

# Caratterizzazione della popolazione di testuggine di Hermann (*Testudo hermanni*) all'interno della Riserva Naturale Dune Fossili di Massenzatica

LUNA BUZZONI, ROBERTO BIELLO, SILVIA FUSELLI, GIORGIO BERTORELLE, ANNALaura MANCIA  
*Dipartimento di Scienze della Vita e Biotecnologie, Università di Ferrara, Via L.Borsari, 46 - 44121 Ferrara, Italy*

EMANUELE LUBIAN  
*Ospedale Veterinario Universitario Piccoli Animali, Università degli Studi di Milano, via dell'Università, 6 - 26900 Lodi, Italy*

DANIELE MACCAPANI, STEFANO MAZZOTTI  
*Museo Civico di Storia Naturale, Largo Florestano Vancini 2, 44121 - Ferrara, Italy*

## ABSTRACT

### ***Characterization of a Hermann's tortoise (*Testudo hermanni*) population inhabiting the Fossil Dunes of Massenzatica Natural Reserve***

*Testudo hermanni* (ord. Testudines, fam. Testudinidae), con *T. graeca* e *T. marginata*, è una delle tre specie di *Testudinidae* endemiche della penisola europea. È diffusa lungo le coste del Mar Mediterraneo, in varie isole, nei Balcani a sud-est del Danubio fino alla Turchia. Due sottospecie sono riconosciute al genetico livello: *T. h. boettgeri*, diffusa nell'area orientale (dai Balcani al Nord-est italiano), e *T. h. hermanni* diffusa nell'area occidentale (Italia continentale e isole maggiori). L'unico areale di sovrapposizione è vicino alla foce del Po (Nord-Est Italia), quindi, la Riserva Naturale Dune Fossili di Massenzatica che si trova tra il Po di Goro e il Po di Volano, è ideale per l'analisi genetica delle due sottospecie. Il progetto prevede di studiare questa popolazione selvatica, con i seguenti obiettivi: I) censimento; II) identificazione morfologica; III) genotipizzazione IV) valutazione dello stato di salute. I campionamenti e le osservazioni di campo sono stati condotti tra il 2019 e il 2022, nel periodo di maggiore attività delle testuggini (fine aprile-fine agosto). Sono state effettuate 38 battute, che hanno permesso di catturare 125 individui (20 con 28 ricatture in totale) suddivisi poi per sesso ed età. In questo lavoro è riportata una prima analisi dei dati applicata allo studio dei caratteri morfologici di dimorfismo sessuale (peso e lunghezza del carapace) e per l'identificazione delle sottospecie (rapporto tra sutura pettorale e femorale del piastrone).

Key words: *Testudo hermanni*, Fossils Dunes of Massenzatica Natural Reserve, population census, morphometry identification, genetics, health.

## RIASSUNTO

*Testudo hermanni* (ord. Testudines, fam. Testudinidae), insieme a *T. graeca* e *T. marginata*, è una delle 3 specie della famiglia endemiche dell'Europa. È diffusa lungo le coste del Mar Mediterraneo, in varie isole, nei Balcani a sud-est del Danubio fino alla Turchia. A livello genetico, sono proposte due sottospecie: *T. h. boettgeri* diffusa nella parte orientale dell'areale (dai Balcani al Nord-est italiano), e *T. h. hermanni* diffusa nella parte occidentale (Italia continentale e isole maggiori). L'unico areale di sovrapposizione è vicino alla foce del Po (Nord-Est Italia), quindi, la Riserva Naturale Dune Fossili di Massenzatica che si trova tra il Po di Goro e il Po di Volano, è ideale per l'analisi genetica delle due sottospecie. Il progetto prevede di studiare questa popolazione selvatica, con i seguenti obiettivi: I) censimento; II) identificazione morfologica; III) genotipizzazione IV) valutazione dello stato di salute. I campionamenti e le osservazioni di campo sono stati condotti tra il 2019 e il 2022, nel periodo di maggiore attività delle testuggini (fine aprile-fine agosto). Sono state effettuate 38 battute, che hanno permesso di catturare 125 individui (20 con 28 ricatture in totale) suddivisi poi per sesso ed età. In questo lavoro è riportata una prima analisi dei dati applicata allo studio dei caratteri morfologici di dimorfismo sessuale (peso e lunghezza del carapace) e per l'identificazione delle sottospecie (rapporto tra sutura pettorale e femorale del piastrone).

Parole chiave: *Testudo hermanni*, Riserva Naturale Orientata Dune Fossili di Massenzatica, censimento popolazione, caratterizzazione morfologica, genotipizzazione.

## INTRODUZIONE

*Testudo hermanni* (testuggine di Hermann o testuggine comune) è un rettile appartenente all'ordine Testudines (o Chelonia). *T. hermanni* è una delle tre specie (insieme a *T. graeca* e *T. marginata*) della famiglia Testudinidae che risulta endemica dell'Europa; nello specifico è un'entità mediterranea centro-settentrionale-balcanica (penisola Iberica settentrionale, Francia meridionale, Italia, dal sud-est del Danubio fino alla Turchia europea) (BOUR, 1997). Le popolazioni italiane rap-

presentano il 5-24 % del totale della specie nell'intero areale (CALVARIO & SAROCCHI, 1997). Si riconoscono due sottospecie a livello genetico: *T. h. boettgeri* (MOJSISOVICS, 1889) diffusa nella parte orientale dell'areale, dai Balcani all'Italia nord-orientale; *T. h. hermanni* come forma occidentale presente anche nel resto dell'Italia continentale e nelle isole maggiori (PEREZ et al. 2014; BIELLO et al. 2018). L'unica zona di contatto tra le due sottospecie si trova nell'Italia nord-orientale, vicino alla foce del fiume Po, indicando così che gli areali di distribuzione non sono sovrapposti (PEREZ et al., 2014).

*T. hermanni* si presenta con un carapace di forma ovale discretamente bombato e liscio, il quale mostra diverse placche o scuti con una colorazione di base che vira dal giallo-bruno al giallo-verdastro con macchie di forma geometrica marrone scuro o nere, concentrate maggiormente ai margini esterni degli scuti. Il piastrone è di colore giallo con bande longitudinali nere, di intensità ed estensione caratteristiche delle sottospecie. Le dimensioni variano a seconda della sottospecie: di media gli adulti hanno un carapace di circa 15-20 cm. È presente dimorfismo sessuale in quanto le femmine sono generalmente più grandi del maschio e manifestano una coda più ridotta; uno scuto sopracaudale allineato al carapace (non curvo verso il basso come è nel maschio) e un astuccio corneo minore. Anche il piastrone evidenzia dimorfismo in quanto nei maschi adulti presenta una concavità che è assente, invece, in femmine e giovani individui (GALEOTTI *et al.* 2004).

*T. hermanni* presenta caratteri distintivi a livello di specie e sottospecie ha dimensioni minori, un carapace più bombato e leggermente allargato a livello della nona e decima placca marginale, con colorazione della livrea più brillante (da giallo pallido a giallo aranciato) e ornata con motivi geometrici piuttosto regolari. *T. h. hermanni* mostra anche la presenza di due macchie a fascia parallele che percorrono la lunghezza del piastrone senza estendersi agli scuti golari. Al contrario *T. h. boettgeri* si presenta di dimensioni maggiori, con carapace più appiattito e trapezoidale, molto più allargato a livello della nona e decima placca marginale e con colorazione meno contrastata, con macchie meno geometriche e con fasce sul piastrone decisamente più discontinue e sfumate. Un ulteriore carattere morfologico usato per la distinzione delle due sottospecie è il rapporto tra la lunghezza della sutura pectorale e quella della sutura femorale. In *T. h. boettgeri* il rapporto tende ad essere superiore ad 1 indicando una sutura pectorale maggiore della femorale; al contrario in *T. h. hermanni* il rapporto risulta inferiore ad 1. Tuttavia, questo carattere non è sempre preciso in quanto ci sono individui con rapporto molto vicino o uguale a 1 che, pertanto, impediscono il riconoscimento sub-specifico (MAZZOTTI *et al.*, 2007).

Le tartarughe di Hermann sono animali ectotermi: nelle prime ore della giornata prediligono una postazione al sole per innalzare la temperatura corporea e permettere le funzioni metaboliche. Con temperature atmosferiche superiori ai 27 °C diventano apatiche e cercano refrigerio scavando piccole buche nella vegetazione bassa o riparandosi in anfratti. Con la discesa delle temperature si ha la ripresa dell'attività.

*T. hermanni* occupa un range di habitat relativamente ampio che comprende dalle foreste termofile alle coste, da pascoli e prati fino alla macchia mediterranea. Occupa regioni a clima mediterraneo e meso-mediterraneo presenti nell'Europa meridionale; tuttavia, l'areale si presenta discontinuo e puntiforme, maggiormente nelle regioni del Mediterraneo occidentale (BOUR 1991; CHEYLAN 2001). Molte popolazioni italiane di *T. hermanni* sono state osservate in dune costiere cespugliate e in spazi aperti come prati e pascoli, giuncheti, garighe e radure cespugliate; in genere questi animali evitano le zone acquitrinose, le foreste dense, le coltivazioni intensive e gli habitat ad altitudini troppo elevate (CORTI *et al.* 2011).

## AREALE DI STUDIO

Lo studio si è svolto nella Riserva Naturale Orientata Dune Fossili di Massenzatica che si estende per circa 53 ettari (ha) nel comune di Mesola e parzialmente in quello di Codigoro, nel ferrarese.

Le Dune Fossili di Massenzatica raggiungono un massimo di 8 metri s.l.m. e si presentano con un profilo dolcemente ondulato, rivestito di vegetazione compatta e bassa. Il paesaggio si alterna tra praterie e avvallamenti occupati da arbusteti e lembi di bosco che preservano la posizione di queste dune sabbiose dall'erosione del vento. Le Dune Fossili di Massenzatica restano tutt'ora importante testimonianza non solo del profilo litoraneo antico, ma anche della vegetazione e della fauna endemici della zona. La Riserva Naturale Orientata Dune Fossili di Massenzatica è tale dal 1996 ed è attualmente inserita in Rete Natura 2000 come zona speciale di conservazione/protezione (ZSC/ZPS).

La Riserva è collocata nel punto di incontro delle due sottospecie di *T. hermanni* e di conseguenza un punto strategico per caratterizzare la popolazione e la presenza di eventuali ibridazioni.

## MATERIALI E METODI

Le testuggini sono state ricercate nelle ore di maggiore attività. Nello specifico le giornate di campionamento sono state: tra fine aprile e metà giugno 2019; fine luglio/inizio agosto 2019 e settembre/ottobre 2019; l'anno successivo i campionamenti sono stati svolti tra giugno e luglio e da inizio agosto a inizio settembre; mentre per il 2021 sono stati eseguiti campionamenti esclusivamente da metà maggio a inizio luglio; i campionamenti successivi, nonché i più recenti, sono da aprile a giugno 2022.

All'inizio di ogni battuta di campionamento sono stati raccolti i parametri di riferimento, quali la temperatura dell'aria e del suolo, che permettono il confronto con la temperatura dell'animale in quanto eterotermo.

Tutte le testuggini sono state catturate manualmente, misurate, sessate e fotografate in modo da evidenziare e documentare le caratteristiche individuali per permettere l'identificazione a livello di sottospecie e quindi quantificare la presenza di individui alloctoni giunti per opera di attività umane.

Per uno studio maggiormente indirizzato alla caratterizzazione clinica della popolazione sono stati eseguiti anche tamponi orali e cloacali e prelievi di sangue e materiale fiscale.

Le misurazioni morfometriche sono state effettuate con i seguenti strumenti: 1) bilancia digitale, per la pesatura degli individui; 2) termometro per il suolo e termometro cloacale per analizzare, rispettivamente, la temperatura del suolo nel punto di ritrovamento e la temperatura dell'animale stesso allo scopo di confrontarli per dare un'idea delle tempistiche dell'attività della testuggine; 3) calibro digitale, per misurare le lunghezze identificative: lunghezza lineare totale del carapace (LTC), larghezza del carapace (LC), altezza dello scudo (AS), lunghezza massima del piastrone (LMP), lunghezza minima del piastrone (LXP), larghezza del piastrone (LP), sutura femorale (SF)

e pettorale (SP).

Ogni animale è stato marcato con due diverse metodologie per permetterne il riconoscimento: (i) tramite utilizzo di un seghetto per praticare tacche sugli scudi marginali in relazione al numero assegnato all'animale; (ii) tramite impianto di microchip per marcatura individuale (BioForLife nanochip). Per la prima metodica si segue uno schema standardizzato per la marcatura: partendo dal capo dell'animale si definiscono a destra le unità e a sinistra le decine, mentre nella parte posteriore si assegnano le centinaia; così si possono marcare oltre 1400 animali in modo semplice e permanente. Il numero identificativo dell'animale, risulta, quindi, dalla combinazione delle tacche sui diversi scuti. Alcuni individui possono presentare 12 scudi marginali rendendo più difficile la lettura della marcatura, ma in questo caso il decimo non viene mai segnato in quanto considerato quello soprannumerario. Questa caratteristica viene comunque annotata durante le fasi di misurazione dell'animale, così come anche la presenza di altri segni evidenti e distintivi del carapace.

La seconda metodica prevede l'impianto del microchip per la marcatura individuale (BioForLife nanochip) nel muscolo pettorale, viene poi registrato e reso riconoscibile con apposito strumento di lettura elettronico (RFID RT100 RealTrace).

Tutti i dati ottenuti e le informazioni relative ai singoli animali sono stati inseriti in una banca dati in formato Excel per permettere l'elaborazione dei dati e l'aggiornamento degli stessi ad ogni battuta di cattura.

Per lo studio della struttura e dell'abbondanza della popolazione selvatica di *T. hermanni* è stato utilizzato il metodo di Cattura-Marcatura-Ricattura (CMR) che prevede, appunto, la cattura degli esemplari, la loro marcatura e successiva liberazione nel sito di ritrovamento per poi, in successive battute, analizzare quanti degli animali precedentemente marcati vengono ricatturati. In questo modo si può stimare la densità della popolazione applicando il modello Lincoln-Petersen (POLLOCK *et al.*, 1990). L'area coperta dal censimento è prevalentemente costituita da radure di vegetazione medio-bassa caratterizzate

rilievi minimi: in queste è presumibile vi sia alta concentrazione di individui, specialmente durante il periodo di attività. Con questo calcolo viene individuata la dimensione della popolazione (N) utilizzando il numero di animali catturati in una prima battuta (n1), il numero di individui catturati alla battuta successiva (n2) e il numero di animali presenti in n2 che sono stati marcati durante la prima battuta (m2).

$$N = \left[ \frac{(n1 + 1)(n2 + 1)}{m2 + 1} \right] - 1$$

Si assume che: i) gli animali sono ugualmente predisposti alla cattura in tutti i campionamenti; ii) le marcature non possono essere perse o confuse; iii) tutti gli individui sono stati rilasciati immediatamente dopo loro cattura e campionamento.

La superficie resa disponibile per il censimento all'interno della riserva è stata di circa 10 ha.

## RISULTATI

In un totale di 38 battute di campionamento dal 17/04/2019 al 16/06/2022 sono state campionate 125 testuggini per una media di 4,03 catture per battuta. 20 testuggini sono state ricatturate almeno una volta per un totale di 28 ricatture così suddivise: 13 testuggini già marcate sono state ricatturate una volta, 6 due volte e 1 è stata ricatturata tre volte.

Tutte le testuggini sono state suddivise per: a) Sesso: 63 femmine, F; 52 maschi, M; 10 a sesso indeterminato, U (*unknown*) e B) Età: 8 *juveniles*, J - ancora incapaci di riprodursi e con LTC inferiore a 10 cm; 9 *subadults*, SA - tra i 5 e 7 anni di età all'incirca, accomunate da LTC > 10 cm; 108 *adults*, A - oltre i 7 anni di età.

I valori misurati in tutti gli animali sono presentati in Tabella 1a e Tabella 1b.

Sex	Età	T°C Cloaca	T°C Suolo	Peso g	LTC mm	LC mm	LMP mm	LP mm	SF mm	SP mm
F	2-5	25,6	34,4	119,0	80,1	66,2	72,1	56,8	2,7	5,6
sd*	± 0,0	± 0,0	± 0,0	± 0,0	± 0,0	± 0,0	± 0,0	± 0,0	± 0,0	
F	5-7	5,8	3,5	160,3	21,0	14,6	19,4	13,0	1,6	1,7
sd	±29,4	±24,2	±264,8	±94,5	±77,3	±86,0	±68,6	±5,6	±7,9	
F	>7	29,2	21,8	1026,2	168,5	124,2	152,6	111,7	10,3	12,5
sd	±4,4	±3,8	±319,3	±27,4	±15,1	±22,8	±14,7	±2,5	±2,3	

Tabella 1a – Valori medi e rispettive deviazioni standard (sd) per le diverse categorie; relativi a femmine J (2-5 anni, \*presente un solo esemplare), SA (5-7 anni) e A (>7 anni).

Sex	Età	T°C Cloaca	T°C Suolo	Peso g	LTC mm	LC mm	LMP mm	LP mm	SF mm	SP mm
M	5	32,9	18,6	188,8	96,9	77,8	87,1	69,8	5,8	8,9
sd	±0,1	±0,6	±2,5	±1,4	±0,6	±3,9	±1,4	±0,7	±0,5	
M	5-6	33,9	20,6	295,3	108,4	89,3	98,3	81,4	6,3	9,0
sd*	±0,0	±0,0	±5,3	±0,7	±0,3	±1,4	±0,0	±1,0	±0,8	
M	>7	30,6	21,5	608,4	142,5	108,5	120,2	97,7	9,4	7,7
sd	±3,9	±5,1	±175,9	±16,1	±10,6	±13,1	±11,6	±2,3	±1,9	

Tabella 1.b – Valori medi e rispettive deviazioni standard per le diverse categorie; relativi a maschi J (5 anni), SA (5-6 anni; \*T° disponibili per un solo esemplare) e A (>7 anni).

Temperatura cloacale media (TC), Peso medio (W) ; Lunghezza lineare totale del carapace (LTC) media ; Larghezza del carapace (LC) media; Lunghezza massima del piastrone (LMP) media ; Larghezza del piastrone (LP) media ;Lunghezza della sutura femorale (SF) media ; Lunghezza della pectorale (SP) media.

I valori misurati hanno confermato dimorfismo sessuale per *T. hermanni*; i maschi adulti campionati hanno una lunghezza lineare totale del carapace (LTC) media di  $144,23 \pm 16,76$  mm e un peso medio di  $640,13 \pm 204,83$  g; le femmine adulte hanno invece LTC media di  $158,87 \pm 36,14$  mm e peso medio di  $1026,92 \pm 328,71$  g.

Grazie a questi dati è stato possibile stabilire una relazione tra LTC e peso per evidenziare ulteriormente il dimorfismo tra i sessi in questi esemplari, in cui la femmina risulta visibilmente di dimensioni maggiori. Le relazioni sono, quindi, espresse dalle seguenti equazioni esponenziali: nei maschi  $y = y =$

$45,053e^{0,0179x}$  con coefficiente di correlazione significativo ( $r = 0,95$ ); mentre nelle femmine  $y = 51,92e^{0,0171x}$  con coefficiente di correlazione significativo ( $r = 0,97$ ) (Figura 1).

L'accrescimento corporeo delle testuggini è risultato caratterizzato da un considerevole incremento di lunghezza lineare del carapace (LLC) fino ai 5 anni (osservato solo nelle femmine in quanto per i maschi sono stati catturate testuggini solo da 5 anni in su). All'età di 9 anni LLC si egualia tra i sessi, ma dopo i 12 l'accrescimento che nelle femmine risulta maggiore rispetto ai maschi, le porta alle caratteristiche di dimorfismo evidenziate in precedenza (Figura 2).

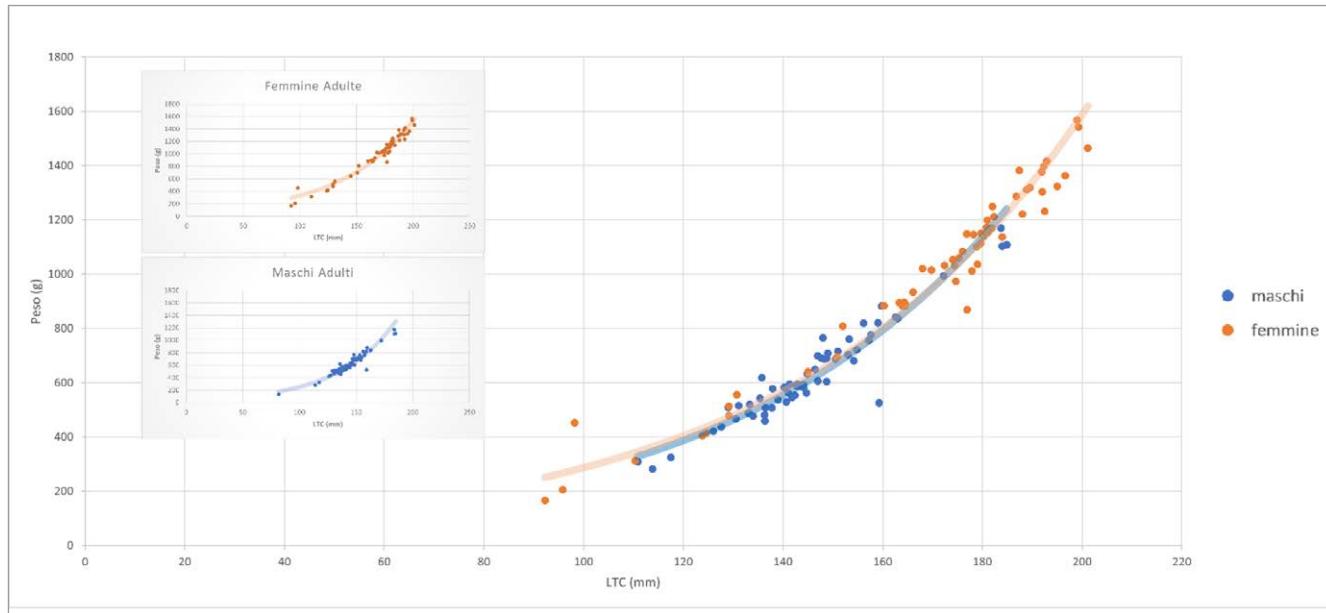


Fig. 1. Accrescimento negli adulti - grafici di relazione tra LTC (mm) e peso (g) che evidenziano il dimorfismo sessuale in maschi e femmine adulti di *T. hermanni*. A sinistra riportati i due grafici separati per sesso.

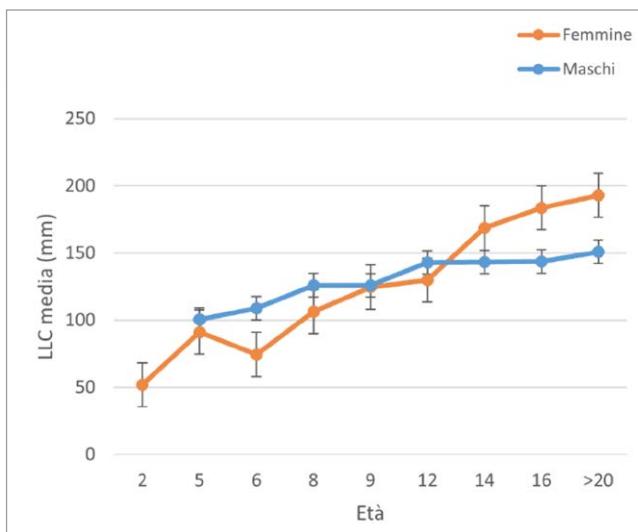


Fig. 2. Accrescimento corporeo distinto tra maschi e femmine di *T. hermanni* della Riserva Naturale Dune Fossili di Massenzatica in relazione all'età.

Negli esemplari adulti sono state misurate le lunghezze delle suture delle placche pettorali (SP) e femorali (SF) del piastrone in quanto parametri morfometrici che vengono indicati tra i caratteri diagnostici per la distinzione tra popolazioni di testuggini di Hermann occidentali (*T. h. hermanni*) e orientali (*T. h. boettgeri*). Analoghe misurazioni sono state effettuate anche su campioni della vicina riserva del Bosco della Mesola, ma anche del Lazio e della Grecia come confronto (dati raccolti da: MAZZOTTI *et al.*, 2007) (Tabella 2).

Per quanto riguarda lo studio di struttura e abbondanza di popolazione, dalle analisi numeriche ( $N_F=63$ ;  $N_M=52$ ) risulta un rapporto tra i sessi (*sex ratio*) leggermente sbilanciato a favore delle femmine ( $M/F = 0,83$ ).

Il metodo Cattura-marcatura-Ricattura (CMR) è stato applicato come descritto nei metodi, rispettando le dovute assunzioni, su date individuate come più rappresentative e adeguate all'applicazione della formula (Tabella 3).

Data 1° campionamento	n1	Data 2° campionamento	n2	m2	N
12/06/2020	18	23/06/2020	7	2	50
16/07/2020	6	17/07/2020	18	2	43
11/05/2021	6	22/05/2021	2	1	10
12/05/2022	10	22/05/2022	5	2	21
22/05/2022	5	16/06/2022	11	1	35

Tabella 3 – Date di campionamenti consecutivi con relativo numero di individui catturati, marcati e ricatturati per la stima della popolazione nell'areale di campionamento (N). n1, individui catturati in prima battuta; n2, individui catturati in seconda battuta; m2, individui catturati nella seconda battuta, ma marcati durante la prima.

Si identifica un valore N medio di 31,8 individui, quindi, una densità media di circa 3 animali per ha (considerando censiti 10 ha di territorio).

	<i>n</i>	SP	<i>sd</i>	SF	<i>sd</i>	SP/SF
Dune Massenzatica F	59	12,29	<b>± 2,45</b>	10,37	<b>± 2,59</b>	1,1853
Dune Massenzatica M	59	7,82	<b>± 2,20</b>	9,61	<b>± 2,40</b>	0,8135
<b>tot</b>	<b>118</b>	<b>10,07</b>	<b>± 3,23</b>	<b>9,99</b>	<b>± 2,51</b>	<b>1,0083</b>
Bosco Mesola F	14	12,52	<b>± 1,78</b>	11,81	<b>± 3,01</b>	1,0601
Bosco Mesola M	25	9,67	<b>± 1,75</b>	10,87	<b>± 2,29</b>	0,8896
<b>tot</b>	<b>39</b>	<b>10,69</b>	<b>± 2,22</b>	<b>11,21</b>	<b>± 2,57</b>	<b>0,9536</b>
Lazio F	10	9,07	<b>± 1,74</b>	13,05	<b>± 2,26</b>	0,6950
Lazio M	10	6,01	<b>± 1,09</b>	11,97	<b>± 2,37</b>	0,5020
<b>tot</b>	<b>20</b>	<b>7,54</b>	<b>± 2,11</b>	<b>12,51</b>	<b>± 2,32</b>	<b>0,6027</b>
Grecia F	22	13,83	<b>± 2,34</b>	9,47	<b>± 2,81</b>	1,4604
Grecia M	31	10,80	<b>± 2,18</b>	10,01	<b>± 2,35</b>	1,0789
<b>tot</b>	<b>53</b>	<b>12,06</b>	<b>± 2,69</b>	<b>9,79</b>	<b>± 2,54</b>	<b>1,2318</b>

Tabella 2. Valori medi di SP, SF, relative deviazioni standard (sd) e rapporto SP/SF degli animali adulti campionati presso le Dune di Massenzatica, Bosco Mesola, Lazio e Grecia; suddivisi per M, maschi e F, femmine.

## DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Le analisi del rapporto tra sutura pettorale e femorale non forniscono precise indicazioni sulla collocazione degli esemplari della Riserva delle Dune Fossili di Massenzatica (SP/SF = 1,0083) rispetto alle popolazioni occidentali o orientali delle testuggini di Hermann; tuttavia, possiamo evidenziare la vicinanza con la riserva di Bosco Mesola (SP/SF = 0,9536). Entrambe risultano comunque con caratteri morfometrici intermedi tra le altre due popolazioni di confronto del Lazio (SP/SF = 0,6027 quindi appartenente a *T. h. hermanni*) e della Grecia (SP/SF = 1,2318 quindi appartenente a *T. h. boettgeri*). Le analisi genetiche svolte fino ad ora hanno comunque reso possibile attribuire le testuggini della Riserva delle Dune Fossili di Massenzatica al sottotipo orientale *T. h. boettgeri* e, per almeno il 78% della popolazione, al cluster genetico che caratterizza le popolazioni del Nord-Est dell'Italia (come quella di Bosco della Mesola) e della Croazia (cluster MEC) (BIELLO *et al.*, 2021). L'ecologia è risultata conforme con le attese sia da bibliografia (CHEYLAN, 1981; KUCHLING *et al.*, 1981) che da precedenti studi svolti nella vicina riserva di Bosco della Mesola (MAZZOTTI *et al.*, 2007) in cui risiede una popolazione di *T. h. boettgeri* appartenente anch'essa al cluster MEC.

Per quanto riguarda l'abbondanza della popolazione, invece, è notevole la differenza in relazione ai risultati ottenuti dallo studio di *T. hermanni* nella riserva di Bosco Mesola: in questa vi è una densità media di 12 esemplari per ettaro, che si contrappone, infatti, ai 3 esemplari per ettaro riscontrati nelle Dune Fossili di Massenzatica. Questa differenza non corrisponde però a quella ipotizzata durante i campionamenti, in cui la scarsità di ricatture e la facilità di individuazione degli animali ha fatto pensare ad un'abbondanza di popolazione simile tra le due riserve. Risulta, quindi, che gli individui ad oggi campionati non sono sufficienti per una stima adeguata e veritiera, con importanti ripercussioni sulla validità del calcolo effettuato.

Gli studi saranno, quindi, volti ad implementare la banca dati degli individui e, quindi, all'aumento del numero di animali campionati per migliorare la stima di popolazione e le sue caratteristiche. In questo contesto verrà implementato il database genetico e in parallelo si sta creando un database clinico per riuscire a caratterizzare con completezza la popolazione delle Dune Fossili di Massenzatica.

Per questo scopo potrebbe risultare utile analizzare le differenze tra le riserve di Bosco Mesola e delle Dune Fossili di Massenzatica relativamente anche a distribuzione e tipologia di flora e agli effetti che la differenza di dimensioni può avere sulla grandezza della popolazione residente, della sua distribuzione e anche del suo stato di salute. Rilevante sarebbe anche lo studio di possibili predatori e minacce sul territorio e, quindi, dell'indice di sopravvivenza e stima di vita media delle testuggini.

## BIBLIOGRAFIA

- BIELLO R., ZAMPIGLIA M., FUSELLI S., FABBRI G., BISCONTI R., CHIOCCHIO A., MAZZOTTI S., TRUCCHI E., CANESTRELLI D. & BERTORELLE G., 2022 - From STRs to SNPs via ddRAD-seq: Geographic assignment of confiscated tortoises at reduced costs. *Evolutionary Applications*, 15: 1344–1359.
- BOUR R., 1995 - Une nouvelle espèce de tortue terrestre dans le Péloponnèse (Grèce). *Dumerilia*, 2: 23-54.
- CALVARIO E. & SAROCCHI S., 1997 - Lista rossa dei vertebrati italiani: materiali per una definizione ragionata delle specie a priorità di conservazione. WWF Italia, Settore Diversità Biologica; Serie Ecosistema Italia, Roma, 103 pp.
- CHEYLAN M., 2001 - *Testudo hermanni* Gmelin, 1789. In: Bohme W. (ed.), *Handbook der Reptilien und Amphibien Europas*. Schildkröte, AULA-Verlag, Wiebelsheim, 3: 179–289.
- CHEYLAN 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.
- GALEOTTI P., SACCHI R., PELLITTERI ROSA D., FASOLA M., 2005 - Female preference for fast-rate, high-pitched calls in Hermann's tortoises *Testudo hermanni*. *Behavioral Ecology*, 16(1): 301–308.
- KUCHLING G., SKOLEK-WINNISCH R., BAMBERG E., 1981 - Histochemical and biochemical investigation on the annual cycle of testis, epididymis, and plasma testosterone of the tortoise, *Testudo hermanni hermanni*. *Gmelin. Gen. Comp. Endocrinol.*, 44: 194–201.
- MAZZOTTI S., BERTOLUCCI C., FASOLA M., LISI I., PISAPIA A., GENNARI R., MANTOVANI S., VALLINI C., 2007 - La popolazione di testuggine di Hermann (*Testudo hermanni*) del Bosco della Mesola. *Quaderni Stazione di Ecologia del civico Museo di Storia naturale di Ferrara*, 17: 91-104.
- MOJSISOVICS A.V., 1886-1889 - Zoogeographische Notizen über Süd-Ungarn aus den Jahren. Zugleichein III. *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark*, 25: 33-250.
- PEREZ M., LIVOREIL B., MANTOVANI S., BOISSEIER M-C., CRESTANELLO B., ABDELKRIM J., BONILLO C., GOUTNER V., LAMBOURDIÈRE J., PIERPAOLI M., STERIJOVSKI B., TOMOVIC L., VILAÇA S.T., MAZZOTTI S., & BERTORELLE G., 2014 - Genetic variation and population structure in the endangered Hermann's tortoise: the roles of geography and human-mediated processes. *J. Hered.*, 105: 70–81.
- POLLOCK K.H., 1991 - Modeling Capture, Recapture, and Removal Statistics for Estimation of Demographic Parameters for Fish and Wildlife Populations: Past, Present, and Future. *Journal of the American Statistical Association*, 86(413): 225–238.