, con particolare aumento di emissione di strongili gastro-intestinali e cestodi nelle capre con accesso al pascolo.

In Tab. 4.2 si vedono anche i risultati ottenuti da un'indagine epidemiologica in 11 allevamenti biologici del Veneto rispettivamente nel 2008 e nel 2009 (Zanutto, 2010).

TABELLA 4.2: DATI EPIDEMIOLOGICI RELATIVI A PARASSITI GASTRO-INTESTINALI IN ALLEVAMENTI CAPRINI

| <i>Area di studio</i> | <i>Bergamo</i> | <i>Veneto</i> | <i>Veneto</i> |
|---------------------------------|----------------|---------------|---------------|
| Anno | <i>2006</i> | <i>2008</i> | <i>2009</i> |
| <i>N° animali esaminati</i> | 836 | 297 | 152 |
| Parassiti | | | |
| <i>Coccidi</i> | 89,6% | 96,6% | 97,4% |
| <i>SGI</i> | 30,1% | 35% | 29,6% |
| <i>Nematodirus/Marshallagia</i> | 9% | 10,1% | 5,3% |
| <i>Trichuris</i> | 10,3% | 18,2% | 20,4% |
| <i>Cestodi</i> | 6,6% | 1% | 1,9% |
| <i>Strongyloides spp.</i> | 18,9% | 27,6% | 48,7% |
| <i>Capillaria</i> | 3,23% | n.d. | n.d. |
| <i>Skrjabinema spp.</i> | 21,3% | 29,6% | 55,9% |

Per quanto riguarda la pecora, dati utili sono ricavabili dal Progetto Giasone (Cringoli *et al.*, 2000), progetto condotto su scala nazionale su 245 allevamenti distribuiti in gran parte delle regioni italiane (Tab. 4.3). Vengono anche considerate le prevalenze ottenute dall'indagine in 3 allevamenti biologici del Veneto nel 2008-2009 (Zanutto, 2010).

TABELLA 4.3: DATI EPIDEMIOLOGICI SULLE PARASSITOSI GASTRO-INTESTINALI DEGLI OVINI NELL'ARCO ALPINO

| <i>Area di studio</i> | <i>Lombardia</i> | <i>Piemonte</i> | <i>Trentino</i> | <i>Veneto</i> | <i>Veneto</i> | <i>Veneto</i> |
|---------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| Anno | <i>2000</i> | <i>2000</i> | <i>2000</i> | <i>2000</i> | <i>2008</i> | <i>2009</i> |
| <i>N° animali esaminati</i> | 57 | 58 | 37 | 100 | 58 | 39 |
| Parassiti | | | | | | |
| <i>Coccidi</i> | 38% | 50% | 89% | 93% | 86,2% | 74,3% |
| <i>SGI</i> | 73% | 72% | 91% | 83% | 63,8% | 69,2% |
| <i>Nematodirus/Marshallagia</i> | 25% | 39% | 22% | 12% | 17,2% | 10,2% |
| <i>Trichuris spp.</i> | 17% | 2% | 4% | 0% | 10,3% | 12,8% |
| <i>Strongyloides spp.</i> | 8% | 2% | 17% | 28% | 8,6% | 28,2% |
| <i>Cestodi</i> | 11% | 7% | 11% | 7% | n.d. | 6,2% |
| <i>Skrjabinema</i> | n.d. | | | | n.d. | 28,2% |

4.7. Ospite definitivo: stambecco

La maggior parte degli studi sugli endoparassiti dello stambecco si sono concentrati principalmente sui nematodi gastrointestinali (Balbo *et al*, 1978, Biocca *et al*, 1982; Prosl e Reiter, 1984; Lanfranchi *et al*, 1992, 1995; Zaffaroni *et al*, 1999, 2000; Marreros *et al*, 2012) e hanno fornito dati sui generi e sulle specie principali interessate, come riportato in Tabella 4.4

TABELLA 4.4: ELMINTI GASTRO-INTESTINALI SEGNALATI NELLO STAMBECCO

| Genere | Specie | Localizzazione |
|-------------------------|--|---------------------------|
| <i>Ostertagia</i> | <i>O. leptospicularis</i> , <i>O. ostertagi</i> | Abomaso |
| <i>Teladorsagia</i> | <i>T. circumcincta</i> , <i>T. trifurcata</i> <i>T. pinnata</i> | Abomaso |
| <i>Spiculoptera</i> | <i>S. spiculoptera</i> (tipica dei cervidi), <i>S. boehmi</i> | Abomaso |
| <i>Marshallagia</i> | <i>M. marshalli</i> , <i>M. occidentalis</i> | Abomaso |
| <i>Haemoncus</i> | <i>H. contortus</i> | Abomaso |
| <i>Trichostrongylus</i> | <i>T. axei</i> , <i>T. capricola</i> , <i>T. vitrinus</i> , <i>T. columbriformis</i> | Abomaso e intestino tenue |
| <i>Nematodirus</i> | <i>N. filicollis</i> , <i>N. helvetianus</i> , <i>N. abnormalis</i> <i>N. davtiani alpinus</i> , <i>N. oiratanus</i> <i>N. ibicis</i> | Intestino tenue |
| <i>Cooperia</i> | <i>C. surnabada</i> | Intestino tenue |
| <i>Chabertia</i> | <i>C. ovina</i> | Intestino crasso |
| <i>Oesophagostomum</i> | <i>O. venulosum</i> | Intestino crasso |
| <i>Skrjabinema</i> | <i>S. ovis</i> , <i>S. rupicaprae</i> | Intestino crasso |
| <i>Trichuris</i> | <i>T. ovis</i> , <i>T. globulosa</i> , <i>T. skrjabini</i> | Intestino crasso |

Per quanto riguarda gli strongili abomasali, Zaffaroni *et al* (2000) hanno messo in evidenza come la specie *Teladorsagia circumcincta* sia la specie dominante tra tutti i bovidi considerati nello studio (stambecco, camoscio, muflone) mentre *Marshallagia marshalli* sia dominante solo in stambecco e camoscio. Le due specie hanno un andamento stagionale opposto, con massimi livelli di prevalenza in estate per *T. circumcincta* e in inverno per *M. marshalli*. Marreros *et al*

(2012) invece hanno evidenziato come gli stambecchi maschi presentassero una maggiore prevalenza parassitaria, in particolare per quanto riguarda *Nematodirus/Marshallagia*, rispetto alle femmine.

Le specie invece di tipo generalista (*Haemoncus contortus* e *Trichostrongylus axei*) sono quelle che da un punto di vista sanitario andrebbero maggiormente studiate e monitorate.

Haemoncus contortus è stato osservato principalmente in aree fortemente interessate dal pascolo ovino e in condizioni relativamente favorevoli. Non è chiaro infatti se le larve di *H. contortus* siano in grado di mettere in atto le strategie di difesa utilizzate quando l'ospite definitivo è la pecora, che è il vero reservoir di questo parassita. Nello stambecco infatti, questo parassita è presente con una prevalenza molto bassa, il che potrebbe essere giustificato dal concetto precedentemente spiegato.

Trichostrongylus axei invece è un parassita di numerosi poligastrici e monogastrici e si è ipotizzato che esso sia talmente adattabile da avere un reservoir di tipo ambientale, costituito da tutti gli ospiti recettivi in una data area. La prevalenza e l'abbondanza di questo parassita e delle altre specie appartenenti al genere *Trichostrongylus* è infatti molto più alta nello stambecco.

Le prevalenze degli altri nematodi gastro-intestinali come *Capillaria spp.* e *Trichuris spp.* sono generalmente molto basse.

Per quanto riguarda i cestodi, le informazioni riguardanti lo stambecco sono davvero scarse. Marreros *et al* (2012) hanno descritto la presenza di *Moniezia spp* con una prevalenza variabile tra il 3% e il 21,1 % nelle due colonie oggetto dello studio.

Anche i dati sulle coccidiosi sono abbastanza scarsi: Marreros *et al* (2012) hanno rilevato prevalenze di *Eimeria spp.* molto elevate, tra il 97.9 % e il 100%.

Anche Rehbein (2008) ha rilevato prevalenze del 100% e inoltre ha identificato numerose specie di *Eimeria* tra cui ricordiamo: *E. aloingi*, *E. alijeви*, *E.christenseni*, *E. hirci* e *E. ninakohlyakimovae*, tipiche specie della capra; non si esclude però che lo stambecco possa essere parassitato anche da coccidi specie-specifici.

Cryptosporidium spp. infine è stato segnalato per la prima volta da Marreros *et al* (2012).

È stato quindi evidenziato come sia possibile la trasmissione di parassiti tra ruminanti domestici e ruminanti selvatici che condividono lo stesso pascolo, considerando la densità di animali, il pascolo condiviso e la durata di questa condivisione. Da prestare soprattutto attenzione ai parassiti già definiti generalisti quali *Haemoncus contortus* e *Trichostrongylus axei*.

5. Parassiti Broncopolmonari

Le strongilosi broncopolmonari sono malattie parassitarie sostenute da nematodi appartenenti a due superfamiglie: Trichostrongylidae e Metastrongylidae, che colpiscono soprattutto ruminanti domestici e selvatici. Il termine “broncopolmonari” indica la particolare localizzazione di questi parassiti che, allo stadio adulto, si trovano a livello di bronchi, bronchioli, dotti alveolari, alveoli e vasi ematici adiacenti al polmone.

5.1. Classificazione

Gli strongili broncopolmonari si dividono in due grosse categorie: i grossi strongili broncopolmonari, detti anche Dictyocaulidi per l'appartenenza al genere *Dictyocaulus*, e i piccoli vermi broncopolmonari, facenti tutti parte della famiglia Protostrongylidae.

5.1.1 Grossi strongili

Superfamiglia: Trichostrongyloidea

Famiglia: Dictyocaulide

Genere: *Dictyocaulus*

Specie di interesse nei ruminanti: *D. viviparus* e *D. filaria*

Dictyocaulus viviparus

Interessa trachea e bronchi di bovini, bufali, cervi e cammelli. I parassiti adulti hanno un aspetto filiforme; le larve di primo stadio misurano 300-360µm.

Dictyocaulus filaria

È un parassita a diffusione cosmopolita e si localizza a livello di bronchi ed eventualmente trachea di ovini, caprini e alcuni ruminanti selvatici

Le larve L1 assomigliano a quelle di *D. viviparus* ma presentano una protuberanza cuticolare nell'estremità anteriore.

5.1.2 Piccoli vermi polmonari

Superfamiglia: Metastrongyloidea

Famiglia: Protostrongylidae

Generi: *Muellerius*, *Protostrongylus*, *Cystocaulus* e *Neostrongylus*

Specie di interesse nei ruminanti: *M. capillaris*, *P. rufescens*, *C. ocreatus*, *N. linearis*

Muellerius capillaris

È un parassita cosmopolita del parenchima polmonare di capra e pecora. Il maschio è lungo 11-14 mm, con borsa copulatrice atrofica e spiculi lunghi 140-160 micron. La femmina è poco più lunga: misura 19-23 mm. La larva L1 ha una coda a forma di S e una piccola spina adiacente in prossimità dell'estremità.

Protostrongylus rufescens

Verme rosso polmonare. Ha come ospite definitivo ovini, caprini, cervi e piccoli ruminanti selvatici e si localizza a livello di bronchioli. I maschi arrivano fino a 4,5 cm e le femmine fino a 6,5 cm. Le larve L1 presentano l'estremità caudale non ondulata e priva di spina dorsale.

Cystocaulus ocreatus

Gli adulti sono sottili, marroni scuro e arrivano fino a 9 cm. Le larve L1 hanno la coda attorcigliata ed una spina ventrale e dorsale.

Neostrongylus linearis

È il più piccolo dei protostrongilidi. Arriva fino a 13-15 mm. Le larve L1 hanno una coda dritta con una piccola spina dorsale e due laterali.

5.2. Ciclo biologico

5.2.1 Grossi strongili

Dictyocaulus spp. è un parassita a ciclo diretto, pertanto non necessita di un ospite intermedio per completare il suo ciclo biologico e le larve L3 sono le forme infestanti. Gli adulti si localizzano a livello di trachea e grossi bronchi; le femmine sono ovovivipare e producono uova che contengono una larva L1 completamente sviluppata e che schiude quasi immediatamente. Le larve L1 migrano fino alla trachea per poi essere deglutite ed espulse con le feci. Una volta espulse le larve non necessitano di nutrimento e sviluppano in larve L3 in 5 giorni. Per *D. viviparus* è fondamentale il ruolo del fungo *Pilobolus*, che permette la diffusione e l'allontanamento dalle feci delle larve L3. Invece le larve L3 di *D. filaria* possono autonomamente migrare nelle feci (Taylor *et al*, 2010). La temperatura ottimale di sviluppo è tra i 20° e i 25°, ma le larve sono in grado di svilupparsi anche a temperature molto inferiori con tempi di sviluppo più lunghi (Ambrosi, 1995).

Dopo essere state ingerite le larve L3 penetrano nella mucosa intestinale e raggiungono tramite i capillari linfatici i linfonodi mesenterici dove mutano in L4. Le L4 raggiungono il polmone e dopo circa 7 giorni dall'infestazione si portano a livello alveolare.

Il periodo di prepatenza è di 3-4 settimane per *D. viviparus* e 5 settimane per *D. filaria*.

Sembra che anche nella dictiocaulosi possa verificarsi il fenomeno dell'ipobiosi, come precedentemente descritto per gli strongili gastro-intestinali, per cui si avrà la presenza di animali portatori, infettati con larve generalmente arrestate allo stadio L5.

Inoltre l'infestazione persiste nel corso degli anni anche per presenza nei pascoli di larve sopravvissute all'inverno. Le larve L3 infatti possono sopravvivere sul pascolo dall'autunno alla primavera in numero sufficiente per infestare gli animali e occasionalmente per causare la malattia (Taylor *et al*, 2010).

5.2.2. Piccoli vermi polmonari

I piccoli vermi polmonari presentano un ciclo biologico indiretto, pertanto necessitano di un ospite intermedio per poter completare il loro ciclo biologico.

Gli adulti risiedono nei piccoli/medi bronchi o negli alveoli e nel parenchima polmonare. Le larve L1, come per i Dictyocaulidi, raggiungono l'apparato digerente tramite espettorazione e successiva deglutizione e vengono eliminate con le feci.

A livello ambientale le larve, che sono molto resistenti, penetrano all'interno del piede del mollusco ospite intermedio e sviluppano a larve L3 in 2-3 settimane. (Taylor *et al*, 2010)

Sono segnalati numerosi generi di gasteropodi come ospiti intermedi:

Helicella, *Theba*, *Abida*, *Zebrina*, *Arianta* per *Protostrongylus*;

Helix, *Succinea*, *Limax*, *Agriolimax*, *Arion* per *Muellerius*;

Helicella, *Helix*, *Theba*, *Cepaea*, *Monacha* per *Cystocaulus*;

Nelix, *Nelicella*, *Zebrina* per *Neoststrongylus* (Casarosa, 1977)

Gli ospiti definitivi vengono infestati con l'ingestione dell'ospite intermedio tramite il foraggio.

Una volta ingerite, le larve L3 fuoriescono dall'ospite intermedio grazie ai processi digestivi e migrano nel polmone per via linfoematogena; dal dotto toracico la larva si immette nel circolo sanguigno; a livello dei capillari polmonari, penetra negli alveoli e si porta nell'interstizio dove avviene la muta finale con cui si forma il parassita adulto (circa 20-40 giorni post infestazione) (Puccini, 1992) che poi migrerà nella sua sede definitiva: bronchioli e alveoli per *Muellerius*, piccoli bronchi per *Protostrongylus*, parenchima e noduli subpleurici per *Cystocaulus* e *Neoststrongylus* (Urquhart *et al*, 2007). Il periodo di prepatenza è piuttosto lungo, di circa 5-6 settimane.

5.3. Lesioni anatomico-patologiche e sintomatologia

5.3.1 Grossi strongili

La patogenesi riconosce tre fasi:

-Periodo di prepatenza: (8-25 gg) periodo in cui le larve arrivano negli alveoli polmonari e vi penetrano con un'azione traumatica. Questa fase è caratterizzata da inappetenza e sintomi respiratori quali bronchiolite e bronchite.

Nei casi di infestazione massiva gli animali possono andare incontro a morte nel giro di 15 giorni per insufficienza respiratoria dovuta ad edema polmonare ed interstiziale.

-Periodo di patenza (26-60 gg post-infezione): fase che può presentarsi come una bronchite parassitaria, dovuta alle centinaia di adulti che parassitano il lume bronchiale immersi in un muco biancastro e schiumoso; oppure come polmonite peribronchiale, conseguente all'aspirazione di uova e L1 negli alveoli con formazione di aree atelettasiche rosso scuro peribronchiali

-Periodo di post-patenza (61-90 gg post-infezione): fase di guarigione in seguito all'espulsione di nematodi adulti. In alcuni casi la funzionalità respiratoria ritorna alla normalità e la tosse scompare, ma nel 25 % degli animali si assiste ad una riacutizzazione della sintomatologia con conseguenze fatali.

5.3.2. Piccoli vermi polmonari

La patogenesi non si differenzia particolarmente da quella dei grossi strongili, anche se provoca lesioni polmonari vere e proprie e polmoniti piuttosto che lesioni a livello bronchiale.

Inoltre svolgono un importante ruolo foretico e predispongono a infezioni secondarie (Foreyt *et al*, 2009; Panayotova-Pencheva e Alexandrov, 2010).

Protostrongylus spp comporta un notevole coinvolgimento polmonare, con aree di polmonite lobulare di colore grigio-giallastro, dovuto alla completa occlusione dei bronchioli interessati e all'occlusione dei vasi ematici con infiltrazione e proliferazione del tessuto connettivo.

Muellerius spp è spesso associato invece alla presenza di piccole lesioni nodulari focali, che si localizzano più comunemente sulla superficie polmonare e che possono contenere uno o più parassiti, diventando fino a 2 cm di diametro e talvolta possono calcificare (Taylor *et al* 2010, Panayotova-Pencheva e Alexandrov, 2010).

5.4. Ospite definitivo: ruminanti domestici

Nei bovini la strongilosi broncopolmonare è una malattia diffusa in tutto il mondo e colpisce prevalentemente i giovani da sei mesi a due anni di età. La gravità della malattia dipende dalla carica infestante e dall'eventuale presenza di immunità acquisita. La malattia ha carattere stagionale, con maggiore incidenza in primavera ed agli inizi dell'autunno.

Nelle zone endemiche l'infestazione persiste nel corso dell'anno con due modalità:

- presenza di larve sopravvissute all'inverno nei pascoli,
- presenza di animali portatori.

Si tratta di una patologia da tenere sotto controllo visto il potenziale effetto che potrebbe avere, principalmente in giovani esemplari al pascolo. Sono stati infatti riportati nel 2011 due casi di morte per *Dictyocaulus* (Obber *et al*, 2012). In questo caso i soggetti erano giovani manze di 9-11 mesi, al pascolo nella provincia di Belluno che sono morte qualche giorno dopo il pascolo.

Nei piccoli ruminanti generalmente la bronco-polmonite verminosa è una malattia che decorre in forma enzootica. Sono più colpiti i giovani animali e quelli denutriti e debilitati. Normalmente si tratta di infezioni associate; molto raramente si tratta di infestazioni sostenute da singole specie.

I dati estrapolati dal progetto Giasone (2000), consultabili in Tabella 5.1 ci danno un'idea della situazione epidemiologica degli ovini nelle regioni dell'arco alpino.

TABELLA 5.1: PREVALENZE DI STRONGILI BRONCO-POLMONARI IN ALLEVAMENTI DI OVINI DI ALCUNE REGIONI DELL'ARCO ALPINO

| Parassiti | Lombardia | Piemonte | Trentino | Veneto |
|----------------------------------|-----------|----------|----------|--------|
| <i>Muellerius capillaris</i> | 45% | 0% | 14% | 59% |
| <i>Cystocaulus ocreatus</i> | 27% | 0% | 0% | 8% |
| <i>Neostongylus linearis</i> | 14% | 0% | 0% | 10% |
| <i>Protostrongylus rufescens</i> | 30% | 43% | 5% | 21% |
| <i>Dictyocaulus filaria</i> | 4% | 12% | 26% | 7% |

5.5. Ospite definitivo: stambecco

5.5.1. Grossi strongili polmonari

Dictycaulus spp., non è mai stato segnalato nello stambecco alpino, *D. filaria* è stato però segnalato nello stambecco dei Pirenei (Alasaad *et al*, 2009) e nel camoscio (Balbo *et al*, 1975); nel camoscio (*Rupicapra rupicapra*) è stato inoltre segnalato *D. capreolus* (Carreno *et al*, 2009).

5.5.2 Piccoli vermi polmonari

Nello stambecco alpino sono stati segnalati *Spiculocaulus austriacus*, *Protostrongylus rufuscens*, *Protostrongylus hobmaieri* in grado di infestare sia lo stambecco che il camoscio alpino (*Rupicapra rupicapra*), mentre *Protostrongylus rupicaprae* e *Protostrongylus sp.* sembrano infestare specificatamente il camoscio (Balbo *et al*, 1975).

Oltre ai già precedentemente citati sono stati segnalati anche *Muellerius capillaris*, *Muellerius tenuispiculatus*, specie tipica del camoscio, e *Neostrongylus linearis* (Manfredi *et al*, 1996).

È da segnalare però che le larve relative al genere *Spiculocaulus* sono morfologicamente sovrapponibili alle larve di *Protostrongylus* pertanto non differenziabili. Per questo dal punto di vista qualitativo le larve potrebbero essere raggruppate nei generi *Muellerius*, *Protostrongylus* e *Neostrongylus* (Manfredi *et al*, 1996). Nell'ambito di un'indagine parassitologica mediante analisi coprologiche (Marreros *et al*, 2012) è stata confermata la presenza dei parassiti già precedentemente citati aggiungendo però *Cystocaulus sp.*, con la sua prima segnalazione in Svizzera mentre in generale era già stato precedentemente identificato in una colonia di stambecchi in Austria (Hoby *et al*, 2006)

La composizione dell'elmintofauna bronco-polmonare dello stambecco rileva un'elevata diffusione di *Muellerius* (Manfredi *et al*, 1996; Marreros, 2012), forse imputabile alla sua grande resistenza ai fattori ambientali tipici dei climi più rigidi e nordici, con temperature basse e presenza di neve.

La Tabella 5.2 ci fornisce un riassunto dei parassiti broncopolmonari di stambecco alpino (*Capra ibex*), stambecco dei Pirenei (*Capra Pyrenaica*), che gli è filogeneticamente vicino, e camoscio (*Rupicapra rupicapra*), con cui condivide gran parte dei pascoli.

TABELLA 5.2: PRINCIPALI PARASSITI BRONCOPOLMONARI SEGNALATI NELLO STAMBECCO ALPINO, NELLO STAMBECCO IBERICO E NEL CAMOSCIO

| | <i>Capra ibex</i> | <i>Capra pyrenaica</i> | <i>Rupicapra rupicapra</i> |
|-----------------------------|--|------------------------|--|
| <i>Dictyocaulus spp.</i> | | <i>D. filaria</i> | <i>D. filaria, D. capreolus</i> |
| <i>Muellerius spp.</i> | <i>M. capillaris, M. tenuispiculatus</i> | <i>M. capillaris</i> | <i>M. capillaris</i> |
| <i>Protostrongylus spp.</i> | <i>P. rufescens, P. hobmaieri</i> | <i>P. rufescens,</i> | <i>P. rufescens, P. hobmaieri, P. rupicaprae, P. raillieti</i> |
| <i>Neostrongylus spp.</i> | <i>N. linearis</i> | | <i>N. linearis</i> |
| <i>Cystocaulus spp.</i> | <i>C. ocreatus</i> | <i>C. ocreatus</i> | <i>C. ocreatus</i> |
| <i>Spiculocaulus</i> | <i>S. austriacus</i> | | <i>S. austriacus</i> |

Da sottolineare che gran parte degli studi si sono serviti di indagini necroscopiche, che permettono di arrivare ad un'identificazione di specie grazie all'osservazione dei parassiti adulti; gli studi su base copromicroscopica invece permettono di arrivare solamente ad un'identificazione di genere. Inoltre, le larve L1 di *Spiculocaulus* considerate con analisi copromicroscopiche non sono differenziabili da quelle di *Protostrongylus spp.*

Come detto in precedenza l'interazione tra ruminanti domestici e selvatici presenta delle possibili cross-trasmissioni di parassiti. Anche se per gli strongili broncopolmonari non ci sono studi effettuati sullo stambecco alpino, questa possibilità è stata studiata considerando altri ruminanti.

Ad esempio, nello studio di Foreyt *et al.* (2009), è stata dimostrata la trasmissione di *Muellerius capillaris* dalla capra domestica (*Capra hircus*) alla pecora delle Montagne rocciose (*Ovis canadensis*). In questo caso è stato osservato, tramite analisi coprologiche, come l'eliminazione di larve di *M. capillaris* da parte del ruminante selvatico, che normalmente sarebbe parassitato principalmente da *Protostrongylus spp.*, sia iniziata solo dopo 5 mesi di stretto contatto con le capre domestiche. Inoltre l'identificazione morfologica di *M. capillaris* è stata supportata da sequenziamento genetico.

In un altro studio è stato visto come il bovino e il cervo, normalmente infestati da specie diverse di *Dictyocaulus*, possano in realtà trasmettersi a vicenda le proprie specie (Johnson *et al.*, 2003).

Nonostante quindi questi studi non si riferiscano prettamente all'ecosistema considerato, sono comunque da tenere in considerazione per valutare altre possibili cross trasmissioni tra lo stambecco e i ruminanti domestici d'interesse.

PARTE SPERIMENTALE

6. Obiettivo della tesi

Questo lavoro di tesi si inserisce in un progetto di studio della colonia di stambecchi della Marmolada che prosegue da numerosi anni. Il progetto di reintroduzione dello stambecco in questo areale è iniziato nel 1978, e a partire dal 2006 questa popolazione è stata monitorata dal punto di vista ecologico, etologico e demografico, da parte di un gruppo di ricerca coordinato dal prof. Maurizio Ramanzin, del Dipartimento DAFNAE dell'Università di Padova.

Nel 2013 è iniziata una collaborazione con il Dipartimento MAPS, della stessa Università, grazie al quale sono stati presi in considerazione gli aspetti sanitari, legati in particolare ai parassiti gastrointestinali e broncopolmonari. In considerazione dello status di animale protetto e pertanto non cacciabile, l'approccio seguito per lo studio degli aspetti ecologici del rapporto ospite-parassita in questa popolazione di stambecchi è stato quello dell'analisi coprologica. Il presente lavoro si inserisce in questa collaborazione, ampliando l'approccio a livello di ecosistema, aggiungendo al monitoraggio della popolazione di stambecco, un'indagine sulle parassitosi dei ruminanti domestici della zona per valutare il loro stato sanitario e le possibili interazioni sanitarie con i ruminanti selvatici.

L'obiettivo di questa tesi è stato quello di descrivere le principali parassitosi gastrointestinali e broncopolmonari dello stambecco e dei ruminanti domestici presenti nell'areale della Marmolada. Più nello specifico si è cercato di:

- Definire i principali gruppi parassitari presenti nel tratto gastrointestinale e broncopolmonare degli stambecchi e dei ruminanti domestici.
- Identificare mediante coprocultura i principali generi di strongili gastrointestinali attraverso l'osservazione di larve di terzo stadio.
- Evidenziare le differenze parassitologiche in base al sesso, all'età, al gruppo di appartenenza e analizzare la variabilità stagionale.
- Valutare possibili interazioni sanitarie tra ruminanti domestici e selvatici presenti nella zona ed evidenziare eventuali fattori di rischio.

7. Materiali e metodi

7.1. Area di studio

L'area di studio è quella del massiccio dolomitico della Marmolada, a cavallo tra la Provincia di Belluno (Regione Veneto) e la Provincia Autonoma di Trento.

L'area (Fig. 7.1) si estende per più di 150 km² ed è compresa tra un'altitudine di 1200 m s.l.m. e i 3343 m s.l.m. di Punta Penia, la cima più alta delle Dolomiti.

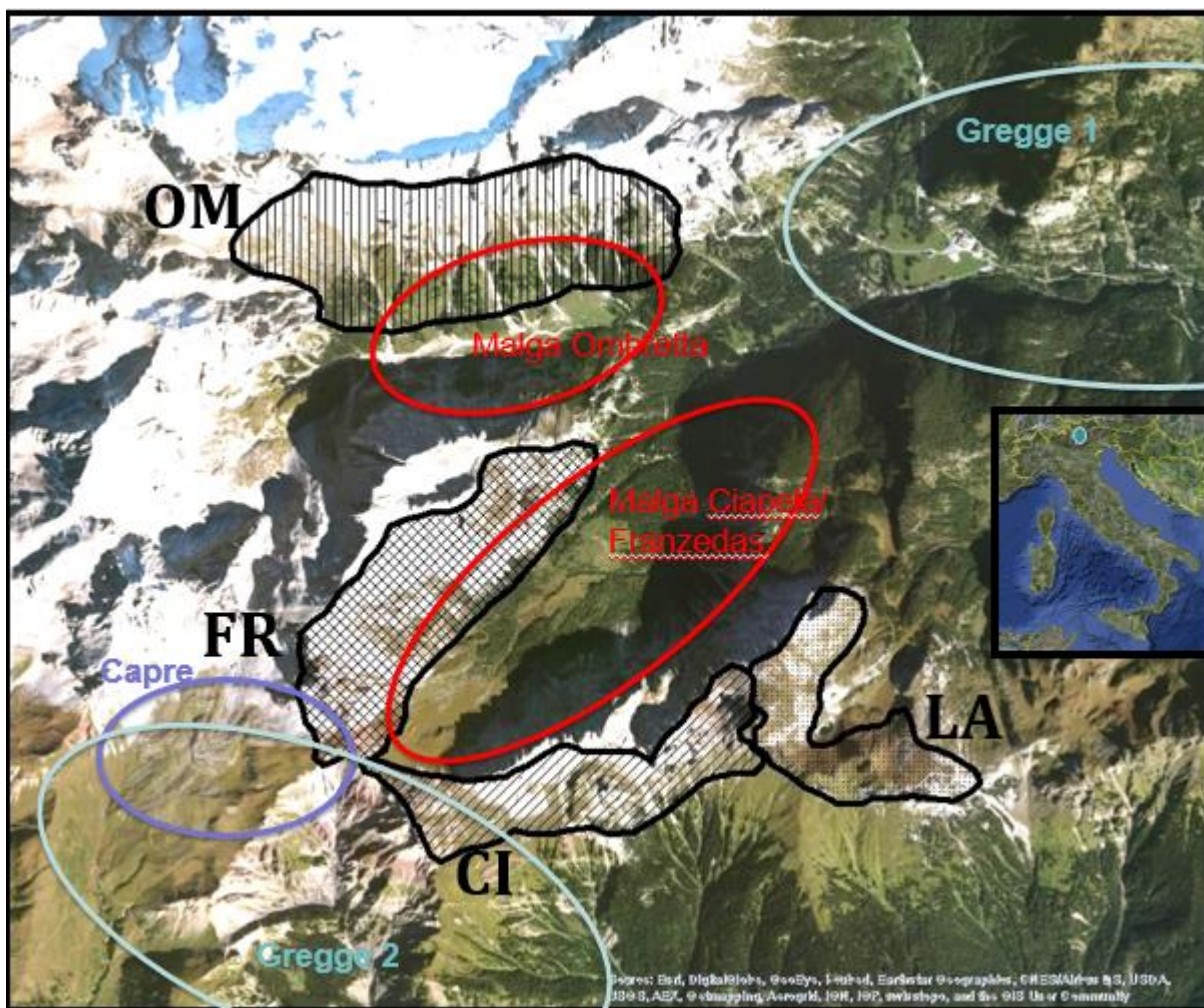


FIGURA 7.1: COROGRAFIA DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO, CON EVIDENZIATE LE AREE DI PASCOLO DI STAMBECCHI, BOVINI, OVINI E CAPRINI.

LE AREE TRATTEGGIATE EVIDENZIANO LE TRE AREE OCCUPATE DAGLI STAMBECCHI: FR-CI: FRANZEDAS-CIME D'AUTA, LA: LAGO NEGHER, OM= OMBRETTA

IN ROSSO VENGONO EVIDENZIATE LE DUE MALGHE CON LE AREE DI PASCOLO DEI BOVINI, IN AZZURRO SI EVIDENZIANO LE AREE ATTRAVERSADE DAI DUE GREGGI DI PECORE TRANSUMANTI E IN VIOLA SI EVIDENZIA L'AREA OCCUPATA DAL GRUPPO DI CAPRE.

Il gruppo è composto da 8 sottogruppi e catene: il massiccio della Marmolada vero e proprio, la catena Padon, il sottogruppo Colac-Buffaure, il sottogruppo Ombretta-Ombrettola, la catena di

Cime d’Auta, il sottogruppo Vallaccia, il sottogruppo dei Monzoni e la catena di Cima dell’uomo.

Le principali valli interne al massiccio sono la val ‘Ombretta’, la val ‘Contrin’ e la valle di ‘Franzedas’; in quest’area gli stambecchi vivono ad una quota compresa tra i 1800 e i 2500 m s.l.m.

Nelle zone più basse (sotto i 1600 m) la vegetazione è composta primariamente da faggio europeo (*Fagus sylvatica*), frassino comune (*Fraxinus excelsior*) e acero (*Acer pseudoplatanus*). Ad altitudini superiori (>1600 m) invece i boschi sono composti principalmente da conifere, in particolare abete rosso (*Picea abies*), abete bianco (*Abies alba*) e larice (*Larix decidua*).

Sopra i 1900 m la vegetazione è rappresentata fondamentalmente da prati alpini, con la presenza di pino mugo (*Pinus mugo*), rododendri (*Rhododendron hirsutum*) e qualche salice (*Salix* spp).

Oltre i 2000 m rimangono falde detritiche (ghiaioni) e pareti di roccia.

Altri animali presenti

Per quanto riguarda altri ruminanti selvatici, il camoscio (*Rupicapra rupicapra*) condivide la zona di pascolo con lo stambecco, ma ricordiamo anche la presenza di cervo (*Cervus elaphus*), capriolo (*Capreolus capreolus*) e muflone (*Ovis gmelini musimon*), anche se normalmente sono soliti pascolare ad altitudini inferiori.

La zona è frequentata anche da ruminanti domestici.

Sono presenti tre malghe utilizzate per l’alpeggio estivo di bovini: malga Ciapela, malga Franzedas e malga Ombretta (Fig.7.2). In realtà possono essere considerate come due sole malghe visto che i bovini di malga Ciapela sono gli stessi che vengono portati a malga Franzedas nella parte centrale (luglio e agosto) della stagione



FIGURA 7.2: MALGA OMBRETTA

dell’alpeggio. I bovini, provenienti da diverse stalle della zona e in parte anche dall’Alto Adige e dall’Austria, vengono portati in malga verso la metà di giugno e ritornano nelle stalle originarie attorno alla metà di settembre.

I bovini presenti sono manze, vacche in asciutta e vacche in lattazione le quali vengono munte per la produzione di formaggio, che viene venduto principalmente sul posto.

Sono presenti inoltre due greggi transumanti di pecore e un gruppo di capre che pascolano principalmente nella zona di Forca Rossa.

La colonia di stambecchi della Marmolada

Questa colonia è stata istituita nel 1978 con il rilascio di 6 animali (3 maschi e 3 femmine) provenienti dal Parco Nazionale del Gran Paradiso.

La popolazione ha continuato a crescere regolarmente e nel 2002 la popolazione stimata era di 456 esemplari. Nell'inverno 2003/2004 la popolazione è stata colpita da un'epidemia di rogna sarcoptica. Alla fine dell'inverno il numero degli esemplari era drasticamente diminuito pertanto la provincia di Belluno, in collaborazione con l'Università di Torino, ha iniziato un piano di controllo per limitare la diffusione della malattia.

Tra il 2006 e il 2007 venne iniziato un programma di *re-stocking* e 14 maschi vennero trasferiti nell'area di studio, dopo esser stati prelevati dalla colonia Jof Fuart-Montasio, in Friuli Venezia Giulia.

La popolazione della Marmolada è stata costantemente tenuta sotto controllo a partire dal 2006, con l'inizio di un monitoraggio di radiotracking sul comportamento degli individui catturati e rilasciati (Scillitani, 2011). Nel 2015 la consistenza della popolazione osservata era di 201 animali: 87 nella zona di Cime d'Auta-Franzedas (di cui 23 capretti), 30 presso il Lago Negher e 15 (di cui 4 capretti) nella val di Ombretta; gli altri sono stati osservati fuori dall'area di studio.

La maggior parte degli animali è distribuita nelle zone di Cime d'Auta-Franzedas, Ombretta e Lago Negher. Le vie di collegamento tra i gruppi sono la zona di Forca Rossa e il vallone di Ombrettola.

7.2. Campionamento

Stambecchi

I campioni fecali degli stambecchi sono stati raccolti tra luglio e novembre 2013, tra luglio e ottobre 2014 e tra giugno e novembre 2015 per un totale di 356 campioni.

Sono stati campionati 3 gruppi separati di stambecchi composti da un numero variabile di individui.

Un gruppo era composto esclusivamente da maschi adulti, localizzato nell'area denominata Lago di Negher (LA) (Fig. 7.3). Gli altri due gruppi erano composti da femmine con capretti e yearling e qualche giovane maschio, localizzati uno nella val di Ombretta (OM) e l'altro nella zona compresa tra Franzedas e Cime d'Auta (FR-CI)



FIGURA 7.3: MASCHI DI STAMBECCO ADULTO NELLA ZONA DEL LAGO NEGHER

Gli stambecchi, identificati e monitorati tramite l'uso di binocolo a distanza, venivano avvicinati solo dopo averli osservati defecare in modo da essere sicuri che i campioni fecali raccolti fossero freschi e non appartenessero allo stesso esemplare (Fig. 7.4).

Le feci venivano poi raccolte, riposte in sacchetti di plastica o provette e refrigerate a 4°C fino al momento delle analisi, eseguite entro pochi giorni dalla raccolta.



FIGURA 7.4: DISTINZIONE TRA FECI DI CAPRETTO (SX) E DI ADULTO (DX)

Ogni campione è stato identificato con un numero progressivo, specificando il sesso (quando possibile), la classe d'età (capretto o adulto) e la data di raccolta.

Bovini

Per i bovini di malga Franzedas/Ciapela sono stati prelevati direttamente dall'ampolla rettale dell'animale 8 campioni a giugno e 8 campioni a settembre. I soggetti campionati variavano da 4 a 9 anni.

I bovini di Malga Ombretta sono stati campionati a giugno e a settembre. A giugno sono stati prelevati 8 campioni di feci, andando direttamente in due delle stalle che poi mandano gli animali in alpeggio. A settembre sono stati presi sempre 8 campioni, direttamente a malga Ombretta prima che i bovini ritornassero nelle stalle di appartenenza.

Pecore

Sono stati identificati 2 greggi transittanti l'area di studio.

Un gregge pascola normalmente nella zona Roccapietore/san Tomaso ed è stato campionato il 15 febbraio 2016. Sono stati prelevati dal terreno 9 campioni. Il gregge viene trattato due volte l'anno, con IVOMEK in primavera e con VALBAZEN in autunno.



FIGURA 7.5: GREGGE DI PECORE SOTTO CIME D'AUTA

L'altro gregge (Fig. 7.5) passa per la via dei pastori (corrispondente all'area Franzedas e Cime d'Auta) e ha sede a Canale d'Agordo. Anche questo gregge viene trattato due volte l'anno con IVOMEK e VALBAZEN. Sono stati prelevati 12 campioni dal terreno il 13 giugno 2016, non differenziando la classe d'età.

Capre

Sono presenti anche una quindicina di capre in zona Forca Rossa, le quali non vengono sottoposte a trattamenti anti-parassitari.

Sono stati prelevati 6 campioni totali da animali adulti, un campione prima della monticazione (giugno 2015) e gli altri 5 dopo la monticazione (settembre 2015).

7.3. Analisi di laboratorio

Tutti i campioni raccolti sono stati sottoposti ad esame copro-microscopico quali-quantitativo e alla tecnica di Baermann modificata per l'identificazione e la quantificazione delle L1 degli strongili broncopolmonari. Inoltre sono state effettuate delle coproculture con dei pool di feci delle varie specie animali raccolte.

7.3.1. Parassiti gastro-intestinali

Analisi quali-quantitativa

L'esame è stato eseguito per sedimentazione e successiva flottazione delle oocisti. Per ogni campione sono stati utilizzati 2 g di feci, ad eccezione dei campioni di bovini per cui sono stati utilizzati 5 g, posti in un mortaio e stemperati con circa 10 cc di acqua per ottenere una sospensione omogenea. La sospensione così ottenuta veniva filtrata attraverso un colino in una provetta e veniva fatta centrifugare per 5 minuti a 2000 giri /minuto. Dalle provette centrifugate veniva versato il surnatante e il sedimento veniva rimescolato con una sospensione ad alto peso specifico (1300).

Dopo essere state nuovamente poste in centrifuga, le provette venivano colmate con la soluzione ad alto peso specifico fino a formare un menisco leggermente positivo. Sulla provetta veniva poi posto un vetrino copri-oggetto per 5 minuti per permettere l'adesione delle uova/oocisti. A questo punto il vetrino copri-oggetto veniva appoggiato sul vetrino porta-oggetto e osservato al microscopio.

L'esame quantitativo è stato invece condotto utilizzando la camera di McMaster, che fornisce una stima del numero di uova (UPG) e di oocisti (OPG) per grammo di feci.

Per ogni campione sono stati utilizzati 2 g di feci (per i campioni dei bovini 5 g), messi in un mortaio e stemperato con soluzione ad alto peso specifico (1300) fino ad ottenere 30 ml di soluzione. Tale soluzione è stata poi posta in una provetta Falcon graduata e agitata lentamente per ottenere una sospensione omogenea. Utilizzando una garza per trattenere il materiale grossolano veniva poi prelevata tramite una pipetta una quantità di soluzione sufficiente a riempire le due camere di McMaster. Dopo aver aspettato 2-3 minuti per dare il tempo alle uova/oocisti di aderire al vetrino superiore, le diverse forme parassitarie venivano contate al microscopio utilizzando un ingrandimento 100x.

Il numero delle uova contato nelle due camere è stato poi moltiplicato per 50 (se utilizzati 2 g) o per 20 (con i 5 g) per ottenere il valore di UPG e di OPG.

Coprocolture

Un'aliquota di ogni campione è stata utilizzata per l'allestimento delle coprocolture per riuscire ad effettuare l'identificazione di genere delle larve L3 degli strongili gastro-intestinali.

Si costituivano dei pool fecali che venivano stemperati con dell'acqua (minerale) e della vermiculite e collocati in termostato alla temperatura costante di 27°C per la durata di una settimana. Le feci così incubate, contenenti le larve di terzo stadio, venivano poste in un apparato di Baermann per permettere alle larve di migrare nella provetta per la raccolta.

Le larve raccolte venivano poi trasferite su di un vetrino ad orologio per l'osservazione allo stereomicroscopio e in seguito prelevate mediante pipetta e poste su un vetrino per essere osservate ed identificate al microscopio. Si è constatato che l'aggiunta di una goccia di Lugol, pur permettendo di uccidere le larve e pertanto di renderle immobili, le rovinava a tal punto da non consentire una facile identificazione.

L'identificazione delle larve è stata effettuata seguendo le chiavi di identificazione proposte da Taylor *et al.* (2010), basate sul numero delle cellule intestinali e sulla lunghezza e morfologia della guaina della coda.

7.3.2. Parassiti broncopolmonari

Tecnica di Baermann modificata

La tecnica di Baermann usata in questo studio è una metodica sviluppata recentemente presso il Laboratorio di Parassitologia e Malattie Parassitarie (Cassini *et al.*, 2015). La nuova metodica modifica la tecnica di Baermann, da un lato introducendo un ulteriore passaggio che permette la quantificazione delle larve e dall'altro si basa sull'utilizzo di provette di grandi dimensioni (Falcon da 50 ml a fondo conico), in sostituzione dell'apparecchio di Baermann, e per questo viene anche definita mini-Baermann (Fig. 7.6).

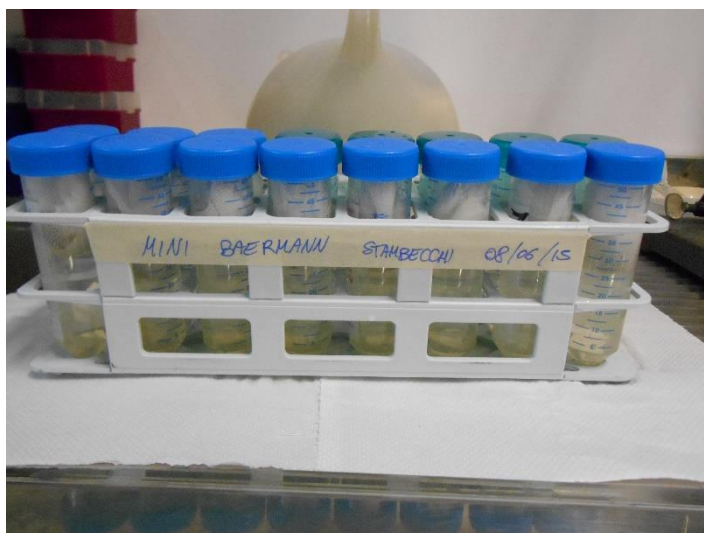


FIGURA 7.6: PREPARAZIONE DELLE MINI-BAERMANN

Per ogni campione di feci sono stati prelevati 2 g (5 g per i bovini) e sono stati posti su un triplo strato di garza di cotone; la garza è stata chiusa e il tutto è stato così inserito nella Falcon,

precedentemente riempito con 40 ml di acqua, in modo che il campione rimanesse sospeso nella parte alta della provetta, ma completamente ricoperto d'acqua.

Le mini-Baermann venivano poi fatte riposare una notte, per permettere alle larve, di migrare dalla massa fecale all'acqua e di concentrarsi quindi per gravità sul fondo della provetta.

A questo punto venivano asportate le feci raccolte nella garza e veniva asportato il surnatante con una pipetta fino a lasciare nella Falcon un volume residuo di 10 ml, in cui avrebbero dovuto concentrarsi le larve presenti nei 2 grammi di feci iniziali.

La provetta veniva poi chiusa e lentamente agitata manualmente in modo che le larve presenti sul fondo si distribuissero uniformemente nei 10 ml rimasti. Subito dopo veniva prelevata dalla provetta un'aliquota di 0,5 ml e messa in eppendorf da 2 ml, al quale venivano aggiunte 4 gocce di liquido di Lugol per colorare e uccidere le larve, permettendone una più facile identificazione al microscopio.

Per determinare la positività/negatività del campione veniva prelevata con una pipetta una quantità di liquido dal fondo della provetta, messo su un vetrino ad orologio e osservato allo stereomicroscopio per verificare la presenza di larve.

Se all'esame allo stereo-microscopio non si osservava la presenza di larve il campione veniva considerato negativo e non si procedeva con ulteriori analisi.

In caso di positività si passava ad osservare l'aliquota da 0,5 ml precedentemente preparata. Il liquido veniva prelevato mediante una pipetta dall'eppendorf e posizionato in diversi vetrini (circa 5-6 vetrini con copri oggetto 24x60) per poi essere osservato al microscopio, ad un ingrandimento variabile tra i 40x e i 400x, per identificare e contare le larve di strongili broncopolmonari.

Il numero di larve contate per genere veniva quindi moltiplicato per un fattore di conversione pari a 10, per ottenere il numero di larve/g di feci.

Nel caso i vetrini risultassero negativi si prelevavano le larve viste allo stereo-microscopio, poste su un vetrino e osservate per l'identificazione. Il campione in questo caso veniva considerato sottosoglia.

Identificazione delle larve L1

L'identificazione delle larve di primo stadio (L1) è stata possibile grazie alle dimensioni e all'osservazione della morfologia dell'estremità caudale.

L'identificazione è stata possibile solo fino alla classificazione di genere dal momento che l'identificazione di specie è possibile solo con l'isolamento post-mortem dei parassiti adulti.

L'identificazione di genere per le forme larvali è stata basata sulle descrizioni di Foreyt (2001) e Van Wyk *et al* (2004).

7.4. Analisi statistica

I dati raccolti sono stati organizzati in un database Excel ed analizzati tramite una semplice statistica descrittiva per fornire i principali parametri epidemiologici qualitativi (prevalenza) e quantitativi (abbondanza, espressa in termini di emissione media di UPG, OPG o larve di primo stadio per grammo) per le diverse specie ospiti indagate.

La distribuzione dei parassiti all'interno della popolazione ospite e le eventuali differenze nei valori di prevalenza nei diversi gruppi considerati sono state indagate utilizzando il test del Chi quadrato (χ^2) di Pearson, mentre le differenze in termini di emissione di elementi parassitari per grammo di feci sono state analizzate tramite test non parametrici. In particolare è stato utilizzato il test U di Mann-Whitney nel caso di fattori contenenti solo due variabili, mentre per evidenziare le possibili differenze tra più di due gruppi è stato utilizzato il test di Kruskal-Wallis. Ai soli fini delle analisi non parametriche, ai campioni risultati positivi all'esame qualitativo e negativi al quantitativo (sotto-soglia) è stato attribuito arbitrariamente un valore di emissione di forme parassitarie pari alla media tra il valore 0 e il valore soglia di rilevamento della metodica utilizzata (ad es. per le UPG, usando 2 grammi di feci, il valore soglia è 50 UPG: ai campioni sotto-soglia è stato attribuito un valore di 25 UPG).

I fattori presi in considerazione sono stati, per quanto riguarda gli stambecchi: la classe d'età, l'area di provenienza e il sesso. Per quanto riguarda i ruminanti domestici, sono state indagate eventuali differenze tra le tre specie considerate e, inoltre, per i bovini, quelle tra prima e dopo la stagione dell'alpeggio e tra le due malghe presenti nell'area di studio. Sono state anche indagate differenze tra i due greggi di pecore.

Per le analisi è stato utilizzato il software IBM SPSS Statistics 20 e le differenze sono state considerate statisticamente significative per valori di $p < 0,05$.

8. Risultati

8.1. Principali indici epidemiologici

8.1.1. Stambecco

In totale sono stati raccolti 356 campioni di feci di stambecco.

I risultati ottenuti dagli esami coprologici ci permettono di identificare le principali popolazioni parassitarie. Sono state identificate oocisti di coccidi, uova di Strongili gastrointestinali (SGI), differenziando i generi *Nematodirus/Marshallagia*, uova di Cestodi e uova di nematodi dei generi *Trichuris* e *Capillaria*.

Come è riportato in Tabella 8.1 le prevalenze riscontrate sono prossime o uguali al 100% per SGI e coccidi, pari a 74,4% per *Nematodirus/Marshallagia* e notevolmente inferiori anche se ancora consistenti per quanto riguarda i cestodi. Per *Trichuris* e *Capillaria* invece sono rispettivamente del 2,5% e dello 0,3%.

Per coccidi, strongili gastro-intestinali, *Nematodirus/Marshallagia* e cestodi è stata anche calcolata l'emissione media.

TABELLA 8.1: PREVALENZA E EMISSIONE MEDIA DEI PARASSITI GASTROINTESTINALI RILEVATI NEI CAMPIONI DI STAMBECCO

| STAMBECCHI (n=356) | positivi | prevalenza | emissione media (UPG/OPG) | range |
|--------------------------------------|----------|------------|---------------------------------|----------|
| Coccidi | 356 | 100,0% | 3154,5 | 100-9550 |
| SGI | 352 | 98,9%±1% | 258,9 | 0-900 |
| <i>Nematodirus- Marshallagia</i> | 265 | 74,4%±5% | 9,8 | 0-25 |
| Cestodi | 74 | 20,8%±4% | 40,9 | 0-100 |
| <i>Trichuris</i> | 9 | 2,5%±2% | | |
| <i>Capillaria</i> | 1 | 0,3%±1% | | |

Per quanto riguarda gli strongili broncopolmonari le prevalenze sono visibili in Tabella 8.2. Si evidenzia come *Muellerius* spp. sia presente con una prevalenza decisamente superiore agli altri protostrongilidi, mentre *Cystocaulus* e *Neostrongylus* sono stati rilevati solo in modo saltuario. Per questo motivo solo per *Muellerius* spp e *Protostrongylus* spp è stato calcolato anche il livello di emissione media.

TABELLA 8.2: PREVALENZA ED EMISSIONE MEDIA DEI PARASSITI BRONCOPOLMONARI RILEVATI NEI CAMPIONI DI STAMBECCO

| STAMBECCHI (n=356) | positivi | prevalenza | emissione media | range |
|------------------------|----------|------------|--------------------|--------|
| <i>Muellerius</i> | 258 | 72,5%±5% | 110,2 | 0-4720 |
| <i>Protostrongylus</i> | 36 | 10,1%±3% | 4,9 | 0-350 |
| <i>Cystocaulus</i> | 2 | 0,6%±1% | | |
| <i>Neoststrongylus</i> | 11 | 3,1%±2% | | |

Nella Fig. 8.1 si riporta la distribuzione di frequenza di *Muellerius*. Il grafico può essere utilizzato come esempio per chiarire la distribuzione aggregata di questi parassiti, in cui pochi individui sono altamente parassitati mentre la maggior parte presenta uno scarso livello di emissione; infatti per tutti i gruppi per cui è stata valutata l'emissione media, la deviazione standard risulta molto più alta, spesso il doppio del valore, rispetto alla media. Questo tipo di distribuzione è stato riscontrato per tutti i gruppi di parassiti indagati.

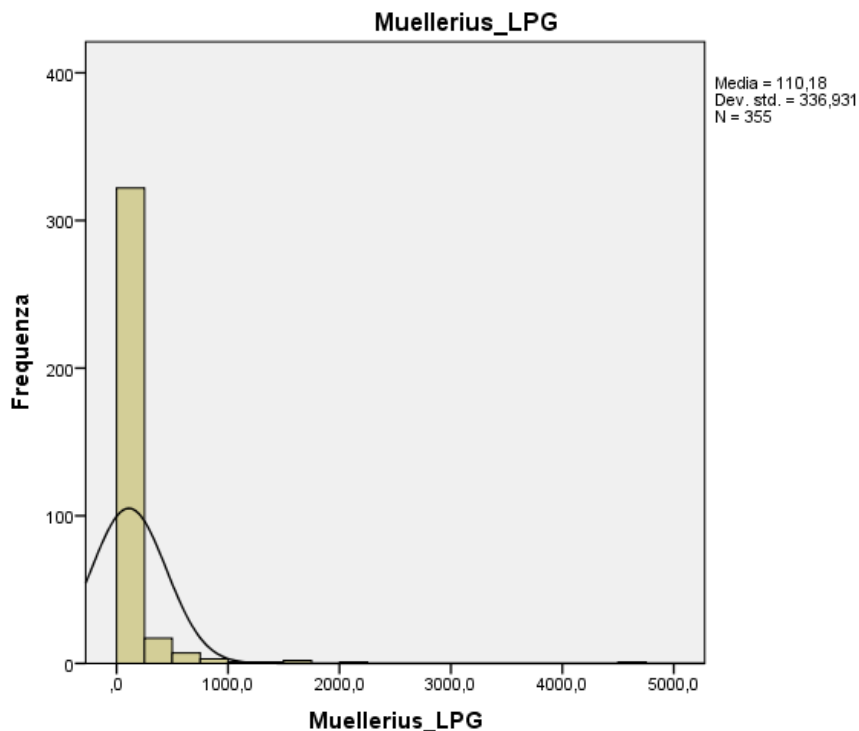


FIGURA 8.1: DISTRIBUZIONE DI *MUELLERIUS* NELLO STAMBECCO

8.1.2. Ruminanti domestici

Per quanto riguarda i ruminanti domestici presenti nell'area è stato possibile evidenziare le cariche parassitarie generali come riportato in Tabella 8.3.

TABELLA 8.3: PREVALENZE DEI PARASSITI GASTROINTESTINALI RILEVATI NEI CAMPIONI DI RUMINANTI DOMESTICI

| Parassiti | Bovini (n=32) | | Ovini (n=21) | | Caprini (n=6) | | P value |
|---------------------------------|---------------|------------|--------------|------------|---------------|------------|---------|
| | positivi | prevalenza | positivi | prevalenza | positivi | prevalenza | |
| Coccidi | 8 | 25,0%±15% | 21 | 100,0% | 6 | 100,0% | <0,001 |
| SGI | 28 | 87,5%±11% | 21 | 100,0% | 6 | 100,0% | =0,164 |
| <i>Nematodirus-Marshallagia</i> | 2 | 6,3%±8% | 10 | 47,6%±21% | 3 | 50,0%±40% | =0,001 |
| <i>Strongyloides</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 3 | 50,0%±40% | |
| Cestodi | 5 | 15,6%±13% | 7 | 33,3%±20% | 1 | 16,7%±30% | =0,433 |
| <i>Trichuris</i> | 0 | 0,0% | 1 | 4,8%±9% | 0 | 0,0% | |
| <i>Capillaria</i> | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | |

In Tabella 8.3 viene evidenziato come ci siano delle differenze significative tra le prevalenze dei vari parassiti nelle tre specie di ruminanti domestici considerate. In particolare si sottolinea come i coccidi siano presenti nel 100% dei campioni ovini e caprini, ma solo nel 25% di quelli bovini; anche *Nematodirus/Marshallagia* viene rilevato con una prevalenza del 6,3% nei bovini, mentre nelle pecore e nelle capre le prevalenze sono rispettivamente del 47,6% e del 50%.

Per coccidi, strongili gastro-intestinali, *Nematodirus/Marshallagia* e Cestodi è stata calcolata anche l'emissione media come visibile in Tabella 8.4.

TABELLA 8.4: ABBONDANZE DEI PARASSITI GASTROINTESTINALI RILEVATI NEI CAMPIONI DI RUMINANTI DOMESTICI

| | Bovini (n=32) | | Ovini (n=21) | | Caprini (n=6) | |
|---------------------------------|-----------------|-------|-----------------|----------|-----------------|----------|
| | emissione media | range | emissione media | range | emissione media | range |
| Coccidi | 11,25 | 0-80 | 2088,1 | 150-9150 | 991,7 | 300-2750 |
| SGI | 8,75 | 0-60 | 642,9 | 0-3300 | 650,0 | 250-1250 |
| <i>Nematodirus-Marshallagia</i> | 1,25 | 0-20 | 4,8 | 0-50 | 16,7 | 0-100 |
| Cestodi | 0,625 | 0-20 | 233,3 | 0-4200 | 41,7 | 0-250 |

Per quanto riguarda gli strongili broncopolmonari sono stati esaminati tutti i 59 campioni.

Nessun campione si è rilevato positivo ai grossi strongili.

Sono state rilevate una prevalenza del 100% per *Muellerius* per quanto riguarda i 6 campioni prelevati dalle capre, mentre un solo campione degli ovini è risultato positivo, sempre per *Muellerius* (0,05%) e con emissione di 10 L1/g. Quasi tutti i campioni delle capre sono da considerarsi sotto-soglia (<10 L1/g), ad eccezione di due campioni che hanno presentato un'emissione di 1310 e 260 L1/g. Nessun campione appartenente ai bovini è risultato positivo a parassiti broncopolmonari.

8.2. Aspetti ecologici nella distribuzione dei parassiti

8.2.1. Stambecco

La tabella 8.5 ci fornisce i dettagli del campionamento relativo alla popolazione di stambecco.

TABELLA 8.5: SUDDIVISIONE DELLA POPOLAZIONE DI STAMBECCHI IN BASE A GRUPPO D'APPARTENENZA, SESSO, CLASSE D'ETÀ

| | | Femmine | Maschi | Capretti | Adulti non classificati | totale |
|-------------------------------|---------------|---------|--------|----------|-------------------------|--------|
| Gruppo d'appartenenza* | FR-CI | 103 | 4 | 27 | 22 | 156 |
| | LA | 0 | 92 | 0 | 0 | 92 |
| | OM | 54 | 10 | 14 | 30 | 108 |
| | totale | 157 | 106 | 41 | 52 | 356 |

*FR-CI=Franzèdas-Cime d'Auta; LA=Lago di Negher; OM=Ombretta

Le variabili tra cui si sono ricercate delle differenze nella distribuzione dei parassiti sono state: gruppo di appartenenza, sesso e classe d'età; vengono definiti adulti non classificati quei campioni sicuramente di animali adulti ma di cui non è stato possibile verificare il sesso. Per il confronto tra adulti e capretti, sono stati considerati solo gli adulti appartenenti ai gruppi di FR-CI e OM (n=223), dal momento che nel gruppo LA non sono presenti capretti.

Parassiti gastrointestinali

Per quanto riguarda le variabili considerate non sono state riscontrate differenze significative nei valori di prevalenza, se non per la classe Cestoda come si può vedere in tabella 8.6 e nei grafici successivi (Fig. 8.2 e 8.3).

TABELLA 8.6: DIFFERENZE SIGNIFICATIVE TRA LE PREVALENZE DEI CESTODI

| | testati | positivi | prevalenza | p-value |
|----------------|---------|----------|------------|---------|
| FR-CI | 156 | 42 | 26,9%±7% | =0,04 |
| LA | 92 | 14 | 15,2%±7% | |
| OM | 108 | 18 | 16,7%±7% | |
| | | | | |
| Femmine | 157 | 31 | 19,7%±6% | =0,02 |
| Maschi | 106 | 15 | 14,2%±7% | |

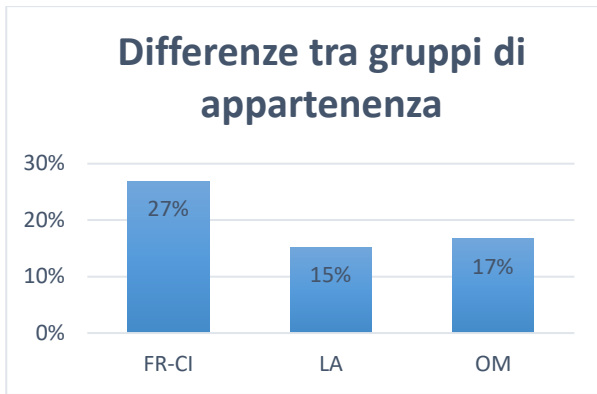


FIGURA 8.2: PREVALENZE DI CESTODI NEI TRE GRUPPI DI APPARTENENZA

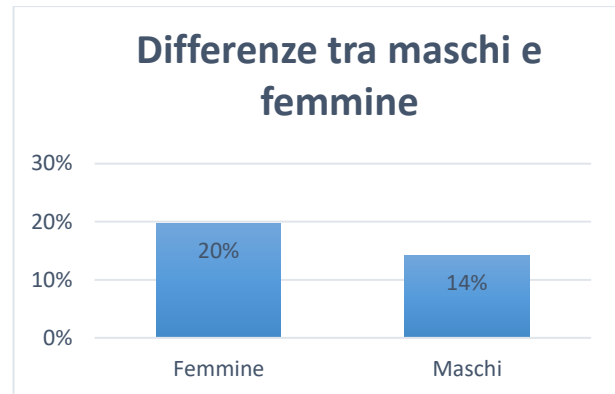


FIGURA 8.3: PREVALENZE DI CESTODI IN MASCHI E FEMMINE

Si ritiene opportuno segnalare che sono state identificate due tipologie di uova di Cestodi. Generalmente sono state ritrovate le uova di classica forma quadrangolare (Fig. 8.4); solo nei capretti nel mese di settembre 2015 sono state identificate delle uova di forma più triangolare (Fig. 8.5), che quindi indicherebbero una parassitosi da parte di un altro genere/specie di cestodi.

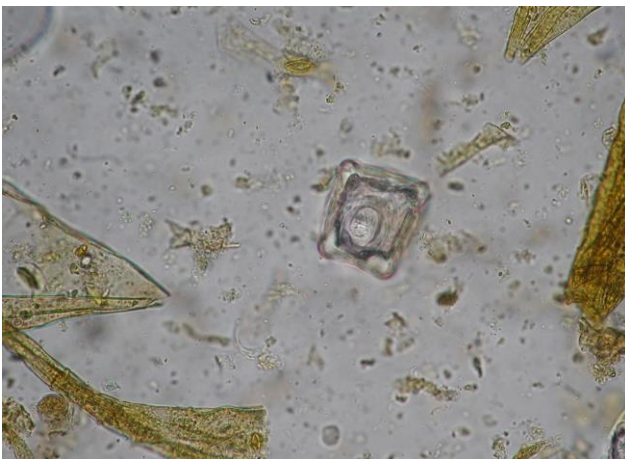


FIGURA 8.4: UOVA DI CESTODE IDENTIFICATO NELLA MAGGIOR PARTE DI CAMPIONI

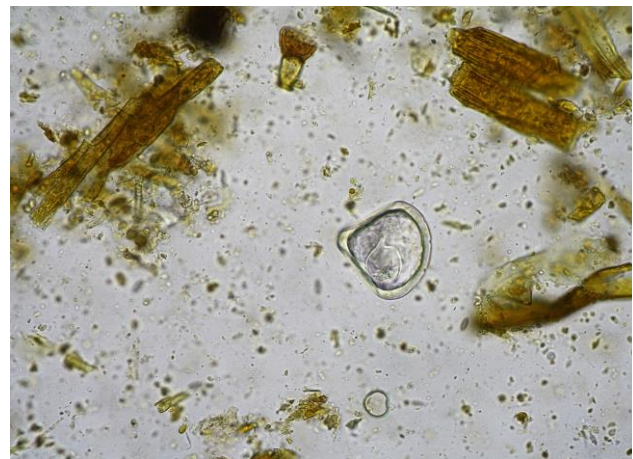


FIGURA 8.5: UOVA DI CESTODE RITROVATO IN ALCUNI CAPRETTI A SETTEMBRE 2015

Infine per i parassiti principali è stato anche valutato l'andamento stagionale.

Per quanto riguarda coccidi e strongili non sono state rilevate differenze significative tra i vari mesi di campionamento dal momento che le prevalenze sono quasi sempre del 100%, anche se gli SGI scendono a 98,4 % nel mese di ottobre e arrivano al 93,9% nel mese di novembre.

Nel seguente grafico (Fig.8.6) invece, si vede come ci siano variazioni stagionali sia per *Nematodirus/Marshallagia* sia per i Cestodi.

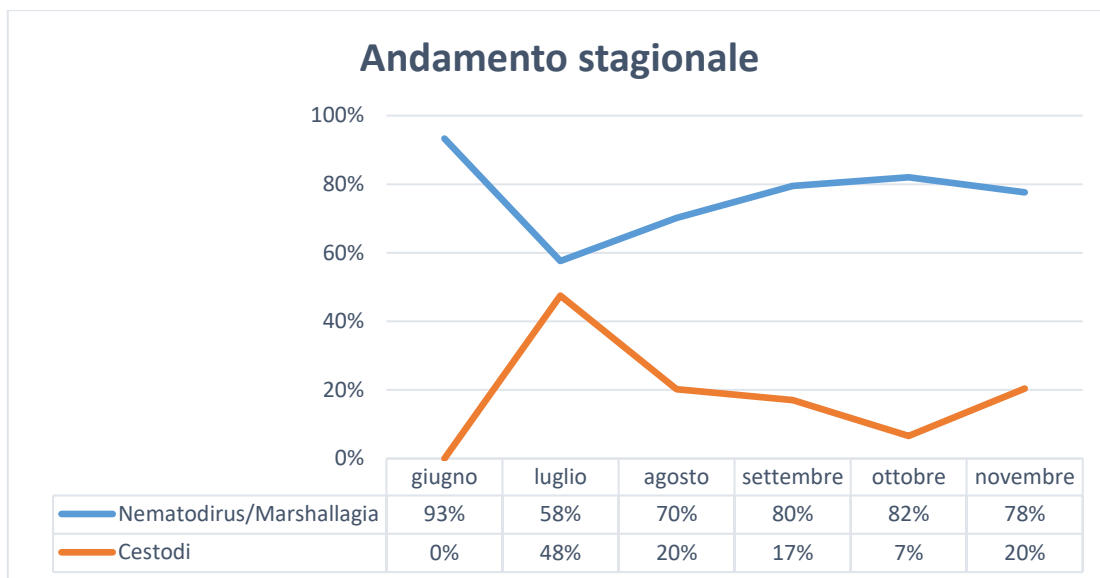


FIGURA 8.6: PREVALENZE DI NEMATODIRUS/MARSHALLAGIA E DI CESTODI NEI MESI DI CAMPIONAMENTO

Analisi dell'emissione media dei vari parassiti

Le variabili considerate sono le stesse anche per quanto riguarda l'emissione media, ovvero gruppo di appartenenza, sesso e classe d'età. Nelle tabelle seguenti vengono riportate le medie ed i valori minimo e massimo (range) delle emissioni nei vari gruppi considerati, ma bisogna prestare attenzione al fatto che il valore medio può essere fuorviante nel caso di distribuzioni aggregate. In questi casi, infatti, valori estremi possono modificare notevolmente il dato medio, innalzando o abbassando in modo fittizio il valore reale dell'abbondanza di una popolazione parassitaria all'interno dell'ospite. I dati vanno dunque verificati per identificare l'influenza di eventuali valori estremi.

TABELLA 8.7: DIFFERENZE DI EMISSIONE MEDIA DI COCCIDI NELLE DIVERSE CATEGORIE

| COCCIDI | | | |
|-----------------|-----------------|------------|---------|
| | emissione media | range | p-value |
| FR-CI | 4311,2 | 250-312000 | <0,001 |
| LA | 1707,6 | 50-10550 | |
| OM | 2716,1 | 0-44200 | |
| Femmine | 1886,3 | 50-13150 | =0,033 |
| Maschi | 1598,6 | 50-10550 | |
| Capretti | 11782,7 | 0-312000 | =0,001 |
| Adulti | 2165,0 | 50-40750 | |

In Tab.8.7 si può notare come vi sia una differenza significativa tra i tre diversi gruppi, tra maschi e femmine e infine tra classi d'età per quanto riguarda i coccidi. Le differenze sono evidenziate nei seguenti grafici (Fig. 8.7, 8.8, 8.9).

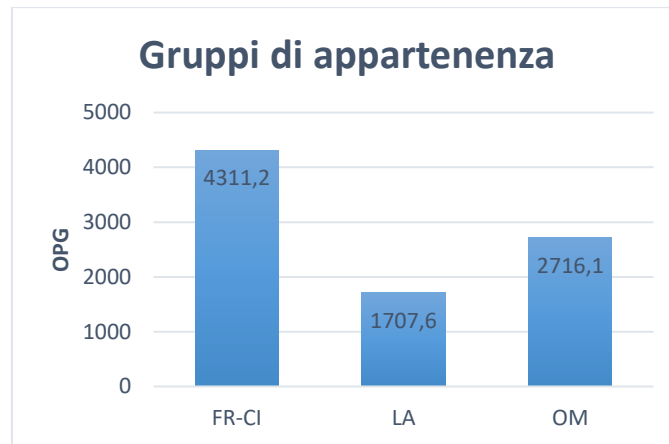


FIGURA 8.7: EMISSIONE MEDIA DI COCCIDI NEI TRE GRUPPI CONSIDERATI

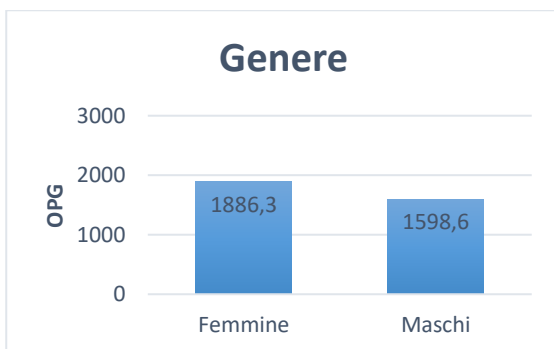


FIGURA 8.8: EMISSIONE MEDIA DI COCCIDI IN MASCHI E FEMMINE

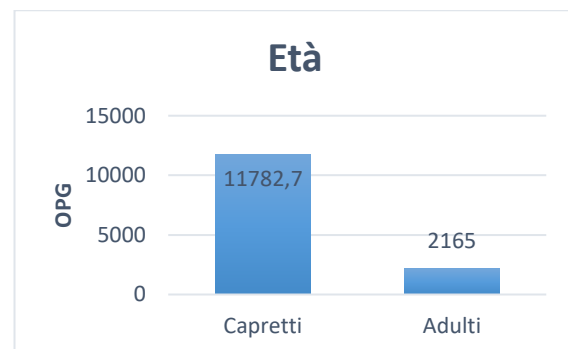


FIGURA 8.9: EMISSIONE MEDIA DI COCCIDI IN CAPRETTI E ADULTI

Analizzando invece il comportamento degli strongili gastro-intestinali si può riscontrare una significatività nelle differenze tra aree ed età come è evidenziato in Tab. 8.8 e nelle Fig. 8.10-8.11.

TABELLA 8.8: DIFFERENZE SIGNIFICATIVE DI EMISSIONE MEDIA DI SGI NELLE DIVERSE CATEGORIE

| SGI | | | |
|-----------------|-----------------|--------|---------|
| | emissione media | range | p-value |
| FR-CI | 260,9 | 0-2850 | <0,001 |
| LA | 184,5 | 0-850 | |
| OM | 319,4 | 0-1400 | |
| Capretti | 159,6 | 0-700 | =0,018 |
| Adulti | 307,8 | 0-2850 | |

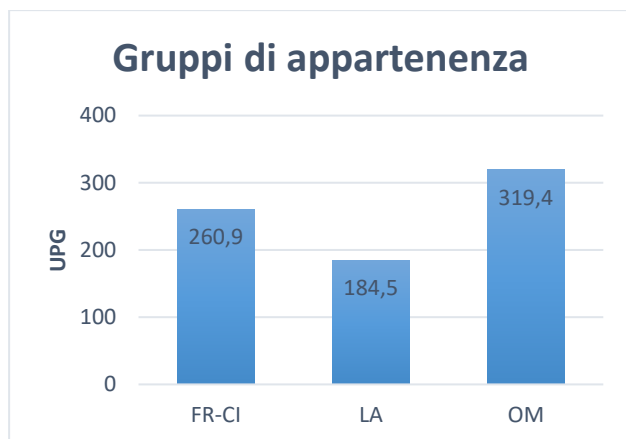


FIGURA 8.10: EMISSIONE MEDIA DI SGI NELLE TRE DIVERSE AREE

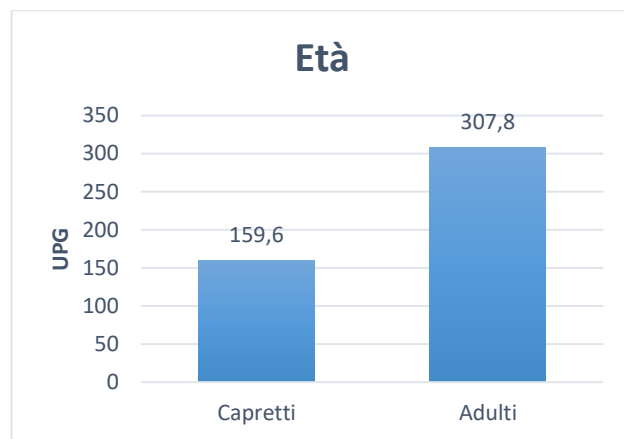


FIGURA 8.11: EMISSIONE MEDIA DI SGI IN ADULTI E CAPRETTI

Considerando invece il genere *Nematodirus/Marshallagia* non si sono rilevate differenze significative, mentre per i Cestodi si può vedere in Tabella 8.9 e in Fig. 8.12 e 8.13 come l'unica differenza significativa sia tra i diversi gruppi di appartenenza.

TABELLA 8.9: DIFFERENZE SIGNIFICATIVE DI EMISSIONE MEDIA DI CESTODI NELLE DIVERSE CATEGORIE

| CESTODI | | | |
|--------------|-----------------|--------|---------|
| | emissione media | range | p-value |
| FR-CI | 35,1 | 0-1050 | <0,001 |
| LA | 10,3 | 0-150 | |
| OM | 75,5 | 0-6600 | |

Nel caso del gruppo di Ombretta si può notare come l'emissione media cambi notevolmente nel caso non venga considerato un unico campione con un'emissione di gran lunga superiore agli altri (6600 UPG); questo è infatti un esempio di come in questo tipo di analisi, come precedentemente anticipato, sia sempre necessario valutare criticamente i valori per evitare che l'abbondanza ottenuta fornisca un dato fuorviante.

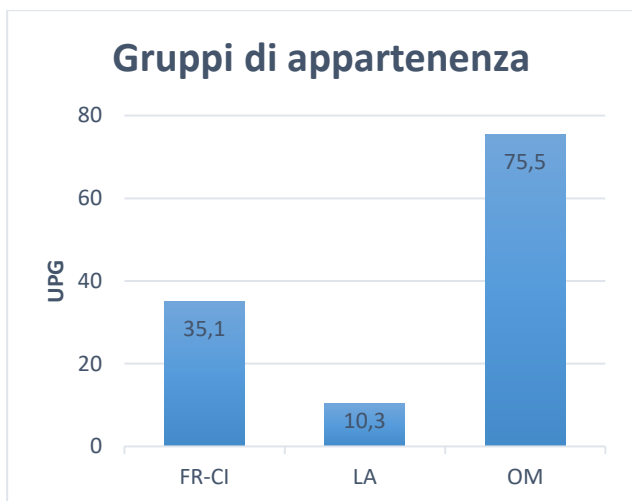


FIGURA 8.12: PREVALENZE DI CESTODI NEI DIVERSI GRUPPI DI APPARTENENZA

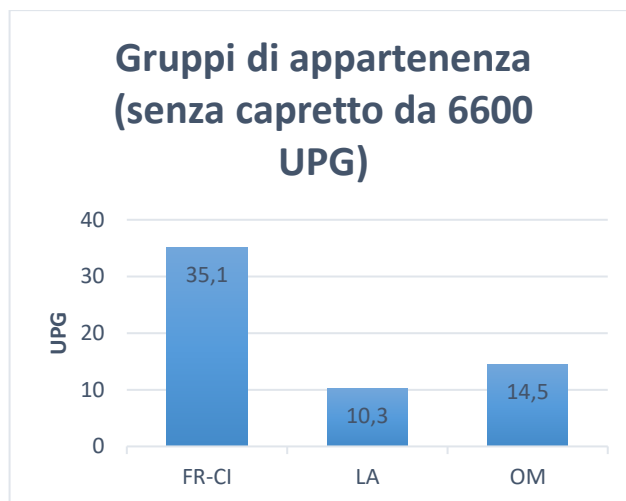


FIGURA 8.13: PREVALENZE DI CESTODI NEI DIVERSI GRUPPI DI APPARTENENZA (SENZA UN CAPRETTO DI OMBRETTA CON EMISSIONE MEDIA DI 6600 UPG)

Si è infine considerato l'andamento stagionale dell'emissione media di questi parassiti, come si può vedere nella Fig. 8.14.

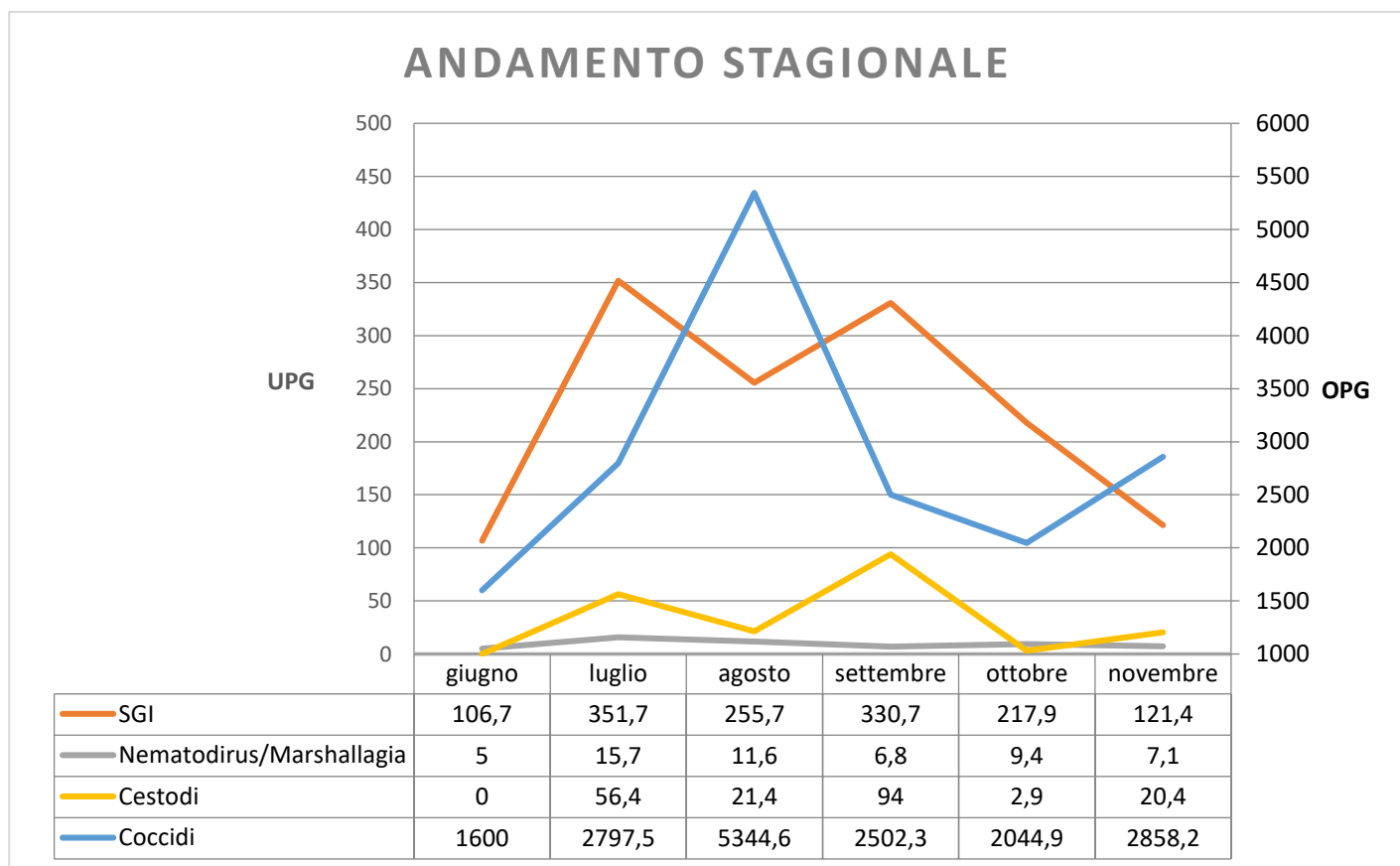


FIGURA 8.14: EMISSIONE MEDIA NEI DIVERSI MESI DI CAMPIONAMENTO

Strongili broncopolmonari

Per gli stessi gruppi precedentemente considerati sono state analizzate tramite il test di Pearson le eventuali differenze per i generi *Muellerius spp* e *Protostrongylus spp*.

Come si può vedere in Tab. 8.10 e in Tab. 8.11 sono state rilevate differenze significative tra i capretti e gli adulti. Gli adulti hanno dimostrato una prevalenza superiore (77,8%) rispetto ai capretti (31,7%) se consideriamo *Muellerius spp* (Fig. 8.15), mentre la situazione viene ribaltata se consideriamo *Protostrongylus spp*; in questo caso i capretti presentano una prevalenza del 63,4% contro il 3,2% degli adulti (Fig. 8.17).

TABELLA 8.10: PREVALENZE DI *MUELLERIUS SPP*

| <i>Muellerius</i> | | | | |
|-------------------|---------|----------|------------|---------|
| | testati | positivi | prevalenza | p-value |
| Capretti | 41 | 13 | 31,7%±14% | <0,001 |
| Adulti | 223 | 172 | 77,1%±6% | |

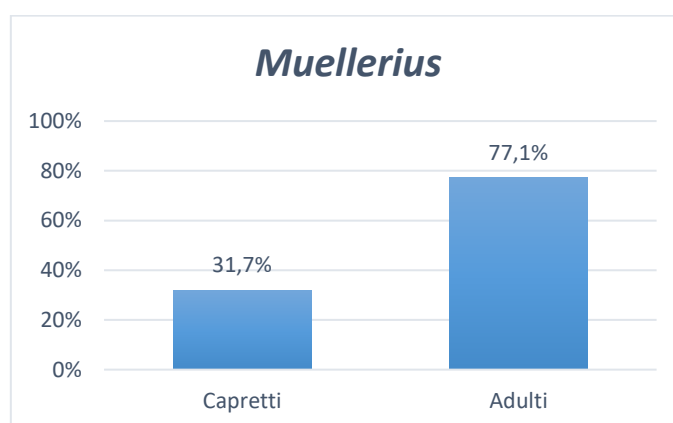


FIGURA 8.15: PREVALENZE DI *MUELLERIUS* IN ADULTI E CAPRETTI

TABELLA 8.11: PREVALENZE DI *PROTOSTRONGYLUS SPP*

| <i>Protostrongylus</i> | | | | |
|------------------------|---------|----------|------------|---------|
| | testati | positivi | prevalenza | p-value |
| FR-CI | 156 | 27 | 17,3%±6% | <0,001 |
| LA | 92 | 3 | 3,3%±4% | |
| OM | 108 | 6 | 5,6%±4% | |
| Capretti | 41 | 26 | 63,4%±15% | <0,001 |
| Adulti | 223 | 7 | 3,1%±2% | |

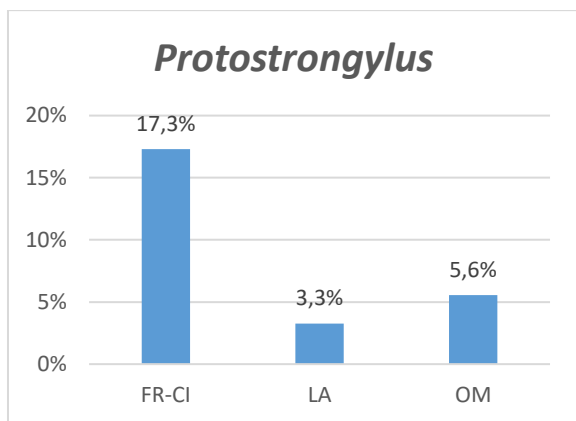


FIGURA 8.16: PREVALENZA DI *PROTOSTRONGYLUS* NELLE TRE AREE

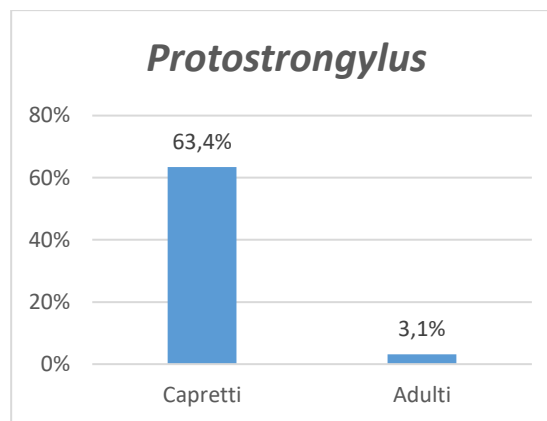


FIGURA 8.17: PREVALENZE DI *PROTOSTRONGYLUS* IN ADULTI E CAPRETTI

Per *Protostrongylus* si è anche evidenziata una differenza significativa tra le prevalenze nelle tre diverse aree considerate. (Fig. 8.16)

Infine per entrambi i parassiti è stata riscontrata anche una certa variabilità stagionale, come si può vedere nel seguente grafico. (Fig. 8.18)

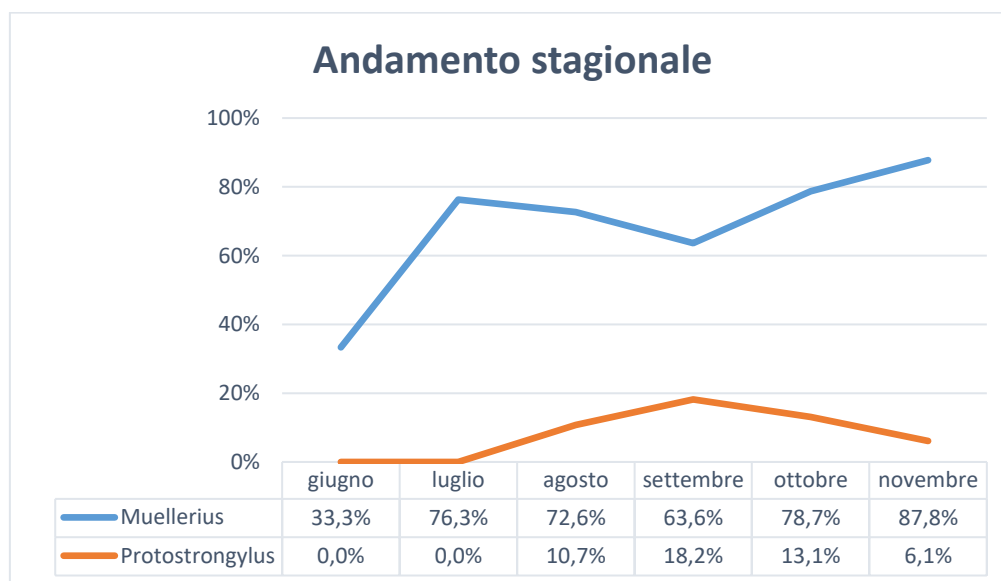


FIGURA 8.18: VARIABILITÀ STAGIONALE DELLE PREVALENZE DI *MUELLERIUS* SPP. E *PROTOSTRONGYLUS* SPP.

Sempre per *Muellerius* e per *Protostrongylus* sono state analizzate anche le differenze di emissione media.

Come visibile in Tab.8.12 *Muellerius* presenta differenza per tutte le categorie analizzate. (Fig. 8.19, 8.20, 8.21)

L'emissione è maggiore per gli stambecchi maschi (185,8 L1/g) rispetto alle femmine (80,7 L1/g) e anche per le aree di appartenenza si evidenzia come gli stambecchi maschi della zona del Lago Negher presentino un'emissione media maggiore. Altra differenza si rileva tra l'emissione di adulti e capretti. Si nota come ci sia un'emissione media di 122,5 L1/g per i capretti e 66,7 L1/g per gli adulti. La differenza anche tra sessi è in realtà appena sopra il limite della significatività.

TABELLA 8.12: EMISSIONE MEDIA DI *MUELLERIUS*

| <i>Muellerius</i> | | | |
|-------------------|-----------------|--------|---------|
| | emissione media | range | p-value |
| FR-CI | 70,3 | 0-1150 | <0,001 |
| LA | 210,2 | 0-2240 | |
| OM | 82,3 | 0-4720 | |
| | | | |
| Femmine | 80,7 | 0-1150 | =0,052 |
| Maschi | 185,8 | 0-2240 | |
| | | | |
| Capretti | 122,5 | 0-4720 | <0,001 |
| Adulti | 66,7 | 0-1150 | |

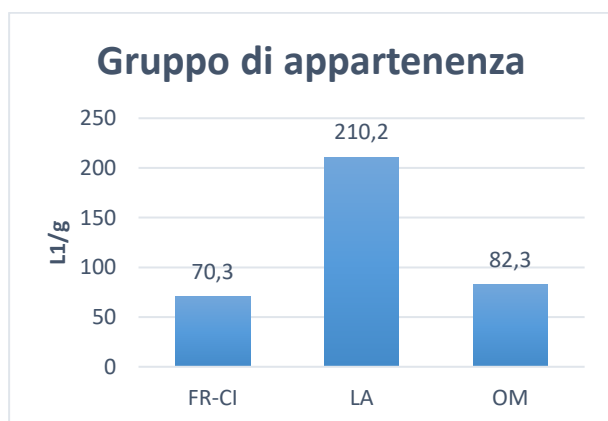


FIGURA 8.19: EMISSIONE MEDIA DI *MUELLERIUS* NEI TRE GRUPPI DI APPARTENENZA

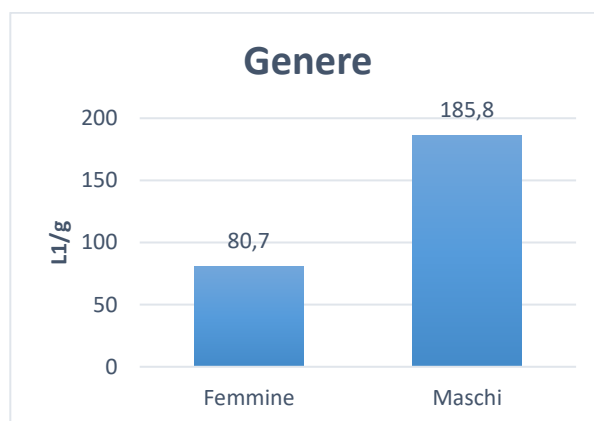


FIGURA 8.20: EMISSIONE MEDIA DI *MUELLERIUS* IN MASCHI E FEMMINE

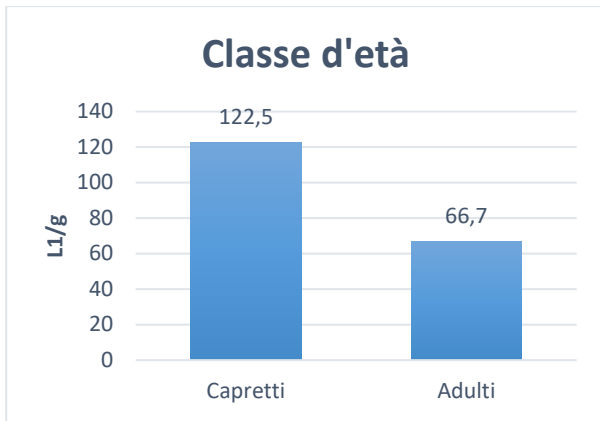


FIGURA 8.21: EMISSIONE MEDIA DI MUELLERIUS IN CAPRETTI E ADULTI

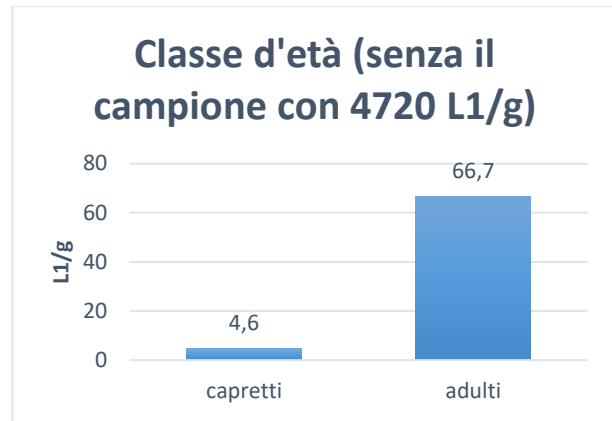


FIGURA 8.22: DIFFERENZE DI EMISSIONE DI L1 DI MUELLERIUS TRA ADULTI E CAPRETTI, CON L'ESCLUSIONE DAL GRUPPO DEI CAPRETTI DI UN SOLO SOGGETTO CON UN'EMISSIONE DI 4720 L1/G

Considerando le classi d'età si nota come sia il gruppo dei capretti a presentare un'emissione media maggiore (122,5 L1/g) rispetto agli adulti (66,7 L1/g). Eliminando però dal campione dei capretti un solo soggetto che presentava un'emissione di 4720 L1/g si può notare come l'emissione media dei capretti venga ridotta a 4,5 L/1.

Come per quanto visto nel caso dei Cestodi, questa situazione è un'ulteriore esempio del concetto di distribuzione aggregata, in cui pochi soggetti campionati, o in questo caso solo uno, possano essere altamente parassitati rispetto alla maggior parte del campione, andando quindi ad alterare il valore di abbondanza.

Considerando *Protostrongylus*, come si vede in Tab. 8.13, si evidenziano differenze sia per quanto riguarda la classe d'età che per l'area di appartenenza (Fig.8.23, 8.24)

TABELLA 8.13: EMISSIONE MEDIA DI *PROTOSTRONGYLUS*

| <i>Protostrongylus</i> | | | |
|------------------------|-----------------|-------|-------------------------|
| | emissione media | range | p-value (sign se <0,05) |
| FR-CI | 10,0 | 0-350 | <0,001 |
| LA | 0,4 | 0-20 | |
| OM | 1,5 | 0-40 | |
| Capretti | 39,4 | 0-350 | <0,001 |
| Adulti | 0,6 | 0-30 | |

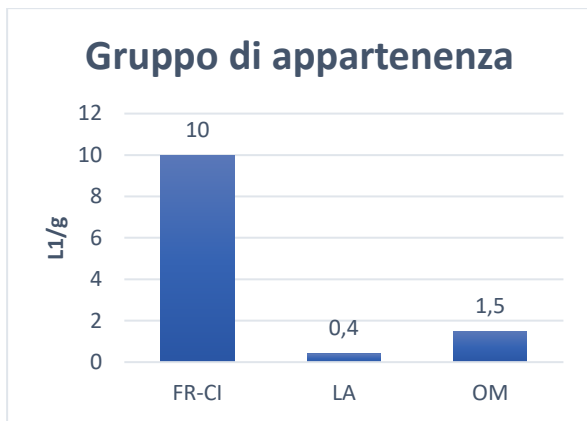


FIGURA 8.23: EMISSIONE MEDIA DI *PROTOSTRONGYLUS* NEI TRE DIVERSI GRUPPI

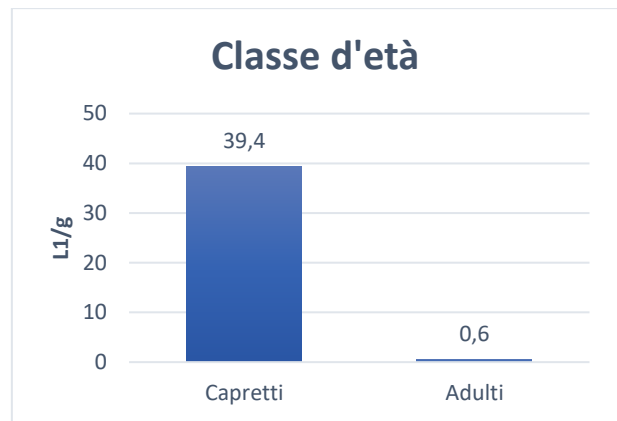


FIGURA 8.24: EMISSIONE MEDIA DI *PROTOSTRONGYLUS* IN CAPRETTI E ADULTI

Nel grafico seguente viene messo in evidenza l'andamento stagionale delle diverse emissioni medie nei diversi mesi campionati (Fig. 8.25)

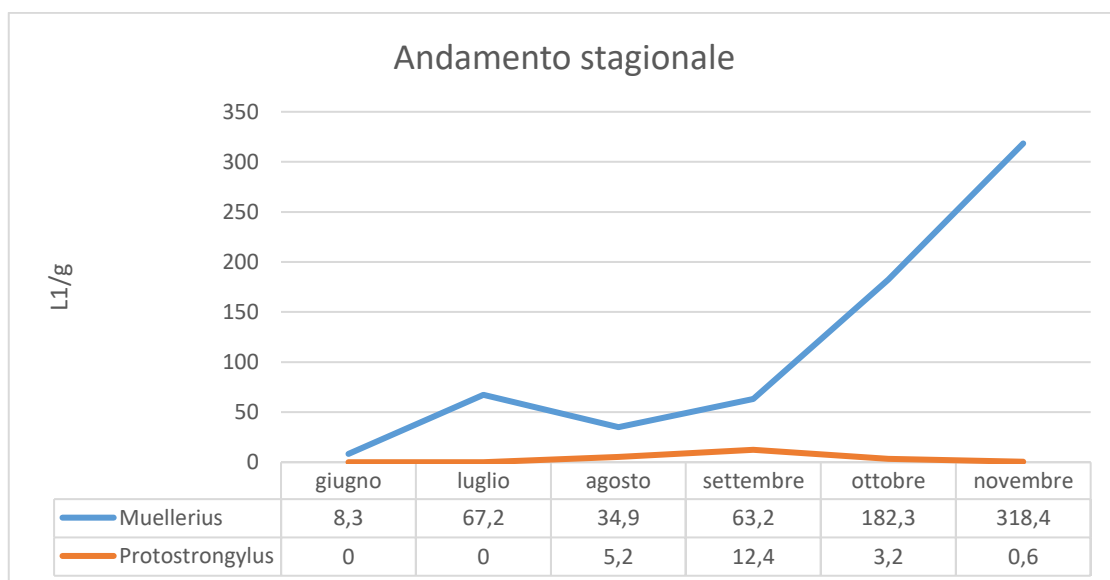


FIGURA 8.25: ANDAMENTO STAGIONALE DELLE EMISSIONI MEDIE DI *MUELLERIUS* E *PROTOSTRONGYLUS*

8.2.2. Ruminanti domestici

Tra i campioni di ruminanti domestici sono state analizzate possibili differenze tra i bovini campionati nelle due diverse malghe, tra i due momenti di prelievo, a giugno e a settembre e tra i due greggi di pecore.

Per le variabili considerate sono state analizzati sia livelli di prevalenza sia i valori di emissione media delle forme parassitarie.

Prendendo in considerazione i bovini sono state considerate due variabili: il mese di campionamento e le due malghe di appartenenza.

Malghe di appartenenza

TABELLA 8.14: DIFFERENZE DI PREVALENZA NELLE DUE MALGHE CAMPIONATE

| | Malga Ciapela/Franzedas (n=16) | | Malga Ombretta (n=16) | | p-value |
|--------------------------------------|-----------------------------------|------------|--------------------------|------------|---------|
| | positivi | prevalenza | positivi | prevalenza | |
| Coccidi | 3 | 18,8%±19% | 5 | 31,3%±23% | =0,414 |
| SGI | 14 | 87,5%±16% | 14 | 87,5%±16% | =1 |
| <i>Nematodirus/ Marshallagia</i> | 0 | 0,0% | 2 | 12,5%±16% | =0,144 |
| Cestodi | 0 | 0,0% | 6 | 37,5%±24% | =0,007 |

TABELLA 8.15: DIFFERENZA DI EMISSIONI MEDIE DI COCCIDI E SGI NELLE DUE MALGHE CONSIDERATE

| | Malga Ciapela/Franzedas | | Malga Ombretta | | p-value |
|----------------|-------------------------|-------|-----------------|-------|---------|
| | emissione media | range | emissione media | range | |
| Coccidi | 11,3 | 0-80 | 11,3 | 0-80 | =0,491 |
| SGI | 10,0 | 0-40 | 7,5 | 0-60 | =0,752 |

In tabella 8.14 si vede come le cariche parassitarie siano generalmente simili tra le due malghe: si può segnalare solo una differenza significativa tra la presenza di Cestodi nelle due diverse malghe esaminate, con una prevalenza dello 0% nei bovini di Malga Ciapela/Franzedas e del 37,5% nei bovini di Malga Ombretta come evidenziato nel seguente grafico (Fig. 8.26). Bisogna però tenere presente che la maggior parte di questi soggetti presentava cariche molto basse, tendenzialmente sotto-soglia.

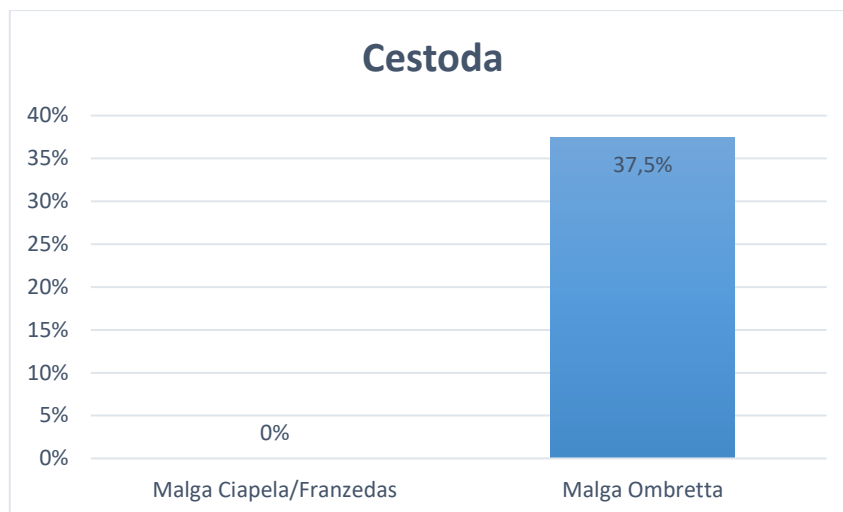


FIGURA 8.26: PREVALENZE DI CESTODI NELLE DUE MALGHE CAMPIONATE

Mese di campionamento

TABELLA 8.16: DIFFERENZE DI PREVALENZA TRA I DUE MESI DI CAMPIONAMENTO

| | Giugno (n=16) | | Settembre (n=16) | | p-value |
|--------------------------------------|---------------|------------|------------------|------------|---------|
| | positivi | prevalenza | positivi | prevalenza | |
| Coccidi | 3 | 18,8%±19% | 5 | 31,3%±23% | =0,414 |
| SGI | 14 | 87,5%±16% | 14 | 87,5%±16% | =1 |
| <i>Nematodirus/ Marshallagia</i> | 2 | 12,5%±16% | 0 | 0,0% | =0,144 |
| Cestodi | 2 | 12,5%±16% | 4 | 25,0%±21% | =0,365 |

TABELLA 8.17: DIFFERENZE DI EMISSIONE MEDIA TRA I DUE MESI DI CAMPIONAMENTO

| | giugno | | settembre | | p-value |
|----------------|-----------------|-------|-----------------|-------|---------|
| | emissione media | range | emissione media | range | |
| Coccidi | 11,3 | 0-80 | 12,5 | 0-80 | =0,491 |
| SGI | 20,6 | 0-60 | 8,8 | 0-10 | =0,017 |

Tra i due momenti di campionamento non sono state riscontrate differenze se consideriamo i livelli di prevalenza; come si può vedere in tabella però si è rilevata una significativa differenza per quanto riguarda le emissioni medie di uova di SGI tra i campioni prelevati a inizio

monticazione e quelli prelevati a fine monticazione, come evidenziato nel grafico seguente (Fig. 8.27).

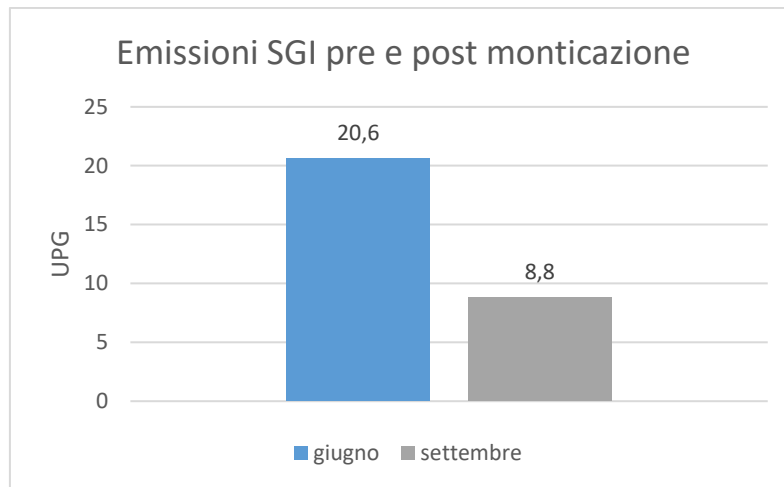


FIGURA 8.27: EMISSIONE MEDIA DI SGI NEI DUE MESI CAMPIONATI

Differenze tra i due greggi di pecore

Come si può vedere nelle tabelle 8.18 e 8.19 non si sono riscontrate differenze tra i due greggi di pecore campionati.

TABELLA 8.18: DIFFERENZE DI PREVALENZA TRA I DUE GREGGI CAMPIONATI

| | Gregge 1 (n=9) | | Gregge 2 (n=12) | | p-value |
|----------------------------------|----------------|------------|-----------------|------------|---------|
| | positivi | prevalenza | positivi | prevalenza | |
| Coccidi | 9 | 100,0% | 12 | 100,0% | =1 |
| SGI | 9 | 100,0% | 12 | 100,0% | =1 |
| <i>Nematodirus/ Marshallagia</i> | 5 | 55,6%±32% | 5 | 41,7%±28% | =0,528 |
| Cestodi | 4 | 44,4%±32% | 3 | 25,0%±25% | =0,35 |

TABELLA 8.19: DIFFERENZE DI EMISSIONE MEDIA TRA I DUE GREGGI CAMPIONATI

| | Gregge 1 | | Gregge 2 | | p-value |
|----------------|-----------------|----------|-----------------|----------|---------|
| | emissione media | range | emissione media | range | |
| Coccidi | 1994,4 | 250-9150 | 2158,3 | 150-9000 | =0,862 |
| SGI | 588,9 | 200-1350 | 685,0 | 10-3300 | =0,129 |

8.3. Identificazione larve L3

Le coproculture sono state realizzate con successo usando le feci degli stambecchi raccolte da tutti i gruppi e in diversi mesi nel corso del 2013, arrivando a descrivere un totale di 412 larve di terzo stadio. Sono stati poi raggruppati e confrontati l'insieme dei campionamenti dei mesi estivi (luglio, agosto e settembre) e quello dei mesi invernali (ottobre e novembre), che hanno mostrato differenze di numerosità tra i due morfotipi individuati (Tab. 8.20). Inoltre, sono state eseguite ulteriori coproculture da campioni di feci raccolti a settembre del 2015, differenziando e comparando le feci raccolte da stambecchi maschi e femmina. In totale sono state identificate 299 larve di terzo stadio (Tab. 8.20). Anche in questo caso, sono stati identificati gli stessi due morfotipi del 2013. Qui di seguito è riportata una descrizione dei due morfotipi:

Morfotipo 1 – lunghezza totale 820-870 micron; 32 cellule intestinali; cellule a morfologia rettangolare allungata o pentagonale; coda della guaina lunga ($>200\mu\text{m}$); con filamento. Questo morfotipo è ascrivibile a *Oesophagostomum/Chabertia* (Fig. 8.28).

Morfotipo 2 – lunghezza totale 730-800 micron; 16 cellule intestinali; cellule a morfologia rettangolare molto allungate e con margini arrotondati; coda della guaina corta ($<200\mu\text{m}$) e appuntita; senza filamento. Questo morfotipo è ascrivibile a *Ostertagia/Teladorsagia/Trichostrongylus* (Fig. 8.29)

Per quanto riguarda gli ospiti domestici, le coproculture delle feci bovine non hanno dato risultati positivi, in quanto sono state isolate pochissime larve L3 alla fine della procedura. Risultati più confortanti sono stati ottenuti dalle coproculture delle feci di capra raccolte a settembre 2015 e da quelle di pecora raccolte a giugno 2016. Anche per le capre e le pecore sono stati identificati gli stessi due morfotipi dello stambecco. Solo nel caso delle capre è stato identificato un ulteriore morfotipo, che viene qui di seguito descritto:

Morfotipo 3 – lunghezza totale 600 micron; numero di cellule intestinali non determinabile; esofago lungo circa 1/3 dell'intera lunghezza; senza filamento. Questo morfotipo è ascrivibile a *Strongyloides* (Fig. 8.30)

Nella Tabella 8.20 sono riportati i numeri totali di larve L3 identificate e la numerosità di ogni morfotipo, per le tre specie ospiti.

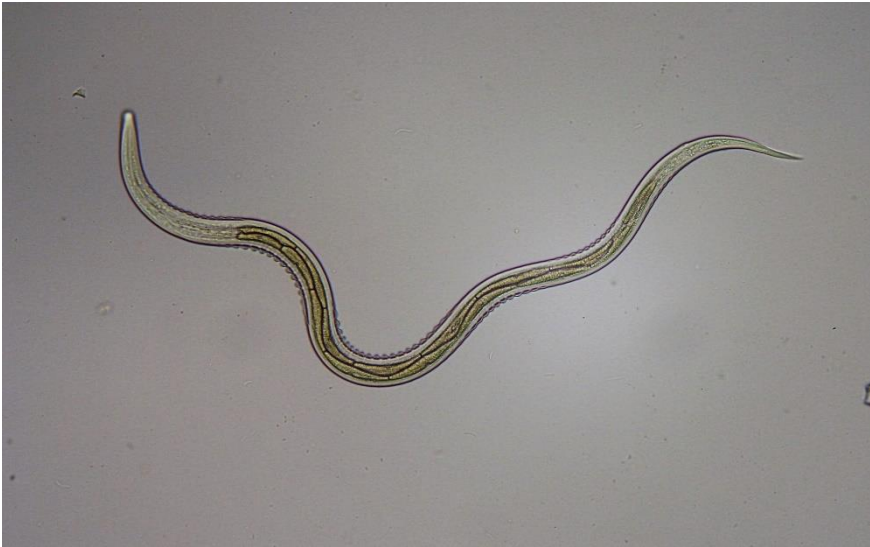
TABELLA 8.20: LARVE L3 DI SGI IDENTIFICATE AL MICROSCOPIO DOPO COPROCOLTURA

| | | | Morfotipo 1 | Morfotipo 2 | Morfotipo 3 |
|------------------|-------------|--------------------------|---|---|------------------------|
| | | | <i>32 cellule</i> | <i>16 cellule</i> | <i>Esofago lungo</i> |
| | | | <i>(Oesophagostomum/ Chabertia)</i> | <i>(Ostertagia/ Teladorsagia/ Trichostrongylus)</i> | <i>(Strongyloides)</i> |
| Specie | Anno | | | | |
| Stambecco | 2013 | <i>Estate</i> | <i>109</i> | <i>80</i> | |
| | | <i>Autunno</i> | <i>69</i> | <i>154</i> | |
| | | Totale | 178 | 234 | |
| | 2015 | <i>Maschi</i> | <i>37</i> | <i>70</i> | |
| | | <i>Femmine</i> | <i>104</i> | <i>88</i> | |
| | | Totale | 141 | 158 | |
| | | Totale stambecchi | 319 | 392 | |
| Capra | 2015 | Totale capre | 71 | 56 | 39 |
| Pecora | 2016 | Totale pecore | 11 | 14 | |

Sia per le capre, sia per le pecore, alcuni esemplari di L3 non erano riconducibili ai tre morfotipi precedentemente descritti, suggerendo la possibile presenza di un quarto morfotipo. In totale 3 larve nelle coprocolture delle capre e 6 in quelle delle pecore si presentavano con lunghezza variabile tra i 780µm e gli 850µm; un numero non facilmente identificabile di cellule intestinali di morfologia trapezoidale/rettangolare corta, ma tendenzialmente stimato tra le 20 e le 28; coda della guaina di media lunghezza (185-200 µm) e senza filamento. L'esiguo numero di esemplari riscontrati e l'ampia variabilità degli stessi non ha permesso di ricondurre, con sufficiente certezza, queste larve ad uno dei morfotipi descritti in letteratura.



**FIGURA 8.28: LARVA L3,
MORFOTIPO 1**



**FIGURA 8.29: LARVA L3,
MORFOTIPO 2**



**FIGURA 8.30: LARVA L3
STRONGYLOIDES**

9. Discussione

9.1. Parassiti gastrointestinali

I parassiti identificati nello stambecco sono quelli già segnalati nei precedenti lavori (Balbo *et al*, 1978, Zaffaroni *et al* 1999, 2000; Marreros *et al*, 2012).

Tutti i campioni sono risultati positivi ad almeno una specie parassitaria, dimostrando come anche in quest'area di studio siano presenti le condizioni ambientali per mantenere la presenza di questi parassiti.

Le prevalenze riscontrate sono state molto elevate per i coccidi (100%) e per gli strongili gastrointestinali (98,9%), escludendo *Nematodirus/Marshallagia* (74,4%) le cui uova possono essere identificate separatamente.

Come già riscontrato negli studi precedenti la presenza di altri nematodi gastrointestinali si è rivelata occasionale come evidenziato per *Trichuris* (2,5%) e per *Capillaria* (0,3%). Marreros *et al* (2012) riportano infatti prevalenze dell'1,1% per *Trichuris* e del 6,4% per *Capillaria*.

Focalizzandosi invece sulle variabilità all'interno della specie stambecco sono state ricercate differenze tra le aree identificate, tra generi e tra classi d'età.

Considerando i livelli di prevalenza l'unica differenza significativa è stata riscontrata per il genere Cestoda, che ha evidenziato differenze sia tra i gruppi di appartenenza che tra maschi e femmine. Si segnala una prevalenza del 26,9% per il gruppo di Franzedas-Cime d'Auta, 15,2% per il gruppo del Lago Negher e 16,7% per quello di Ombretta. Prevalenze del 19,7% sono state riscontrate per le femmine e del 14,2% per i maschi.

Per quanto riguarda i Cestodi i dati disponibili in letteratura sono scarsi e non sono stati segnalati differenze né tra generi né tra classi d'età.

Per gli altri parassiti non sono state identificate differenze significative tra generi e tra classi d'età come invece è stato segnalato da Marreros *et al* (2012), che descrivono come vi sia una prevalenza maggiore nei maschi rispetto alle femmine di quasi tutti i parassiti e che sia statisticamente significativa per quanto riguarda *Nematodirus/Marshallagia*.

Per coccidi, SGI, *Nematodirus/Marshallagia* e Cestodi sono state valutate anche eventuali differenze tra l'emissione media di UPG e OPG di questi parassiti sempre in relazione alle variabili considerate per le prevalenze.

Per quanto riguarda i coccidi è stata riscontrata una differenza significativa tra capretti e adulti, con un'emissione media di OPG nettamente superiore per i capretti rispetto agli adulti, forse dovuta ad un sistema immunitario non completamente sviluppato.

Anche le femmine hanno dimostrato una maggiore emissione rispetto ai maschi, così come è stata riscontrata una differenza tra i gruppi di appartenenza.

È stata rilevata una marcata emissione nel gruppo di Franzedas-Cime d'Auta, mentre i valori più bassi sono stati rilevati nel gruppo composto da soli maschi del lago Negher.

Anche l'emissione media strongili gastro-intestinali ha evidenziato differenze sia per quanto riguarda il gruppo di appartenenza che per l'età dell'animale considerato.

L'andamento è opposto rispetto ai coccidi con una marcata emissione da parte degli adulti rispetto ai capretti. Differenze significative rispetto all'età non sono state rilevate da Marreros *et al* (2012), ma il risultato ottenuto in questo studio viene supportato da risultati ottenuti da Cattaneo (2003), che ha rilevato come vi sia una maggiore emissione di SGI nei maschi adulti di età superiore ai 10 anni. Allo stesso modo anche Pedrotti (2010) ha evidenziato come vi sia un aumento di emissione di uova riconducibili a *Teladorsagia circumcincta* nei maschi di più di 11 anni, mentre non si segnala una variazione rispetto all'età nei soggetti di sesso femminile.

Non sono state rilevate differenze significative tra maschi e femmine, dato che invece era stato segnalato in letteratura (Pedrotti, 2010; Ferrari *et al*, 2010b), o ipotizzato da altri autori (Decristophoris *et al*, 2007)

Nessuna differenza è stata riscontrata per l'emissione media di *Nematodirus/Marshallagia*.

Per il genere Cestoda invece, l'unica differenza significativa è stata riscontrata tra i diversi gruppi di appartenenza, per cui l'emissione media è superiore per gli stambecchi appartenenti al gruppo di Franzedas-Cime d'Auta, una volta eliminato il valore estremo di feci di un capretto altamente infestato recuperate in Ombretta.

Infine è stato valutato il comportamento stagionale di questi parassiti.

Per quanto riguarda i coccidi si evidenzia un picco di emissione nel mese di agosto, ma in letteratura non vi sono sufficienti dati per confermarlo. Nello studio di Marreros *et al* (2012), che è quello più simile a quello qui condotto, non si evidenziano variabilità tra i mesi di campionamento per quanto riguarda l'emissione media.

Considerando gli strongili gastrointestinali, sappiamo che in letteratura è segnalato un andamento stagionale con un massimo delle prevalenze durante l'estate (Zaffaroni *et al*, 1999). Marreros *et al* (2012) non hanno evidenziato un andamento stagionale, ma c'è da tener presente che, come in questo studio, vengono considerati gli strongili gastro-intestinali in generale, con solo *Nematodirus/Marshallagia* considerato separatamente, e che non vi è la presenza dei dati invernali-primaverili. Anche in questo lavoro si può notare come effettivamente vi sia una minor prevalenza nei mesi autunnali, anche se non significativa, ma potrebbe essere indice di una tendenza in calo durante l'inverno. I livelli di emissione infatti sono più significativi, con un calo dell'emissione da 330,7 UPG a settembre a 121,4 UPG a novembre. Non si spiega però in questo caso come vi sia un calo ad agosto compreso tra i due picchi di luglio e settembre.

Zaffaroni *et al* (1999, 2000) invece evidenziano come vi sia un pattern stagionale per *Marshallagia marshalli* con prevalenze più basse nel periodo estivo (giugno-agosto). In questo studio si evidenzia come vi sia un andamento stagionale per *Nematodirus/Marshallagia* con prevalenze inferiori nei mesi di luglio e agosto rispetto agli altri. È da notare come però in questo studio *Nematodirus* e *Marshallagia* non sono distinguibili quindi vengono considerati assieme, lo stesso però, visto che si tratta sempre di un'indagine copromicroscopica, è stato fatto da Marreros *et al* (2012), che comunque segnalano un calo della prevalenza di *Nematodirus/Marshallagia* nel mese di agosto.

Infine è stato considerato anche l'andamento stagionale dei cestodi. In questo caso non vi sono dati in letteratura con cui confrontarli, ma si evidenzia un andamento stagionale con un picco di prevalenze estivo a luglio che cala nei mesi successivi. Questo andamento potrebbe essere spiegato dal momento che i cestodi necessitano dell'acaro coprofago per completare il loro ciclo biologico e quindi la loro presenza nell'arco dell'anno è strettamente correlata al ciclo biologico dell'ospite intermedio.

In questo studio in realtà si è rilevata una prevalenza dello 0% nel mese di giugno, ma è necessario considerare che la numerosità campionaria del mese di giugno è di soli 15 campioni, nettamente inferiore rispetto agli altri mesi campionati (tra i 49 a novembre e gli 88 a settembre)

Se consideriamo invece i livelli di emissione media si riscontra una certa differenza tra i mesi campionati, ma l'andamento è piuttosto altalenante con picchi a luglio e a settembre e non si evidenzia un vero e proprio trend.

Per quanto riguarda i ruminanti domestici possiamo constatare come le prevalenze di coccidi e SGI siano del 100% per ovini e caprini, mentre risultano un po' più bassi per quanto riguarda i bovini, con una prevalenza per i coccidi del 25%.

Anche per *Nematodirus/Marshallagia* si sono rilevate differenze con una prevalenza del 6,3% nei bovini e di circa il 50% in ovini e caprini.

Considerando invece i cestodi abbiamo delle prevalenze che variano dal 15,6% al 33,3%,

Inoltre è stato identificato anche *Strongyloides* in 3 delle 6 capre esaminate e un campione tra quelli prelevati dalle pecore è stato riscontrato positivo per *Trichuris*.

I coccidi presentano una prevalenza del 100% sia nello stambecco che in capre e pecore. Per questo ovviamente non sono riscontrabili differenze tra le aree considerate relativamente alla prevalenza; è stato però riscontrato che il gruppo di stambecchi di Cime d'Auta-Franzedas (4311,2 OPG) presenta un livello di emissione media di OPG marcatamente superiore alle altre zone. È interessante notare come questa zona sia quella maggiormente coinvolta dal pascolamento delle capre e dal passaggio dei greggi di pecore che presentano un'elevata emissione di questi parassiti. Inoltre la zona è quella in cui sono stati osservati il maggior numero di capretti, che come detto, sono maggiormente sensibili a quest'infestazione.

I dati riguardanti le specie di coccidi rilevati nello stambecco sono davvero scarsi, ma specie tipicamente appartenenti alle capre sono stati segnalati da Rehbein (2008) e non vi sono studi per escludere che anche le specie ovine possano infettare lo stambecco.

Per quanto riguarda gli SGI è emerso come vi sia una differenza significativa dell'emissione media da parte dei bovini prima della monticazione (20,6 UPG) e dopo il periodo di alpeggio (6,8 UPG). Dato il calo dell'emissione media nei due momenti considerati si può dedurre che il livello di infestazione iniziale dei bovini e la densità degli stessi durante il periodo del pascolo siano tali da non permettere una continua re-infestazione degli animali.

Un altro aspetto su cui riflettere emerge analizzando il genere Cestoda. In questo caso si nota come vi sia una netta differenza nei bovini considerati, presentando una prevalenza dello 0% per

quanto riguarda quelli di malga Ciapela/Franzedas e del 37,5% considerando quelli di Malga Ombretta; rimane però da sottolineare come questa infestazione presenti cariche estremamente basse, con quasi tutti i campioni sotto-soglia. Nello stambecco si rileva un andamento opposto, riscontrando sia in termini di prevalenza che di emissione media valori maggiori per il gruppo di Franzedas-Cime d'Auta. Inoltre nello stambecco è stata evidenziata la presenza di almeno due specie di cestodi, anche se l'identificazione specifica risulta impossibile con questo tipo di analisi. Considerato quanto emerso si potrebbe pensare ad una possibilità di trasmissione interspecifica, sia da selvatico a domestico (ad esempio nel caso dei bovini di malga Ombretta, che presentano cariche molto basse e la fonte dell'infestazione potrebbe essere il pascolo condiviso con gli stambecchi), sia da domestico a selvatico (ad esempio nel caso dei capretti trovati positivi in un periodo limitato di fine estate, con una emissione di uova con una morfologia mai più riscontrata negli altri campioni di stambecco). La conferma di entrambe le ipotesi appena presentate richiederebbe ulteriori e più specifiche indagini.

9.1.1. Identificazione L3

L'identificazione di genere degli strongili gastrointestinali è stata effettuata mediante coprocoltura. Sono stati identificati 3 morfotipi grazie all'utilizzo di chiavi d'identificazione abbastanza semplificate.

Il primo morfotipo rilevato nello stambecco, ma anche nelle pecore e nelle capre, è stato ricondotto ai generi *Oesophagostomum/Chabertia* mentre il secondo a *Ostertagia/Teladorsagia/Trichostrongylus*.

Inoltre nelle capre è stato identificato anche *Strongyloides*, confermato anche dal fatto che vi erano state ritrovate uova di questo parassita nelle analisi copromicroscopiche.

I generi identificati nello stambecco sono stati precedentemente segnalati da altri autori attraverso l'identificazione dei soggetti adulti (Balbo *et al*, 1978; Zaffaroni *et al*, 1999, 2000).

La metodica utilizzata ha però presentato numerose difficoltà: da campioni scarsamente positivi infatti non si è riusciti a portare a termine le coprocolture come è successo per i campioni dei bovini. Inoltre la chiara identificazione delle larve è stata spesso complessa per l'impossibilità di ricondurle ad un determinato morfotipo. Infine, il genere *Marshallagia*, considerato uno dei parassiti principali dello stambecco (Zaffaroni *et al*, 1999, 2000), e probabilmente presente anche in questa zona data l'elevata abbondanza di uova di *Nematodirus/Marshallagia*, non viene considerato nelle chiavi presenti in letteratura, probabilmente a causa della sua scarsa importanza per i ruminanti domestici.

Pertanto con il tipo di analisi effettuata si può fornire un'idea parziale dell'elmintofauna gastrointestinale ma risulta difficile fornire una idea precisa della consistenza delle popolazioni parassitarie, dal momento che ci sono molte variabili non considerate, quali la diversa resistenza delle larve e la loro velocità di sviluppo. Per ottenere questo tipo di informazione sarebbe preferibile utilizzare altre metodiche, come ad esempio l'identificazione degli adulti in organi prelevati da animali morti, o attraverso metodi biomolecolari appositamente messi a punto. Il primo metodo è però di difficile applicazione allo stambecco, in quanto non è una specie cacciabile. Nell'area di studio, inoltre, le carcasse di soggetti morti naturalmente vengono molto raramente rinvenute, a causa del territorio particolarmente impervio nel periodo invernale. Il secondo metodo, già applicato per l'identificazione specifica della popolazione parassitaria in altri ospiti domestici (Traversa *et al*, 2007), è invece indaginoso e soprattutto particolarmente costoso.

9.2. Strongili broncopolmonari

Per quanto riguarda lo stambecco tutti i generi di strongili broncopolmonari identificati in questo studio sono quelli precedentemente segnalati nello stambecco alpino (Balbo *et al*, 1975; Manfredi *et al*, 1996; Marreros *et al*, 2012).

Non è stato rilevato nessun campione positivo per *Dictyocaulus*, parassita che non è mai stato segnalato nello stambecco alpino, a differenza dello stambecco iberico (*Capra pyrenaica*).

Dictyocaulus non è stato rilevato nemmeno nei campioni dei ruminanti domestici.

Il genere di protostrongilidae rilevato con maggior frequenza è stato *Muellerius*. L'elevata prevalenza (75,5%) è in linea con gli studi precedenti (Manfredi *et al* 1996; Marreros *et al*, 2012) dove sono state riscontrate prevalenze simili.

L'elevata prevalenza di *Muellerius* può essere imputabile alla sua particolare capacità di resistere anche ai climi più rigidi.

L'altro piccolo verme polmonare rilevato con una certa frequenza è *Protostrongylus* (10,1%), rilevato anche da Marreros *et al* 2012 con prevalenze del 5,4% e del 15,8%.

I livelli di emissione media sono di 110,2 L1/g per *Muellerius* (0-4720) e 4,9 L1/g per *Protostrongylus* (0-350)

Per entrambi i parassiti si sono riscontrate differenze significative tra le classi d'età. *Muellerius* viene rilevato con una frequenza notevole negli adulti (77,1%) e più raramente nei capretti (31,7%). Considerando invece *Protostrongylus* si rileva come la sua prevalenza nei capretti (63,4%) sia nettamente superiore rispetto al 3,1% rilevato negli animali adulti.

Per *Protostrongylus* inoltre si è vista anche come la prevalenza sia molto più alta nella zona di Franzedas-Cime d'Auta (17,3%), zona in cui sono stati prelevati il maggior numero di campioni di capretti (27 campioni, contro i 14 prelevati nel gruppo di Ombretta e 0 nel gruppo dei maschi del Lago).

Lo studio di Marreros *et al* (2012) invece segnalava come ci fosse una prevalenza maggiore di entrambi i parassiti nei maschi rispetto alle femmine, ma non è stata segnalata una differenza tra classi d'età.

Considerando i livelli di emissione, *Muellerius* dimostra un output maggiore nei maschi rispetto alle femmine (anche se è una differenza statisticamente non significativa), ma allo stesso modo si rileva un'emissione maggiore nel gruppo di soli maschi (210 L1/g) rispetto agli altri due gruppi.

Per quanto riguarda le differenze di età si nota come, una volta tolto il campione del capretto con un'emissione molto alta, gli animali adulti presentino una maggiore emissione (66,7 L1/g) rispetto ai capretti (4,6 L1/g).

Il comportamento di *Muellerius* potrebbe ricordare l'andamento di tipo I descritto da Wilson et al. (2001), che propone un aumento lineare con un aumentare della carica parassitaria mano a mano che aumenta l'età dell'ospite, data la continua assunzione dall'ambiente delle forme infestanti. Con questo studio non si può escludere però che non segua il secondo tipo, andando quindi a formare un plateau una volta raggiunto l'equilibrio. In questo lavoro infatti non si è potuto valutare delle differenze di età all'interno del gruppo di adulti.

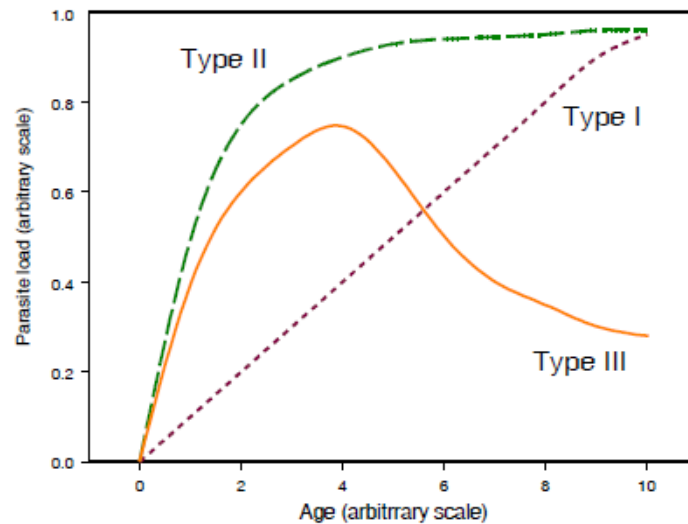


FIGURA 9.1: IPOTETICA CURVA ETÀ-CARICA PARASSITARIA IN CUI SI PROPONGONO TRE PATTERN: TIPO I (LINEA A PUNTINI), TIPO II (LINEA TRATTEGGIATA), TIPO III (LINEA CONTINUA) (TRATTA DA WILSON ET AL., 2001)

Anche analizzando l'emissione media *Protostrongylus* si riscontra come questa sia maggiore nei capretti (39,4 L1/g) rispetto agli adulti (0,6 L1/g) e nel gruppo di Franzedas-Cime d'Auta (10 L1/g) rispetto agli altri due (0,4 L1/g e 1,5 L1/g).

Questa netta differenziazione tra adulti e capretti, per quanto riguarda la distribuzione di *Protostrongylus*, non è stata segnalata in nessun altro studio precedente. Tale particolarità potrebbe indicare che in realtà il genere *Protostrongylus* sia mantenuto nell'ecosistema da un altro ruminante e non dallo stambecco e che per questo si infettino principalmente gli animali giovani con un sistema immunitario non ancora sufficientemente competente. Da questo studio è emerso come questo parassita non interessi i ruminanti domestici presenti nell'area, pertanto resterebbe da verificare l'elmintofauna degli altri ruminanti selvatici presenti, ed in particolare del camoscio, essendo una specie che occupa un areale simile.

10. Conclusioni

Il lavoro di tesi ha inteso accertare, mediante monitoraggio sul campo e successive analisi dei campioni, lo stato sanitario dei ruminanti dell'ecosistema dolomitico della Marmolada, concentrandosi sull'aspetto endoparassitario.

Lo studio è stato focalizzato principalmente sullo stambecco alpino, data la situazione a rischio della specie e della colonia stessa, che è stata re-introdotta nel 1978, ma che negli anni 2003-2004 ha subito un ingente calo della consistenza numerica a causa della rogna sarcoptica. La popolazione attualmente non presenta particolari problematiche e la sua numerosità sembra in equilibrio; è tuttavia importante mantenerla monitorata e appurarne la situazione sanitaria.

Durante il periodo estivo gli stambecchi di questa colonia condividono parte del pascolo con bovini, ovini e caprini. Per questo motivo si è ritenuto utile valutare se questa coesistenza andasse ad influire sullo stato sanitario dello stambecco impostando un'indagine sui ruminanti domestici presenti, i quali sono stati esaminati utilizzando la stessa metodologia.

L'indagine epidemiologica svolta in questo triennio ha permesso di creare un database piuttosto solido per quanto riguarda gli endoparassiti dello stambecco. La metodica utilizzata, ovvero l'analisi copromicroscopica e ricerca di larve L1, ha evidenziato come questa colonia presenti gli stessi generi già segnalati in altre zone dell'arco alpino nei lavori presenti in letteratura, nella maggior parte dei casi grazie ad indagini condotte con analisi necroscopiche. Questo tipo di metodica (analisi necroscopica), però, è al momento difficilmente attuabile in Italia, dato lo status di specie protetta dello stambecco. L'analisi copromicroscopica quali-quantitativa per endoparassiti (sia gastrointestinali, sia broncopolmonari) sempre dunque rappresentare una buona alternativa.

Pur essendo meno invasiva, questa metodica presenta delle limitazioni: in particolare l'impossibilità di fornire un'identificazione di specie dei parassiti rilevati, che risulta di notevole importanza nel momento in cui si tenta di identificare le specie parassitarie generaliste, cioè quelle comuni a più ospiti presenti nel territorio. A risentirne maggiormente è l'analisi del comportamento degli strongili gastro-intestinali, dal momento che la variabilità di specie che possono interessare i ruminanti è molto ampia e da questo punto di vista questo tipo di indagine rimane ad un livello troppo generico. In questo studio si fa notare inoltre come non sia possibile sopperire a questa mancanza con la metodica delle coproculture e conseguente identificazione di larve L3, in quanto l'identificazione ottenuta si ferma a livello di genere e soprattutto risulta spesso di non facile interpretazione.

I dati ottenuti forniscono in ogni caso un'immagine della situazione parassitaria nell'area di interesse, fungendo da spunto per un possibile proseguimento del monitoraggio, in particolare dei ruminanti domestici.

È emerso ad esempio come siano gli ovini e i caprini a rappresentare un maggior rischio per eventuali passaggi interspecifici di parassiti verso lo stambecco, in considerazione della maggiore carica parassitaria rilevata in questo studio e del maggior numero di specie potenzialmente trasmissibili segnalate in letteratura. Le modalità attuali di pascolo però sembrano non rappresentare un problema per lo stato sanitario dello stambecco. È da sottolineare infatti che i bovini rimangono nelle aree limitrofe alle malghe per tutto il periodo dell'alpeggio (fine giugno-inizio settembre). Al contrario, gli ovini sono transumanti, di conseguenza il loro passaggio nelle aree di pascolo degli stambecchi si limita a poche giornate, rendendo relativamente basso il livello di contaminazione del terreno. Le capre risultano essere parassitate in modo simile alle pecore e la loro presenza è più stanziale, ma al momento attuale la loro consistenza è molto limitata e l'area di pascolo è più marginale rispetto all'areale degli stambecchi.

Visto il potenziale rischio che pecore e capre possono rappresentare però, si propone un monitoraggio annuale di tipo campionario del loro stato sanitario per quanto riguarda le endoparassitosi e un eventuale valutazione dello stato del pascolo. Si sottolinea infatti come l'impostazione di un monitoraggio continuativo e a più ampio spettro potrebbe aiutare a comprendere alcuni punti di cui al momento non è stata trovata spiegazione.

Il ritrovamento ad esempio di almeno due specie di Cestodi nello stambecco suggerisce un possibile passaggio interspecifico, ma al momento non sono ancora state chiarite le possibili modalità di trasmissione. Anche il ritrovamento sporadico di *Trichuris* e *Capillaria*, suggeriscono la possibilità di un passaggio da domestico a selvatico, per rimanendo difficile al momento attuale l'identificazione della specie domestica potenzialmente responsabile.

Un altro punto da chiarire sarebbe la situazione anomala di *Protostrongylus*, che colpisce con un livello medio di infestazione i capretti di stambecco, per poi quasi scomparire negli adulti. Nonostante questo tipo di andamento sia stato descritto in altri parassiti, come i coccidi, non vi sono segnalazioni in letteratura per quanto riguarda gli strongili broncopolmonari, né nei selvatici né nei domestici. Sarebbe pertanto interessante approfondire se questo parassita venga mantenuto nell'ambiente da un altro ospite d'elezione; con i dati ad oggi disponibili sembrerebbe non essere una specie domestica, anche se si consiglia un monitoraggio più lungo per esserne

certi e si auspica che questo possa essere esteso anche agli altri ruminanti selvatici presenti nel territorio.

In conclusione, da questo studio è emerso che gli stambecchi di questa colonia sono affetti da un parassitismo che, per quanto riscontrabile, rimane nell'equilibrio ospite-parassita, evidenziando un danno limitato per l'ospite.

La diffusione parassitaria e la relativa carica sembra quindi non essere sintomatologicamente problematica né per gli stambecchi né per i ruminanti domestici presenti sul territorio; pertanto si può asserire che nonostante vi possa essere una reciproca influenza sulle tipologie e i livelli di parassitismo tra queste specie, essa non rappresenta per il momento un problema sanitario, consentendo quindi una convivenza non problematica.

Per completare il quadro parassitologico dell'ecosistema considerato e quindi gli eventuali rischi per lo stambecco sarebbe utile proseguire il monitoraggio degli animali domestici e condurre un'analoga indagine anche sui ruminanti selvatici con cui condivide i pascoli, in particolar modo il camoscio alpino, in cui sono stati segnalati in letteratura gran parte dei parassiti isolati dallo stambecco.

11. Bibliografia

- ALASAAD S., MORRONDO P., DACAL-RIVAS V., SORIGUER R.C., GRANADOS J.E., SERRANO E., ZHU X. Q., ROSSI L. e PEREZ J.M. (2009) Bronchopulmonary nematode infection of *Capra pyrenaica* in the Sierra Nevada massif, Spain. *Veterinary Parasitology*, 164(2-4): 340-343.
- AMBROSI M. (1995). *Parassitologia zootecnica*. Edagricole, Bologna, Italy
- ANDERSON R.M. e MAY R.M. (1979). Population biology of infectious diseases: Part II. *Nature*, 280: 455-461
- ANDERSON R.M. e GORDON D. M. (1982). Processes influencing the distribution of parasite numbers within host populations with special emphasis on parasite-induced host mortalities. *Parasitology*, 85(2): 373-398.
- APOLLONIO M., GIACOMETTI M., LANFRANCHI P., LOVARI S., MENEGUZ P.G., MOLINARI P., PEDROTTI L., PERCO F., TOSI G., TOSO S. e VIGORITA V. (2009). Piano di conservazione, diffusione e gestione dello stambecco sull'arco alpino italiano. Provincia di Sondrio. Settore Agricoltura e Risorse Ambientali
- ARCHIE E.A. e EZENWA V.O. (2011). Population genetic structure and history of a generalist parasite infecting multiple sympatric host specie. *International Journal for Parasitology*, 41: 89-98.
- ARTOIS M., DELHAHAY R., GUBERTI V., CHEESEMAN C. (2001). Control of infectious diseases of wildlife in Europe. *The Veterinary Journal*, 162: 141:152
- BALBO T., COSTANTINI R., PERACINO V. (1975). Diffusion of pulmonary Nematoda in the steinbock (*Capra ibex*) and the chamois (*Rupicapra rupicapra*) at the Gran Paradiso National Park and the di Valdieri Reservation. *Parassitologia*, 17(1-3): 65-8.
- BALBO T., COSTANTINI R., LANFRANCHI P., GALLO M. G. (1978). Comparative study of the dissemination of gastrointestinal nematodes in domestic ruminants (*Ovis aries* and *Capra hircus*) and wild ruminants (*Capra ibex* and *Rupicapra rupicapra* in the western

mountain regions. [Raffronto comparativo della diffusione dei nematodi gastrointestinali nei ruminanti domestici (*Ovis aries* e *Capra hircus*) e nei ruminanti selvatici (*Capra ibex* e *Rupicapra rupicapra*) delle alpi occidentali] *Parassitologia*, 20 (1-3): 131-137.

BALBO T., ROSSI L., LANFRANCHI P., MENEGUZ P.G., DE MENEGHI D., CANESE M.G. (1988). Experimental transmission of a sarcosporidian from Alpine ibex to domestic sheep and goats. *Parassitologia*, 30: 241-247

BIEBACH I. e KELLER L.F. (2009). A strong genetic footprint of the re-introduction history of Alpine ibex (*Capra ibex ibex*). *Molecular Ecology*, 18: 5046-5058

BIOCCA E., BALBO T., COSTANTINI R. (1982). Su due nuove specie del genere *Nematodirus* parassiti di stambecchi e camosci: *Nematodirus ibicis* SP.N. e *Nematodirus Rupicaprae* SP.N.. *Parassitologia*, 24 (2-3): 129-138

BROGLIA A., ZAFFARONI E., CITTERIO C., LANFRANCHI P. (2000). Mathematical model for transmission of direct cycle nematode between sheep and roe deer (*Capreolus capreolus*) populations. Abstract of the 4th meeting of the European Wildlife Disease Association. Saragossa, 20-23 September 2000: 57

BUSH A.O., LAFFERTY K.D., LOTZ J.M. SHOSTAK A.W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *Journal of Parasitology*, 83 (4): 575-583.

CAPELLI G. (2000). Bovini e parassiti: la situazione in Veneto. *Parassitologia*, 42 (Supplemento 1): 39.

CARNEVALI L., PEDROTTI L., RIGA F. e TOSO S. (2009). Banca Dati Ungulati: Status, distribuzione, consistenza, gestione e prelievo venatorio delle popolazioni di Ungulati in Italia. Rapporto 2001-2005. *Biologia e Conservazione della Fauna*, 117: 1-168.

CARRENO R.A., DIEZ-BANOS N., ROSARIO HIDALGO-ARGUELLO M, NADLER S.A. (2009). Characterization of *Dictyocaulus* species (Nematoda: Trichostrongyloidea) from three species of wild ruminants in northwestern Spain. *The Journal of parasitology*, 96 (4): 966-970

- CASAROSA L. (1985). *Parassitologia degli animali domestici*. CEA: Casa Editrice Ambrosiana, Milano, Italy.
- CASSINI R., PARRAGA M.A., SIGNORINI M., FRANGIPANE DI REGALBONO A., STURARO E., ROSSI L., RAMANZIN M. (2015). Lungworms in Alpine ibex (*Capra ibex*) in the eastern Alps, Italy: An ecological approach. *Veterinary Parasitology*, 214: 132-138.
- CATTANEO F. (2003). Eliminazione fecale di uova di nematodi gastrointestinali nello stambecco alpino (*Capra ibex*) in rapporto ad età, peso e parametri climatici. Tesi di laurea in Medicina Veterinaria. Università degli studi di Milano.
- CERUTTI M.C., CITTERIO C.V., BAZZOCCHI C., EPIS S., D'AMELIO S., FERRARI N., LANFRANCHI P. (2010). Genetic variability of *Haemonchus contortus* (Nematoda: Trichostrongyloidea) in alpine ruminant host species. *Journal of Helminthology*, 84: 276-283
- CITTERIO C.V., MILANI F., TARANTOLA M., GUASTELLA F., SARTORELLI P., LANFRANCHI P. (2004). Monitoring macroparasites in wild ruminant populations: utility and limitations. *Parassitologia*, 46: 270
- CITTERIO C.V., LANFRANCHI P. (2006). Dynamics of parasites communities and interactions between wild and domestic ruminants. *Parassitologia*, 48: 33-35
- COUTURIER M. A. (1962). *Le bouquetin des Alpes: Capra aegagrus ibex ibex L.* Grenoble.
- CRINGOLI G., RINALDI L., VENEZIANO V. (2000). Il progetto Giasone: le elmintiasi degli ovini in Italia – Mappe Parassitologiche. *Atti del Simposio Giasone volume II*: 49-86
- CROFTON H.D. (1971). A quantitative approach to parasitism. *Parasitology*, 62: 179-193
- DECRISTOPHORIS P.M.A., VON HARDENBERG A. e MC ELLIGOTT A. (2007). Testosterone is positively related to the output of nematode eggs in male Alpine ibex (*Capra ibex*) faeces. *Evolutionary Ecology Research*, 9(8): 1277-1292.

- DI CERBO A.R., RONCARI S., ZANZANI S., BENCETTI F., MANFREDI M.T., (2006). Parassitismo gastrointestinale in allevamenti caprini della provincia di Bergamo (Lombardia). *Parassitologia*, 48: 385-389
- ECKERT J., PERL R., INDERBITZIN F. (1981). Significance of nematodiasis in cattle grazing on alpine pastures. In "Epidemiology and control of nematodiasis in cattle" ed Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, Boston London: 177-191
- FERRARI N., CITTERIO C.V., LANFRANCHI P. (2010a). Are abomasal parasite communities of alpine ruminants really isolationist? A classification through a quantitative approach. *Parassitologia*, 52 (1-2): 269
- FERRARI N., ROSA' R., LANFRANCHI P., RUCKSTUHL K.E. (2010b). Effect of sexual segregation on host-parasite interaction: Model simulation for abomasal parasite dynamics in alpine ibex (*Capra ibex*). *International Journal for Parasitology*, 40: 1285-1293
- FOREYT B. (2001) *Veterinary Parasitology Reference Manual*. 5th ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa: 88-89.
- FOREYT W.J., JENKINS E. J. E APPLEYARD G.D. (2009). Transmission of lungworms (*Muellerius capillaris*) from domestic goats to bighorn sheep on common pasture. *Journal of Wildlife Disease*, 45 (2): 272-278
- GEIST V. 1985. On evolutionary patterns in the Caprinae with comments on punctuated mode of evolution, gradualism and a general model of mammalian evolution (pp 15-30). In S. Lovari (ed) *The biology and management of mountain ungulates*. Croom Helm, London
- GENCHI C., MANFREDI M.T., BOSSI A. (1984). Les infestations par les strongles digestifs sur le pâturages de haute montagne: interaction entre la chèvre et le chamois. *Les colloques de l'INRA*, 28: 501-505.
- GENCHI C., BOSSI A., MANFREDI M.T. (1985). Gastrointestinal nematode infections in wild ruminants *Rupicapra rupicapra* and *Dama dama*: influence of density and cohabitation with domestic ruminants. *Parassitologia*, 27: 211-223.

GIACOMETTI M., BASSANO B., PERACINO V. e RATTI P. (1997). Die Konstitution des Alpensteinbockes (*Capra i. ibex* L.) in Abhängigkeit von Geschlecht, Alter, Herkunft und Jahreszeit in Graubünden (Schweiz) und im Parco Nazionale Gran Paradiso (Italien). Zeitschrift für Jagdwissenschaft, 43 (1): 24-34.

GRENFELL B.T., WILSON K., ISHAM V.S., BOYD H.E.G. DIETZ K (1995). Modelling patterns of parasite populations: trichostrongylid nematode-ruminant interaction as a case-study. Parasitology, 111: S135-S151.

GUBERTI V., STANCAMPIANO L., FERRARI N. (2014). Surveillance, monitoring and surveys of wildlife disease: a public health and conservation approach. Hystrix, 25 (1): 3-8

GULLAND F.M.D (1997) The impact of parasites on wild animal population. Parassitologia, 39: 287-291

HOBY S., WALZER C., SLOTTA-BACHMAYR L., SEGNER L. & ROBERT N. (2006). Untersuchungen zur Pathologie von Wildungulaten im Nationalpark Hohe Tauern, Österreich. Wiener Tierärztliche Monatsschrift, 93: 104-112

HOLMES J.C. e PRICE P.W. (1986). Communities of parasites. In Community ecology: Pattern and process, D.J Anderson and J.Kikkawa (eds.) Blacwell Scientific Publications, Oxford, UK: 187-213

HÖGLUND J., MORRISON D.A., DIVINA B.P., E. WILHELMSSON E J. G. MATTSSON (2003). Phylogeny of *Dictyocaulus* (lungworms) from eight species of ruminants based on analyses of ribosomal RNA data. Parasitology, 127:179-187.

The IUCN list of Threatened Species (version 2016.1) da <http://www.iucnredlist.org/>

JAKOB-HOFF R.M., MACDIARMID S.C., LEES C., MILLER P.S., TRAVIS D., KOCK R. (2014). Manual of Procedures for Wildlife Disease Analysis. Co-published by the OIE and IUCN.

- JOHNSON M., MACKINTOSH C.G., LABES R.E., TAYLOR M.J. e WHARTON D.A. (2003).
Dictyocaulus species: cross infection between cattle and red deer. New Zealand
Veterinary Journal, 51: 93-98.
- LANFRANCHI P., MANFREDI M.T., MADONNA M., ZAFFARONI E., RATTI P. (1992).
Annual pattern and dynamics of gastrointestinal helminths in Alpine ibex of Piz Albris
colony. Congreso Internacional del Género Capra en Europa, Ronda, Spain, 20-22
October: 127-134
- LANFRANCHI P. (1993). Patrimonio zootecnico e faunistico: interazioni sanitarie e relative
implicazioni gestionali. Atti della Società Italiana di Buiatria, 25: 147:155
- LANFRANCHI P., MANFREDI M.T. ZAFFARONI C., FRAQUELLI C., RATTI P.
GIACOMETTI M. (1995). Eine dreijährige Untersuchung der Labmagen-
Helminthenfauna beim Alpensteinbock (Capra i. ibex) der Kolonie Albris, Graubünden,
Schweiz. Zeitschrift Fur Jagdwissenschaft, 41: 24-35
- LICHTENFELS J.R., HOBERG E.P., ZARLENGA D.S. (1997). Identification of nematode
larvae of small ruminants and cattle simplified. Veterinary Parasitology, 72: 225-245
- MANFREDI M.T., ZAFFARONI E., FRAQUELLI C. e BONICALZI A. (1996). Diffusione del
parassitismo broncopolmonare nello Stambecco (Capra i. ibex) del Piz Albris. Ricerche
di biologia della selvaggina. Supplemento 24: 97-104
- MARREROS N., FREY C.F., WILLISCH C.S., SIGNER C. e RYSERDEGIORGIS M.P.
(2012). Coprological analyses on apparently healthy Alpine ibex (Capra ibex ibex) from
two Swiss colonies. Veterinary Parasitology, 186: 382-389
- MAUDET C., MILLER C., BASSANO B., BREITENMOSEER-WÜRSTEN C., GAUTHIER D.,
OBEXER-RUFF G., MICHALLET J., TABERLET P., LUIKART G. (2002).
Microsatellite DNA and recent statistical methods in wildlife conservation management:
applications in Alpine ibex [Capra ibex (ibex)]. Molecular Ecology, 11(3): 421-436

- MORGAN E.R., MILNER-GULLAND E.J., TORGERSON P.R., MEDLEY G.F. (2004). Ruminating on complexity: macroparasites of wildlife and livestock. *Trends in Ecology and Evolution*, 19 (4): 181-188.
- MORNER T., OBENDORF D.L., ARTOIS M., WOODFORD M.H. (2002). Surveillance and monitoring of wildlife diseases. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 21 (1): 67-76
- OBBER F., TURCHETTO S., SIMONATO G., DOGLIONI M., SARTORI S., BERTONI R., CORRIANI F., MALACARNE M., CITTERIO C.V. (2012). Clinical *Dictyocaulus* infection in cattle grazing in Belluno province (Eastern Alps – Italy). *Mappe parassitologiche Soipa*, 18: 262
- Office International des Epizooties (OIE) (1999). Report of the OIE Working Group on Wildlife Diseases, 9-11 June 1998, Paris. In 67th General Session of the International Committee, 17-21 May, Paris.
- PANAYOTOVA-PENCHEVA M.S. e ALEXANDROV M.T. (2010). Some pathological features of lungs from domestic and wild ruminants with single and mixed protostrongylid infectious. *Veterinary medicine international*. Article ID 741062 9 pages doi:10.4061/2010/741062
- PARRINI F., CAIN J.W. & KRAUSMAN P.R. (2009). *Capra ibex* (Artiodactyla: Bovidae). *Mammalian Species*, 830:1–12.
- PEDROTTI R. (2010). Parassiti abomasali: determinazione dei soggetti maggiormente infestati ed infestanti attraverso sesso ed età dell'ospite. Tesi di Laurea in Medicina Veterinaria. Università degli studi di Milano.
- POGLAYEN G. (1983). Considerazioni sui coccidi dei mammiferi selvatici. *Parassitologia*, 25: 185-188.
- POGLAYEN G. (1991). Mammiferi selvatici: interpretazione delle informazioni parassitologiche in chiave gestionale. *Atti del II Convegno Nazionale dei Biologi della Selvaggina. Supplemento alle ricerche di biologia della selvaggina*, 19: 383-391.

- PROSL V.H. e REITER I. (1984). Vergleichende Untersuchungen zur Gastrointestinal-Nematodenfauna von Gemse (*Rupicapra rupicapra*) und Steinbock (*Capra ibex*). Zeitschrift für Jagdwissenschaft, 30: 89-100
- PUCCINI V. (1992). Guida alle malattie parassitarie degli animali domestici. Terza ed. Edagricole, Bologna, Italy.
- REHBEIN S. (2008). Beitrag zur Kenntnis der Endoparasiten des Steinwildes in Deutschland. Parasitologische Fachgespräche, Innsbruck, 30. Mai 2008 : 10-11
- ROSSI I., GRIGNOLIO S., BASSANO B., APOLLONIO M. (2003). Strategie riproduttive dello stambecco (*Capra ibex ibex*) nel Parco Nazionale del Gran Paradiso. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 14: 171-172
- ROSSI L., LANFRANCHI P., MENEGUZ P.G., DE MENEGHI D., GUARDA F. (1988). Infezione sperimentale della capra e della pecora con sarcosporidi del muflone e del camoscio. *Parassitologia*, 30 (Supplemento 1): 164-165
- ROSSI L., LANFRANCHI P., MENEGUZ P.G., PERACINO V. (1985). Sull'infestazione sperimentale e spontanea di ovini e caprini con nematodi gastro-intestinali di camosci e stambecchi del Parco Nazionale Gran Paradiso. *Annali della Facoltà di Medicina Veterinaria di Torino*, 30: 70-82.
- ROSSI L., FERROGLIO E., GENCHI C., (2000). Rischio di infezione da nematodi gastro-intestinali in bovini all'alpeggio. *Parassitologia*, 42 (Supplemento 1): 43.
- SALA M., CITTERIO C.V., SARTORELLI P., ZAFFARONI E., COMAZZI S., LANFRANCHI P. (2000). Integrated survey on abomasal helminths, body condition and haematochemical metabolic parameters in a chamois population. *Parassitologia*, 42 (Supplemento 1): 76.
- SCALA A. (2006). Meccanismi fisiopatogenetici dei principali tricostrongilidi abomasali dei piccoli ruminanti. *Parassitologia*, 48: 403-408

- SCILLITANI L. (2011). Ecology of Alpine ibex (*Capra ibex ibex*, Linnaeus 1758) in relation to management actions in the Marmolada massif, Italy. Tesi di dottorato, Università degli Studi di Padova.
- SHAW D.J. e DOBSON A.P. (1995). Patterns of macroparasites abundance and aggregation in wildlife populations: a quantitative review. *Parasitology*, 111: S111-S133
- SMITH T.M. e SMITH R.L. (2007). Elementi di ecologia. Pearson Education, Milano, Italy
- TAYLOR M.A., COOP R.L., WALL R.L. (2010). Parassitologia e Malattie parassitarie degli animali EMSI. Traduzione ad opera di Garippa G., Manfredi M.T., Otranto D.
- TOÏGO, C., J.-M. GAILLARD, M. FESTA-BIANCHET, E. LARGO, J. MICHALLET, e D. MAILLARD. (2007). Sex- and age-specific survival of the highly dimorphic Alpine ibex: evidence for a conservative lifehistory tactic. *Journal of Animal Ecology*, 76: 679-686.
- TOMPKINS D.M., DOBSON A.P., ARNEBERG P., BEGON M.E., CATTADORI I.M., GREENMAN J.V., HEERSTERBREEK J.A.P., HUDSON P.J., NEWBORN D., PUGLIESE A., RIZZOLI A.P., ROSA' R., ROSSO F., WILSON K. (2002). Parasites and host population dynamics. The ecology of wildlife diseases., P.J. Hudson, A.P. Rizzoli, B.t. Grenfell, H. Heersterbeek, A.P. Dobson (eds) Oxford University Press, Oxford, UK: 45-62
- TRAVERSA D., IORIO R., KLEI T.R., KHARCHENKO V.A., GAWOR J., OTRANTO D., SPARAGANO O.A.E. (2007). New Method for Simultaneous Specie-Specific Identification of Equine Strongyles (Nematoda, Strongylida) by Reverse Line Blot Hybridization. *Journal of Clinical Microbiology*, 45 (9): 2937-2942
- URQUHART G.M., ARMOUR J., DUNN A.M. & JENNINGS F.W. (2007). Parassitologia veterinaria. UTET, Torino, Italy.
- VAN WYK J.A., CABARET J. & MICHAEL L.M. (2004). Morphological identification of nematode larvae of small ruminants and cattle simplified. *Veterinary Parasitology*, 199: 277-306

- WALKER J.K. E MORGAN E.R. (2014). Generalists at the interface: Nematode transmission between wild and domestic ungulates. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 3: 242-250
- WILSON K., BJORNSTAD O. N., DOBSON A. P., MERLER S., POGLAYEN G., RANDOLPH S. E., READ A. F. e SKORPING A, (2001) Heterogeneities in macroparasite infections: patterns and processes. Chapter 2: 6-44 in P. J. Hudson, Rizzoli A., Grenfell B.T., Heesterbeek H. and Dobson A.P., editors, *The ecology of wildlife diseases*
- ZAFFARONI E., CITTERIO C., SALA M., LAUZI S. (1997). Impact of abomasal nematodes on roe deer and chamois body condition in an alpine environment. *Parassitologia*, 39: 313-317
- ZAFFARONI E., MANFREDI M.T., LANFRANCHI P. (1999). Effect of seasonality on abomasal helminth community in Alpine ibex (*Capra ibex ibex*). *Parassitologia*, 41: 6567-572.
- ZAFFARONI E., MANFREDI M.T., CITTERIO C., SALA M., PICCOLO G., LANFRANCHI P. (2000). Host specificity of abomasal nematodes in free ranging alpine ruminants. *Veterinary Parasitology*, 90: 221-230
- ZANUTTO S. (2010). Malattie parassitarie in ruminanti allevati con metodo biologico in Veneto. Tesi di Dottorato in Scienze Veterinarie, Università degli studi di Padova

RINGRAZIAMENTI

Innanzitutto desidero ringraziare tutti coloro che hanno permesso lo svolgimento di questa tesi.

Il dott. Rudi Cassini, relatore sempre presente e scrupoloso, per avermi permesso di svolgere questo studio e di avermi seguito costantemente e pazientemente in questi anni.

Il professor Maurizio Ramanzin grazie al quale continua ad essere possibile lo studio sugli stambecchi della Marmolada.

Il dott. Enrico Sturaro per i consigli e l'interessamento.

Un grazie e un abbraccio alla dott.ssa Paola Semenzato, per i preziosi consigli e per essere stata una compagna insostituibile nelle alzatacce e nei lunghi giorni di campionamento in montagna.

Ringrazio inoltre di cuore l'intero gruppo di Parassitologia dell'Università di Padova, per aver reso sempre piacevoli, istruttivi e mai noiosi i numerosi giorni passati in laboratorio, non avrei potuto chiedere un ambiente di lavoro migliore.

Un grazie speciale ai miei genitori, Giancarlo e Magda, che mi hanno trasmesso la passione per la montagna, inculcato il desiderio di studiare e fatto credere che sarei riuscita a fare ogni cosa.

Grazie per ogni singolo momento rubato alle loro passioni per dedicarlo alle mie.

Grazie al mio fratellone Michele, mio modello in quasi tutto e punto di riferimento per ogni problema; le cose per cui ringraziarlo sarebbero infinite, ma non vorrei si montasse la testa.

Grazie ai miei nonni, quattro diverse e strambe personalità che mi hanno aiutato a loro modo ad arrivare fino a qui.

Un grazie particolare alla miglior seconda famiglia si possa desiderare, senza la quale l'università sarebbe stata molto più triste e noiosa: i miei coinquilini Alex e Fabio, per avermi sempre sopportato nei momenti di pazzia, capito nei momenti di difficoltà e fatto ridere nei momenti di bisogno; e la mia coinquilina Giulia, per aver gioito di ogni mia vittoria e sofferto per ogni mia sconfitta, per essere la persona a cui chiedere sempre consiglio e per essere stata sempre partecipe in ogni piccola e grande decisione presa in questi anni.

Un grazie a tutti gli amici, nuovi e d'infanzia, per avermi sopportato fino a questo punto della mia vita, lo so che non è stato facile.