

# SPECIE-SPECIFICITA' DEI NEMATODI ABOMASALI IN RUMINANTI SELVATICI ALPINI

Zaffaroni E., Manfredi M. T., Lanfranchi P.\*

Istituto di Patologia Generale Veterinaria, Università degli Studi di Milano - Via Celoria 10, 20133 Milano, Italia

\* Email: paolo.lanfranchi@unimi.it

**Riassunto** - Al fine di indagare sulla specie-specificità dei nematodi abomasali sono stati analizzati i dati parassitologici di 641 ruminanti selvatici di cinque specie diverse (*Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, *Rupicapra rupicapra*, *Capra ibex*, *Ovis musimon*) e di 19 ovini domestici (*Ovis aries*) provenienti da areali alpini. Nove delle 20 specie elmintiche totali sono state osservate in almeno 5 diverse specie ospiti. Attraverso un'analisi discriminante è stato possibile discriminare gli ospiti sulla base della composizione delle comunità parassitarie, con l'unica eccezione di *O. aries* e *O. musimon*. Le diverse specie elmintiche, in base alla loro correlazione con i due principali assi discriminanti, sono state classificate in specialiste e generaliste. Le prime sono presenti come specie dominanti nelle comunità di una specie o famiglia di ospiti mentre le seconde compaiono come specie intermedie nelle comunità di diversi ospiti anche di famiglie diverse. Le specie generaliste, per la patogenicità di alcune di esse (es. *Haemonchus contortus* e *Trichostrongylus axei*) e per la loro notevole adattabilità ad ospiti differenti, sembrano essere le più importanti da un punto di vista sanitario.

**Abstract - Host-specificity of abomasal helminth in alpine wild ruminants.** Parasitological data from 641 alpine wild ruminants of five different species (*Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, *Rupicapra rupicapra*, *Capra ibex*, *Ovis musimon*) and from 19 domestic sheep *Ovis aries* from an alpine area were examined in order to investigate the host-specificity of abomasal helminths. Nine out of twenty helminth species were found in at least five different host species. A discriminant analysis was able to significantly discriminate the hosts on the basis of their helminth community composition with the exception of *O. musimon* and *O. aries*. Based on the correlation between each variable represented by helminth species with the most explanatory discriminant axis, it was possible to classify helminths into specialists and generalists. Specialists are represented by the dominant species in a community of a host species or family while generalists appears in the communities of many different hosts as intermediate species. Due to the pathogenic potential of some of them (i.e. *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus axei*) and to their easy adaptability in many different hosts, generalist species appear to be the most important from a sanitary point of view.

J. Mt. Ecol., 7 (Suppl.): 191 - 197

## 1. Introduzione

L'aumento dei ruminanti selvatici presenti sulle Alpi registrato negli ultimi anni ha fatto emergere nuove problematiche sul piano gestionale e sanitario. Uno degli aspetti sicuramente più controversi è legato al ruolo delle diverse specie ospiti, selvatiche e domestiche, nel mantenimento e nella trasmissione di agenti patogeni. Per quanto riguarda gli elminti dei ruminanti è ormai ampiamente accettato il fatto che numerose specie possano colonizzare ospiti differenti e come sia di fatto frequente l'interscambio di parassiti tra popolazioni ospiti di specie diverse (Balbo *et al.*, 1978; Genchi *et al.*, 1984; Lanfranchi *et al.*, 1991; Zaffaroni *et al.*, 1996). Non esiste peraltro uniformità di vedute sulla reale ricaduta sanitaria di questi fenomeni di interazione. Restando nell'ambito alpino, in alcuni casi è stato ipotizzato un rischio sanitario per una delle specie ospiti (Lanfranchi *et al.*, 1991) o sono stati osservati effetti negativi dei parassiti sugli ospiti in situazione di notevole

promiscuità tra ovini domestici e ruminanti selvatici (Zaffaroni *et al.*, 1997), mentre in altre situazioni non è stato osservato alcun effetto patogeno (Rossi *et al.*, 1997). Sebbene sul piano pratico sia generalmente difficile mettere in relazione la presenza di parassiti con eventuali effetti sullo stato sanitario di animali a vita libera, va comunque considerato come numerosi studi teorici indichino come tali effetti possano rientrare tra i principali meccanismi regolatori delle popolazioni animali (Gulland, 1995; McCallum & Dobson, 1995). La capacità dei diversi nematodi parassiti di colonizzare una o più specie ospiti rappresenta quindi un aspetto di notevole importanza. Dal punto di vista sanitario è infatti necessario conoscere quali specie parassitarie siano più facilmente soggette a trasmissione interspecifica, e tra quali specie ospiti, per poter valutare con maggiore precisione l'esistenza di rischi sanitari in situazioni di simpatia tra le diverse popolazioni ospiti o nel caso di movimentazione di animali.

Lo scopo di questo lavoro è quello di valutare il grado di specie-specificità d'ospite dei nematodi abomasali presenti nei ruminanti selvatici a vita libera sulle Alpi, per poter stabilire quali siano più facilmente soggetti a trasmissione interspecifica e quali, al contrario, siano fortemente specie-specifici per un ospite o un gruppo di ospiti.

## 2. Materiali e metodi

Per questa indagine sono stati utilizzati set di dati parassitologici relativi a ruminanti selvatici alpini raccolti ed archiviati dal 1982 presso l'Istituto di Patologia Generale Veterinaria dell'Università degli Studi di Milano.

Nel complesso sono stati utilizzati i dati relativi ai parassiti abomasali di 641 soggetti appartenenti a 5 specie diverse, abbattuti o rinvenuti morti in diverse stagioni dell'anno (*Cervus elaphus*, n=76; *Capreolus capreolus*, n=280; *Rupicapra rupicapra*, n=101; *Capra ibex ibex*, n=155; *Ovis musimon*, n=29). A questi dati sono stati aggiunti per completezza i dati relativi a 19 pecore (*Ovis aries*). I soggetti provenivano da diversi siti alpini compresi tra le Alpi Centrali (Valtellina ed Engadina) e le Alpi Orientali (Altopiano di Asiago, Dolomiti trentine). La ricerca di parassiti è stata condotta mediante le convenzionali tecniche di filtrazione, come descritto in MAFF (1986). Le identificazioni degli esemplari di sesso maschile si sono basate sulle chiavi morfologiche di Skryabin et al. (1961), Drózd (1965), Durette-Desset (1979), Durette-Desset (1982), Biocca et al. (1982), Cabaret et al. (1986). È stata adottata la nomenclatura proposta da Durette-Desset (1989). Per l'analisi dei dati le morfologie alternative di *Teladorsagia circumcincta*, *Marshallagia marshalli*, *Ostertagia leptospicularis* e *Spiculoptera spiculoptera* (rispettivamente *T. trifurcata* (Suarez & Cabaret, 1992), *M. occidentalis* (Lichtenfels & Piliitt, 1989), *Ostertagia kolchida* (Lancaster et al., 1983) e *Rinadia mathevossiani* (Drózd & Lachowicz, 1987) sono state considerate come specie a sé stanti. Per ogni specie elmintica in ogni specie ospite sono stati calcolati gli indici epidemiologici di abbondanza e prevalenza (Bush et al., 1997). È stato inoltre calcolato l'indice di importanza (Thul et al., 1985) delle singole specie elmintiche nella comunità parassitaria di ogni ospite. Il test di Spearman è stato utilizzato per verificare la presenza di correlazione tra numerosità del campionamento di ogni specie ospite ed il numero di specie elmintiche rinvenute. Per valutare la possibilità di dividere le diverse spe-

cie ospiti in base alla composizione delle rispettive comunità elmintiche e la specie-specificità di ogni specie parassitaria nei confronti dei diversi ospiti è stata usata un'analisi discriminante ponendo la specie ospite come criterio di classificazione e, previa trasformazione logaritmica ( $\log(x+1)$ ), utilizzando le variabili rappresentate dalle diverse specie parassitarie. Le analisi statistiche sono state eseguite utilizzando le macro xLStat 2.0c per Microsoft Excel.

## 3. Risultati

Nel complesso sono state identificate 20 diverse specie elmintiche. Gli indici epidemiologici calcolati per ogni specie parassitaria in ogni ospite sono riportati in tab. 1. Nel Capriolo e nello Stambecco sono state rinvenute il maggior numero di specie parassitarie (16), nel Cervo il numero minore (6). Il numero di specie elmintiche osservato in ogni ospite appare comunque direttamente correlato alla numerosità del campionamento (Spearman  $r=0.81$ ,  $p<0.05$ ). In ogni ospite una o due specie parassitarie mostrano indici epidemiologici e di importanza nettamente superiori alle altre. Raggruppando gli ospiti a livello di famiglia zoologica, le specie "dominanti" sono *Spiculoptera spiculoptera* e *Ostertagia leptospicularis* per i Cervidi e *Teladorsagia circumcincta* e *Marshallagia marshalli* per i Bovidi. In ogni ospite sono inoltre presenti 5-8 specie elmintiche con valori di prevalenza compresi tra 10 e 69% ma con indici di importanza decisamente inferiori alle prime e che possono quindi essere considerate come specie "intermedie". Infine le restanti presentano indici epidemiologici e di importanza estremamente bassi e vanno quindi considerate come specie "rare", le cui probabilità di riscontro sembrano essere direttamente proporzionali all'intensità del campionamento. Nessuna delle 20 specie elmintiche è stata osservata in tutte le specie ospiti, tuttavia 9 di queste sono state rinvenute in 5 ospiti differenti e 3 sole specie sono state osservate in un solo ospite. L'analisi discriminante ha permesso di classificare correttamente il 71.36% dei soggetti esaminati sulla base delle loro comunità elmintiche e ha messo in evidenza come il 90% della variabilità osservata possa essere spiegato dalle prime due funzioni discriminanti (Tab. 2). I gruppi rappresentati dalle diverse specie ospiti sono inoltre risultati significativamente separati fra loro, ad eccezione di *O. aries* e *O. musimon*. Ponendo in forma grafica le coordinate di ogni singolo soggetto in relazione agli assi che rappresentano le due funzioni principali (Fig. 1),

**Tab. 1** - Indici epidemiologici di prevalenza (p), abbondanza (a) e indice di importanza (I) delle specie elmintiche rinvenute nel campione esaminato. Sono evidenziate in grassetto le specie dominanti.

	<i>C. capreolus</i> (N=280)			<i>C. elaphus</i> (N=76)			<i>O. aries</i> (N=19)		
	p	a	I	p	a	I	p	a	I
<i>Spiculoptera spiculoptera</i>	<b>85</b>	<b>189,3</b>	<b>37,800</b>	<b>70</b>	<b>66,9</b>	<b>94,770</b>			
<i>Ostertagia leptospicularis</i>	<b>86</b>	<b>223,4</b>	<b>45,177</b>	34	5,4	3,765			
<i>Rinadia mathevossiani</i>	28	7,3	0,478	17	2,6	0,900			
<i>Ostertagia kolchida</i>	69	71,5	11,514	13	2,0	0,538			
<i>Teladorsagia circumcincta</i>	12	13,0	0,372				<b>74</b>	<b>244,5</b>	<b>72,698</b>
<i>Teladorsagia trifurcata</i>	3	2,2	0,017				47	13,6	2,595
<i>Teladorsagia pinnata</i>	3	0,5	0,003				37	3,1	0,462
<i>Marshallagia marshalli</i>	1	0,2	0,001				5	11,9	0,253
<i>Marshallagia occidentalis</i>	1	0,1	0,000				5	2,9	0,063
<i>Ostertagia ostertagi</i>	10	6,3	0,152				5	0,1	0,001
<i>Haemonchus contortus</i>	24	43,4	2,440	3	0,2	0,011	47	41,4	7,916
<i>Trichostrongylus axei</i>	29	19,0	1,278	3	0,3	0,018	42	75,9	12,893
<i>Trichostrongylus capricola</i>	25	12,9	0,767						
<i>Trichostrongylus vitrinus</i>	1	0,0	0,000				32	22,8	2,910
<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	1	0,0	0,000				16	3,3	0,208
<i>Nematodirus filicollis</i>							5	0,1	0,001
<i>Nematodirus helvetianus</i>									
<i>Nematodirus abnormalis</i>									
<i>Nematodirus davitiani alpinus</i>									
<i>Ostertagia lyrata</i>	1	0,1	0,000						

	<i>O. musimon</i> (N=29)			<i>R. rupicapra</i> (N=101)			<i>C. ibex</i> (N=155)		
	p	a	I	p	a	I	p	a	I
<i>Spiculoptera spiculoptera</i>				8	3,1	0,274			
<i>Ostertagia leptospicularis</i>				12	3,4	0,448	1	0,1	0,000
<i>Rinadia mathevossiani</i>				1	0,1	0,001			
<i>Ostertagia kolchida</i>				3	0,4	0,013			
<i>Teladorsagia circumcincta</i>	<b>100</b>	<b>83,3</b>	<b>90,598</b>	<b>66</b>	<b>67,9</b>	<b>49,737</b>	<b>79</b>	<b>365,7</b>	<b>55,901</b>
<i>Teladorsagia trifurcata</i>	38	3,0	1,237	23	3,7	0,923	25	8,2	0,386
<i>Teladorsagia pinnata</i>	55	7,9	4,759	21	5,0	1,136	32	12,2	0,758
<i>Marshallagia marshalli</i>	24	1,7	0,444	<b>56</b>	<b>66,1</b>	<b>41,154</b>	<b>86</b>	<b>204,2</b>	<b>34,010</b>
<i>Marshallagia occidentalis</i>	3	0,2	0,008	29	12,1	3,847	53	33,4	3,407
<i>Ostertagia ostertagi</i>	7	0,3	0,026				5	1,3	0,012
<i>Haemonchus contortus</i>				18	5,6	1,106	1	0,1	0,000
<i>Trichostrongylus axei</i>	3	0,3	0,012	20	5,1	1,125	33	45,2	2,862
<i>Trichostrongylus capricola</i>	14	1,0	0,155	6	1,1	0,071	17	12,2	0,395
<i>Trichostrongylus vitrinus</i>	14	1,1	0,171	9	1,5	0,143	38	22,0	1,610
<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	10	0,7	0,078	2	0,2	0,005	4	16,1	0,120
<i>Nematodirus filicollis</i>	38	6,1	2,503	4	0,4	0,017	9	1,6	0,027
<i>Nematodirus helvetianus</i>							1	6,3	0,016
<i>Nematodirus abnormalis</i>	3	0,3	0,010				17	5,6	0,180
<i>Nematodirus davitiani alpinus</i>							12	14,2	0,318
<i>Ostertagia lyrata</i>									

risulta evidente lungo l'asse 1 una netta distinzione tra Cervidi a sinistra e Bovidi a destra. La funzione rappresentata da tale asse può quindi essere considerata quella che discrimina tra le famiglie di ospiti. Lungo l'asse 2, peraltro molto meno rappresentativo rispetto alla variabilità

osservata, è invece possibile osservare una separazione tra le singole specie ospiti. In fig. 2 sono rappresentate le correlazioni tra le variabili originarie (le singole specie parassite) ed i primi due assi discriminanti. Rispetto al primo asse si possono individuare due grandi gruppi di

specie elmintiche: quelle fortemente correlate all'asse stesso, che quindi contribuiscono fortemente a discriminare tra le famiglie di ospiti, poste agli estremi destro e sinistro, e quelle debolmente correlate, raggruppate verso il centro, dotate di scarso potere discriminante. Al primo gruppo appartengono le specie "dominanti", *S. spiculoptera* e *O. leptospicularis* (ed i loro morfi alternativi *R. mathevossiani* e *S. kolchida*) dal lato dei Cervidi e *M. marshalli* e *T. trifurcata* dal lato dei Bovidi. Per quanto riguarda l'asse 2, discriminante rispetto alla specie ospite, *O. leptospicularis* è risultata più vicina al Capriolo rispetto al Cervo (cfr. Fig. 1) e *M. marshalli* più vicina a Stambecco e Camoscio rispetto a Pecora e Muflone. Tra le specie del secondo gruppo, dotate di scarsa capacità discriminante, va osservato come ve ne siano alcune (*Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus axei* e *Trichostrongylus capricola*) in grado di colonizzare diverse specie ospiti con indici epidemiologici e di importanza che indicano una presenza non sporadica nelle rispettive comunità parassitarie (cfr. Tabella 1).

Le restanti specie del secondo gruppo sono tutte specie di riscontro occasionale e di conseguenza poco importanti nella discriminazione tra i gruppi di ospiti.

#### 4. Discussione

I risultati di questa indagine indicano come le specie elmintiche abomasali dei ruminanti selvatici alpini possano essere divise in due grosse categorie in base alla loro specificità d'ospite: le

"specialiste", molto specifiche per una specie o una famiglia di ospiti e quelle "generaliste", al contrario molto poco selettive nei confronti dell'ospite (Bush & Holmes, 1986). Le prime sono quelle che compaiono come dominanti nelle comunità elmintiche di ben determinate specie o famiglie ospiti, mentre le seconde sono presenti in molti ospiti o famiglie diverse senza però mai diventare dominanti. Va osservato come le "specialiste", qualora riescano a colonizzare ospiti per i quali sono poco adattate, restano nell'ambito delle specie "rare" e, d'altra parte, una tale evenienza indica una sicura interazione tra il loro ospite elettivo e quello occasionalmente colonizzato. Al contrario per le "generaliste" può risultare difficile identificare quale ospite sia il serbatoio principale, ed anzi in qualche caso può essere opportuno considerare come serbatoio il complesso delle diverse specie ospiti presenti.

Cervidi e Bovidi presentano elmintofaune sostanzialmente differenti caratterizzate da specie dominanti molto specifiche. Nell'ambito delle due famiglie inoltre sono presenti delle differenze di elmintofauna relative alle singole specie ospiti, indicando come ogni ospite presenti una comunità elmintica dalla composizione peculiare, come peraltro già osservato a proposito di camosci e mufloni simpatrici (Rossi et al., 1996). Per quanto riguarda i cervidi *O. leptospicularis* sembra essere adattata prevalentemente al Capriolo mentre *S. spiculoptera* figura come dominante in entrambe i cervidi esaminati. Riguardo ai Bovidi *T. circumcincta* è la specie

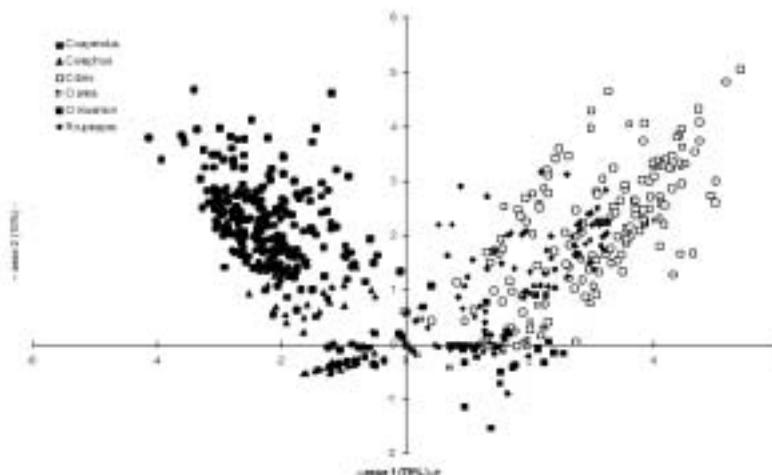


Fig. 1 – Rappresentazione grafica delle coordinate di ogni singolo soggetto rispetto ai primi due assi discriminanti

**Tab. 2** - Risultati dell'analisi discriminante condotta utilizzando la specie ospite come criterio di classificazione e le variabili rappresentate dalle specie elmintiche: statistiche riassuntive delle funzioni discriminanti, riclassificazione dei casi in base ai risultati dell'analisi, e livello di significatività delle distanze fra gruppi.

Autovalori	1	2	3	4	5
Valore	4.5054	0.5928	0.2934	0.1818	0.1017
Variabilità %	80%	10%	5%	3%	2%
Var. cumulativa	80%	90%	95%	98%	100%

Wilks' Lambda: 0.0677      p=0.0001

	da <i>C.capreolus</i>	da <i>R.rupicapra</i>	da <i>C.elaphus</i>	da <i>C.ibex</i>	da <i>O.musimon</i>	da <i>O.aries</i>	Somma
<i>C.capreolus</i>	233	3	11	0	0	0	247
<i>R.rupicapra</i>	1	45	1	30	6	0	83
<i>C.elaphus</i>	45	12	64	3	0	2	126
<i>C.ibex</i>	0	16	0	97	0	0	113
<i>O.musimon</i>	0	7	0	12	18	3	40
<i>O.aries</i>	1	18	0	13	5	14	51
Somma	280	101	76	155	29	19	660

Percentuale di casi classificati correttamente: 71.36%

	<i>C.capreolus</i>	<i>R.rupicapra</i>	<i>C.elaphus</i>	<i>C.ibex</i>	<i>O.musimon</i>	<i>O.aries</i>
<i>C.capreolus</i>	1.000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
<i>R.rupicapra</i>	0.0001	1.000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0042
<i>C.elaphus</i>	0.0001	0.0001	1.000	0.0001	0.0001	0.0001
<i>C.ibex</i>	0.0001	0.0001	0.0001	1.000	0.0001	0.0001
<i>O.musimon</i>	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	1.000	0.0585
<i>O.aries</i>	0.0001	0.0042	0.0001	0.0001	0.0585	1.000

dominante in tutti gli ospiti. *M. marshalli* compare come dominante solo in Camoscio e Stambecco cioè gli ospiti meglio adattati all'ambiente alpino. E' in questo caso piuttosto difficile stabilire se *M. marshalli* sia realmente meglio adattata a questi due ospiti oppure se sia legata a particolari condizioni ambientali e climatiche (Suarez & Cabaret, 1991). A favore di questa seconda ipotesi va ricordato come questa specie nello Stambecco venga osservata soprattutto nella stagione fredda (Lanfranchi *et al.*, 1995) e come, in particolari condizioni ambientali anche al di fuori dell'ambiente alpino, possa essere osservata tra le specie principali in Bovidi (Cabaret, 1984) e Cervidi (Karsten *et al.*, 1987). Da un punto di vista più strettamente sanitario sono tuttavia le specie "generaliste" che rivestono il maggiore interesse. Da un lato infatti tra queste sono incluse specie dal riconosciuto potere patogeno quali *H. contortus* e *T. axei* (Soulsby, 1982), dall'altro queste specie sembrano essere in grado di colonizzare con estrema facilità le diverse popolazioni ospiti con cui entrano in contatto. Per quanto riguarda *H. contortus* è stato osservato come questo sia mag-

giormente presente in popolazioni di ruminanti selvatici in aree dove è diffuso il pascolo ovino (Zaffaroni *et al.*, 1996), in particolare dove le condizioni climatiche non sono particolarmente rigide (Rossi *et al.*, 1989). Inoltre, tra le possibili strategie di sopravvivenza di questo nematode durante la stagione sfavorevole osservate nell'ovino (ipobiosi: Capitini *et al.*, 1990) o permanenza degli adulti nell'ospite (Fakae, 1990) non è attualmente noto se e quale di esse possa essere presente in ruminanti alpini durante l'inverno. Va inoltre tenuto presente come le forme preimaginali di questa specie presentino una scarsa resistenza al freddo (Todd *et al.*, 1976; Jasmer *et al.*, 1986; Jasmer *et al.*, 1987). E' quindi ipotizzabile che l'ovino, alla luce anche della tipologia di allevamento che prevede la transumanza di grosse greggi, rappresenti il principale serbatoio di questa specie anche per quanto riguarda l'arco alpino. Per quanto riguarda *T. axei*, e più in generale numerose altre specie appartenenti al genere *Trichostrongylus*, è noto come queste possano essere rinvenute in numerosi ospiti mono e poli-gastrici, uomo compreso (Soulsby, 1982). In



- Ann. Parasitol. Hum. Comp., 54: 313-329.
- DURETTE-DESSET M.C. (1982) - Sur la divisions génériques des Nématodes Ostertaginiinae (Trichostrongylidae). Ann. Parasitol. Hum. Comp., 57: 375-381.
- DURETTE-DESSET M.C. (1989) - Nomenclature proposée pour les espèces décrites dans la sous famille des Ostertaginiinae (Lopez Neyra, 1947). Ann. Parasitol. Hum. Comp., 64: 356-373.
- FAKAE B.B. (1990) - Seasonal changes and hypobiosis in *Haemonchus contortus* infection in the west african dwarf sheep and goats in the Nigerian derived savanna. Vet. Parasitol., 36: 123-130.
- GENCHI C., MANFREDI M.T. & BOSSI A. (1984) - Les infestation naturelle par les strongles digestifs sur les pâturages de haut montagne: interaction entre la chèvre et le chamois. Le Colloques de l'INRA n°28, Paris, Institut National de la Recherche Agronomique, 501-505.
- GULLAND F.M.D. (1995) - The impact of infectious diseases on wild animal populations – a review. In: Grenfell B.T., A.P. Dobson (Eds.). Ecology of infectious diseases in natural populations. Cambridge University Press. 20-51.
- JASMER D.P., WESCOTT R.B. & CRANE J.W. (1986) - Influence of cold temperatures upon development and survival of eggs of Washington isolates of *Haemonchus contortus* and *Ostertagia circumcincta*. Proc. Helminthol. Soc. Washington, 53: 244-247.
- JASMER D.P., WESCOTT R.B. & CRANE J.W. (1987) - Survival of third-stage larvae of Washington isolates of *Haemonchus contortus* and *Ostertagia circumcincta* exposed to cold temperatures. Proc. Helminthol. Soc. Washington, 54: 48-52.
- LANCASTER M.B., HONG C. & MICHEL J.F. (1983) - Polymorphism in Trichostrongylidae. In: E.R. Stone, H.L. Platt & L.F. Khalil (Eds), Concepts in nematode systematics. Academic Press, London, New York, pp. 293-302.
- KARSTEN B., HALVORSEN O. & NILSSEN K. (1987) - Immigration and regional distribution of abomasal nematodes of Svalbard reindeer. J. Biogeog., 14: 451-458.
- LANFRANCHI P., MANFREDI M.T., MADONNA M., TOSI G., BOGGIO SOLA L. & COLOMBI G. (1991) - Significato dell'elmintofauna gastrointestinale nell'analisi delle interazioni Muflone-Camoscio. Suppl. Ric. Biol. Selvaggina, 19: 371-382.
- LANFRANCHI P., MANFREDI M.T., ZAFFARONI E., FRAQUELLI C., RATTI P. & GIACOMETTI M. (1995) - Eine dreijährige Untersuchung der Labmagen-Helminthenfauna beim Alpensteinbock (*Capra i. ibex*) der Kolonie Albris - Graubünden. Schweiz. Zeit. Jagdweis., 41: 24-35.
- LICHTENFELS J.R. & PILITT P.A. (1989) - Cuticular ridge patterns of *Marshallagia marshalli* and *Ostertagia occidentalis* (Nematoda: Trichostrongyloidea) parasitic in ruminants of North America. Proc. Helminthol. Soc. Washington, 56: 173-182.
- MCCALLUM H.I. & DOBSON A.P. (1995) - Detecting disease and parasite threats to endangered species and ecosystems. Tree, 10:190-193.
- MINISTRY OF AGRICULTURE FISHERIES AND FOOD (1986) - Manual of veterinary parasitological laboratory techniques. HMSO, London.
- ROSSI L., DE MENEGHI D., MENEGUZZI P.G. & LANFRANCHI P. (1989) - Elmintofauna del camoscio (*Rupicapra rupicapra*) nel Parco Naturale Argentera. Ann. Fac. Med. Vet. Torino, 33.
- ROSSI L., MENEGUZZI P.G. & CRESCI M.E. (1996) - La simpatria muflone/camoscio modifica sensibilmente le rispettive comunità elmintiche? Suppl. Ric. Biol. Selvaggina, 24: 79-90.
- ROSSI L., ECKEL B. & FERROGLIO E. (1997) - A survey of the gastro-intestinal nematodes of roe-deer (*Capreolus capreolus*) in a mountain habitat. Parasitologia, 39: 303-312.
- SIRONI M., BANDI C., MANFREDI M.T., ZAFFARONI E. & LANFRANCHI P. (1996) - Direct sequencing of the PCR amplified ribosomal ITS of *Teladorsagia circumcincta* from sheep. Parasitologia, 38: 125.
- SKRYABIN K.I., SHIKHOBALOVA N.P., SCHULZ R.S., POPOVA T.I., BOEV S.N. & DELYAMURE S.L. (1961) - Key to parasitic nematodes. Vol. III, Strongylata. Israel Program for Scientific Translation, Jerusalem.
- SOULSBY E.J.L. (1982) - Helminths, Arthropods and Protozoa of Domesticated Animals. Baillière Tindall, London.
- SUAREZ V.H. & CABARET J. (1991) - Similarities between species of the Ostertagiinae (Nematoda: Trichostrongyloidea) in relation to host-specificity and climatic environment. Syst. Parasitol., 20: 179-185.
- SUAREZ V.H. & CABARET J. (1992) - Interbreeding in the subfamily Ostertagiinae (Nematoda: Trichostrongylidae) of ruminants. J. Parasitol., 78: 402-405.
- THUL J.E., FORRESTER D.J. & ABERCROMBIE C.L. (1985) - Ecology of parasitic helminths of wood ducks, *Aix sponsa*, in the atlantic flyway. Proc. Helminthol. Soc. Washington, 52: 297-310.
- TODD K.S., LEVINE N.D. & BOATMAN P.A. (1976) - Effect of temperature on survival of free-living stages of *Haemonchus contortus*. Am. J. Vet. Res., 37: 991-992.
- ZAFFARONI E., FRAQUELLI C., MANFREDI M.T., SIBONI A., LANFRANCHI P., SARTORI E. & PARTEL P. (1996) - Abomasal helminth communities in eastern Alpine sympatric Roe deer (*Capreolus capreolus*) and Chamois (*Rupicapra rupicapra*) populations. Suppl. Ric. Biol. Selv., 24: 53-68.
- ZAFFARONI E., CITTERIO C., SALA M. & LAUZI S. (1997) - Impact of abomasal nematodes on roe deer and chamois body condition in an alpine environment. Parasitologia, 39: 313-317.