

Confronto cranio metrico di esemplari di *Tursiops truncatus* (Cetacea, Delphinidae) dell'Adriatico centro-settentrionale e del Tirreno settentrionale

VALERIO MANFRINI

Centro Studi Cetacei Onlus - Via M. Mantini 15 - Pescara - E-mail: centrostudicetacei@libero.it

Zoomarine Italia - Via Casablanca 61 - Torvaianica - Pomezia (Roma) - E-mail: vmanfrini@zoomarine.it

DAVIDE BELLOTTI

Antea s.r.l. - Corso Mazzini 136 - Comacchio (FE) - E-mail: davide.bellotti@unife.it

DINO SCARAVELLI

Dip. Scienze Mediche Veterinarie, Università di Bologna - Via Tolara di sopra 50 - Ozzano Emilia (BO) - E-mail: dino.scaravelli@unibo.it

RIASSUNTO

Il presente studio è stato avviato per determinare le caratteristiche cranio metriche dei popolamenti di *Tursiops truncatus* dell'Adriatico centro-settentrionale e del Tirreno settentrionale. Grazie alla collaborazione del Comando del Corpo Forestale dello Stato Stazione di Bosco Mesola (Ferrara), del Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara e della Fondazione Cetacea Onlus di Riccione (Rimini) sono state raccolte le misure di crani appartenenti a esemplari adriatici mentre la collaborazione del Museo Civico di Storia Naturale "G. Doria" di Genova, del Museo di Storia Naturale "La Specola" di Firenze e del Museo di Storia Naturale dell'Accademia dei Fisiocritici di Siena ha consentito di raccogliere le misure di crani appartenenti a esemplari tirrenici.

Il campione era composto di 34 crani (equamente suddivisi) appartenuti a esemplari spiaggiati e recuperati nell'ambito delle attività del Centro Studi Cetacei Onlus – Associazione italiana per lo studio dei mammiferi e dei rettili marini.

Nello specifico gli esemplari erano tutti adulti la cui lunghezza condilobasale era compresa tra 500 e 580 mm. Su ogni cranio le variabili, misurate o descritte quando disponibili, erano 39 per un totale di oltre 1.300 dati.

Gli obiettivi del presente lavoro erano: evidenziare, attraverso lo studio delle 39 variabili, eventuali differenze tra tursiopi dell'Adriatico centro-settentrionale e del Tirreno settentrionale differenziati per sesso e areale, ed evidenziare tra le variabili eventuali componenti principali.

L'analisi statistica ha considerato, per il calcolo dei parametri della statistica descrittiva, le misure dirette poi si è proceduto a normalizzare il *dataset* con la lunghezza condilobasale. Mediante l'analisi bivariata si è ricercata la correlazione lineare tra alcune variabili e la lunghezza condilobasale così come una prima analisi delle componenti principali è stata utilizzata per ulteriori verifiche.

Un importante risultato conseguito è stato quello di raccogliere, in modo sistematico, un campione iniziale sufficientemente consistente. Inoltre le medie e le variabilità del campione rientrano negli intervalli riportati in letteratura in ambito mediterraneo. Non sono emerse differenze significative tra le variabili utilizzate e il sesso se non per la larghezza del rostro a 60 mm dalla base.

Se si considera la differente provenienza, invece, sono 11 le variabili significativamente diverse in particolare quelle riferite alla larghezza per il contesto adriatico.

Le altre metodologie utilizzate sottolineano come l'aspetto predominante dell'insieme dei dati sia la larghezza e una tendenziale differenza tra l'Adriatico centro-settentrionale e il Tirreno settentrionale, per quanto riguarda la grandezza complessiva dell'animale, che risulta essere maggiore nella popolazione adriatica.

Parole chiave: biometrie, cranio, tursiope, Adriatico, Tirreno.

ABSTRACT

Skull measurements comparison of *Tursiops truncatus* specimens (Cetacea, Delphinidae) from the northern-central Adriatic sea and northern Tyrrhenian sea.

For this study the authors examined data of skull measurements coming from 34 bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) found beached (equally divided) along the section of coast in between Chioggia (Venice) and Fano (Pesaro) for the northern-central Adriatic Sea and along the section of coast in between Alassio (Genoa) and Orbetello (Grosseto) for northern Tyrrhenian Sea.

The skulls belonged to adult specimens stranded or beached and collected on behalf of the Centro Studi Cetacei Onlus – non-profit Italian association for the study of marine mammals and reptiles.

The condylobasal length of the skulls was between 500 and 580 mm. On each skull the variables, measured or described when available, were 39 for a total of over 1.300 data. The collection of these data has been possible thanks to the cooperation with the: Corpo Forestale Stato (National Forest Service) Station of Bosco Mesola (Ferrara), City Museum of Natural History of Ferrara, Riccione's Fondazione Cetacea non-profit (Rimini), City Museum of Natural History "G. Doria" of Genoa, Museum of Natural History "La Specola" of Florence and the Museum of Natural History of Fisiocritici Academy of Siena.

The aims of this study were: put in evidence, through the analysis of the variables, the differences between Adriatic bottlenose dolphins and Tyrrhenian ones differentiated by sexual dimorphism and by geographic distribution, highlight any principal components between the variables.

All the data have been statistically tested before through analysis of the variance related to sexual dimorphism and to the geographic distribution then using the bivariate analysis to look for the linear correlation between variables and the condylobasal length. Furthermore the principal component analysis was used for further verification.

An important result was to collect, in a systematic way, a sufficiently large initial sample. The measured intervals are in accordance with the published literature referred to the Mediterranean Sea.

Concerning the existence of dimorphic characters in the skull, the study revealed no significant differences in any examined individuals except for the width of the rostrum at 60 mm from the base. If you consider the different geographic distribution, are 11 the variables significantly different in particular those related to the width, for the Adriatic Sea.

The other methods used underline two aspects: the predominant component of the *dataset* is the width, and the Adriatic dolphins seem bigger than Tyrrhenian ones (it is a trend).

Key words: biometry, skull, bottlenose dolphin, Adriatic Sea, Tyrrhenian Sea.

INTRODUZIONE

L'importanza degli studi craniometrici e della morfometria in generale è dimostrata dall'elevato numero di lavori scientifici pubblicati negli ultimi anni anche se in minor quantità per il bacino del Mediterraneo. La raccolta di dati di tipo craniometrico inoltre è il primo approccio per studiare le collezioni museali storiche e recenti.

Il cranio dei cetacei è allungato anteriormente e compresso posteriormente a causa di un profondo rimodellamento del "tipico" cranio dei mammiferi (MILLER, 1923). Tale rimodellamento, che ha nascosto alcune ossa, variato le dimensioni di altre e prende il nome di telescopica, è la condizione per cui lo splancocranio subisce un processo di allungamento mentre il neurocranio si accorcia: mascellari, premaxillari e vomere sono molto allungati mentre la scatola cranica è breve e sviluppata prevalentemente in larghezza e in altezza (Fig. 1). La telescopica si attua durante lo sviluppo post-embriionale ed è interpretabile come una risposta adattativa alla vita acquatica.

Su ogni emiarcata sono presenti 18-26 denti tutti uguali (omodontia) (Fig. 2) forti, conici, di dimensioni ridotte e leggermente ricurvi all'indietro; questo tipo di dentizione non è adatta alla masticazione della preda che, infatti, viene afferrata e inghiottita intera (CAGNOLARO, 1992). La lunghezza condilobasale (lunghezza totale del cranio) negli adulti è compresa tra 500 e 580 mm (massimo), la sinfisi mandibolare è corta.

La ricerca d'indicatori di dimorfismo sessuale e di differenze tra popolazioni di areali diversi basata sullo studio dello scheletro e/o dei crani di *Tursiops truncatus*, ha stimolato una serie di studi su questa specie (HERSH *et al.*, 1990; SCARAVELLI *et al.*, 1997; BONSIGNORI & TRUCCHI, 2001; AFFRONTI & SCARAVELLI, 2001).

Il metodo dello studio craniometrico dei primi due lavori e l'ipo-

tesi della possibile esistenza di due popolazioni diverse nell'Adriatico centro-settentrionale e nel Tirreno settentrionale sollevati dagli ultimi due lavori, hanno dato l'*input* al presente studio.

MATERIALI E METODI

Nel presente studio sono stati misurati i crani appartenuti a esemplari di tursiope *Tursiops truncatus* (MONTAGU, 1821) spiaggiati lungo il tratto di costa compreso tra Chioggia (VE) e Fano (PS) per l'Adriatico centro-settentrionale e lungo il tratto compreso tra Alassio (SV) e Orbetello (GR) per il Tirreno settentrionale (entrambi i tratti si estendono per circa 300 km). I crani sono ospitati nelle strutture elencate in tabella 1.

In accordo con la letteratura (HERSH *et al.*, 1990) su ciascun cranio sono state considerate le 39 variabili elencate in Tab. 2 e, di queste, 35 sono visualizzate in figura 3.

A seconda della porzione ossea da misurare sono stati utilizzati due calibri a corsoio: uno di 600 mm preciso a 1/50 di mm e l'altro di 20 mm preciso a 1/10 di mm.

L'analisi statistica è stata organizzata in tre *step*. Nel primo *step* sono state utilizzate, senza nessun tipo di standardizzazione, le misure dirette per calcolare i parametri della statistica descrittiva (N., valore min. e max., media e deviazione standard) per avere un inquadramento di più facile e veloce consultazione dei dati a disposizione.

Si è poi proceduto alla verifica dell'utilizzo della lunghezza totale dell'animale (LT) come fattore normalizzante. La variabile LT, però, non è attendibile poiché non sempre è possibile misurarla in modo preciso. Ciò è dovuto a diverse cause: avanzato stato di decomposizione, la coda e/o il peduncolo caudale possono essere asportati da predatori acquatici o terrestri (es.

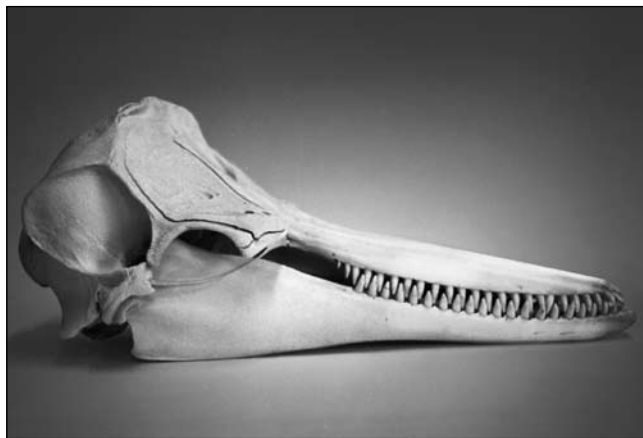


Fig. 1. Cranio di tursiope. Manfrini V.



Fig. 2. Dentatura omodonte di tursiope. Manfrini V.

Adriatico centro-settentrionale	N.	Tirreno settentrionale	N.
Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara	1	Museo Civico di Storia Naturale "G. Doria" di Genova	8
Fondazione Cetacea Onlus (Rimini)	16	Museo di Storia Naturale "La Specola" di Firenze	3
		Accademia dei Fisiocritici di Siena	6
Totale crani	17		17

Tab. 1. Provenienza e numero dei crani studiati.

1	LUNGHEZZA condilobasale
2	LUNGHEZZA rostro
3	LARGHEZZA rostro alla base
4	LARGHEZZA rostro a 60 mm dalla base
5	LARGHEZZA rostro a metà della lunghezza
6	LARGHEZZA rostro a 1/4 della lunghezza
7	LARGHEZZA premascellari a metà lunghezza rostro
8	DISTANZA aperture nasali-estremità rostro
9	DISTANZA apertura pterigoidei-estremità rostro
10	LARGHEZZA cranio al processo pre-orbitale
11	LARGHEZZA cranio al processo post-orbitale
12	LARGHEZZA cranio a 1/2 orbita
13	LARGHEZZA narici esterne
14	LARGHEZZA zigomatica
15	LARGHEZZA ai parietali
16	LARGHEZZA massima premascellari
17	LARGH. scatola cranica alle fosse temporali
18	LUNGH. fila dentaria emiarcata mascellare dx
19	LUNGH. fila dentaria emiarcata mascellare sx
20	LUNGH. fila dentaria emiarcata mandibolare dx
21	LUNGH. fila dentaria emiarcata mandibolare sx
22	LUNGHEZZA mandibola dx
23	ALTEZZA mandibola dx
24	LUNGHEZZA sinfisi dx
25	LUNGHEZZA fossa mandibolare dx
26	LUNGHEZZA fossa temporale sx
27	LARGHEZZA fossa temporale dx
28	LARGHEZZA narici interne
29	LUNGHEZZA sutura palatina
30	LUNGHEZZA osso pterigoideo
31	ALTEZZA cranio
32	LARGHEZZA condili occipitali
33	LUNGHEZZA fossa oculare sx
34	LUNGHEZZA processo preorbitale del lacrimale sx
35	AMPIEZZA foramen magnum
36	N. DENTI emiarcata mascellare sx
37	N. DENTI emiarcata mascellare dx
38	N. DENTI emiarcata mandibolare sx
39	N. DENTI emiarcata mandibolare dx

Tab. 2. Le 39 variabili prese in esame. Nel presente studio, variabile e misura sono usati come sinonimi.

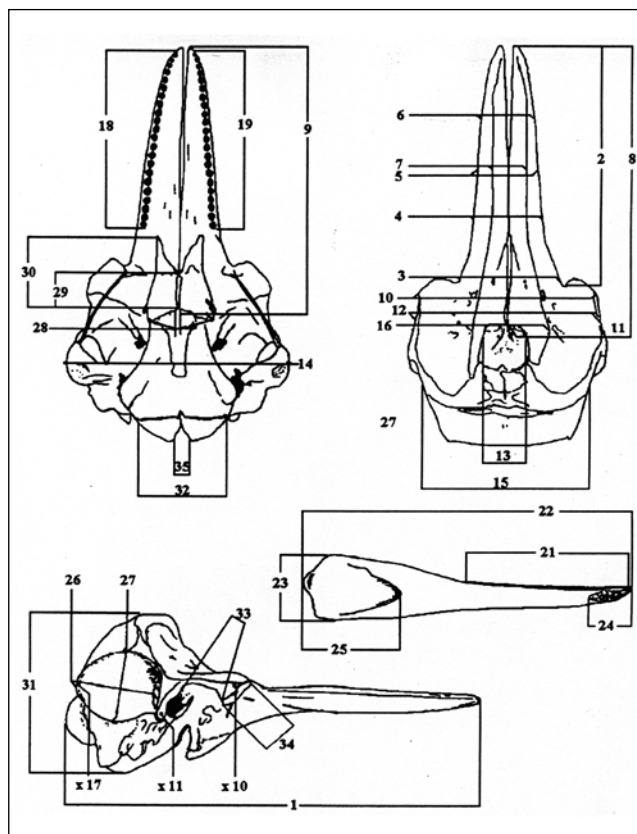


Fig. 3. Schema delle 35 variabili misurabili. Le variabili 36-39 si riferiscono al n. dei denti.

cani randagi, ratti) se la carcassa, prima di essere recuperata, staziona diverse ore sulla costa in zone poco frequentate infine l'estremità del rostro può essere assente o spezzata a causa di un trauma (es. frattura) o di un'asportazione.

Appurata la non attendibilità di LT, ove si è resa necessaria, la standardizzazione dei dati è stata fatta dividendo le singole deviazioni dalla media per la deviazione standard secondo il noto rapporto: $(x_i - m) / s$.

Nel secondo step i dati sono stati studiati attraverso metodi dell'analisi bivariata ricercando l'eventuale correlazione lineare tra alcune variabili e la lunghezza condilobasale (1) e incrociando, tra loro, le variabili di lunghezza, di larghezza e di altezza. L'importanza della variabile 1 è dettata dal fatto che è una misura craniometrica attendibile perciò rappresenta un dato basilare per questo tipo di studio inoltre (1) acquista un'importanza ancora maggiore in considerazione della non attendibilità di LT.

L'analisi bivariata ha permesso di evidenziare eventuali dipendenze tra le variabili per poter ricondurre (1) a una dipendenza con un numero ridotto di variabili rispetto alle 38 iniziali e per meglio evidenziare alcune relazioni comuni tra i tursiopi dei due areali.

Il passaggio successivo è stato confrontare le variabili, mediante un t-test, tenendo presente la distinzione dei sessi e degli areali d'appartenenza degli individui.

Nel terzo e ultimo *step* ci si è avvalsi dell'analisi multivariata, in particolare dell'analisi fattoriale delle componenti principali, per evidenziare le dimensioni fondamentali del nostro insieme di dati.

Analisi univariata

Il primo passo per studiare tutte le misure in nostro possesso è stato calcolare i parametri principali dell'analisi univariata (media e deviazione standard) per ciascuna delle 39 variabili.

Quest'analisi preliminare, che ha anche lo scopo di dare una descrizione sintetica e di veloce consultazione dell'insieme dei dati raccolti, è stata svolta prima su tutti gli individui dell'Adriatico centro-settentrionale e del Tirreno settentrionale, senza distinzione di sesso, poi separando i maschi dalle femmine di entrambi gli areali.

Analisi bivariata

Grazie a questo strumento d'analisi è stato possibile verificare l'eventuale correlazione, di tipo lineare, tra alcune variabili.

Correlazione tra variabili di lunghezza e (1)

Le seguenti variabili di lunghezza: 2, 8, 9, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 29, 30 e 34 sono state messe in correlazione con la lunghezza condilobasale (1). Non tutte le variabili, però, sono

state effettivamente prese in considerazione. Alcune sono state escluse sulla base di considerazioni descritte di seguito.

Le misure 9, 29 e 30 non sono precise poiché le parti ossee corrispondenti, in diversi crani, sono rotte o assenti; le misure 18 e 19, sia per i crani adriatici che per quelli tirrenici, presentano un coefficiente di determinazione r^2 elevato perciò si è considerata solo una variabile 18.

Per quanto riguarda le misure mandibolari (20, 22, 24 e 25) sono state prese in considerazione 20 e 22. Per quanto riguarda le misure 24 e 25 poiché si riferiscono a porzioni ossee facenti parte della 22, una misura più precisa e attendibile, sono state omesse dal calcolo.

I rapporti, quindi, effettivamente presi in considerazione per entrambi gli areali sono stati: 2/1, 8/1, 18/1, 22/1, 24/1, 26/1 e 34/1. La correlazione è stata fatta usando i valori standardizzati. Il passaggio successivo è stato quello di verificare il livello di correlazione lineare multipla tra le variabili misurate e (1) al fine di individuarne le componenti principali.

Si sottopongono le variabili ad altre indagini per semplificare il quadro di studio e si adottano i seguenti criteri di selezione: 1. di più variabili molto correlate se ne considera una sola; 2. le variabili che riportano fattori specifici (n. di denti) sono escluse; 3. le variabili con misure parziali (mancano i dati di alcuni individui) sono escluse; 4. misure di parti ossee già comprese in altre, sono escluse.

Per il criterio 1 sono state confrontate tra loro le variabili riguardanti l'altezza, la lunghezza e la larghezza di una porzione ossea; anche in questo caso le variabili usate sono standardizzate (Tab. 4). Per il criterio 1, quindi, evitiamo di sottoporre alla regressione multipla le variabili 10, 11, 12, 19 e 21; per

Componente dimensionale	Adriatico c. - s.	r^2	Tirreno s.	r^2	Variabile esclusa
ALTEZZA	23/31	0,01	23/31	0,54	
LUNGHEZZA	2/18	0,62	2/18	0,85	
	8/9	0,34	8/9	0,76	
	18/19	0,89	18/19	0,94	19
	20/21	0,80	20/21	0,92	21
	20/22	0,60	20/22	0,68	
	22/24	0,01	22/24	0,42	
	22/25	0,46	22/25	0,34	
	22/28	0,24	22/28	0,42	
	32/35	0,18	32/35	0,13	
LARGHEZZA	3/4	0,37	3/4	0,61	
	5/7	0,40	5/7	0,49	
	10/11	0,83	10/11	0,88	10, 11, 12
	10/12	0,91	10/12	0,88	
	11/12	0,82	11/12	0,91	
	11/14	0,93	11/14	0,97	
	13/28	0,01	13/28	0,40	
	14/15	0,44	14/15	0,23	
	16/17	0,06	16/17	0,02	
	17/32	0,20	17/32	0,01	

Tab. 3. Sono indicati i rapporti presi in esame per ciascun areale, i valori di r^2 corrispondenti e le variabili escluse.

il criterio2 sono state escluse le variabili 36, 37, 38 e 39; per il criterio3 sono state escluse tutte le variabili con misure incomplete per entrambi gli areali ovvero: 3, 9, 13, 17, 22, 24, 25, 28, 29, 30, 31, 32, 33 e 35 e infine per il criterio4 è stata esclusa la misura 6 poiché si riferisce alla larghezza del rostro a 1/4 della sua lunghezza ma del rostro si considerano già 4 e 5 anch'esse misure di larghezza, rispettivamente a 60 mm dalla base e a metà della lunghezza.

A seguito dell'applicazione di questi criteri, le variabili realmente sottoposte alla regressione multipla sono state: 1 (variabile dipendente), 2, 4, 5, 7, 8, 14, 15, 16, 18, 20, 23, 26, 27 e 34 (variabili indipendenti); in totale 15.

Confronto delle variabili in base agli areali e al sesso. Le 39 variabili sono state confrontate a due a due differenziando per areale e per sesso, mediante un t-test tra variabili con uguale varianza (si veda tabella 7 nel paragrafo risultati e conclusioni).

Regressione multipla

Si dispone ancora di una serie di variabili che descrivono talvolta gli stessi campi metrici. Per evidenziare le interdipendenze e per verificare se un numero ridotto di variabili figurerà nell'equazione di regressione, abbiamo usato la regressione multipla con procedura *stepwise* individuando le variabili esplicative sufficienti a descrivere la quota di varianza di (1) spiegata da tutte le variabili elencate.

Con questo strumento, quindi, abbiamo studiato la dipendenza di 1 (variabile dipendente) da 2, 4, 5, 7, 8, 14, 15, 16, 18, 20, 23, 26, 27 e 34 (variabili indipendenti) prima per entrambi gli areali poi per i maschi e le femmine.

Analisi multivariata: analisi fattoriale delle componenti principali

Con questo strumento di analisi statistica abbiamo estratto due componenti principali (fattore1 e 2) in grado di spiegare insieme almeno il 60% della varianza totale. Si è deciso di considerare solo due assi di variazione per facilitare l'interpretazione dei risultati già abbastanza complessi a causa del numero elevato di variabili in gioco.

L'analisi, anche in questo caso, è stata condotta in base all'areale e al sesso.

Nel tentativo di sintetizzare e semplificare, si è descritto il quadro di studio mediante un grafico delle componenti principali. Abbiamo considerato l'intero insieme dei dati (Adriatico centro-settentrionale e Tirreno settentrionale) determinando due fattori principali congiunti. La matrice (29x14) dei dati delle 14 variabili riferiti a 29 tursiopi, gli unici con misure complete, è stata moltiplicata per la matrice (14x2) dei due fattori principali sopra descritti ottenendo una matrice (29x2) (Tab. 4) che identifica le coordinate dei punti corrispondenti a ciascun individuo (si veda figura 4 nel paragrafo risultati e conclusioni). In tabella 5 sono riportati gli autovalori (*eigenvalues*) associati ai due fattori.

RISULTATI E CONCLUSIONI

Un primo risultato è stato quello di raccogliere una serie di misure che prima non erano disponibili e di analizzare un cam-

Adriatico c-s	Fattore1	Fattore2	Tirreno sett.	Fattore1	Fattore2
mA1	1294,75	1828,56	ft1	1172,71	1714,11
fA2	1212,47	1789,60	mT2	1095,49	1638,19
fA3	1225,67	1758,84	ft3	1154,23	1761,33
mA4	1227,91	1696,93	ft4	1198,15	1865,41
mA5	1284,49	1851,91	mT5	1149,36	1751,09
fA6	1228,25	1808,31	ft6	1155,04	1755,93
mA7	1211,21	1775,63	ft7	1296,76	1863,77
mA8	1238,68	1788,97	mT8	1159,10	1686,77
fA9	1246,91	1850,68	mT9	1272,19	1840,83
mA10	1212,31	1782,09	ft10	1146,00	1680,53
mA11	1278,93	1846,87	ft11	1237,82	1847,23
mA12	1349,15	1886,63	mT12	1209,64	1795,98
mA13	1329,28	1945,48	mT13	1154,99	1727,02
fA14	1213,85	1812,63	ft14	1223,85	1757,00
fA15	1173,56	1762,29			

Tab. 4. Elenco degli individui dei due areali distinti per sesso (es. mA1: maschio Adriatico variabile 1).

pione sotto l'aspetto delle dimensioni craniometriche. Trattare una mole di dati così grande non poteva non sollecitare l'applicazione di metodi di statistica descrittiva per meglio fissarne gli elementi essenziali.

Analisi univariata

Dall'analisi univariata è emerso che le medie e le variabilità del campione sono in accordo con quanto riportato in letteratura in ambito mediterraneo (TOMILIN, 1967; CAGNOLARO *et al.*, 1983; HUSSENOT & ROBINEAU, 1994) (Tab. 6).

Analisi bivariata

Per l'Adriatico centro-settentrionale, r² ha mostrato la non significatività di tutti i rapporti considerati a eccezione di 2/1 per il quale r² è pari a 0,63 (un valore non elevato ma il più significativo). Per il Tirreno settentrionale, invece, il numero delle correlazioni significative aumenta: per 2/1 r² è pari a 0.90, per 8/1 0.86, per 18/1 0.83 e per 22/1 0.88.

Fattore	Eigenvalues	% Total Variance	Cumul %
Adriatico centro-settentrionale			
1	7,0770386	47,180257	47,18026
2	2,4303326	16,202217	63,38247
Tirreno settentrionale			
1	8,7573728	58,382486	58,38249
2	2,8515479	19,01032	77,39281
Totale maschi			
1	9,7381648	64,921099	64,92110
2	1,7594739	11,729826	76,65092
Totale femmine			
1	6,2070953	41,380635	41,38064
2	2,8288678	18,859118	60,23975

Tab. 5. Gli autovalori associati ai due fattori.

La correlazione tra le variabili 2 e 1, anche se scarsa per l'Adriatico centro-settentrionale, è facilmente intuibile poiché la lunghezza del rostro (2) altro non è che una porzione della lunghezza condilobasale (1).

Dall'analisi condotta sui dati congiunti dell'Adriatico centro-settentrionale e del Tirreno settentrionale è emerso che delle 39 variabili, 26 di queste non presentano alcuna differenza significativa mentre per le restanti 13 la differenza è significativa (Tab. 7). Delle 13 variabili risultate diverse, 8 si riferiscono alla larghezza del rostro e del cranio in diversi punti (5, 6, 7, 11, 14, 15, 17 e 28), 3 si riferiscono alla lunghezza (26, 29 e 30), una sola variabile è di altezza (31) e infine una sola variabile riporta un fattore specifico (n. dei denti dell'emi-arcata mascellare dx) cioè 37. Da ciò emerge, quindi, che le variabili di larghezza sembrano denotare maggiormente una differenza tra tursiopi adriatici e tirrenici.

Dall'analisi condotta sui dati congiunti dei maschi e delle femmine distinti per areale è emersa la non significatività delle differenze per 38 variabili. L'unica diversa è la variabile 4 (larghezza del rostro a 60 mm dalla base) (Tab. 7) perciò sembra non esserci distinzione tra i sessi. Alla luce di ciò se esistesse una differenza tra i tursiopi dell'Adriatico centro-settentrionale e quelli del Tirreno settentrionale, questa non sarebbe da ricercare nel dimorfismo sessuale.

Infine la correlazione lineare ha mostrato la non significatività del rapporto 1/LT.

Regressione multipla

Per l'Adriatico centro-settentrionale è emerso che due variabili su 14 sono sufficienti a descrivere la quota di varianza di y spiegata da tutte le 14 variabili, cioè la lunghezza del rostro (2) e la larghezza del rostro a 60 mm dalla base (4) con variabile dipendente (1) (Tab. 8). Nella tabella 8 sono riportati anche i risultati ottenuti per il Tirreno settentrionale, per i maschi e per le femmine. Inoltre compaiono dei riferimenti che indicano rispettivamente: le variabili in grado di descrivere la quota di varianza di y , il valore del coefficiente R , il valore di F in base al quale la variabile può essere accettata o rigettata (valore soglia 4.4), il valore di p (valore soglia < 0.1).

Analisi multivariata

Per quanto riguarda l'Adriatico centro-settentrionale, il fattore1 s'identifica prioritariamente (livello scelto di correlazione soglia 0.07) con variabili che misurano delle larghezze craniche: 4, 5, 14 e 16. Il fattore2, invece, s'identifica con variabili che misurano lunghezze craniche: 2, 8, 18 e 20.

Per il Tirreno settentrionale, invece, la situazione è più complicata poiché i 2 fattori non sono così distinti come nel caso dell'Adriatico c-s. All'interno del fattore1, infatti, troviamo variabili di larghezza, di lunghezza e di altezza: 4, 5, 7, 23, 26 e 27. Il fattore2, invece, racchiude solo variabili di lunghezza: 1, 2, 8, 18 e 20. Si noti che le ultime quattro variabili sono le stesse racchiuse nel fattore2 dell'Adriatico centro-settentrionale.

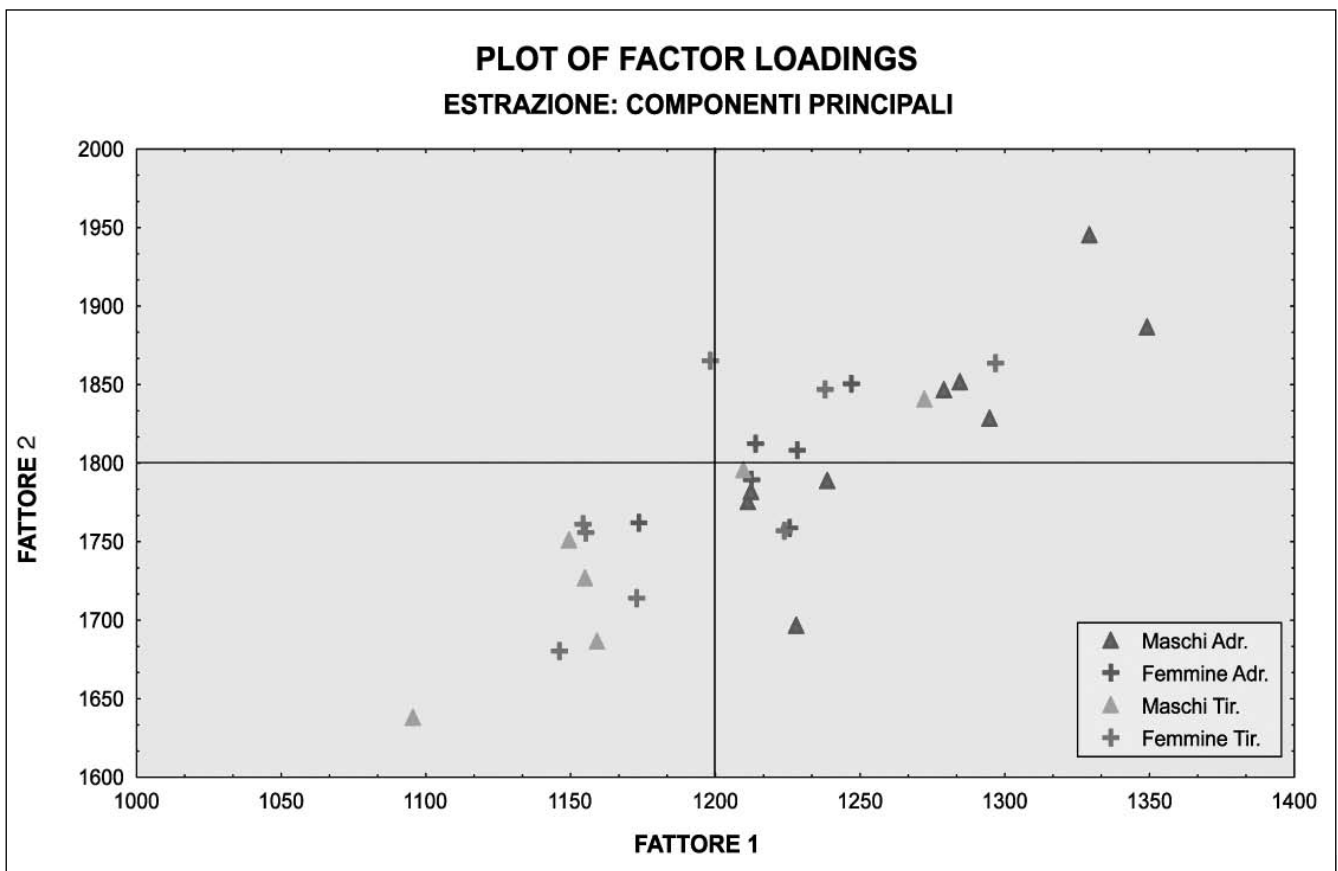


Fig. 4. Analisi delle componenti principali: Ogni esemplare è contraddistinto da marcatori che ne evidenziano l'areale d'appartenenza e il sesso.

	N.	Min	Max	Media	Dev.st.	N.	Min	Max	Media	Dev.st.
Adriatico centro-settentrionale						Tirreno settentrionale				
SEX (M,F,I)	9, 6, 2					6, 9, 2				
LT (cm)	16	220	311	277,81	24,22	17	232	310	265,12	22,80
1 (mm)	17	490	542	515,71	14,94	16	489	537	514,38	14,66
2	17	271	326	301,35	13,02	17	274	314	295,18	11,94
3	16	122	154	135,06	7,48	17	125	158	135,00	8,01
4	17	91	117	103,82	8,32	17	88	113	99,76	6,32
5	17	83	106	92,06	5,63	17	74	93	84,18	5,51
6	17	65	86	74,35	5,17	17	53	74	63,59	6,54
7	17	42	60	48,76	4,75	17	40	52	45,59	3,83
8	17	322	387	354,12	15,60	17	321	369	344,65	13,62
9	16	334	385	355,81	13,25	16	326	374	348,75	12,96
10	17	212	259	233,47	13,92	17	200	266	226,35	14,81
11	17	251	289	266,06	11,71	17	221	289	256,18	15,81
12	17	214	270	240,12	14,58	15	207	273	237,53	14,91
13	16	53	60	55,94	2,24	17	52	67	57,41	4,14
14	17	253	297	267,76	11,70	17	224	294	257,76	16,40
15	17	191	264	226,24	16,52	17	182	212	192,82	8,72
16	17	90	105	96,71	4,63	17	88	111	95,12	5,71
17	17	141	209	192,00	18,13	15	152	178	163,60	6,85
18	17	232	268	248,47	10,30	17	224	268	245,41	12,04
19	17	230	266	246,76	9,87	17	224	268	245,71	12,14
20	17	228	271	250,35	11,01	17	223	267	243,41	12,52
21	17	225	270	249,41	10,53	16	216	261	241,44	12,37
22	17	421	476	447,24	14,52	16	414	465	438,31	16,77
23	17	88	108	98,35	5,43	17	90	110	97,24	6,39
24	17	59	73	65,76	4,42	15	42	80	64,47	10,16
25	17	130	164	148,59	10,60	16	131	171	144,63	11,42
26	17	98	132	120,82	8,04	17	100	125	114,41	6,22
27	17	79	104	87,41	6,66	17	65	96	83,53	7,26
28	16	71	84	77,50	4,07	15	64	86	72,73	6,60
29	16	45	83	73,38	10,32	16	39	73	57,13	12,94
30	16	84	129	119,19	10,70	17	94	117	106,47	5,83
31	16	153	200	174,12	11,92	16	184	229	201,13	10,74
32	16	94	117	106,38	5,71	15	97	125	108,67	7,22
33	16	62	75	67,19	3,69	17	61	70	66,24	2,82
34	17	48	68	56,00	5,62	17	38	63	52,24	6,64
35	15	37	49	42,33	3,22	15	38	48	43,80	2,78
36 (n.)	16	18	25	22,13	2,00	17	20	25	22,88	1,32
37 (n.)	17	16	25	21,71	2,23	17	21	25	23,06	1,20
38 (n.)	17	19	24	21,71	1,36	14	20	24	22,14	1,23
39 (n.)	17	20	23	22,06	1,09	16	20	25	22,50	1,41

Tab. 6. Continua.

	N.	Min	Max	Media	Dev.st.	N.	Min	Max	Media	Dev.st.
	Maschi Adriatico c.-s.					Maschi Tirreno s.				
SEX	9					6				
LT (cm)	9	220	311	271,67	28,18	6	244	290	261,17	18,04
1 (mm)	9	495	542	521,78	14,49	6	489	527	508,83	14,70
2	9	271	326	303,56	16,47	6	274	305	291,50	13,02
3	9	129	154	137,56	8,08	6	125	140	132,17	5,49
4	9	98	117	109,44	6,39	6	88	113	99,50	8,73
5	9	91	106	95,67	4,69	6	74	93	82,83	6,43
6	9	70	86	77,22	4,60	6	54	71	63,50	6,95
7	9	44	60	50,56	5,53	6	40	52	45,83	4,49
8	9	322	387	354,22	17,80	6	326	360	342,50	12,80
9	9	334	385	360,75	14,20	5	326	362	341,60	15,01
10	9	225	259	241,11	12,40	6	200	242	219,83	14,20
11	9	258	289	271,78	11,58	6	221	275	248,33	18,66
12	9	233	270	247,44	11,73	6	207	252	230,83	15,51
A13	9	53	60	56,33	2,65	6	52	60	55,50	3,78
A14	9	258	297	273,33	12,72	6	224	279	250,50	18,60
A15	9	222	264	234,89	12,47	6	183	203	190,67	8,26
16	9	94	105	99,78	3,70	6	89	101	94,17	4,40
17	9	181	209	197,89	9,84	6	158	178	165,00	7,32
18	9	232	268	249,00	10,79	6	224	254	241,83	11,18
19	9	230	266	247,22	11,92	6	224	255	243,17	11,87
20	9	228	271	249,56	11,79	6	223	255	240,67	12,94
21	9	225	270	248,22	12,08	6	222	248	237,67	10,56
22	9	421	476	449,89	17,63	5	414	463	434,40	19,60
23	9	88	107	97,89	5,67	6	90	110	96,33	7,42
24	9	62	72	65,89	3,26	5	54	71	65,40	6,62
25	9	130	163	149,22	10,32	5	131	151	140,80	7,36
26	9	114	132	123,78	5,78	6	109	123	114,33	5,35
27	9	79	104	88,22	8,00	6	81	96	85,67	5,65
28	9	72	84	78,33	3,81	5	65	83	72,00	7,35
29	8	61	83	76,50	6,72	6	39	69	53,50	13,07
30	8	113	129	123,63	4,96	6	94	113	103,50	7,97
31	9	161	198	174,11	11,93	6	184	214	198,17	10,17
32	8	94	109	103,63	5,13	6	97	116	107,00	6,10
33	9	62	75	68,22	4,21	6	63	70	66,00	3,03
34	9	48	68	57,56	5,85	6	44	63	52,67	6,47
35	8	40	47	42,38	2,45	6	40	47	44,00	2,61
36 (n.)	8	20	24	22,13	1,64	6	20	25	23,17	1,83
37 (n.)	9	20	24	21,89	1,36	6	21	25	23,33	1,51
38 (n.)	9	19	24	21,89	1,62	5	21	24	22,20	1,10
39 (n.)	9	20	23	22,22	1,09	6	21	25	22,67	1,37

Tab. 6. Continua.

	N.	Min	Max	Media	Dev.st.	N.	Min	Max	Media	Dev.st.
	Femmine Adriatico c.-s.					Femmine Tirreno s.				
SEX	6					9				
LT (cm)	6	280	310	290,83	10,68	9	232	310	269,56	25,79
1 (mm)	6	495	530	511,33	12,48	8	497	537	519,25	15,29
2	6	293	312	301,50	7,53	9	279	314	297,33	12,23
3	6	122	138	131,33	5,96	9	127	158	137,78	9,51
4	6	94	102	97,17	3,54	9	93	112	100,44	5,46
5	6	83	93	87,33	3,56	9	77	92	85,22	5,40
6	6	65	76	70,17	3,76	9	53	74	63,22	7,16
7	6	42	50	47,00	3,22	9	40	51	45,44	4,00
8	6	348	380	359,33	11,50	9	321	369	345,89	15,52
9	6	343	370	353,83	10,85	9	333	374	352,22	11,82
10	6	212	230	222,17	7,60	9	215	266	232,33	15,05
11	6	251	266	257,33	5,47	9	243	289	262,00	13,74
12	6	214	237	228,00	7,75	7	235	273	245,29	13,30
13	6	53	58	55,33	1,75	9	55	67	59,33	3,84
14	6	253	268	260,33	5,89	9	244	294	264,11	14,97
15	6	191	232	218,83	15,09	9	182	212	194,44	10,09
16	6	90	97	92,50	2,66	9	88	111	96,44	6,86
17	6	141	206	186,83	23,28	7	152	171	161,86	7,58
18	6	242	266	251,50	9,40	9	232	268	247,67	12,89
19	6	242	260	249,17	6,52	9	232	268	247,56	13,33
20	6	235	266	250,67	11,91	9	227	267	245,11	12,80
21	6	238	257	248,83	7,88	9	216	261	242,33	13,38
22	6	435	468	446,33	11,31	9	416	465	441,22	17,24
23	6	94	108	100,17	4,92	9	91	109	98,56	6,41
24	6	60	73	67,67	5,05	8	42	80	63,50	13,38
25	6	136	164	148,83	12,54	9	131	171	148,78	12,96
26	6	112	125	119,50	5,28	9	100	125	115,44	7,23
27	6	82	93	86,00	5,10	9	65	94	82,33	8,79
28	6	71	83	76,83	4,71	8	64	86	74,13	7,02
29	6	45	83	67,50	13,56	8	39	73	63,13	11,58
30	6	84	127	113,67	15,04	9	103	117	108,78	3,87
31	6	153	200	174,17	15,05	8	192	229	204,00	12,42
32	6	102	111	107,17	4,12	7	101	125	111,71	7,95
33	6	63	69	65,83	2,86	9	61	70	66,33	3,08
34	6	50	56	53,00	2,00	9	38	61	51,78	7,58
35	6	37	45	41,17	3,19	7	38	48	43,86	3,44
36 (n.)	6	19	25	22,83	2,04	9	21	24	22,56	1,01
37 (n.)	6	16	25	22,00	3,16	9	21	24	22,78	1,09
38 (n.)	6	20	23	21,33	1,03	8	20	24	22,13	1,46
39 (n.)	6	20	23	21,67	1,21	8	20	24	22,38	1,69

Tab. 6. Parametri della statistica descrittiva sui dati congiunti dei due areali, dei maschi e delle femmine. SEX (M, F, I): maschio, femmina, indeterminato.

Per quanto riguarda i maschi e le femmine, analizzati separatamente, osserviamo che per i maschi nel fattore1 rientrano prevalentemente variabili di larghezza: 14, 15, 16, 26 e 27. Nel fattore2 rientrano le stesse variabili descritte per il Tirreno settentrionale. Per le femmine, così come per il Tirreno settentrionale, la situazione è più complessa. Il fattore1 comprende variabili di larghezza e lunghezza: 7, 14, 23, 26 e 27. Il fattore2 racchiude solo variabili di lunghezza: 1, 2, 18 e 20.

Uno studio parametrico come questo richiede l'analisi di molte variabili. Il tentativo di estrarre da queste un sottoinsieme in grado di descrivere in modo completo la variabilità del campione, non ha sortito notevoli effetti. Rimangono molte le variabili tra loro indipendenti mentre le dimensioni fondamentali, catturate dalla regressione multipla e dall'analisi delle componenti principali, mostrano di nuovo come l'aspetto predominante dell'insieme dei dati sia la larghezza anche se la lunghezza svolge un ruolo importante.

L'analisi grafica, infine, evidenzia una tendenziale differenza tra

l'Adriatico centro-settentrionale e il Tirreno settentrionale per quanto riguarda la grandezza complessiva dell'animale risultando maggiore nella popolazione adriatica (Fig. 4).

Lo studio craniometrico di una specie comune come il tursope, può essere svolto su un numero elevato di campioni. Il volume dell'ANMS "Le collezioni di cetacei dei musei italiani" rappresenta una guida utilissima per individuare altri crani da sottoporre all'analisi statistica.

Per futuri studi biometrici sarà indispensabile affiancare all'analisi statistica anche uno studio genetico, soprattutto se si desidererà distinguere esemplari provenienti da areali diversi. In origine anche il presente studio avrebbe dovuto avvalersi di un'analisi genetica da effettuare su campioni di tessuto appartenenti agli stessi individui dei quali si erano misurati i crani. L'impossibilità di recuperare campioni per tutti i 34 individui, ha indotto a sospendere l'analisi genetica.

I crani o altre parti ossee potrebbero essere utilizzati per l'estrazione di DNA. Tuttavia le procedure di pulizia, finalizzate

N.	Variabile	Adriatico c.- s.		Tirreno s.		P
		m	s ²	m	s ²	
1	5	92,06	31,68	84,18	30,40	< 0,01
2	6	74,35	26,74	63,59	42,76	< 0,01
3	7	48,76	22,57	45,59	14,63	< 0,05
4	11	266,06	137,18	256,18	250,03	< 0,05
5	14	267,76	136,94	257,76	268,82	< 0,05
6	15	226,24	272,94	192,82	76,03	< 0,01
7	17	192,00	328,63	163,60	46,97	< 0,01
8	26	120,82	64,65	114,41	38,63	< 0,05
9	28	77,50	16,53	72,73	43,50	< 0,05
10	29	73,38	106,52	57,13	167,45	< 0,01
11	30	119,19	10,70	106,47	5,83	< 0,01
12	31	174,12	142,11	201,13	115,32	< 0,01
13	37	21,71	4,97	23,13	1,45	< 0,05
		Totale maschi		Totale femmine		
N.	Variabile	m	s ²	m	s ²	P
1	4	105,47	75,98	99,13	24,27	< 0,05

Tab. 7. Risultati del t-test svolto sui dati congiunti dei due areali, dei maschi e delle femmine - m: media, s²: varianza.

Variable	Multiple R	F- to ent/rem	p-level	Variable included
Adriatico centro-settentrionale				
A2	0.793	25.42687	0.000225	A2
A4	0.868	7.19429	0.018821	A4
Tirreno settentrionale				
A2	0.954	143.5684	0.000278	A2
A5	0.971	7.2672	0.054331	A5
A4	0.997	4.9183	0.090842	A4
A20	0.998	5.8068	0.073576	A20
Totale maschi				
A2	0.942	104.3726	0.000051	A2
A4	0.959	4.8851	0.069122	A4
A27	0.992	12.3135	0.012686	A27
Totale femmine				
A2	0.783	19.10526	0.003270	A2
A15	0.873	6.87140	0.034342	A15
A26	0.959	5.50060	0.051439	A26

Tab. 8. Variabili sufficienti a descrivere la quota di varianza di y sui dati congiunti dei due areali, dei maschi e delle femmine.

all'esposizione al pubblico o alla conservazione, con soluzioni molto "aggressive" (es. a base di perossido d'idrogeno o d'ipoclorito di sodio) possono frammentare il DNA e di conseguenza è alta la probabilità di avere un campione degradato.

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo Stefano Mazzotti per le utili informazioni sul manoscritto.

BIBLIOGRAFIA

- BARRAI I., 1984 - Metodi di regressione e classificazione in biometria. *Quaderni di Biologia pura e applicata*. Edagricole.
- BARRAI I., 1986 - Introduzione all'analisi multivariata. *Quaderni di Biologia pura e applicata*. Edagricole.
- BONSIGNORI B. & TRUCCHI R., 2001 - Campagna censimento del Tursiopo in Mar Ligure: primi risultati. *V Convegno Nazionale sui Cetacei e sulle Tartarughe marine*. Argentario 6-9 dicembre 2001.
- CAGNOLARO L., MAIO N. & VOMERO V., 2014 - Le collezioni di Cetacei dei musei italiani. Prima parte (Cetacei attuali). *Museologia Scientifica Memorie* n. 12/2014.
- CAGNOLARO L., DI NATALE A. & NOTARBARTOLO DI SCIARA G., 1983 - Cetacei. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque lagunari e costiere italiane. *AQ/1/224.9 CNR Roma*.
- CAGNOLARO L., NOTARBARTOLO DI SCIARA G. & PODESTÀ M. - Profilo della cetofauna dei mari italiani. *Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina*, Vol. XXI 12/1993.
- GERACI J.R. & LOUNSBURY V.J., 1993 - Marine Mammals Ashore. A field Guide for Strandings.
- GIARDINA B., 1987 - Introduzione alla statistica matematica. *Collana di matematica e statistica*. Franco Angeli Libri.
- HERSH S.L., ODELL D.K. & ASPER E.D., 1990 - Sexual dimorphism in bottlenose dolphins from the east coast of Florida. *Marine Mammal Science*, 6 (4): 305-315.
- HUSSENOT E. & ROBINEAU D., 1994 - *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) - Grosser Tümmler. In: Robineau D., Duguy R. & Klima M. (eds): *Handbuch der Säugetiere Europas*, Bd. 6/Teil I: Wale und Delfine (Cetacea). Aula-Verlag, Wiesbaden: 362-394.
- LEATHERWOOD S. & REEVES R., 1983 - The Sierra Club Handbook of Whales and Dolphins. Sierra Club.
- NOTARBARTOLO DI SCIARA G. & DEMMA M., 1994 - Guida dei mammiferi marini del Mediterraneo. Franco Muzzio Editore.
- ROMMEL S., 1990 - Osteology of the bottlenose dolphin. In: The Bottlenose Dolphin, S. Leatherwood and R. R. Reeves, eds., pp. 29ñ49, Academic Press, San Diego. Reeves, eds., pp. 29ñ49, Academic Press, San Diego.
- SCARAVELLI D. & AFFRONTI M., 2001 - Analisi di 11 anni di spiaggiamenti di *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) in Adriatico centro-settentrionale. *V Convegno Nazionale sui Cetacei e sulle Tartarughe marine*. Argentario 6-9 dicembre 2001.
- SCARAVELLI D., BORTOLOTTI A. & AFFRONTI M., 1997 - Misurazioni craniometriche in esemplari di *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) dell'Adriatico centro-occidentale. *Atti del III Convegno Nazionale sui Cetacei*. Napoli 5-6 dicembre 1997.
- WURTZ M., 1998 - A caccia degli oceani. Arnoldo Mondadori, Milano.

