

INDAGINI SUL RUOLO DEI RODITORI SELVATICI E DEL CAPRIOLO COME OSPITI PER *IXODES RICINUS* (IXODIDAE) IN UN'AREA DELL'APPENNINO LIGURE-PIEMONTESE.

Peyrot R., Mannelli A., De Meneghi D., Meneguz P. G.

Dipartimento di Produzioni Animali, Epidemiologia ed Ecologia, Via L. da Vinci 44, 10095 Grugliasco, Torino, Italy

Riassunto - Per studiare il ruolo del Capriolo e dei roditori selvatici come ospiti per *Ixodes ricinus* (il vettore di *Borrelia burgdorferi* sensu lato—agente della borreliosi di Lyme) le rispettive popolazioni sono state censite, ed i livelli d'infestazione da parte delle zecche sono stati valutati in un'area appenninica in provincia di Alessandria. E' stata stimata una densità primaverile di 40 caprioli per 100 ha, mentre la densità dei micromammiferi (*Apodemus* spp. e *Clethrionomys glareolus*) variava da 4 a 30 individui, in quattro griglie di cattura di 0,36 ha. *Ixodes ricinus* è stata l'unica specie di zecca raccolta dagli animali e dall'ambiente. La prevalenza delle zecche immature sulla parte distale degli arti anteriori (metacarpo e falangi) di otto caprioli esaminati in agosto 1998 è stata del 100%. Dagli arti dei caprioli sono state raccolte, in media (\pm DS), 1016,6 (\pm 742,6) larve, e 25,6 (\pm 13,9) ninfe, mentre non sono stati raccolti adulti. In base al sito di cattura, la prevalenza delle larve sui roditori in luglio-agosto 1998 variava dal 65,0 al 93,0% ($\chi^2 = 10,6$, g.l.= 3, $P < 0,05$), mentre la prevalenza delle ninfe variava dallo 0,0 al 30,0% (Test esatto di Fisher: $P = 0,005$). Anche la mediana (Q_1 - Q_3) del numero di larve per topo differiva significativamente fra i quattro siti, da 1,0 (0-2) a 4,0 (1-9) (Kruskal Wallis $H = 26,2$, g.l.= 3, $P < 0,001$). Il numero di ninfe in cerca di ospite, raccolte con la tecnica del "dragging", ha raggiunto il massimo in giugno (6,1 / 100 m), mentre il picco di attività delle larve è stato osservato in agosto (23,1 / 100 m di dragging).

Abstract - Investigating the role of Roe Deer and wild rodents as hosts for *Ixodes ricinus* (Ixodidae) on the Ligure-Piemontese Apennines. Roe deer *Capreolus capreolus* and small rodents (*Apodemus* spp. e *Clethrionomys glareolus*) population densities, and infestation levels by *Ixodes ricinus* (the tick vector of *Ixodes ricinus* sensu lato—the causative agent of Lyme borreliosis) were studied in an Apennine area, in the province of Alessandria. In spring 1998, Roe deer density was 40 heads / 100 ha, whereas the numbers of rodents in four trapping grids (0,36 ha) ranged 4 – 30. *Ixodes ricinus* was the only tick species that was collected from animal hosts and from the environment. Immature ticks were collected from Roe deer metacarpi which were examined during summer 1998 hunting season (mean ticks \pm SD per deer = 1016.6 \pm 742.6 larvae and 25.6 \pm 13.9 nymphs). Depending on trapping site, in July-August 1998, prevalence of larvae on small rodents varied from 65.0 to 93.0% ($\chi^2 = 10.6$, d.f.= 3, $P < 0.05$), whereas prevalence of nymphs ranged 0.0 – 30.0% (Fisher's exact $P = 0.001$). Median (Q_1 - Q_3) number of larvae per mouse was also significantly different among sites, and it varied from 1.0 (0-2) to 4.0 (1-9) (Kruskal Wallis $H = 26.2$, , d.f.= 3, $P < 0.001$). Host seeking nymphs peaked in June (6,1 / 100 m dragging) and larvae peaked in August (23.1 / 100 m).

J. Mt. Ecol., 7 (Suppl.): 131 - 135

1. Introduzione

Lo studio dei fattori abiotici e biotici che influiscono sulla dinamica di popolazione delle zecche è di fondamentale importanza per valutare il rischio di trasmissione all'uomo della borreliosi di Lyme, malattia sostenuta da *Borrelia burgdorferi* e veicolata, in Europa occidentale, da *Ixodes ricinus* (Burgdorfer *et al.*, 1982; Jaenson, 1991).

Obiettivo di questo studio preliminare, inserito in un programma di indagini sulla malattia di Lyme, è valutare il ruolo dei roditori selvatici e del Capriolo (*Capreolus capreolus*) come ospiti di *I. ricinus* in un area appenninica in provincia di Alessandria, che confina con un'area della Liguria dove la borreliosi di Lyme è stata segnalata (Genchi *et al.*, 1997). E' dimostrato, infatti, che l'infezione da *B. burgdorferi* in *I. ricinus* è più

frequente quando una percentuale maggiore di zecche immature si nutre su serbatoi competenti per questo agente, come i roditori selvatici, piuttosto che su ospiti non competenti, quali sono gli ungulati (Jaenson & Talleklint, 1992; Gray *et al.*, 1992; Talleklint & Jaenson, 1996).

2. Descrizione dell'area

La ricerca è stata effettuata nel comune di Squaneto (AL), sul territorio di un'Azienda Faunistico Venatoria A.F.N. che si estende su 560 ettari, ad un'altezza media di 430 m s.l.m. La tipologia ambientale predominante (408 ha) è il bosco di latifoglie misto costituito in prevalenza da Cerro (*Quercus cerris*), Roverella (*Q. pubescens*), Castagno (*Castanea sativa*), Carpino (*Carpinus betulus*), Pino silvestre (*Pinus sylvestris*), con ambienti ecotonali caratterizzati da

Ginestra (*Spartium junceum*), Ginepro (*Juniperus communis*) e Rovo (*Robus* sp.).

La mammalofauna stabilmente presente nell'area è rappresentata da 17 specie appartenenti agli ordini *Insectivora*, *Lagomorpha*, *Rodentia*, *Carnivora* e *Artiodactyla*. Esse sono: Crocidura ventrebianco (*Crocidura leucodon*), Toporagno comune *Sorex araneus*, Talpa *Talpa* sp., Riccio *Erinaceus europaeus*, Lepre comune *Lepus europaeus*, Scoiattolo *Sciurus vulgaris*, Campagnolo rossastro (*Clethrionomys glareolus*), Topo selvatico (*Apodemus sylvaticus*), Topo selvatico collo giallo (*Apodemus flavicollis*), Ghiro (*Glis glis*), Moscardino (*Muscardinus avellanarius*), Volpe (*Vulpes vulpes*), Donnola (*Mustela nivalis*), Faina (*Martes foina*), Tasso (*Meles meles*), Cinghiale (*Sus scrofa*), Capriolo (*Capreolus capreolus*).

3. Materiali e metodi

La densità del Capriolo, espressa come capi/100 ettari, è stata valutata nel mese di aprile del 1998 mediante censimenti in battuta e per osservazione diretta, così come descritto in Meneguz & Rossi (1991).

La stima della densità dei roditori selvatici è stata ottenuta mediante la cattura con trappole meccaniche (mod. Sherman Live Traps Co., 7,5x7,5x25 cm) che sono state disposte a 15 m di distanza l'una dall'altra, in 4 griglie di 0.36 ettari (5 trappole per lato).

Le griglie di cattura sono state tracciate in boschi di latifoglie complessivamente omogenei, ma con composizione lievemente diversa in parte di esse: in 2 siti (X e Z) dominavano Cerro e Roverella; nel sito W si aveva predominanza di Castagno rispetto al Cerro, mentre nel sito Y il bosco era misto e più giovane.

Nell'estate 1998 sono state effettuate cinque notti di catture: una in giugno, due a luglio e due ad agosto. Nelle sessioni di luglio ed agosto le trappole sono state lasciate aperte, munite di esca, ma con sistema di scatto disattivato nelle due notti precedenti le catture.

Di ogni micromammifero catturato è stata determinata la specie di appartenenza, ma a causa della difficoltà di differenziare in vita *A. sylvaticus* da *A. flavicollis*, si è preferito classificare tali soggetti come *Apodemus* sp. La densità dei roditori è stata espressa come numero di soggetti catturati per sessione e per griglia. Le zecche sono state raccolte nell'ambiente, dai micromammiferi catturati e dagli arti anteriori (porzione distale dell'arto comprendente metacarpo e falangi) dei caprioli provenienti dall'abbattimento selettivo dell'agosto 1998.

Per la raccolta di zecche dai caprioli è stata utilizzata la metodica messa a punto da Gilot et al. (1989) parzialmente modificata. Ogni coppia di arti è stata prelevata dall'animale appena abbattuto ed immediatamente chiusa in busta di plastica ermetica per essere congelata fino al momento dell'analisi, quando ogni arto è stato spazzolato su carta bianca. Le zecche raccolte sono state poste in alcool etilico al 70%.

La ricerca delle zecche sui micromammiferi è stata facilitata sedando ogni soggetto catturato con una miscela di anestetico (3 parti di ketamina, Inoketam 1000, Virbac e una di propionilpromazina Combelen, Bayer) somministrata i. m. alla dose di 0,03 ml/soggetto (pari a 2,25 mg di ketamina e 0,075 mg di propionilpromazina); le zecche raccolte sono state conservate in alcool etilico al 70%. Inoltre durante la narcosi ogni soggetto è stato sottoposto a biopsia auricolare (Biopsy Punch® Ø 2 mm, Stiefel) ed il materiale raccolto è stato posto in alcool etilico al 70% per successivo esame. Se si trattava di una prima cattura, si è anche proceduto alla marcatura individuale utilizzando la metodica descritta da Gurnell & Flowerdew (1982), parzialmente modificata (rasatura del pelo in aree predefinite secondo un codice).

Le zecche in cerca di ospite sono state raccolte presso i siti di cattura dei micromammiferi mediante la tecnica del *dragging* (Ginsberg & Ewing, 1989) su transetti di 50 metri. In giugno, il *dragging* è stato eseguito lungo due transetti per sito di cattura: un transetto all'interno della griglia dove si disponevano le trappole, ed uno in ambiente ecotonale, fra bosco e prato, nelle vicinanze della stessa griglia. In luglio ed agosto, il *dragging* è stato eseguito, rispettivamente, in quattro e sei transetti per sito di cattura, equamente divisi fra bosco ed ecotono.

Tutte le zecche raccolte sono state identificate per specie e stadio di sviluppo, utilizzando le chiavi illustrate di Manilla & Iori (1992; 1993). Dell'infestazione da zecche raccolte sugli arti dei caprioli sono state calcolate la prevalenza (n° di soggetti infestati / n° di soggetti esaminati) e la densità relativa (\pm DS) (numero medio di zecche per capriolo esaminato, (Margolis et al., 1982).

Dell'infestazione da zecche nei roditori sono state calcolate la prevalenza, la mediana e primo-terzo quartile (Q_1 - Q_3) del numero di zecche per soggetto, utilizzando i dati raggruppati delle sessioni di cattura di luglio e di agosto. Dalle analisi statistiche sono stati esclusi i dati relativi a soggetti ricatturati nella stessa

sessione, mentre sono stati utilizzati i dati di soggetti ricatturati in sessioni diverse. Le prevalenze d'infestazione nei quattro siti di cattura sono state confrontate con test del χ^2 (larve) e con Test esatto di Fisher (ninfe). Le mediane del numero di larve per roditore sono state confrontate con analisi della varianza non parametrica di Kruskal Wallis (SAS, 1989). Nelle analisi statistiche è stato utilizzato un livello di significatività $\alpha = 0.05$.

4. Risultati

La densità massima di caprioli é stata stimata con la tecnica del censimento in battuta che ha permesso di valutare in 40 capi/100 ettari il numero di animali presenti in primavera. Nelle tre sessioni, sono stati catturati 112 micromammiferi (106 *Apodemus* sp e sei *Clethrionomys glareolus*), per un totale di 138 catture (incluse le ricatture in sessioni diverse). I dati di infestazione relativi all'unico soggetto (*Apodemus* sp.) catturato in giugno non sono stati utilizzati per le analisi statistiche. L'unica specie di zecca raccolta è stata *I. ricinus*. La prevalenza di infestazione da zecche immature su 8 caprioli abbattuti ad agosto '98, è stata del 100%. La densità relativa di larve (\pm DS) e di ninfe (\pm DS) per coppia di arti è stata, rispettivamente, 1016,6 (\pm 742,6) e 25,6 (\pm 13,9). Per contro esemplari adulti di *I. ricinus* non sono stati reperiti sui campioni esaminati.

Dai roditori sono state raccolte 394 larve, 13 ninfe ed un adulto; la prevalenza e la mediana (Q_1 - Q_3) delle larve, riportate in Tab. 1 e Fig. 1, sono risultate significativamente diverse fra i quattro siti (prevalenza: $\chi^2 = 10,6$, g.l.= 3, $P < 0,05$; mediana: Kruskal Wallis $H = 26,2$, g.l.=3, $P < 0,001$). La prevalenza delle ninfe è stata del 30,0% nel sito Y, 13,8% in Z, 5,1% in W e 0,0% in X, e le differenze erano statisticamente significative (Test esatto di Fisher: $P = 0,005$).

Con il *dragging*, sono state raccolte, in media (DS) 3,9 (6,8) larve e 6,1 (11,3) ninfe per transetto in giugno, 5,6 (10,2) larve e 0,8 (2,0) ninfe in luglio, e 23,1 (32,1) larve e 0,25 (0,53) ninfe in agosto.

5. Discussione

Nella nostra area di studio abbiamo rilevato la presenza esclusiva di *I. ricinus*, sia nell'ambiente sia sulla fauna selvatica. Tale dominanza è un fenomeno già evidenziato anche in altre aree boscoso europee (Kurtenbach et al., 1995).

La densità primaverile dei caprioli è risultata essere fra le più elevate in Piemonte, così come

elevati sono stati i livelli d'infestazione da immaturi di *I. ricinus*, se confrontati con dati emersi da lavori analoghi. In Svezia meridionale, Jaenson & Talleklint (1992) pur avendo raccolto le zecche su tutto il corpo dei caprioli abbattuti nello stesso periodo (agosto), hanno riscontrato livelli di infestazione da larve decisamente inferiori (276 esemplari \pm 182). Il numero medio (\pm DS) di ninfe era invece superiore (57 \pm 39). Gilot et al. (1989) hanno raccolto le zecche dagli arti posteriori di caprioli, prelevati nei mesi di settembre-ottobre, ottenendo in media 3 larve e 1,8 ninfe di *I. ricinus* per soggetto. In questo caso, i livelli inferiori di infestazione riscontrati potrebbero essere attribuiti alla periodo di raccolta successivo al picco di attività delle larve, che in Europa settentrionale ed in Italia centro-settentrionale si verifica in agosto (Gray, 1991; Genchi et al., 1994; Mannelli et al., 1999). La metodica di raccolta delle zecche dai caprioli, da noi utilizzata, non consente di determinare la carica infestante totale. Tale informazione, difficile da ottenere in condizioni di campo, è necessaria al fine di valutare l'importanza di questo ungulato come ospite per gli stadi immaturi di *I. ricinus*. Nel seguito del nostro lavoro ci riproponiamo di contare il numero di zecche presente sul corpo di alcuni caprioli, secondo la metodica descritta da Jaenson & Talleklint (1992). Sarà così possibile valutare la correlazione fra la carica infestante totale e la carica determinabile, in modo assai più agevole, sull'estremità distale degli arti anteriori.

La prima sessione di cattura di roditori, condotta nel mese di giugno, ha avuto scarso successo, essendo stato catturato un solo soggetto. Tale risultato potrebbe essere imputabile al fatto che le trappole erano state da poco lavate e disinfettate. Inoltre, a differenza di quanto fatto a luglio ed agosto, l'unica notte di cattura di giugno non è stata preceduta da notti in cui le

Tab. 1 - Infestazione da larve *Ixodes ricinus* in roditori catturati in quattro siti, nel periodo luglio-agosto 1998, nell'A.F.V. Squaneto (AL).

Sito	Larve <i>I. ricinus</i>			
	Prevalenza		Mediana	(Q1-Q3)
%	(n)			
X	65,0	(40)	1,5	(0-3)
Y	80,0	(10)	3,0	(1-5)
W	61,0	(59)	1,0	(0-2)
Z	93,0	(28)	4,0	(1-9)

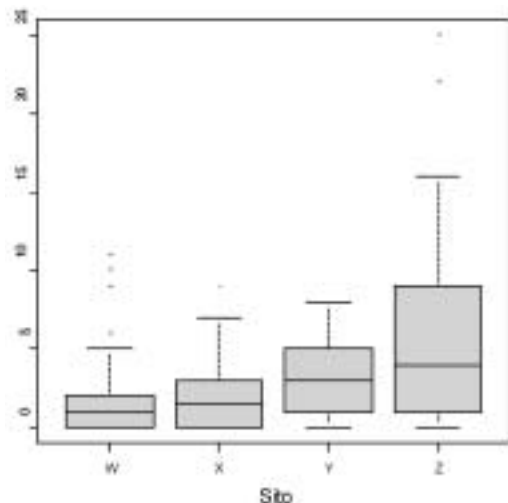


Fig. 1 – Box plot del numero di larve per roditore, in quattro siti di cattura, nell'A.F.V. Squaneto, nel periodo luglio-agosto 1998. Il fondo e la parte alta di ogni box rappresentano rispettivamente il primo ed il terzo quartile delle distribuzioni. La mediana è rappresentata dalla linea orizzontale all'interno dei box (Cody e Smith, 1991).

trappole, disattivate, venivano lasciate aperte con esca.

Le densità delle popolazioni dei piccoli roditori (*Apodemus* spp. e *C. glareolus*) da noi determinate sono superiori a quelle riportate in Svezia, dove i micromammiferi più abbondanti erano *Sorex minutus* e *S. araneus* (Talleklint & Jaenson, 1994). D'altra parte, in altri studi eseguiti in Italia, *Apodemus* spp costituivano la parte più rilevante dei micromammiferi catturati (Capizzi & Luiselli, 1996; Capizzi et al., 1998). Sotto il profilo metodologico, va precisato che la stima della densità dei roditori ottenuta su griglie di ridotte dimensioni, come nel nostro studio pilota, potrebbe essere relativamente poco precisa. E' comunque emersa eterogeneità della densità di popolazione dei roditori e dei livelli d'infestazione di *I. ricinus* sui topi (significativamente diversi fra le griglie). Tali osservazioni fanno ipotizzare l'effetto di fattori microambientali (Daniel & Dusbabek, 1994) che saranno studiati in futuro con l'utilizzo griglie di maggiori dimensioni.

Per quanto riguarda le zecche in cerca di ospite, è stata rilevata una maggiore attività delle ninfe nel mese di giugno, mentre nel mese di agosto si è avuto un picco delle larve. In Italia, questo andamento temporale è stato preceden-

temente osservato (Genchi et al., 1994; Mannelli et al., 1999).

La presenza di *B. burgdorferi*, sia nelle zecche sia nei micromammiferi, verrà valutata con una tecnica di PCR che è in fase di messa a punto nei nostri laboratori. La frequenza di *B. burgdorferi* sl, ed il rischio d'infezione per l'uomo e gli altri animali suscettibili saranno studiati in relazione al ruolo del Capriolo (non competente per le spirochete, Jaenson e Talleklint, 1992) e dei micromammiferi (serbatoi competenti, Gern et al., 1998) come ospiti per gli stadi immaturi di *I. ricinus*.

6. Ringraziamenti

Questo studio non sarebbe stato possibile senza la disponibilità ed il significativo contributo durante le ricerche su campo del Dott. Fabio Ogliastro, al quale vanno i nostri ringraziamenti. Si ringraziano inoltre gli Accompagnatori ed i Cacciatori dell'Azienda Faunistica Venatoria Squaneto, che hanno reso possibile la raccolta di parte del materiale.

Bibliografia

- BURGDORFER W., BARBOUR A.G., HAYES S.F., BENACH J.L., GRUNWALDT E. & DAVIS J.P. (1982) - Lyme disease a tick-borne spirochetosis? *Science*, 216: 1317-1319.
- CAPIZZI D., CAROLI L. & VARUZZA P. (1998) - Feedings habits of sympatric long eared Owl *Asio otus*, Tawny Owl *Strix aluco* and Barn Owl *Tito alba* in a mediterranean coastal woodland. *Acta Ornithologica*. 33(3-4):85-92.
- CAPIZZI D. & LUISELLI L. (1996) - Ecological relationships between small mammals and age of coppice in an oak-mixed forest in central Italy. *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 51: 277-291.
- CODY R.P. & SMITH J.K. (1991) - *Applied statistics and the SAS® programming language*, third edition, Prentice Hall, Englewood Cliff, New Jersey, pp 37-41.
- DANIEL M. & DUSBABEK F. (1994) - Micro-meteorological and microhabitat factors affecting maintenance and dissemination of tick-borne diseases in the environment. In: *Ecological Dynamics of Tick-Borne Zoonoses* (D E Sonenshine, T N Mather, Eds), Oxford University Press, V: 91-138.
- GENCHI C., RIZZOLI A. P., FABBÌ M., SAMBRI V., MANFREDI M. T., MAGNINO S., MORONI A., MASSARIA F. & CEVENINI R. (1994) - Ecology of *Borrelia burgdorferi* in some areas of northern Italy. In: Cevenini R, Sambri V, La Placa M (eds), *Advances in Lyme borreliosis research. Proceedings of the VI International Conference on Lyme Borreliosis*. Bologna: Società Editrice Esculapio, pp. 232-234.
- GENCHI C., MANFREDI M. T., BASANO SOLARI F., RIZZOLI A. P., CHEMINI C., FABBÌ M., MAGNINO S. & GARBARINO C. (1997) - Ecologia di *Ixodes ricinus* e *Borrelia burgdorferi* in nord Italia. *Atti del IV Convegno Internazionale "Malattie infettive nell'arco*

- Alpino", Provincia Autonoma di Bolzano, pp. 28-30
- GERN L., ESTRADA-PENA A., FRANDBEN F., GRAY J. S., JAENSON T. G. T., JONJEAN F., KAHL O., KORENBERG E., MEHL R. & NUTTALL P. A. (1998) - European reservoir hosts of *Borrelia burgdorferi* sensu lato. *Zent.bl. Bakteriol.* 287: 196-204.
- GILOT B., BONNEFILLE M., DEGEILH B., BEAUCOURNU J.C. & GUIGUEN C. (1989) - La colonisation des massifs forestiers par *Ixodes ricinus* (Linné, 1758) en France: utilisation du chevreuil, *Capreolus capreolus* (L. 1758) comme marqueur biologique. *Parasite*, 1: 81-86.
- GINSBERG H.S. & EWING C.P. (1989) - Comparison of flagging, walking, trapping, and collecting from hosts as sampling methods for northern deer ticks, *Ixodes dammini*, and lonestar ticks, *Amblyomma americanum* (Acari: Ixodidae). *Exp. App. Acarol.*, 7: 313-322.
- GRAY J. S. (1991) - The development and seasonal activity of the tick *Ixodes ricinus*, a vector of Lyme borreliosis. *Rev. Med. Vet. Entomol.*, 79: 323-329.
- GRAY J. S., KAHL O., JANETZKI C. & STEIN J. (1992) - Studies on the ecology of Lyme disease in a Deer forest in County Galway, Ireland. *J. Med. Entomol.*, 1992; 29: 915-920.
- GURNELL J. & FLOWERDEW (1982) - *Live trapping small mammals - a practical guide*. Occasional publication of the Mammal Society, Reading Berkshire (UK) pp 24.
- JAENSON T.G.T. (1991) - The epidemiology of Lyme borreliosis. *Parasitology Today*, 2: 39-45.
- JAENSON T.G.T. & TALLEKLINT L. (1992) - Incompetence of roe deer as reservoir of the Lyme borreliosis spirochete. *J. Med. Entomol.*, 29: 813-817.
- KURTENBACH K., KAMPEN H., DIZIJ A., ARNDT S., SEITZ H., M., SCHAIBLE U., E. & SIMON M. (1995) - Infestation of rodents with larval *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) is an important factor in the transmission cycle of *Borrelia burgdorferi* s.l. in German woodlands. *J. Med. Entomol.*, 32: 807-817.
- MANILLA G. & IORI A. (1992) - Chiave illustrata delle zecche d'Italia. I: stadi larvali delle specie della sottofamiglia Ixodinae (Acari, Ixodoidea, Ixodidae). *Parassitologia*, 34: 83-95.
- MANILLA G. & IORI A. (1993) - Chiave illustrata delle zecche d'Italia. II: stadi ninfali delle specie della sottofamiglia Ixodinae (Acari, Ixodoidea, Ixodidae). *Parassitologia*, 34: 37-45.
- MANNELLI A., TOLARI F., PEDRI P. & STEFANELLI S. (1996) - Fattori che influenzano la distribuzione di zecche Ixodidae nel parco dell'Orecchiella. *Suppl. alle Ricerche di Biologia della selvaggina*, XXIV: 321-333.
- MANNELLI A., CERRI D., BUFFRINI L., ROSSI S., ROSATI S., ARATA T., INNOCENTI M., GRIGNOLO M. C., BIANCHI G., IORI A. & TOLARI F. (1999) - Low risk of Lyme borreliosis in a protected area on the Tyrrhenian coast, in central Italy. *Eur. J. Epidemiol.*, 15 :371-377.
- MARGOLIS L., ESCH G. W., HOLMES J. C., KURTIS A. M. & SCHAD G.A. (1982) - The use of ecological terms in parasitology (report on an *ad hoc* committee of The American Society of Parasitologists). *J. Parasitol.*, 68: 131-133.
- MENEGUZZI P.G. & ROSSI L. (1991) - Metodi di censimento dei cervidi autoctoni. In: *Gestione e Protezione del patrimonio faunistico*. Collana scientifica della Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche n° 32, Fond. Iniz. Zooprof. e Zoot. ed.,: 93-101.
- MOORING M.S. & MCKENZIE A.A. (1995) - The efficiency of relative tick burdens in comparison with total tick counts. *Experimental & Applied Acarology*, 19: 533-547.
- SAS INSTITUTE INC., 1989 - *SAS/STAT User's Guide*, Version 6, Fourth Edition, Volume 2. Cary, USA, pp. 1071-1126.
- TALLEKLINT L. & JAENSON T.G.T. (1994) - Transmission of *Borrelia burgdorferi* s.l. from mammal reservoirs to the primary vector of Lyme borreliosis, *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae), in Sweden. *J. Med. Entomol.*, 31: 880-886.
- TALLEKLINT L. & JAENSON T.G.T. (1996) - Relationship between *Ixodes ricinus* density and prevalence of infection with *Borrelia*-like spirochetes and density of infected ticks. *J. Med. Entomol.*, 33: 805-811.