

RAPPORTO SESSI E STRUTTURA DELLE AGGREGAZIONI DI *RHINOLOPHUS FERRUMEQUINUM* DEL LAZIO, ITALIA CENTRALE, DURANTE IL LETARGO

PIERANGELO CRUCITTI & ANGELINA CHINE'

Società Romana di Scienze Naturali, SRSN, Via Fratelli Maristi 43, 00137 Roma.

ABSTRACT – *Sex ratio and structure of Rhinolophus ferrumequinum aggregations of Latium, Central Italy, during hibernation* – Sex ratio and demographic structures of nine *Rhinolophus ferrumequinum* aggregations from as many natural and artificial caves of Latium, Central Italy, were recorded by the Authors. Data were collected from November to April between the years 1976 and 1990. Aggregation sizes are included between 29 and 245 bats. A biased sex ratio in favour of males has been recognized especially among the greatest aggregations. The abundance of each class (adult and subadult males; adult and subadult females) in every aggregation has been established. Adult females is the rarest class. The strategy of females winter dispersion is analyzed and discussed according to its adaptive value.

Key words: *Rhinolophus ferrumequinum*, Central Italy, winter sex ratio.

RIASSUNTO - Sono esposti i risultati di una ricerca sul rapporto sessi e la struttura demografica di nove aggregazioni di *Rhinolophus ferrumequinum*, censite da novembre ad aprile negli anni compresi tra il 1976 ed il 1990 in altrettante cavità naturali e artificiali del Lazio, Italia Centrale. Le dimensioni delle aggregazioni sono comprese tra 29 e 245 individui. Nelle aggregazioni più numerose, il rapporto sessi è nettamente a favore dei maschi. Di ciascuna categoria (maschi adulti, subadulti, femmine adulte, subadulte) viene analizzata l'abbondanza in ciascuna aggregazione. Le femmine adulte costituiscono il campione più raro. Si discute il vantaggio selettivo della dispersione invernale delle femmine adulte.

Parole chiave: *Rhinolophus ferrumequinum*, Italia Centrale, rapporto sessi invernale.

INTRODUZIONE

Rhinolophus ferrumequinum (Schreber, 1774) è il più grande Rinolofide europeo, il peso di una femmina adulta oscilla, in novembre, tra 25 e 28 g (Saint Girons et al., 1969). La specie sverna, comunemente, nei settori profondi di cavità naturali e ipogei artificiali. Nei quartieri invernali di Cecoslovacchia e Bulgaria, Gaisler (1970) riscontra temperature comprese tra 7 e 12 °C; in Inghilterra, Ransome (1968) tra 5 e 12 °C, preferibilmente 7-9 °C; nel Lazio, tra 3 e 11 °C (Crucitti, dati inediti). In queste condizioni, la specie si rinviene, di norma, in uno stato di ipotermia più o meno profonda, dalla quale emerge periodicamente in rapporto a precise esigenze metaboliche (Saint Girons et al., 1969). Nella Francia occidentale, la specie sembra manifestare una scarsa tendenza alla filopatria (Saint

Girons et al., 1969); in Cecoslovacchia, i quartieri invernali, estivi e di transito distano generalmente pochi chilometri (Hanak et al., 1962; Gaisler & Hanak, 1969). Le conoscenze sulla biologia delle popolazioni italiane di questa specie risultano ancora complessivamente frammentarie. Abbiamo infatti riscontrato una carenza di indagini sulle caratteristiche demografiche delle aggregazioni invernali, al contrario del soddisfacente livello di conoscenze in cui si trovano altre popolazioni europee (Ransome, 1971; Brosset, 1974; Brosset & Poillet, 1985). Cesigenza di rendere rapidamente disponibili i risultati della nostra indagine quindicennale deriva inoltre dalla constatazione del rapido declino di molte popolazioni europee della specie (Stebbing & Griffith, 1986). Questa ricerca si propone di fornire un contributo alla conoscenza del rapporto sessi e delle strutture demografiche di alcune aggregazioni osservate nel Lazio (Italia Centrale), con l'obiettivo di conseguire una migliore comprensione delle strategie adattative del Ferro di Cavallo maggiore. In particolare, ci siamo proposti di verificare, mediante il campionamento demografico delle aggregazioni invernali, l'ipotesi di lavoro relativa alla dispersione e segregazione invernale delle femmine, osservata in alcuni Rinolofidi e Vespertilionidi (Crucitti, 1981, 1985). Preliminarmente, riteniamo opportuno definire con

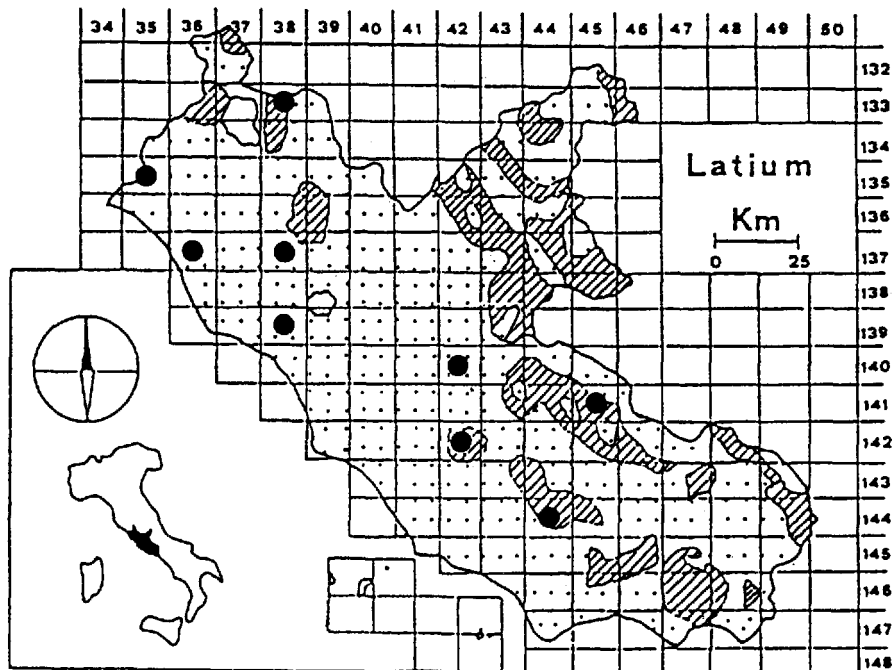


Fig. 1 - Distribuzione delle cavità citate nel testo. Settori a tratteggio: aree superiori a 500 m di altitudine.

Distribution of caves mentioned in the text. Sketched fields: areas 500 mt above sea level.

il termine struttura, la distribuzione per sessi e classi di età degli individui di una aggregazione (raggruppamento o popolazione di una cavità, censita in un determinato momento).

METODI

I Chiroteri, in stato letargico, sono stati catturati con le mani o retini, osservati e rilasciati. Su ciascun esemplare sono stati rilevati: il sesso; la classe di età, adulti/subadulti, in base alla presenza/assenza dei seguenti caratteri: nelle femmine che hanno partorito sono sviluppate le false mammelle pubiche in posizione inguinale; nei maschi, se la spermatogenesi è iniziata, i testicoli extraddominali costituiscono ernie formate dalle code dell'epididimo rigonfie di spermatozoi (Dinale, 1963, 1964). I dati raccolti nel Lazio dal 1976 al 1990, sono stati selezionati in base ai seguenti criteri: sono stati utilizzati i dati relativi alle aggregazioni completamente censite; a fini statistici abbiamo escluso le aggregazioni, peraltro pochissime, con numero di individui (N) inferiore a 25. Abbiamo attribuito a ciascuna aggregazione una struttura espressa da una formula ispirata a Cervený & Burger (1987) utilizzando le seguenti abbreviazioni: MM maschi adulti; Mm = maschi subadulti; FF = femmine adulte; Ff = femmine subadulte. Sono stati censiti nove raggruppamenti provenienti da altrettante cavità, delle quali tre naturali (La 100, La 183, La 402) e sei artificiali (Ci, C2, C6, C7, C8, C15) (Tab. 1). La distribuzione delle cavità nella regione è riportata in Fig. 1. Tutte le cavità sono state visitate una sola volta con l'eccezione di C1. Per stabilire la significatività delle deviazioni dal rapporto sessi atteso 1:1 abbiamo utilizzato i tests χ^2 (1) o χ^2_{adj} (2) a seconda delle dimensioni di N, con livello critico di P = 0,05 (Sokal & Rohlf, 1969).

$$\chi^2 = \frac{(f_1 - rf_2)^2}{rN} \quad N \geq 200 ; g.l. = 1 \quad (1)$$

$$\chi^2_{adj} = \frac{[(f_1 - rf_2) - 1/2(r + 1)]^2}{rN} \quad 25 \leq N < 200 ; g.l. = 1 \quad (2)$$

con $r = p/q$, ove p è la probabilità attesa di una classe (maschi o femmine) e q la probabilità attesa dell'altra classe (femmine o maschi). Per ottenere una verifica dei risultati del test χ^2 , abbiamo effettuato una analisi della varianza del campione categorizzato per sessi e classi di età. Per ciascuna categoria (MM, FF, Mm, Ff) abbiamo sommato i 9 valori di N (nel caso di C1 abbiamo scelto il valore più elevato) e, successivamente, calcolato la media aritmetica (\bar{x}), la varianza (s^2) secondo la formula per piccoli campioni (con N-1 ai denominatori), la deviazione standard (s),

Tab. 1 – Dati topografici delle cavità studiate (da Grande Atlante d'Italia De Agostini, 1987; Crucitti & Tringali, 1987; Crucitti, 1989). Le coordinate geografiche corrispondono, in genere, al capoluogo del comune di appartenenza nel quale è sita la cavità. (1) Riferite all'Altipiano di Arcinazzo. (2) Riferite all'omonimo bacino lacustre.

The caves: *topographical data*.

CAVITÀ	COMUNE	COORDINATE Di FIG.1	COORDINATE GEOGRAFICHE	ALTTUDINE (M)
La 100	Trevi nel Lazio (FR)	45-141	41.51N 13.11E	699 (1)
La 183	Cerveteri (RM)	38-139	42.00N 12.06E	320
La 402	Bassiano (LT)	44-144	41.33N 13.02E	330
C1	Vulci (VT)	35-135	42.26N 11.38E	40
c 2	Tarquinia (VT)	36-137	42.15N 11.45E	133
C6	Blera (VT)	38-137	42.17N 12.02E	260
c7	Bolsena (VT)	38-133	42.39N 11.59E	350
C8	Arsoli (RM)	42-140	42.03N 13.02E	470
C15	Nemi (RM)	42-142	41.43N 12.428	320 (2)

Tab. 2 – Struttura e ripartizione per sessi e classi di età delle nove aggregazioni del Lazio. *Sex, age classes distribution and structure of the nine aggregations of Latium.*

CAVITÀ	DATA	N	MM	Mm	FF	Ff	STRUTTURA
La 100	7.2.1981	84	66	15	0	3	66MM + 15Mm + 3Ff
La 183	14.3.1976	72	49	19	0	4	49MM + 19Mm + 4Ff
La 402	23.4.1978	245	89	86	2	68	89MM + 86Mm + 2FF + 68Ff
C1	19.11.1978	46	7	19	0	20	7MM + 19Mm + 20Ff
c 2	23.1.1983	29	1	10	6	12	1MM + 10Mm + 6FF + 12Ff
C6	30.12.1984	178	76	33	5	64	76MM + 33Mm + 5FF + 64Ff
c 7	28.1.1979	43	19	10	0	14	19MM + 10Mm + 14Ff
C8	25.4.1980	37	22	7	3	5	22MM + 7Mm + 3FF + 5Ff
C15	25.11.1990	32	11	12	0	9	11MM + 12Mm + 9Ff
Totali		766	340	211	16	199	
%			44,4	27,5	2,1	26,0	

Tab. 3 – C1: numero di individui, ripartizione per sessi e classi di età, struttura della aggregazione in quattro visite.

C1 cave: number of bats, sex, age classes distribution and structure of the aggregation during four visits.

DATA	N	MM	Mm	FF	Ff	STRUTTURA
26.02.1978	31	0	8	1	22	8Mm + 1FF + 22Ff
19.11.1978	46	7	19	0	20	7MM + 19Mm + 20Ff
08.12.1980	25	3	12	1	9	3MM + 12Mm + 1FF + 9Ff
24.12.1982	26	1	11	0	14	1MM + 11Mm + 14Ff

l'indice F di Snedecor per il confronto delle variabilità secondo la (3) con livello critico di $P=0,01$ (Lison, 1961).

$$F = s_1^2 / s_2^2 \quad (3)$$

$$s_1^2 > s_2^2$$

ove, nel caso specifico, $F \text{ adulti} = s^2 (\text{MM}) / s^2 (\text{FF})$ e $F \text{ subadulti} = s^2 (\text{Mm}) / s^2 (\text{Ff})$.

RISULTATI

Sono riassunti nelle Tabelle 2, 3, 4 e 5.

DIMENSIONI E TIPOLOGIA DELLE AGGREGAZIONI. Il numero di individui è compreso tra 29 e 245. E' possibile riunire le aggregazioni in alcune tipologie standard. Quella di più frequente riscontro e che comprende pressoché l'intero range dimensionale è il raggruppamento a "promiscuità parziale" nel quale, di norma, le femmine adulte sono rarissime o assenti (La 402, C1, C7, C15) (Brosset, 1974; Crucitti, 1985). Raggruppamenti "monosessuali" maschili sono stati rinvenuti nella La 100 e nella La 183. In C1 sono pure chiaramente riconoscibili (26.2.1978 e 24.10.1982) piccoli raggruppamenti per "classi di età" costituiti, quasi esclusivamente, da subadulti (Brosset, 1974) (Tab. 2). Nonostante il numero piuttosto basso di aggregazioni censite, la variabilità delle tipologie è ampia. Alcune strutture non sono riconducibili ad una ben definita tipologia. Variazioni della struttura e della tipologia in un intervallo di tempo piuttosto breve, emergono dai censimenti effettuati in C1 (Tab. 3). Questi rilievi suggeriscono di attribuire un valore relativo alla categorizzazione delle aggregazioni in base alla tipologia.

RAPPORTO SESSI. Deviazioni dal rapporto atteso 1:1 a favore dei maschi sono risultate significative in 7 aggregazioni su 9. In particolare, risultano altamente significative nei grandi raggruppamenti ($0,001 < P < 0,01$ e $P < 0,001$) (Tab. 4). L'analisi della varianza evidenzia l'elevata significatività della deviazione dal rapporto atteso 1:1 a favore dei maschi adulti rispetto alle femmine della stessa classe di età e la non significatività della deviazione dal rapporto 1:1 relativo al confronto tra i subadulti di entrambi i sessi (Tab. 5).

RAPPORTO ADULTI-SUBADULTI. I subadulti superano il 50% degli effettivi in 6 aggregazioni su 9. Nella La 402 sono il 62,8%; in C6, il 54,5%; in C1 costituiscono l'84,8% del totale (N=46).

MASCHI ADULTI. Sono la categoria campionata più frequentemente. Costituiscono il 61,7% di tutti i maschi (N=551) ed il 95,5% degli adulti (N=356).

Tab. 4 – Rapporto sessi delle nove aggregazioni: analisi con il test χ^2 .
S a ratio of the nine aggregations: χ^2 test analysis.

CAVITÀ	N	(MM + Mm)%	(FF + Ff)%	$\chi^2 \cdot \chi^2_{adj}$	P
La 100	84	96,42	3,58	70,59	< 0,001
La 183	72	94,44	5,56	55,12	< 0,001
La 402	245	71,43	28,57	44,15	< 0,001
C1	46	56,52	43,48	0,54	n.s.
C2	29	37,93	62,07	1,24	n.s.
C6	178	61,23	38,77	8,54	0,001 < P < 0,01
C7	43	67,44	32,56	4,56	0,02 < P < 0,05
C8	37	78,38	21,62	10,81	0,001 < P < 0,01
C15	32	71,87	28,13	5,28	0,02 < P < 0,05

Tab. 5 – Rapporto sessi negli adulti e nei subadulti: analisi della varianza.
Sex ratio among adults and subadults: variance analysis.

	MM	FF	Mm	Ff
N	340	16	211	199
\bar{x}	37,8	1,8	23,5	22,2
s^2	1078,195	5,695	609,780	648,870
s	32,835	2,386	24,693	25,472
F		189,323		1,064
g.l.		8		8
	P=0,01	F=6,03	P=0,01	F=6,03
		189,323 > 6,03		1,064 < 6,03
*	altamente significativo		non significativo	

MASCHI SUBADULTI. Rappresentano il 38,3% di tutti i maschi ed il 51,4% dei subadulti (N = 410).

FEMMINE ADULTE. Costituiscono la categoria più rara, il 4,5% degli adulti ed il 7,4% di tutte le femmine (N = 215).

FEMMINE SUBADULTE. Rappresentano il 92,6% delle femmine ed il 48,5% dei subadulti.

DISCUSSIONE

Dalla analisi dei dati emerge anzitutto il risultato relativo al rapporto sessi squilibrato a favore dei maschi, osservato in numerose cavità e in mesi diversi. E' improbabile che questo risultato sia imputabile alla reiterata cattura di individui che utilizzano differenti quartieri invernali. La distribuzione dei rifugi ed il considerevole intervallo di tempo durante il

quale sono stati effettuati i censimenti, consentono ragionevolmente di escludere tale possibilità. Indubbiamente, l'approccio metodologico scelto conferisce una certa eterogeneità al campione. Nondimeno, un dato ampiamente noto della biologia di molte popolazioni temperate conforta il risultato generale della ricerca. Fin dal **1959**, Davis aveva osservato in *Pipistrellus subflavus*, Vespertilionide nordamericano, una preponderanza di maschi durante il letargo. Secondo Davis, il fenomeno poteva essere attribuito alla combinazione di due fattori: differente probabilità di sopravvivenza tra i sessi e selezione di rifugi diversi da parte delle femmine. Nel Vespertilionide europeo *Myotis capaccinii*, da noi lungamente studiato sotto questo aspetto, l'assoluta predominanza di maschi nei raggruppamenti invernali sembra apportare elementi a favore, soprattutto, del secondo fattore (Crucitti, 1981; Crucitti & Chiné, 1990). La possibilità di discriminare rapidamente e con un certo grado di affidabilità gli adulti dai subadulti nei Rinolofidi, consente analisi di maggiore dettaglio. Nelle aggregazioni laziali di *R. ferrumequinum* si riscontra un rapporto sessi equilibrato tra i subadulti al contrario di quanto si verifica tra gli adulti, nei quali la rarità delle femmine costituisce un dato di costante riscontro. Saint Girons et al. (1969) osservano estese fluttuazioni del rapporto sessi nelle popolazioni francesi pur concludendo che "... au début et à la fin de l'hiver, dans les grandes cavités le sex-ratio est nettement favorable aux males ..." (p. 367). Secondo Dinale (1968), nei Chirotteri europei, il tempo necessario per raggiungere la maturità sessuale è funzione diretta delle dimensioni della specie: in *R. ferrumequinum*, l'inizio della spermatogenesi ed il primo parto si verificherebbero ad una età compresa, di norma, tra 3 e 4 anni. E' probabile tuttavia che il secondo valore sia sovrastimato (Gaisler, 1979). La transizione alla maturità sessuale implicherebbe dunque l'emergenza di strategie comportamentali profondamente diverse nei due sessi, in particolare la tendenza alla segregazione invernale delle femmine. Teoricamente, tale segregazione potrebbe essere realizzata mediante la dispersione in numerosi rifugi o, viceversa, la concentrazione in un numero limitato di quartieri. Peraltro, nel Lazio, non risultano segnalazioni di grandi aggregazioni invernali di femmine adulte. In maggio, nella Francia occidentale sono state osservate frequentemente "colonies maternelles" costituite, pressoché esclusivamente, da femmine adulte (Saint Girons et al., 1969). Dinale (1965, 1966) basandosi sulla constatazione che le femmine adulte isolate di *R. ferrumequinum* hanno un peso medio superiore ai maschi adulti, ha elaborato un modello teorico secondo il quale gli individui isolati potrebbero investire una minore quantità di energia per procurarsi il cibo rispetto a quelli concentrati in un rifugio. Il modello può fornire un supporto interpretativo alla strategia di segregazione invernale delle

femmine adulte. In aree estesamente antropizzate, tale strategia potrebbe conferire una fitness maggiore. Tale comportamento consentirebbe infatti di evitare territori di caccia sfruttati dalle grandi popolazioni. Incidentalmente osserviamo che le popolazioni di maggiori dimensioni (La 402, C6) sono legate a territori ad elevata diversità biotica. La gestione delle popolazioni del Ferro di Cavallo maggiore richiederà l'esame dei rapporti tra qualità dell'ambiente, biomassa delle prede e strategie demografiche della specie.

RINGRAZIAMENTI — M. Andreini, G. Salamon e L. Tringali per la pregevole collaborazione tecnica.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. 1987. Grande Atlante d'Italia De Agostini. Istituto Geografico De Agostini, Novara, 488 pp.
- BROSSET, A. 1974. Structure sociale des populations de Chauves souris. *Journal de Psychologie*, 1: 85-102.
- BROSSET, A. & A. POILLET. 1985. Structure d'une population hibernante de grands rhinolophes *Rhinolophus ferrumequinum* dans l'est de la France. *Mammalia*, 49 (2): 221-233.
- CERVENY, J. & P. BURGER. 1987. Density and structure of bat community occupying an old park (Zihobce, Czechoslovakia). In: *European Bat Research* (Hanak, V., Horacek, I., Gaisler, J. Eds.), Charles University Press, Praha: 475-486.
- CRUCITTI, P. 1981. Studi sull'organizzazione sociale dei Chiroterri. I. Struttura sociale di *Myotis capaccinii* (Chiroptera Vespertilionidae). *Atti Soc. ital. Sci. nat. Museo civ. Stor. nat. Milano*, 122 (34): 236-242.
- CRUCITTI, P. 1985. Aspetti della sociobiologia dei Chiroterri. *Biologia contemporanea*, 12 (2): 69-77.
- CRUCITTI, P. 1989. Lista aggiornata dei Chiroterri del Lazio. *Riv. Mus. civ. Sc. Nat. "E. Caffi" Bergamo*, 14: 155-162.
- CRUCITTI, P. & L. TRINGALI. 1987. Distribuzione e diversità dei Chiroterri troglodili della regione laziale (Italia Centrale). *Hystrix*, 2: 45-56.
- CRUCITTI, P. & A. CHINÈ. 1990. Further remarks on winter and early spring sex ratio of *Myotis capaccinii* (Chiroptera) in Latium, Central Italy. *Mammalia*, 54 (4): 659-660.
- DAVIS, W. H., 1969. Disproportionate sex ratios in hibernating bats. *Journ. Mamm.*, 40(1): 16-19.
- DINALE, G., 1963. Studi sui Chiroterri Italiani: I. Osservazioni sul *Rhinolophus euryale* Blasius in Liguria e nel Lazio. *Ann. Mus. Civ. Stor. Nat. Genova*, 74: 1-29.
- DINALE, G., 1964. Studi sui Chiroterri Italiani: II. Il raggiungimento della maturità sessuale in *Rhinolophus ferrumequinum* Schreber. *Atti Soc. ital. Sci. nat. Museo civ. Stor. nat. Milano*, 103(2): 141-153.
- DINALE, G., 1965. Alcuni risultati dell'inanellamento di *Rhinolophus ferrumequinum* Schreber e di *Rhinolophus euryale* Blasius in Liguria (1957-1964) e nel Lazio (1962-1965). *Boll. Zool.*, 32(2): 815-822.
- DINALE, G., 1966. Studi sui Chiroterri Italiani: VI. Modello teorico sulla scomparsa delle grandi colonie e sulla differenza in peso tra esemplari accentrati in un rifugio ed esemplari sparsi. *Istituto Lombardo (Rend.Sc.) B*, 100: 103-109.

- DINALE, G., 1968. Studi sui Chiroterri Italiani: VII. Sul raggiungimento della maturità sessuale nei Chiroterri europei ed in particolare nei Rhinolophidae. Arch. Zool. Ital., **53**: 51-71.
- GAISLER, J., 1970. Remarks on the thermopreferendum of palearctic bats in their natural habitats. Bijdragen tot de dierkunde, **40**(1): 33-35.
- GAISLER, J., 1979. Ecology of bats. In: Ecology of small mammals (Stoddart D.M. Ed.), Chapman and Hall, London: 281-342.
- GAISLER, J. & V. HANAK. 1969. Ergebnisse der zwanzigjährigen beringung von fledermausen (Chiroptera) in der Tschechoslovakei: 1948-1967. Acta Sc. Nat. Brno, **3**(5): 1-33.
- HANAK, V., GAISLER, J. & J. FIGALA. 1962. Results of bat-banding in Czechoslovakia, 1948-1960. Acta Universitatis Carolinae Biologica, **1**: 9-87.
- LISON, L., 1961. Statistica applicata alla Biologia sperimentale. Ambrosiana, Milano, **381** pp.
- RANSOME, R.D. 1968. The distribution of the Greater horseshoe bat, *Rhinolophus ferrumequinum*, during hibernation, in relation to environmental factors. J. Zool., Lond., **154**: 77-112.
- RANSOME, R.D. 1971. The effect of ambient temperature on the arousal frequency of the hibernating Greater horseshoe bat, *Rhinolophus ferrumequinum*, in relation to site selection and the hibernation state. J. Zool., Lond., **164**: 353-371.
- SAINT GIRONS, H., BROSSET, A. & M.C. SAINT GIRONS. 1969. Contribution a la connaissance du cycle annual de la Chauve-souris *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774). Mammalia, **33**(3): 357-470.
- SOKAL, R.R. & F.J. ROHLF. 1969. Biometry. W.H.Freeman & Co., San Francisco, 766 pp.
- STEBBINGS, R.E. & E GRIFFITH. 1986. Distribution and status of bats in Europe. Cambrian News (Aberystwyth) Ltd, Great Britain, **142** pp.

Ricevuto il 7 marzo 1991; accettato il 9 novembre 1993 / Submitted 7 March 1991; accepted 9 November 1993.