

Stefano Mazzotti, Cristiano Bertolucci, Mauro Fasola,
Irene Lisi, Anna Pisapia, Raffaella Gennari,
Sara Mantovani, Carola Vallini

La popolazione della testuggine di Hermann (*Testudo hermanni*) del Bosco della Mesola

La testuggine di Hermann *Testudo* (*Eurotestudo*) *hermanni* è una entità mediterranea centro settentrionale-balcanica, diffusa lungo i territori costieri dell'Europa mediterranea (Penisola Iberica settentrionale, Francia meridionale, Italia), in varie isole mediterranee, nei Balcani a sud-est del Danubio fino alla Turchia europea (Bour, 1997). Le popolazioni italiane rappresentano il 5-24 % del totale della specie nell'intero areale (Calvario & Sarocco, 1997). Si riconoscono due sottospecie: *T. h. boettgeri* Mojsisovics, 1889 diffusa nella parte orientale dell'areale, dai Balcani all'Anatolia; *T. h. hermanni* forma occidentale presente anche in Italia. La prima presenta mediamente dimensioni maggiori, nelle femmine la lunghezza massima del carapace può superare i 200 mm, nei maschi fino a 150 mm. Nella sottospecie occidentale la lunghezza massima è di 171 mm per le femmine e di 148 mm per i maschi. In generale le due forme si distinguono per la forma del carapace che appare con una silhouette trapezoidale in *T. h. boettgeri* ed ovoidale in *T. h. hermanni*. Quest'ultima presenta una colorazione più vivace e il piastrone è ornato da bande nere longitudinali simmetriche, molto nette ed evidenti al contrario della forma orientale che ha striature generalmente frammentate e sfumate. La sutura pettorale è più corta della sutura femorale nella forma occidentale *T. h. hermanni* (Cheylan, 1981; 1984). Recenti studi tassonomici basati su analisi morfologiche (Perälä, 2002; 2004; Bour, 2004 a; b) e molecolari (Fritz, et al., 2006) hanno proposto la suddivisione del gruppo *hermanni* in tre specie distinte. Secondo questi Autori *T. hermanni* raggruppa le popolazioni occidentali dalla penisola

italiana a quella iberica, a *T. hercegovinensis* appartengono le popolazioni distribuite lungo la costa Balcanica dall'Istria lungo la Dalmazia fino la Grecia nord occidentale e a *T. boettgeri* quelle popolazioni di testuggini il cui areale comprende la restante parte della Grecia, la Bulgaria e la Romania. Sulla base di studi paleontologici e morfologici (de Lapparent de Broin et al, 2006) è stato proposto il nuovo genere *Eurotestudo* in sostituzione del genere *Testudo*

Le frequenti immissioni di esemplari appartenenti a popolazioni non autoctone in varie parti d'Italia hanno reso ancor più complesso il suo status per cui sono auspicabili indagini sulle distanze genetiche che caratterizzino le ultime popolazioni vitali presenti al fine di una mappatura precisa di queste, utile per una più accurata distinzione da eventuali situazioni di alloctonia e ibridazione. La popolazione della testuggine di Hermann del Bosco della Mesola presenta una situazione piuttosto complessa. Essa infatti è ormai isolata da lungo tempo a causa della rarefazione provocata dalle pesanti manomissioni degli habitat costieri operate dall'uomo. Le popolazioni esistenti nelle pinete del ravennate (Pineta di S. Vitale e di Classe) sono oggi da considerarsi estinte per cui le più vicine sono quelle della costa abruzzese a sud e quelle della costa veneta e friulana a nord. Essa ha in oltre subito introduzioni di esemplari di varia provenienza, quindi risulta ancora dubbia la sua origine genetica e non ancora chiarito lo status tassonomico. La distribuzione italiana di questa specie è rarefatta e frammentata, spesso le segnalazioni riguardano esemplari isolati dei quali non è accertata l'autoctonia. L'areale di distribuzione si svi-

luppa nella porzione peninsulare soprattutto lungo il versante tirrenico (Mazzotti, 2005).

Le attuali conoscenze sulla biologia di *T. hermanni* sono relativamente approfondite, esse permettono di tracciare un quadro complessivo delle esigenze ecologiche di questa specie e la definizione di una strategia di conservazione. I primi contributi alla conoscenza dell'ecologia della testuggine di Hermann furono i lavori di Cheylan (1981), Hailey et al. (1984), Pulford et al. (1984), Stubbs et al. (1984), Stubbs et al. (1985), Stubbs & Swingland (1985), Swingland & Stubbs (1985), Hailey & Loumbourdis (1990) che descrissero l'eco-etologia di popolazioni francesi e greche e quelli di Meek (1984; 1988a; 1988b; 1989) che svolse ricerche sull'ecologia e la conservazione di popolazioni iugoslave. Già questi autori individuavano le cause di declino evidenziando i seri rischi di estinzione di questa specie. Fra le indagini più recenti e approfondite sulla biologia di popolazione citiamo gli studi effettuati su alcune popolazioni francesi da Guyou (1996), Guyou & Devaux (1997), Hout-Daubremount (1996), Hout-Daubremount et al. (1996), Huot-Daubremont & Grenot (1997) e su popolazioni spagnole da Carretero et al. (1995).

Per quanto riguarda le popolazioni italiane si segnalano fra i primi i lavori di Chelazzi & Francisci (1979), Chelazzi & Calzolari (1986), Chelazzi & Carlà (1986) e Chelazzi & Delfino (1986) che, grazie anche all'ausilio di tecniche radiotelemetriche, hanno fornito utili indicazioni sullo spazio vitale e l'uso dell'habitat di popolazioni toscane. Studi effettuati nella Maremma grossetana (Paglione & Carbone, 1990; Carbone & Paglione, 1991; Bossuto et al., 2000; Torazza et al., 2000), nel Bosco della Mesola (Delta del Po) (Mazzotti & Vallini, 1996; Mazzotti & Vallini, 2000; Mazzotti, 2004.) e nei Monti Nebrodi (Sicilia) (Tomasetti & Bossuto, 2000) hanno caratterizzato la struttura di popolazione e tracciato un quadro complessivo sull'uso dell'habitat, delle relazioni termiche e dei ritmi di attività evidenziando i problemi di gestione e salvaguardia di queste popolazioni.

Struttura della popolazione

Dal 1992 al 2006 nelle due aree di studio del Bosco della Mesola sono stati catturati complessivamente 475 esemplari (266 alla Balanzetta e 209 all'Elciola) di cui 220 femmine, 225 maschi e 30 immaturi con un rapporto fra i sessi (sex ratio) pressoché paritario ($M/F = 1,02$). Mediante il metodo di cattura-marcatura-ricattura (CMR) sono

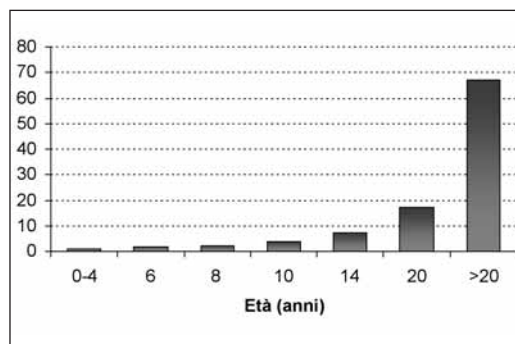


Fig. 5.1 – Ripartizione delle frequenze delle classi d'età delle testuggini catturate al Bosco della Mesola.

state effettuate complessivamente 363 battute che hanno prodotto 3448 catture con una media di 7,3 catture per animale. L'età media riscontrata è decisamente elevata, il 67 % degli esemplari catturati ha un'età maggiore di 20 anni, le testuggini che hanno un'età compresa tra 0 e 14 anni sono solo il 15,5 % della popolazione (Fig. 5.1).

La stima della densità della popolazione della Balanzetta effettuata applicando l'indice di Jolly-Seber utilizzato per popolazioni aperte (Pollock et al., 1990), mostra una media di 35,55 esemplari; se si considera la superficie effettivamente coperta dal censimento (2,97 ha) si ha una densità di 12 esemplari per ettaro. Questo dato presenta però alcuni problemi di interpretazione. Se il valore ottenuto viene confrontato con quelli di stime effettuate in altre località (Tab. 5.1), si può osservare come vi sia una certa variabilità fra le varie popolazioni di testuggini europee.

AUTORI	LOCALITA'	STIMA (es/ha)
Chelazzi e Francisci (1979)	Capalbio-I	17
Stubbs et. al. (1984)	Alyki-GR	47
Carbone e Paglione (1991)	P.N.Maremma-I	3.4
Cheyland (1981)	Maures-F	3
Stubbs e Swingland (1984)	Maures-F	11
Meek (1985)	Montenegro	39

Tab. 5.1 – Confronto fra stime delle densità di alcune popolazioni di testuggini di Hermann.

E' necessario considerare che la distribuzione degli animali all'interno delle aree censite non è sempre uniforme perché spesso dipende dalle variabili dell'habitat, quali la copertura vegetale, l'acclività dei versanti, il tipo di substrato ecc., che possono produrre concentrazioni di esemplari in determinati siti intercalati ad ampie zone con assenza di animali. La riserva integrale della Balanzetta è caratterizzata da quercu-carpineti e da leccete cedue che ricoprono quasi totalmente la sua superficie e che sono scarsamente idonee alle attività delle testuggini. L'area coperta dal censimento è prevalentemente costituita da radure inserite nel complesso forestale ed è quindi presumibile che in esse vi sia un'alta concentrazione di animali, soprattutto nel periodo di attività. Dalle osservazioni effettuate sull'utilizzo dell'habitat si può constatare che durante il periodo di post-ibernazione circa il 75 % delle femmine e il 61% dei maschi sono rintracciabili nelle radure, in estate buona parte delle femmine sono disperse all'interno del bosco e la percentuale di reperibilità nelle zone aperte si abbassa al 54 %, i maschi, invece, prediligono le radure anche in estate. In periodo di pre-ibernazione si assiste ad una progressiva riduzione delle presenze in radura delle testuggini, infatti, molti esemplari si interrano nel sottobosco per il periodo di ibernazione.

Se consideriamo l'intera superficie della riserva della Balanzetta, possiamo allora stimare la densità della popolazione in 0.94 es./ha. Tale valutazione, estesa all'intero comprensorio del bosco, ci darebbe un totale di circa un migliaio di esemplari.

Il tasso di sopravvivenza stimato con il modello selezionato mediante i test forniti dal software U-CARE (Utilities-Capture-Recapture, Choquet *et al.*, 2003) mostra un tasso di sopravvivenza di 0,99 ($\pm 0,02$) per i maschi e 0,94 ($\pm 0,03$) per le femmine, una differenza fra i sessi che non risulta statisticamente significativa ($z = 1,38$); il modello che non tiene conto di differenze fra i sessi stima un tasso di sopravvivenza di 0,96 ($\pm 0,02$). Non è stato possibile fornire una stima del tasso di sopravvivenza degli esemplari giovani a causa della carenza di dati relativi. Il tasso di sopravvivenza rimane nel range dei valori stimati per popolazioni indisturbate che è compreso fra 1 e 0,85 (Willemssen & Hailey, 2001). I risultati evidenziano quindi che il Bosco della Mesola offre alle testuggini un habitat stabile e protetto dalle minacce che comunemente riducono le probabilità di sopravvivenza delle testuggini quali drastiche variazioni ambientali, incendi e predazioni (Coulson & Hailey, 2001; Hai-

ley & Willemssen, 2003; Longshore *et al.*, 2003)

Morfometria

Maschi e femmine presentano un dimorfismo sessuale definito morfometricamente. I primi, sono generalmente di taglia e peso inferiori, presentano una lunghezza lineare media del carapace di 159,6 mm ($SD = \pm 15,1$) e un peso medio di 808,6 g ($SD = \pm 209,2$), le seconde 174,9 mm ($SD = \pm 28,1$) e 1005 g ($SD = \pm 329,3$). Le taglie delle testuggini del Bosco della Mesola sono mediamente più grandi del 17 % per le femmine e del 18 % per i maschi rispetto a quelli della Sicilia (Tomasetti, 1997), Toscana (Paglione & Carbone, 1990), Francia e Grecia (Swingland & Stubbs, 1985).

La relazione fra lunghezza lineare del carapace e peso è espressa dalle seguenti equazioni esponenziali: maschi $y = 49,694e^{0,0174x}$, con coefficiente di correlazione significativo ($r = 0,96$); femmine $y = 34,05e^{0,0192x}$, con coefficiente di correlazione significativo ($r = 0,97$) (Fig. 5.2).

Su un campione di 39 testuggini del Bosco della Mesola sono state effettuate misurazioni

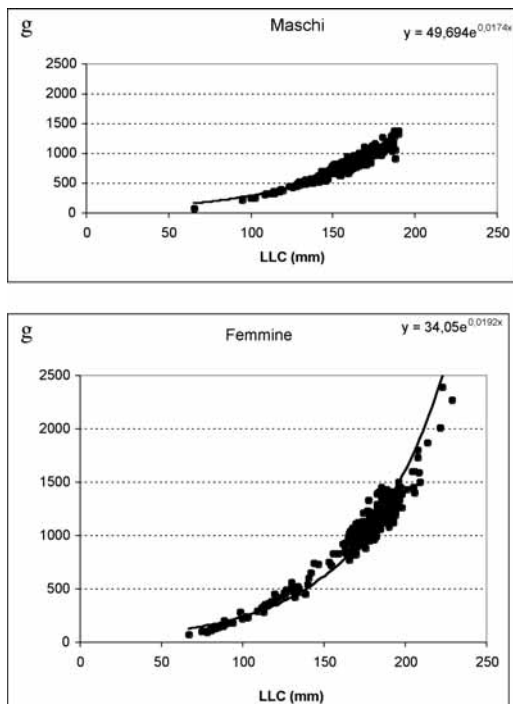


Fig. 5.2 – Relazione fra lunghezza lineare del carapace (LLC) e peso dei maschi e delle femmine di testuggine di Hermann del Bosco della Mesola.

	n	PEC-m	sd	FEM-m	sd
Bosco Mesola F	14	12,52	1,78	11,81	3,01
Bosco Mesola M	25	9,67	1,75	10,87	2,29
tot	39	10,69	2,22	11,21	2,57
Grecia F	22	13,83	2,34	9,47	2,81
Grecia M	31	10,80	2,18	10,01	2,35
tot	53	12,06	2,69	9,79	2,54
Lazio F	10	9,07	1,74	13,05	2,26
Lazio M	10	6,01	1,09	11,97	2,37
tot	20	7,54	2,11	12,51	2,32

Tab. 5.2 – Confronto fra le misure medie delle lunghezze delle suture delle placche pettorali (PEC) e femorali (FEM) del piastrone di maschi e femmine di testuggine di Hermann del Bosco della Mesola, del Lazio (Castelporziano) e della Grecia (Alyki).

delle lunghezze delle suture delle placche pettorali e femorali del piastrone (Fig. 3.5), parametri morfometrici che vengono indicati fra i caratteri diagnostici per la distinzione fra le popolazioni di testuggini di Hermann occidentali (*T. h. hermanni*) e le popolazioni orientali (*T. h. boettgeri*). Analoghe misure sono state effettuate su campioni di popolazioni del Lazio e della Grecia (Tab. 5.2). Il confronto fra i valori medi misurati non offre precise indicazioni sulla collocazione delle testuggini del Bosco della Mesola rispetto alle popolazioni di confronto, esse, infatti, mostrano caratteri morfometrici intermedi.

Complessivamente l'accrescimento del peso corporeo è caratterizzato da un forte incremento da zero a sei anni, per le femmine è evidente un costante incremento dagli otto anni. A quattordici anni il peso fra maschi e femmine si eguaglia, da questa età le femmine mostrano un maggior incremento di peso rispetto ai maschi (Fig. 5.3).

Dal 1993 al 2005, 12 maschi e 9 femmine sono state pesate mensilmente da marzo a settembre per una media rispettivamente di 49,6 (range: 34 - 89) e di 58,0 (range: 47 - 70) ricatture per singolo animale. Per ogni esemplare sono state effettuate misure annuali della lunghezza lineare del carapace (maschi: $m = 157,0$ mm; $SD = 19,5$; range 100,5 - 190,0; femmine: $m = 179,5$ mm; $SD = 19,4$; range 114,8 - 193,0) e mensilmente del peso corporeo (maschi: $m = 780,0$ g; $SD = 262,3$, range 359,4 - 1340,4 g; femmine: $m = 1046,1$ g; $SD = 253,9$, range 453,3 - 1280,2 g). L'analisi della variazione mensile del peso per

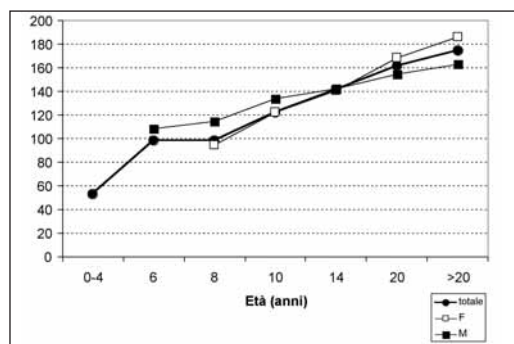


Fig. 5.3 – Accrescimento corporeo delle testuggini del Bosco della Mesola in relazione alle classi d'età. LLC = Lunghezza lineare del carapace.

ciascun esemplare rispetto al suo peso medio è stata effettuata mediante il test dell'ANOVA one-way, le differenze fra i due sessi mediante il test ANOVA two-way. Il risultato dell'analisi evidenzia come nei maschi la variazione del peso vada da un incremento medio dell'1,1 % in settembre a un decremento del 3,4 % in aprile, nelle femmine, invece il range di variazione va dal 1,8 % in agosto a -6,2 % in aprile (Fig. 5.4). In entrambe i sessi il test della ANOVA one-way mostra una variazione mensile significativa dei pesi da marzo a settembre (maschi: $F_{6,64} = 6.1$, $P < 0.0001$; femmine: $F_{6,49} = 4.0$, $P < 0.003$). In particolare, da marzo ad aprile si osserva un decremento significativo del peso ($P < 0.05$, Bonferroni's test), seguito da un veloce incremento in maggio-giugno. Da giugno a settembre le te-

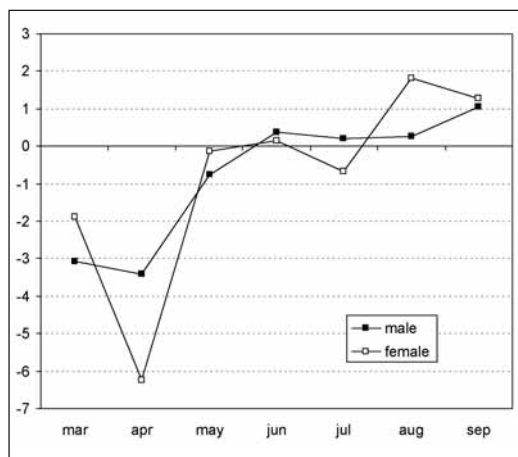


Fig. 5.4 – Variazione percentuale mensile rispetto al peso medio corporeo di 12 maschi e 9 femmine di testuggine di Hermann al Bosco della Mesola.

stuggini non evidenziano variazioni del peso significative ($P > 0.05$, Bonferroni's test). Le variazioni mensili del peso non presentano differenze significative fra i maschi e le femmine ($F_{1,113}=0.04$, $P > 0.8$, ANOVA two-way). Il sensibile decremento del peso corporeo in aprile potrebbe dipendere dall'intensa attività riproduttiva; in maggio, la maturazione delle uova giustifica il rimarchevole incremento del peso delle femmine seguito dal graduale decremento a luglio quando avviene la deposizione delle stesse.

Relazioni termiche e ritmi di attività

Ad ogni cattura sono state misurate le temperature cloacali degli animali e dell'ambiente (aria, suolo), in questo modo si evidenziano le relazioni termiche e i ritmi di attività delle testuggini.

Grazie all'utilizzo della radiotelemetria è stato possibile localizzare gli animali muniti di radiotrasmettente anche nei ricoveri invernali costituiti da buche profonde 8-10 cm. Durante l'ibernazione, da novembre a febbraio, le temperature cloacali medie di entrambi i sessi sono molto basse, in dicembre si sono rilevate temperature inferiori a quelle del suolo (maschi: $5,6 \pm 0,5$ °C, $n = 3$; femmine: $5,6 \pm 0,4$ °C, $n = 2$; T_{suolo} $6,2 \pm 0,7$ °C). Le temperature più basse sono state registrate a gennaio (maschi: $4,6 \pm 2,2$ °C, $n = 8$; femmine: $4,9 \pm 2$ °C, $n = 8$) con una temperatura media del suolo di $4,9 \pm 2,0$ °C. Le temperature degli animali cominciano ad aumentare a partire da marzo, quando si hanno i primi segni

di uscita dall'ibernazione (maschi: $10,5 \pm 2,6$ °C, $n = 10$; femmine: $11,6 \pm 4,1$ °C, $n = 8$). Ad aprile si assiste ad un incremento delle temperature cloacali maggiore nelle femmine ($20,6 \pm 4,3$ °C, $n = 14$) rispetto ai maschi ($18,6 \pm 4,1$ °C, $n = 29$). La differenza non è comunque risultata statisticamente significativa ($t=1,398$, $P < 0,17$; test t di Student per dati non appaiati). Si osserva inoltre un aumento dello scarto tra le temperature cloacali e quelle del suolo ed un avvicinamento delle stesse a quelle dell'aria. Le temperature medie delle femmine si mantengono più alte di quelle dell'altro sesso anche in maggio (femmine: $26,5 \pm 4,8$ °C, $n = 49$; maschi: $25,6 \pm 5,0$ °C, $n = 80$), fino a toccare un picco massimo a giugno ($28,4 \pm 4$ °C, $n = 102$; maschi $27,4 \pm 4,7$, $n = 81$). A luglio invece le temperature cloacali delle femmine subiscono un calo consistente ($26,7 \pm 3,6$ °C, $n = 57$), mentre quelle dei maschi raggiungono il loro massimo ($28,1 \pm 4,0$ °C, $n = 105$). La differenza tra le temperature cloacali di maschi e femmine in luglio è risultata statisticamente significativa ($t = 2,294$, $P < 0,02$; test t di Student per dati non appaiati). Nel mese di agosto si sono osservate le maggiori temperature dell'aria di tutta l'estate ($27,5 \pm 2,8$ °C). Inversamente ad esse le temperature medie dei maschi sono diminuite ($26,7 \pm 4,5$ °C, $n = 100$), mentre quelle delle femmine sono rimaste costanti ($26,4 \pm 3,8$ °C $n = 73$). Le temperature medie cloacali di entrambi i sessi tornano a diminuire a settembre (maschi: $21,4 \pm 3,6$ °C; femmine: $21,6 \pm 3,2$ °C) e ad equipararsi (Fig.5.5). La temperatura media cloacale di entrambi i sessi si mantiene sempre superiore a quella del suolo durante tutta la stagione attiva, da marzo a ottobre, mentre è superiore a quella dell'aria solo da aprile a luglio. La correlazione tra la temperatura cloacale e quella dell'aria ha dato un coefficiente di correlazione significativo (maschi: $r = 0,982$, $P < 0,05$; femmine: $r = 0,973$, $P < 0,05$). Anche il coefficiente di correlazione calcolato tra la temperatura cloacale e quella del suolo è risultato statisticamente significativo (maschi: $r = 0,992$, $P < 0,05$; femmine: $r = 0,990$, $P < 0,05$).

L'andamento delle attività dei maschi e delle femmine nel corso della stagione attiva, da marzo a ottobre, mostra una ripartizione delle frequenze dei diversi comportamenti (Fig. 5.6). A marzo maschi e femmine sono poco attivi, la maggior parte sono ancora in ibernazione, altri in *shade* (inattività allo scoperto), alcuni in termoregolazione. Già a partire da aprile le femmine presentano frequenze più elevate di comportamenti attivi rispetto ai maschi, a maggio assumono importanza soprattutto gli spostamenti e

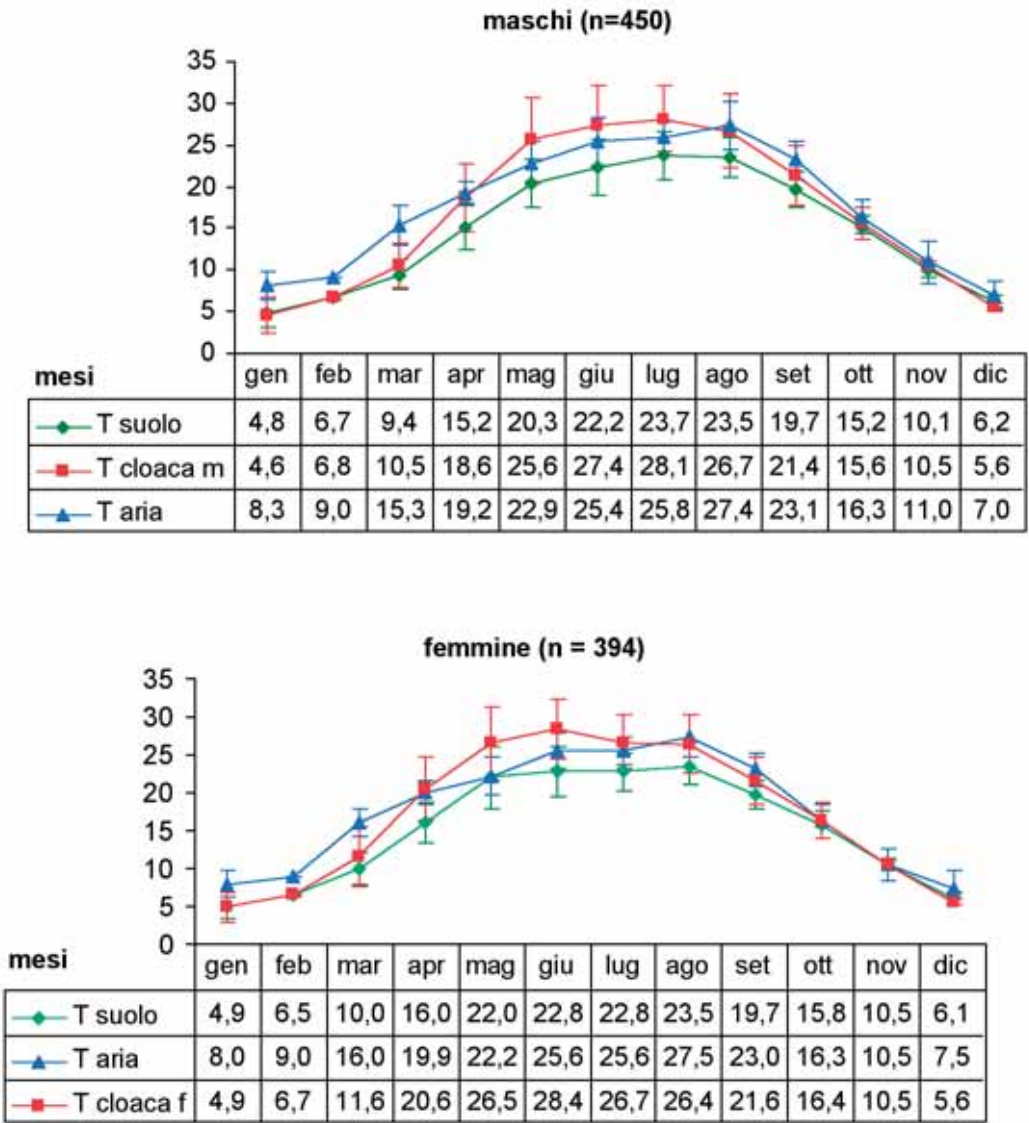


Fig. 5.5 – Media mensile delle temperature cloacali, del suolo e dell'aria in maschi e femmine di testuggini del Bosco della Mesola.

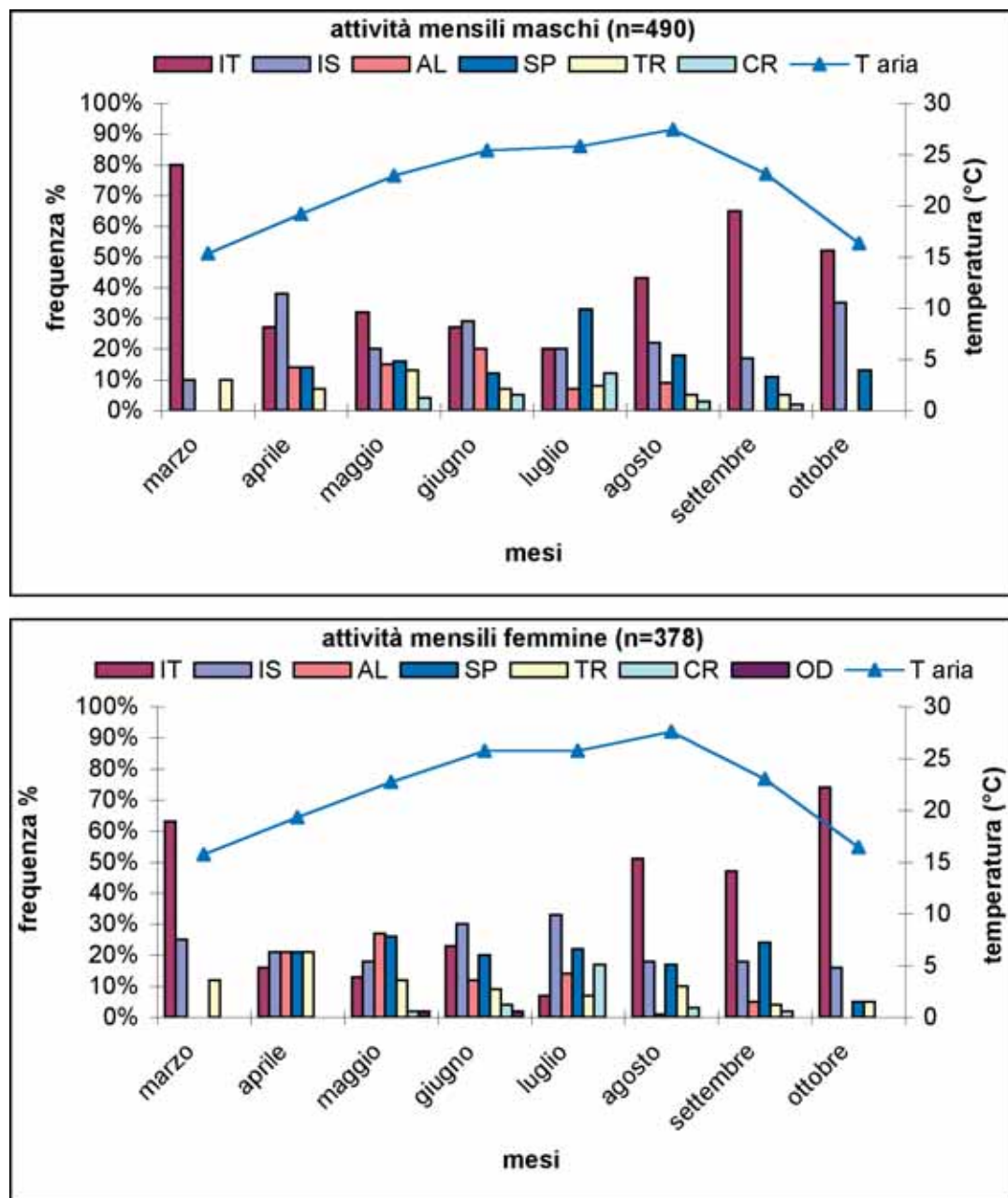


Fig. 5.6 – Andamento mensile delle attività in maschi e femmine di *Testudo hermanni* al Bosco della Mesola. IT = inattività in tana, IS = inattività allo scoperto (*shade*), AL = alimentazione, SP = spostamento, TR = termoregolazione al sole (*basking*), CR = comportamento riproduttivo, OD = ovodeposizione.

l'alimentazione mentre scarse sono le osservazioni di animali inattivi allo scoperto e in tana. Con l'aumento delle temperature dell'aria, a giugno si nota una riduzione della percentuale di comportamenti attivi. L'attività preponderante risulta essere quella di *shade*, seguita dall'inattività in tana. Ad agosto, in corrispondenza del picco delle temperature dell'aria si osserva un'alta frequenza di testuggini inattive in tana. Le basse temperature di ottobre riducono le frequenze dei comportamenti attivi degli animali, il 74 per cento delle femmine è stato osservato in tana. Rispetto alle femmine i maschi presentano un inizio ritardato dei comportamenti attivi. Solo a luglio aumenta notevolmente la percentuale di maschi in spostamento e in accoppiamento. Anche per i maschi, come per le femmine, ad agosto si osserva un deciso decremento delle frequenze di animali attivi. Dal confronto statistico test t di Student per dati non appaiati sono emerse differenze statisticamente significative fra le temperature dell'aria e i diversi comportamenti delle testuggini. In particolare sono risultati significativi il comportamento di alimentazione (maschi: $30,8 \pm 1,5$ °C n = 7; femmine $27,8 \pm 2,8$ °C n = 7; t = 2,289, P<0,040; test t di Student per dati non appaiati) e di termoregolazione (maschi: $28,0 \pm 3,2$ °C n = 8; femmine: $23,8 \pm 2,0$ °C n = 4; t = 2,914, P<0,015; test t di Student per dati non appaiati) nel mese di luglio.

Analizzando i ritmi di attività giornalieri, individuati da un indice di frequenza di contatto degli animali attivi per fasce orarie nei quattro periodi dell'anno proposti da Cheylan (1981) e Hout-Daubremount & Grenot (1997), si può osservare come durante il periodo di post-ibernazione (marzo-aprile) i maschi sono attivi già nelle prime ore del mattino rispetto alle femmine che entrano in attività più tardi, il picco di attività in questo periodo si raggiunge alle ore 14 per entrambe i sessi (Fig. 5.7 A); in primavera (maggio-giugno) l'attività degli animali è massima nelle prime ore del mattino per ridursi progressivamente nel corso della giornata (Fig. 5.7 B); in estate (luglio-agosto) l'attività giornaliera delle testuggini è massima dalle ore 9 alle 10 per i maschi e dalle 11 alle 12 per le femmine (Fig. 5.7 C); nel periodo di pre-ibernazione (settembre-ottobre) l'attività risulta decisamente ridotta e concentrata nelle ore centrali del giorno (Fig. 5.7 D).

Home range e uso dell'habitat

Lo studio degli *home range* ha coinvolto 28

animali (14 femmine e 14 maschi), sono stati effettuati complessivamente 1254 punti di campionamento (*fix*), 602 per le femmine e 652 per i maschi (Tab. 3.2).

La media delle distanze giornaliere percorse dalle femmine è di 64.6 m (± 25.1 SE), per i maschi è di 47.2 m (± 10.9 SE). Le testuggini coprono distanze maggiori in primavera ed estate (femmine m = $99,9 \pm 51,8$ SD; maschi m = $60,1 \pm 19,2$ SD) rispetto ai periodi di post e pre-ibernazione in cui le testuggini tendono a muoversi di meno (femmine m = $31,5 \pm 27,0$ SD; maschi m = $32,3 \pm 5,7$ SD). Il test di Wilcoxon per ranghi ha rivelato differenze significative tra il periodo di post-ibernazione e quello estivo (T=2, P<0.05), tra la primavera e il periodo di pre-ibernazione (T=0, P<0.02) e tra l'estate e il periodo di pre-ibernazione (T=0, P<0.02).

Gli *home range* medi stimati con il metodo del poligono convesso sono risultati 7,4 ha ($\pm 5,0$ SD) nelle femmine e 4,6 ha ($\pm 2,1$ SD) nei maschi. Con il metodo Adaptive-Kernel i maschi presentano un *home range* medio di 3,6 ha ($\pm 1,1$ SD) e le femmine di 4,9 ($\pm 2,4$ SD). Essi sono risultati quelli con le superfici più grandi rispetto a territori vitali di testuggini di altre popolazioni mediterranee studiate con il medesimo sistema. Swingland et al. (1986) in una popolazione del sud della Francia ha calcolato una media di 1,6 ha per le femmine e di 2,4 ha per i maschi; Hailey (1989) sulla popolazione di Alyki (Grecia) valuta una media di 1.8 ha per entrambe i sessi; Calzolari & Chelazzi (1991) nella località del Lago di Burano (Toscana) valuta una media di 0,3 ha per le femmine e 0,2 per i maschi; Stubbs & Swingland (1985) nel Massif des Maures (Francia) di 0,8 ha. Queste rimarchevoli differenze potrebbero essere imputabili al fatto che nel Bosco della Mesola vi sono vaste aree di bosco ceduo di leccio e carpino molto fitto e dove vi è scarsità di cibo. Le piccole aree aperte di radura ricche di erbe commestibili sono sparse all'interno della foresta e ciò potrebbe indurre ad un maggiore movimento per la ricerca di cibo. Come già rilevato riguardo all'analisi della stima della popolazione, gli animali compiono spostamenti frequenti fra le radure e il sottobosco a seconda dei periodi stagionali e delle esigenze trofiche e riproduttive.

I maschi presentano *home range* di ampiezza media relativamente costante da maggio a settembre, con una riduzione notevole ad ottobre (Fig. 5.8). L'analisi della varianza ad una via (ANOVA) ha evidenziato una variazione mensile delle dimensioni degli *home range* statisticamente significativa ($F_{5,25} = 4,11$; P = 0.0073). In particolare il confronto tra i singoli mesi ha evi-

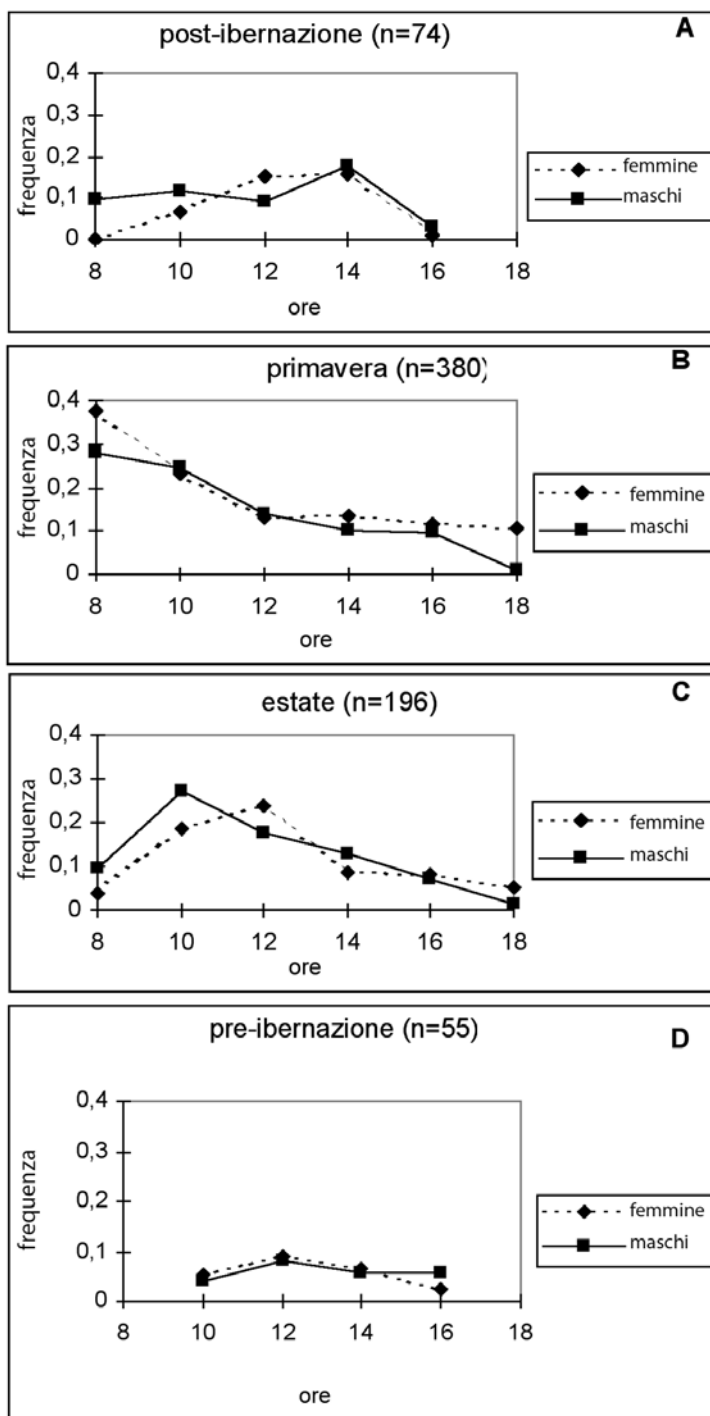


Fig. 5.7 – Andamento giornaliero delle frequenze di attività di maschi e femmine di testuggini del Bosco della Mesola in quattro periodi stagionali: post-ibernazione (marzo-aprile) (A), primavera (maggio-giugno) (B), estate (luglio-agosto) (C), pre-ibernazione (settembre-ottobre) (D).

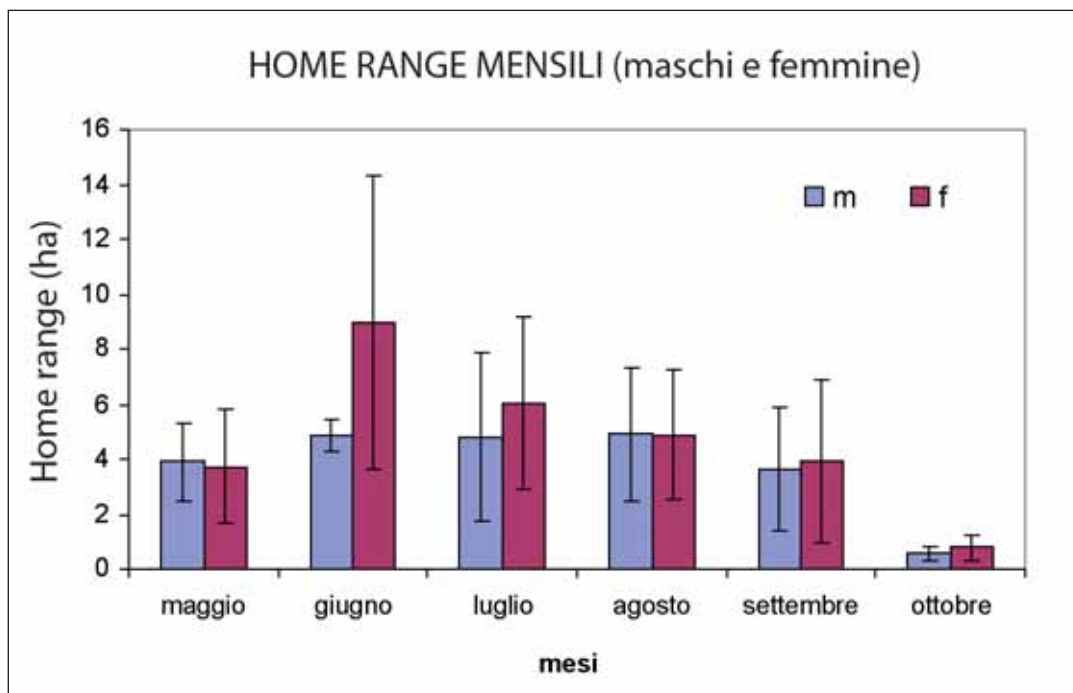


Fig. 5.8 – Confronto tra le dimensioni medie ($\pm$ ds) degli *home range* stimati con il metodo Kernel di maschi e femmine di testuggini di Hermann al Bosco della Mesola.

denziato una differenza significativa tra giugno, luglio, agosto e ottobre ($P < 0.05$, Bonferroni's Multiple Comparison Test). Le femmine mostrano un picco delle dimensioni degli *home range* in giugno, seguito da una progressiva riduzione da luglio a ottobre ($F_{6,26} = 2,65$, $P = 0.038$) (Fig. 5.8). Il confronto tra i singoli mesi ha evidenziato una differenza statisticamente significativa tra giugno e ottobre ($P < 0.05$, Bonferroni's Multiple Comparison Test). Il confronto delle variazioni delle dimensioni degli *home range* tra maschi e femmine non ha evidenziato differenze statisticamente significative ($P > 0.1$, two way ANOVA). Dalla figura 5.9, dove vengono rappresentati gli *home range*, stimati con il metodo Adaptive-Kernel, di tre maschi e di tre femmine nella Riserva Integrale della Balanzetta, è possibile osservare chiaramente le dinamiche mensili delle sovrapposizioni e delle variazioni delle superfici degli spazi vitali delle testuggini.

Alimentazione

Dall'osservazione diretta di 156 animali in alimentazione e dall'esame delle feci è stato possibile individuare uno spettro alimentare piuttosto ampio che comprende parti verdi e frutti di varie specie vegetali, funghi e muschi; è stata osservata anche coprofagia a carico di feci di daini. Nello spettro alimentare delle testuggini del Bosco della Mesola sono state identificate almeno 36 specie di piante e due di funghi (Tab. 5.3), le specie preferite sono *Oxalis corniculata* e *Potentilla reptans* (24 %), *Hieracium* sp., *Plantago lanceolata*, *Rubus* sp., *Stellaria media*, *Boletus drierophylus* (4,1 %).

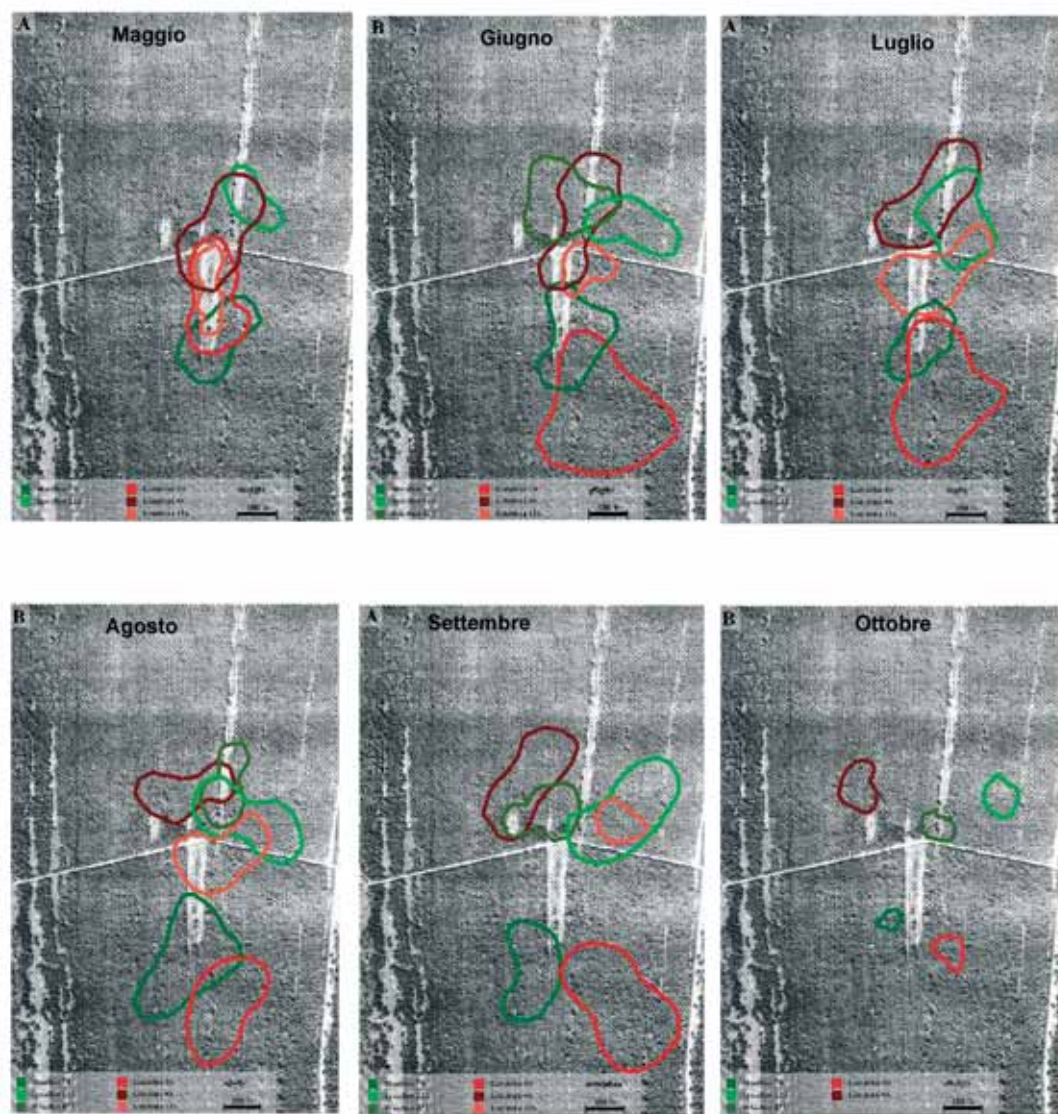


Fig. 5.9 – Rappresentazione grafica della variazione mensile della superficie degli *home range* (metodo di Kernel), di tre femmine (in verde) e tre maschi (in rosso) di testuggini di Hermann nella Riserva Integrale della Balanzetta al Bosco della Mesola.

Specia botanica	metodo	parte della pianta
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	o	FO
<i>Boletus driophylus</i> (funghi)	o	FO
<i>Boletus subtomentosus</i> (funghi)	o	FO
Bryophyta (muschi)	f	FO
<i>Cardamine graeca</i>	o	FO
<i>Carex</i> sp.	o	FO
<i>Carpinus betulus</i>	o	FO
<i>Cirsium vulgare</i>	o	FO
<i>Clematis flammula</i>	o	FO
<i>Cornus mas</i>	o	FR
<i>Coronilla emerus</i>	o	FO
<i>Crataegus monogyna</i>	f,o	FO,FR
<i>Euonymus latifolius</i>	o	FO
<i>Euphorbia cyparissias</i>	o	FO
<i>Frangula alnus</i>	f,o	FR
<i>Fraxinus ornus</i>	o	FO
Graminaceae	f,o	FO,SE
<i>Hedera helix</i>	o	FO
<i>Hieracium</i> sp.	o	FO
<i>Lathyrus</i> sp.	o	FO
Leguminosae	f,o	FO,FR,SE
<i>Medicago carstiensis</i>	o	FO
<i>Melampyrum arvense</i>	o	FO
<i>Oxalis corniculata</i>	o	FO
<i>Pieris echinoides</i>	o	FO
<i>Plantago lanceolata</i>	o	FO
Poaceae	o	FO
<i>Potentilla reptans</i>	o	FO
<i>Prunus spinosa</i>	f	FR
<i>Quercus ilex</i>	f	FO
<i>Rosa canina</i>	f,o	FR,SE
<i>Rubus fruticosus</i>	f	FR
<i>Silene eucubalus</i>	o	FO
<i>Stellaria media</i>	o	FO
<i>Taraxacum officinale</i>	o	FO
<i>Thalictrum</i> sp.	o	FO
<i>Trifolium pratense</i>	o	FO
<i>Urtica dioica</i>	o	FO
<i>Veronica opaca</i>	o	FO

Tab. 5.3 – Spettro alimentare delle testuggini nel Bosco della Mesola. f = feci; o = osservazioni dirette; FO = foglie; FR = frutti; SE = semi.

Bibliografia

- Bossuto P., Giacoma C., Rolando A. & Balletto E., 2000 - Caratteristiche delle aree familiari in una popolazione di *Testudo hermanni* Gmelin del Parco Naturale della Maremma (GR). Atti del I Congresso Nazionale della Societas Herpetologica Italica (Torino, 1996), Mus. reg. Sci. nat. Torino, 543-551.
- Bour R., 1997 - *Testudo hermanni* in: Gasc et al. (Eds.) - Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe. Societas Europaea Herpetologica & Museum National d'Histoire Naturelle (IEGB/SPN), Paris, 496 pp.
- Bour R., 2004 a - *Testudo boettgeri* Mojsisovics, 1889. Manouria, 7(22): 9-10.
- Bour R, 2004 b - A new character for identification of populations of the Hermann's tortoises, *Testudo hermanni* Gmelin, 1789. Salamandra, 40: 59-66.
- Calvario E. & Sarocco S. (Eds.), 1997 - Lista Rossa dei Vertebrati italiani. WWF Italia, Settore Diversità Biologica; Serie Ecosistema Italia. DB6
- Calzolari R. & Chelazzi G., 1991 - Habitat use in a central Italy population of *Testudo hermanni* Gmelin (Reptilia Testudinidae). Ethology & Ecology & Evolution 3: 1-14.
- Carbone M. & Paglione G., 1991 - Metodi di censimento e di studio delle popolazioni di Testudinidae. Supplemento alle ricerche di Biologia della Selvaggina (atti II Seminario Italiano Censimenti faunistici dei Vertebrati, Brescia 6-9 aprile 1989) XVI: 149-156.
- Carretero M.A., Bertolero A. & Llorente G.A., 1995 - Thermal ecology of a population of *Testudo hermanni* in the Ebro Delta (NE Spain). Scientia herpetologica: 208-212.
- Chelazzi G. & Calzolari R., 1986 - Thermal benefits from familiarity with the environment in a reptile. Oecologia, 68: 557-558.
- Chelazzi G. & Carlà M., 1986 - Mechanism allowing home range stability in *Testudo hermanni* Gmelin (Reptilia: Testudinidae). Monitore Zoologico Italiano, 20: 349-370.
- Chelazzi G. & Delfino G., 1986 - A field test on the use of olfaction in homing by *Testudo hermanni* Gmelin (Reptilia: Testudinidae). Journal of Herpetology, 20 (3): 451-455.
- Chelazzi G. & Francisci F., 1979 - Movement patterns and homing behaviour of *Testudo hermanni* Gmelin (Reptilia: Testudinidae). Monitore Zoologico Italiano, 13: 105-127.
- Cheyland M., 1981 - Biologie et écologie de la Tortue d'Hermann (*Testudo hermanni* Gmelin, 1789). Contribution de l'espèce à la connaissance des climats quaternaires de la France. Ecologie Pratique Hautes Etudes, Mémoires et Travaux Institut Montpellier, 11: 404 pp.
- Cheyland M., 1984 - The true status and future of Hermann's Tortoises *Testudo hermanni robermentensi* Wermuth 1952 in western Europe. Amphibia-Reptilia, 5(1): 17-26.
- Choquet R., Reboulet A.M., Pradel R., Gimenez O. & Lebreton J.D., 2003 - User's manual for U-CARE. Mimeographed document, CEFE/CNRS, Montpellier

- (<ftp://ftp.cefe.cnrs-mop.fr/biom/Soft-CR/>).
- Coulson I.M. & Hailey A., 2001 – Low survival rate and high predation in the African hingeback tortoise *Kinixys spedi*. *African Journal of Ecology*, 39(4): 383-392.
- De Lapparent de Broin F., Bour R., Parham J. F. & Perälä J., 2006 - *Eurotestudo*, a new genus for the species *Testudo hermanni* Gmelin, 1789 (Chelonii, Testudinidae). – *Comptes Rendus Palevol* 5 (6): 803-811.
- Fritz U., Auer M., Bertolero A., Cheylan M., Fattizzo T., Hundsdoerfer A. K., Martín Sampayo M., Pretus J. L., Sirok? P. & Wink M., 2006 - A rangewide phylogeography of Hermann's tortoise, *Testudo hermanni* (Reptilia: Testudines: Testudinidae): implications for taxonomy. *Zoologica Scripta*, 35: 531-543.
- Guyou G., 1996 - Biologie de la conservation chez la tortue d'Hermann française. Thèse de Doctorat, Spécialité Ecologie, Université de Paris VI, 300 pp.
- Guyou G. & Devaux B., 1997 - Variation in shell morphology and colour of Hermann's tortoise, *Testudo hermanni*, in southern Europe. *Chelonian Conservation and Biology*, 2(3): 390-395.
- Hailey A., 1989 - Routine movements in a tortoise. *Canadian Journal of Zoology*, 67: 208-215.
- Hailey A. & Loubourdis N.S., 1990 - Population ecology and conservation of tortoises: demographic aspects of reproduction in *Testudo hermanni*. *Herpetological journal*, 1: 425-434.
- Hailey A., Pulford E.A. & Stubbs D., 1984 - Summer activity patterns of *Testudo hermanni* Gmelin in Greece and France. *Amphibia-Reptilia*, 5: 69-78.
- Hailey A. & Willemsen R.E., 2003 – Changes in the status of tortoise populations in Greece 1984-2001. *Biodiversity and Conservation*, 12: 991-1011.
- Huot-Daubremont C., 1996 - Contribution à l'étude écophysologique de différents aspects du cycle annuel de la Tortue d'Hermann (*Testudo hermanni*) dans le Massif des Maures (Var). Thèse de Doctorat, Université de Tours, 180 pp.
- Huot-Daubremont C., Grenot C. & Bradshaw D., 1996 - Temperature regulation in the *Testudo hermanni*, studied with indwelling probes. *Amphibia-Reptilia*, 17: 91-102.
- Huot-Daubremont C. & Grenot C., 1997 - Rythme d'activité de la Tortue d'Hermann (*Testudo hermanni*) en semi liberté dans le Massif des Maures (Var). *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 52: 331-344.
- Longshore K.M., Colbert J. & Anderson D.R., 2003 – Return rates in studies of life history evolution: are biases large? *Journal of Applied Statistics*, 22: 863-875.
- Mazzotti S., 2004 – The Hermann's tortoise (*Testudo hermanni*): current distribution in Italy and ecological data on a population from the N Adriatic coast. *Italian Journal Zoology Suppl.* 1: 97-102.
- Mazzotti S., 2006 - *Testudo hermanni*, pp. 386-395. In: F. Barbieri, G. Doria & R. Sindaco (eds), *Atlante degli Anfibi e Rettili d'Italia*. Societas Herpetologica Italica. Polistampa, Firenze.
- Mazzotti S & Vallini C., 1996 - Struttura di popolazione di *Testudo hermanni* Gmelin nel Bosco della Mesola (Delta del Po) (Testudines, Testudinidae). *Studi Trent. Sci. Nat. Acta Biol.*, 71: 205-207.
- Mazzotti S. & Vallini C., 2000 - Seasonal activity and thermal relations of *Testudo hermanni* Gmelin in bare patches of the Bosco della Mesola (Po Delta, Northern Italy). *Atti del I Congresso Nazionale della Societas Herpetologica Italica* (Torino, 1996), Mus. reg. Sci. nat. Torino, 133-137.
- Meek R., 1984 - Thermoregulatory behaviour in a population of Hermann's tortoise (*Testudo hermanni*) in Southern Yugoslavia. *British J. Herpetol.* 6: 387-391.
- Meek R., 1988a - Thermal loads experienced by nesting female *Testudo hermanni*. *Amphibia-Reptilia*, 9: 311- 312.
- Meek R., 1988b - The thermal ecology of Hermann's tortoise (*Testudo hermanni*) in summer and autumn in Yugoslavia. *J. Zool. Lond*, 215: 99-111.
- Meek R., 1989 - The comparative population ecology of Hermann's tortoise, *Testudo hermanni* in Croatia and Montenegro, Yugoslavia. *Herpetological journal*, 1: 404-414.
- Paglione G. & Carbone M., 1990 - Biologia della popolazione di *Testudo hermanni* nel Parco della Maremma. Museo reg. Sci. Nat. Torino. *Atti VI Convegno Naz. Ass. "A. Ghigi"*, Torino 22-24 giugno 1989: 197-199.
- Pollock, K.H., Nichols, J.D., Brownie, C. & Hines, J.E., 1990 - Statistical inference for capture-recapture experiment. *Widl. Monogr.* 107: 1-97.
- Pulford E., Hailey A., Stubbs D., 1984 - Thermal relations of *Testudo hermanni robermertensi* Warmth in S. France. *Amphibia-Reptilia*, 5: 37-41.
- Perälä J., 2002 – Biodiversity in relatively neglected taxa of *Testudo* L., 1758 s. l.. *Chelonii*, 3: 40-53.
- Perälä J., 2004 – *Testudo hercegovinensis* Werner, 1899. *Manouria*, 7(22): 19-20.
- Stubbs D., Hailey A., Pulford E. & Tyler W., 1984 - Population ecology of european tortoises: review of field techniques. *Amphibia-Reptilia*, 5: 57-68.
- Stubbs D., Swingland I.R., Hailey A. & Pulford E., 1985 - The ecology of the Mediterranean tortoise *Testudo hermanni* in northern Greece. The effects of a catastrophe on population structure and density. *Biological Conservation*, 31: 125-152.
- Stubbs D. & Swingland I.R., 1985 - The ecology of mediterranean tortoise (*Testudo hermanni*): a declining population. *Canadian Journal of Zoology*, 63: 169-180.
- Swingland I.R. & Stubbs D., 1985 - The ecology of the Mediterranean tortoise (*Testudo hermanni*): reproduction. *Journal of Zoology*, 205: 595-610.
- Swingland I.R. et al., 1986. Movement patterns in *Testudo hermanni* and implications for management, in "Studies in herpetology: proceedings of the European Herpetology Symposium (Prague, 1985)", Charles University Press, Prague: 573-578.
- Tomasetti G. & Bossuto P., 2000 - Dati preliminari sulla struttura di una popolazione di *Testudo hermanni hermanni* Gmelin dei monti Nebrodi di Sicilia. *Atti del I Congresso Nazionale della Societas Herpetologica Italica* (Torino, 1996), Mus. reg. Sci. nat. Torino, 553-558..

- Tomasetti G., 1997 - Indagini morfometriche ed ecologiche su una popolazione di *Testudo hermanni hermanni* Gmelin dei Monti Nebrodi (Sicilia). Tesi di Dottorato di Ricerca in Biologia Evoluzionistica-X ciclo. Dip. Biologia Animale, Università di Catania: 184 pp.
- Torazza P., Jesu R. & Ballasina D., 2000 - Un esperimento di rilascio in natura di testuggini di Hermann (*Testudo hermanni hermanni*) seguite con tecniche di radio-tracking. Atti del I Congresso Nazionale della Societas Herpetologica Italica (Torino, 1996), Mus. reg. Sci. nat. Torino, 143-158.
- Willemsen R.E. & Hailey A., 2001 - Variation in adult survival rate of the tortoise *Testudo hermanni* in Greece: implications for evolution of body size. J. Zoology, 255: 43-53.