

UC Merced

Biogeographia - The Journal of Integrative Biogeography

Title

Osservazioni preliminari sulla tassonomia e la biogeografia di *Microtus (Terricola)* (Mammalia, Rodentia) fossile della Sicilia

Permalink

<https://escholarship.org/uc/item/0x6748tt>

Journal

Biogeographia - The Journal of Integrative Biogeography, 30(1)

ISSN

1594-7629

Authors

Locatelli, Elisa
Masini, Federico
Petruoso, Daria
et al.

Publication Date

2011

DOI

10.21426/B630110546

Peer reviewed

Osservazioni preliminari sulla tassonomia e la biogeografia di *Microtus (Terricola)* (Mammalia, Rodentia) fossile della Sicilia

ELISA LOCATELLI*, FEDERICO MASINI**, DARIA PETRUSO**,
BENEDETTO SALA*, GIOVANNI SURDI**

* *Dipartimento di Biologia ed Evoluzione, Università degli Studi, c.so Ercole I d'Este
32, 44100 Ferrara (Italy); e-mail: elisa.locatelli@unife.it; benedetto.sala@unife.it*

** *Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Università degli Studi, via Archirafi 22,
90123 Palermo (Italy)
e-mail: federico.masini@unipa.it; daria.petruso@unipa.it; giovanni.surdi@unipa.it*

Key words: Pleistocene, insularity, morphological analysis, dispersive events, endemism.

SUMMARY

The fossil record of the Savi vole, *Microtus (Terricola) savii* (de Selys Longchamps, 1838) is becoming more and more consistent in Sicily. In the present work the morphometric variability of the Sicilian fossil Savi vole has been analysed in comparison with other extant and fossil Italian and European populations, with the aim to identify possible palaeo-geographical and taxonomic patterns. The results suggest that the Savi vole dispersed twice in Sicily.

INTRODUZIONE

Microtus (Terricola) ex gr. savii (de Selys Longchamps, 1838) è una specie caratteristica dell'Italia centro-meridionale e della Sicilia (Krapp, 1982; Contoli, 1999). Contoli (2003) riconosce quattro entità sottospecifiche: il taxon *Microtus (Terricola) savii savii* (de Selys Longchamps, 1838) più diffuso nel territorio peninsulare, *Microtus (Terricola) savii nebrodensis* (Minà Palumbo, 1868) in Sicilia, *Microtus (Terricola) savii tolfetanus* (Contoli, 2003) distribuito all'area della Tuscia laziale e *Microtus (Terricola) savii niethammericus* (Contoli, 2003) presente nel Gargano, in Basilicata e nell'Appennino abruzzese. Questa ultima sottospecie si distingue dalle altre sulla base di caratteristiche morfologiche e dati cariotipici (cromosoma X acrocentrico; Contoli, 2003). La presenza di una

specie diversa dalla terricola del Savi, *Microtus (Terricola) brachycercus* (von Lehmann, 1961), è riconosciuta limitatamente alla penisola calabra sulla base di differenze cariologiche relative agli eterocromosomi sessuali X e Y (Galleni, 1995; Galleni et al., 1992, 1994, 1998; Wilson e Reeder, 2005). Jaarola et al. (2004), sulla base dell'analisi degli aplotipi mitocondriali del Citocromo b, hanno confermato una differenza fra popolazioni di terricola del Savi del centro-nord Italia e popolazioni della Calabria, basandosi, però, su un numero molto limitato di campioni. Castiglia et al. (2008) con la stessa metodologia, hanno confermato la distanza filogenetica delle popolazioni di Savi del nord e centro della penisola da *brachycercus*, ma al tempo stesso hanno riconosciuto l'affinità delle popolazioni di *M. (T.) brachycercus* (della località tipo) con popolazioni distribuite dalla Basilicata all'Appennino abruzzese (cfr. fig. 1 da Castiglia et al., 2008) riferite da Contoli (2003) a *M. (T.) savii niethammericus*.

A questi dati si aggiungono i risultati di analisi morfometriche iniziate con il lavoro di Brunet-Lecomte et al. (1994) e continuate da Nappi et al. (2005) condotte sulla dentatura. Nappi et al. (2005) hanno indirizzato l'analisi a verificare se la separazione specifica fra *M. (T.) savii* e *M. (T.) brachycercus* sia rilevabile sulla morfologia dentaria del primo molare inferiore. Questo approccio metodologico apparentemente limitato trova una giustificazione nel fatto che nella letteratura specialistica, relativa soprattutto alle forme fossili, la morfo-

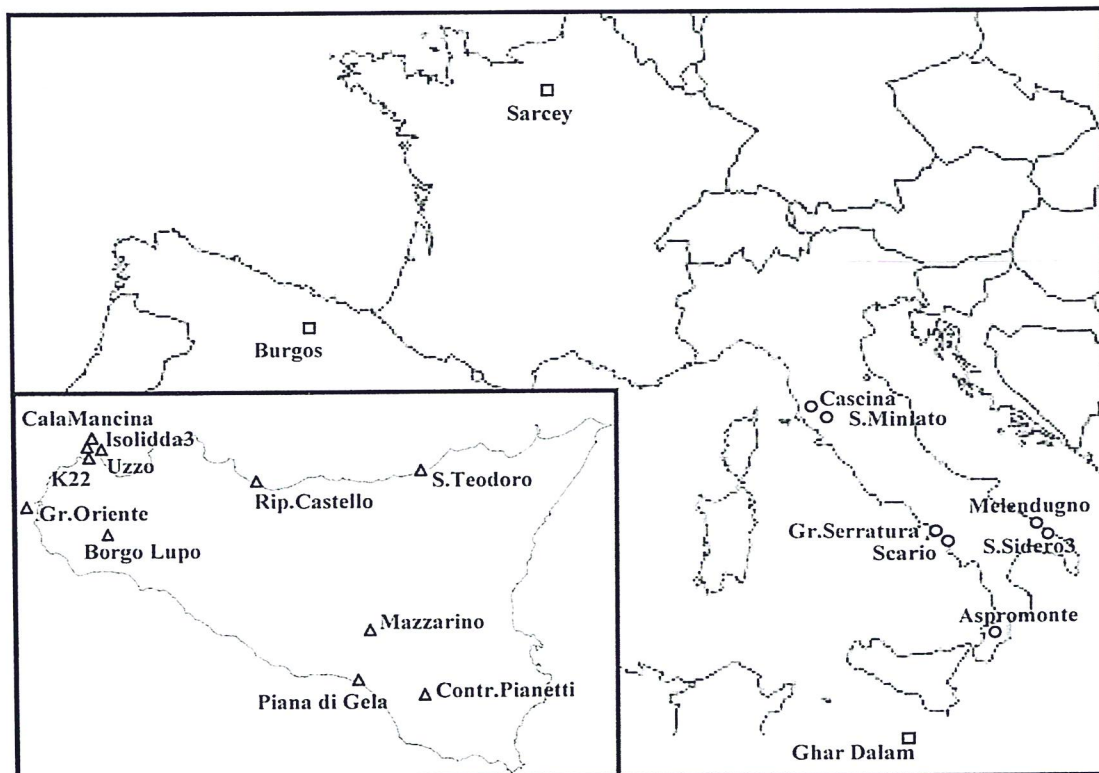


Fig. 1- Carta di ubicazione dei siti da cui provengono i campioni di terricole analizzati.

gia di questo elemento dentario si è rivelata un utile strumento per tracciare tendenze evolutive e differenze tassonomiche. Nappi et al. (2005) tramite una serie di analisi discriminati concludono che le differenze tra le popolazioni calabre e le altre popolazioni del sud della penisola (compresa la Sicilia) sono di entità minore, e che le prime si collocherebbero fra le popolazioni meridionali in una posizione tuttavia più prossima alle popolazioni del centro-nord (cfr. fig. 4 di Nappi et al., 2005).

Nappi et al. (2006) analizzano con la stessa metodologia 55 popolazioni di *Microtus (Terricola) ex. gr. savii* provenienti da tutta la penisola, con l'eccezione della Calabria. Gli autori evidenziano l'esistenza di due gruppi morfologici maggiori: un gruppo centro-settentrionale e un gruppo meridionale. Il gruppo meridionale si differenzia per alcuni caratteri a carico della parte anteriore del primo molare inferiore. Gli autori osservano inoltre che tali differenze sono analoghe a quelle che esistono fra specie diverse di terricole dell'Europa occidentale, più precisamente fra *Microtus (Terricola) subterraneus* (de Sélys Longchamps, 1836) e *Microtus (Terricola) multiplex* (Fatio, 1905) rispetto a *Microtus (Terricola) duodecimcostatus* (de Sélys Longchamps, 1839).

Un altro lavoro è quello di Piras et al. (2008) che ha analizzato le variazioni morfometriche nel tempo di popolazioni di terricola del Savi per riconoscere tendenze evolutive ed eventuali correlazioni con i cambiamenti climatici.

Anche se le popolazioni siciliane attuali sono riferite alla sottospecie *M. (T.) savii nebrodensis*, la letteratura riporta informazioni contrastanti riguardo la loro posizione sistematica e la loro origine (Castiglia et al., 2008). Questi ultimi autori hanno esaminato 3 campioni provenienti dalla Sicilia occidentale (Bosco della Ficuzza, PA), che hanno lo stesso cariotipo delle popolazioni di Savi centro-settentrionali. I dati mitocondriali evidenziano, invece, una notevole distanza negli aplotipi del Citocromo b (7%) fra i campioni siciliani e quelli della Penisola Italiana del gruppo *savii + brachycercus*, che porta gli autori a suggerire una possibile differenza a livello specifico. Al contrario, i risultati di Nappi et al. (2005, 2006) evidenziano l'appartenenza delle 4 popolazioni siciliane da loro esaminate al gruppo meridionale e anche una notevole vicinanza con le terricole calabresi riferibili a *M. (T.) brachycercus*.

La letteratura riguardante la terricola del Savi fossile siciliana è piuttosto scarsa e manca di descrizioni morfologiche quantitative e qualitative ad eccezione dei lavori di Bonfiglio et al. (1997, 2008). La prima segnalazione di terricola fossile in Sicilia è in Burgio e Kotsakis (1987) e riguarda un singolo frammento mandibolare, recuperato in una breccia ossifera in località La Costiera (PA), determinato dagli autori come *Pitymys = Microtus (Terricola) cf. savii*. Gli autori riferiscono questo ritrovamento, seppur con qualche incertezza, al Complesso Faunistico (CF) di Castello di età Tardoglaciale (Burgio e Kotsakis, 1987).

La diffusione della terricola nell'Olocene è ampiamente documentata dai ritrovamenti fossili delle serie stratigrafiche della Grotta dell'Uzzo (San Vito lo Capo, TP; Tagliacozzo, 1993) che sono datate in un intervallo compreso tra 10.070 ± 90 BP e 6.750 ± 70 BP (^{14}C non calibrato). Tuttavia la terricola è segnalata nello stesso sito anche nell'orizzonte basale della trincea F di età più antica, probabilmente Tardoglaciale. Nel 1994 altro materiale riferito a *M. (T.) savii* è stato recuperato dagli strati superiori del riempimento della cavità del sito K22 (San Vito lo Capo, TP; Petruso, 1996; Bonfiglio et al., 1997; De Luca, 1998; Di Maggio et al., 1999). Bonfiglio et al. (1997) attribuiscono a *M. (T.) ex gr. savii* i resti rinvenuti nel riempimento della cavità carsica, denominata "tasca B", a Contrada Pianetti (RG). Tale sito è una delle località tipo del CF siciliano denominato Grotta di San Teodoro-Pianetti, intermedio tra i CF ad *E. mnaidriensis* e Castello, e riferito all'ultimo ciclo glaciale MIS4-2 (Bonfiglio et al., 2002; Tab. I). De Luca (1998) effettua il primo studio comparato di alcune terricole attuali della Sicilia sud-orientale di un campione proveniente dall'Aspromonte e della terricola fossile del sito K22, sottolineando l'appartenenza al gruppo *savii* di tutte le popolazioni considerate ad eccezione di quella calabra che mostra alcuni tratti morfologici che l'avvicinano al gruppo *multiplex-subterraneus*. Altro materiale è quello recuperato nel corso di varie campagne di scavo in due trincee della Grotta di San Teodoro (Acquedolci, ME; Bonfiglio et al., 2001). Petruso (2003) effettua una revisione delle terricole fossili

Tab. I - Schema dei Complessi Faunistici siciliani con i taxa caratterizzanti e le caratteristiche dell'associazione. Modificato da Bonfiglio et al. (2002).

Complessi Faunistici	Taxa caratterizzanti	Caratteristiche dell'associazione
CF di Monte Pellegrino	<i>Asoriculus burgioi</i> , <i>Pannonictis</i> = <i>Mustelercta arzilla</i> , <i>Apodemus maximus</i> , <i>Maltamys</i> n. sp., <i>Pellegrinia panormensis</i> , <i>Hypolagus peregrinus</i>	Taxa fortemente endemizzati associati a taxa con endemismo moderato. Gli eventi dispersivi sono di origine sia africana sia europea. Età indicativa: Pleistocene inferiore.
CF ad <i>Elephas falconeri</i>	<i>Crocidura esuae</i> , <i>Vulpes</i> sp. (?), <i>Nesolutra trinacriae</i> , <i>Elephas falconeri</i> , <i>Leithia cartei</i> , <i>Leithia melitensis</i> , <i>Maltamys gollcheri</i>	Associazione fortemente endemizzata con elefante pigmeo e ghiri giganti. Età indicativa: primo Pleistocene medio.
CF ad <i>Elephas mnaidriensis</i>	<i>Erinaceus europaeus</i> , <i>Crocidura aff. esuae</i> , <i>Crocota crocuta spelaea</i> , <i>Panthera leo spelaea</i> , <i>Canis lupus</i> , <i>Lutra trinacriae</i> , <i>Ursus arctos</i> , <i>Paleoloxodon mnaidriensis</i> , <i>Sus scrofa</i> , <i>Hippopotamus pentlandi</i> , <i>Cervus elaphus siciliae</i> , <i>Dama carburangelensis</i> , <i>Bos primigenius siciliae</i> , <i>Leithia melitensis</i> , <i>Maltamys wiedincitensis</i>	Endemismo moderato dei grandi mammiferi che derivano da eventi dispersivi dal sud della Penisola Italiana. I micromammiferi sono forme derivate dal CF precedente. Età indicativa: tardo Pleistocene medio - primo Pleistocene superiore
CF Gr. S. Teodoro - Pianetti	<i>Crocidura cf. sicula</i> , <i>Crocota crocuta spelaea</i> , <i>Ursus arctos</i> , <i>Canis lupus</i> , <i>Vulpes vulpes</i> , <i>Paleoloxodon mnaidriensis</i> , <i>Sus scrofa</i> , <i>Equus hydruntinus</i> , <i>Cervus elaphus siciliae</i> , <i>Bos primigenius siciliae</i> , <i>Bison priscus siciliae</i> , <i>Apodemus cf. silvaticus</i> , <i>Microtus (Terricola) ex gr. savii</i>	Popolamento con scarse o nulle caratteristiche endemiche. Estinzione dei micromammiferi endemici, di alcuni dei grandi mammiferi e predatori della fase precedente. Età indicativa: Pleistocene superiore (Interpleniglaciale).
CF di Castello	<i>Erinaceus europaeus</i> , <i>Crocidura cf. sicula</i> , <i>Martes</i> sp., <i>Mustela cf. nivalis</i> , <i>Lynx lynx</i> , <i>Felis silvestris</i> , <i>Canis lupus</i> , <i>Vulpes vulpes</i> , <i>Equus ferus</i> , <i>Equus hydruntinus</i> , <i>Sus scrofa</i> , <i>Cervus elaphus</i> , <i>Bos primigenius</i> , <i>Capreolus capreolus</i> , <i>Microtus (Terricola) ex gr. savii</i> , <i>Apodemus cf. silvaticus</i> , <i>Lepus europaeus cf. corsicanus</i>	Associazione non endemizzata. Diffusione dell'uomo. Età indicativa: tardo Pleistocene superiore (Pleniglaciale superiore - Tardoglaciale).

siciliane misurando parte dei reperti del sito della Grotta di San Teodoro (Scavo, 1998), quelli dei livelli olocenici della Grotta dell'Uzzo, gli scarsi reperti tardoglaciali provenienti dal Riparo del Castello (PA) e infine un campione indicato come *Arvicola melitensis* = *Microtus (Terricola) melitensis* (Bate, 1920) proveniente dalla Grotta di Ghar Dalam (Malta) e riferito da Storch (1974) ad un orizzonte dell'ultimo glaciale. Dal confronto emerge che i campioni attuali e fossili siciliani sono attribuibili al gruppo *savii*. Il campione maltese invece si avvicina per alcuni caratteri al gruppo *multiplex-subterraneus* e per altri presenta caratteri peculiari (il rombo pitimioide più largo con una blanda inclinazione ed un collo più aperto, morfotipi con angoli rientranti provergenti e smalto debolmente differenziato). È stato inoltre osservato che sia le forme fossili sia quelle attuali siciliane mostrano una cospicua differenza di taglia, probabilmente da mettersi in relazione alla diversa posizione geografica e, quindi, a differenze microambientali.

Ulteriori dati morfometrici sulla terricola di San Teodoro sono presentati da Bonfiglio et al. (2008) e riguardano il materiale proveniente da diversi orizzonti stratigrafici di due trincee di scavo denominate "scavo 1998" e "scavi 2002-2006". In quest'ultima trincea sono state riconosciute delle differenze significative nella taglia e nella morfologia dei campioni provenienti dai livelli inferiori, sia rispetto a quelli della porzione superiore sia rispetto agli orizzonti della trincea. Uno speleotema intercalato nei livelli inferiori della trincea ha restituito un'età radiometrica di 32.000 ± 4.000 anni (metodo $^{234}\text{U}/^{230}\text{Th}$).

METODOLOGIA

Per evidenziare eventuali differenze microevolutive nell'ambito di *M. (T.) savii* e di specie affini, è stata condotta un'analisi basata sul confronto dei resti dentari, ed in particolare del primo molare inferiore, provenienti da diversi siti paleontologici della Sicilia occidentale, orientale e dell'Italia meridionale con campioni attuali siciliani e peninsulari. L'analisi è volta a stabilire una più precisa caratterizzazione morfologica ed una migliore collocazione biocronologica dei campioni fossili nell'intento di acquisire dati utili per ricostruire eventuali relazioni filogenetiche fra forme insulari e continentali e risalire ai tempi di dispersione della terricola sull'isola.

Sono stati presi in considerazione campioni attuali e fossili provenienti da 20 località: 11 in Sicilia, 7 nel sud della Penisola Italiana, 2 in Francia e Spagna (Tab. II e Fig. 1). Tra i campioni attuali italiani 3 provengono dalla Sicilia e 4 sono peninsulari, di cui 2 della Toscana, 1 della Penisola Salentina e 1 dell'Aspromonte. Per alcuni degli 11 siti paleontologici sono stati esaminati campioni provenienti da più orizzonti stratigrafici per un totale di 20 campioni fossili. Le popolazioni fossili siciliane provengono dall'isola di Favignana (TP),

Tab. II - Elenco delle località e relativa età dei depositi dai quali provengono i campioni di terricole analizzati. Nella tabella vengono riportate le sigle utilizzate per identificare ciascun campione.

<i>Microtus (Terricola)</i>	Località	Sigla	Età
<i>subterraneus</i>	Sarcey-Rhone (FR)	sub	attuale
<i>lusitanicus</i>	Lamilla-Burgos (E)	lus	attuale
<i>savii</i>	Laghi Alimini-Melendugno (LE)	sav	attuale
<i>savii</i>	San Miniato-Valdarno Inferiore (PI)	sm	attuale
<i>savii</i>	Cascina-Valdarno Inferiore (PI)	casc	attuale
<i>s. brachicercus</i>	Aspromonte (RC)	asp	attuale
<i>s. nebrodensis</i>	Borgo Lupo (TP)	BLu	attuale
<i>s. nebrodensis</i>	Piana di Gela (CL)	Gel	attuale
<i>s. nebrodensis</i>	Mazzarino (CL)	Maz	attuale
cf. <i>savii</i>	Gr. Uzzo-San Vito (TP) livelli Mesolitico I	UZmI	Olocene antico
cf. <i>savii</i>	Gr. Uzzo-San Vito (TP) livelli Mesolitico II	UZmII	Olocene antico
cf. <i>savii</i>	Gr. Uzzo-San Vito (TP) livelli Neolitico	UZn	Olocene antico
cf. <i>savii</i>	Cala Mancina-San Vito (TP)	MAN	Olocene antico
cf. <i>savii</i>	Rip. Castello-Termini Imerese (PA)	RC	Tardoglaciale-Olocene
cf. <i>savii</i>	Gr. D'Oriente-Favignana (TP)	OR	Tardoglaciale
cf. <i>savii</i>	Gr. Serratura -M.Camerota (SA)	SER	Tardoglaciale
cf. <i>savii</i>	Gr. di S.Teodoro-Acquedolci (ME) scavo 1998	TEO98	Würm (MIS3)
cf. <i>savii</i>	Gr. di S.Teodoro-Acquedolci (ME) scavi 2003-2004 Sett.A,B,C	TEO0304ABC	Würm (MIS3)
cf. <i>savii</i>	Gr. di S.Teodoro-Acquedolci (ME) scavi 2003-2004 Sett.D	TEO0304D	Würm (MIS3)
cf. <i>savii</i>	K22-San Vito (TP)	K22	Würm (MIS3-2?)
cf. <i>savii</i>	C.da Pianetti (RG)	CP	Würm (MIS3)
<i>melitensis</i>	Gr.Ghar Dalam-Birzebuggia (M)	GD	Würm ?
cf. <i>savii</i>	Gr.Grande Scario (SA) Sett.A	GGSA	Post Tirreniano (MIS5d-5a)
cf. <i>savii</i>	Gr. Grande Scario (SA) Sett.F	GGSF	Post Tirreniano (MIS5d-5a)
cf. <i>savii</i>	Gr. Grande Scario (SA) Sett.C-S.Gamba strati superiori	GGSCs	Pre Tirreniano (MIS6)
cf. <i>savii</i>	Gr. Grande Scario (SA) Sett.C-S.Gamba strati inferiori	GGSCi	Pre Tirreniano (MIS6)
sp.	San Sidero 3-Pen. Salentina (LE)	SS3	Post Tirreniano (MIS5 sl)
sp.	Isolidda 3-San Vito (TP) strato superiore	TI3s	Pre Tirreniano ?
sp.	Isolidda 3-San Vito (TP) strato medio	TI3m	Pre Tirreniano ?
sp.	Isolidda 3-San Vito (TP) strato inferiore	TI3i	Pre Tirreniano ?

dalla penisola di S. Vito lo Capo (TP), da Termini Imerese (PA), dalla fascia costiera dei Nebrodi (ME) e dall'altopiano Ibleo (RG). Fra i campioni fossili siciliani sono stati considerati per la prima volta quelli di Grotta d'Oriente (isola di Favignana, TP; Martini et al., in stampa a), di Grotta di Cala Mancina (Martini et al., in stampa b) e "Isolidda 3" (*sensu* Mannino, 1962; Martini et al., in stampa c) presso la Penisola di San Vito; quest'ultimo campione allo stato odierno rappresenta il più antico ritrovamento di terricola fossile sull'isola.

Fra i campioni fossili peninsulari sono del tutto inediti quelli di Grotta Grande di Scario (SA) e di Grotta della Serratura (SA). Per l'inquadramento stratigrafico di Grotta Grande si rimanda ad Abbazzi e Masini (1998), Boscato e Ronchitelli (2004), Ronchitelli et al. (1998, 2008), mentre per Grotta della Serratura a Martini (1993) e Bertolini et al. (1996).

Tutte le terricole provenienti dalla penisola italiana e dalla Sicilia presentano un terzo molare superiore di tipo "simplex", ossia con due angoli rientranti linguali invece di tre nel tipo più complesso.

Le misure sono state effettuate utilizzando il piano di misura di Masini (in Bonfiglio et al., 1997, 2008; Masini et al., 2005) che rappresenta un'estensione di quello proposto da Van der Meulen (1973) con l'integrazione di alcune misure tratte dallo schema di Brunet-Lecomte e Chaline (1992; Figg. 2, 3). L'analisi è stata effettuata tramite diagrammi di dispersione basati sulle medie

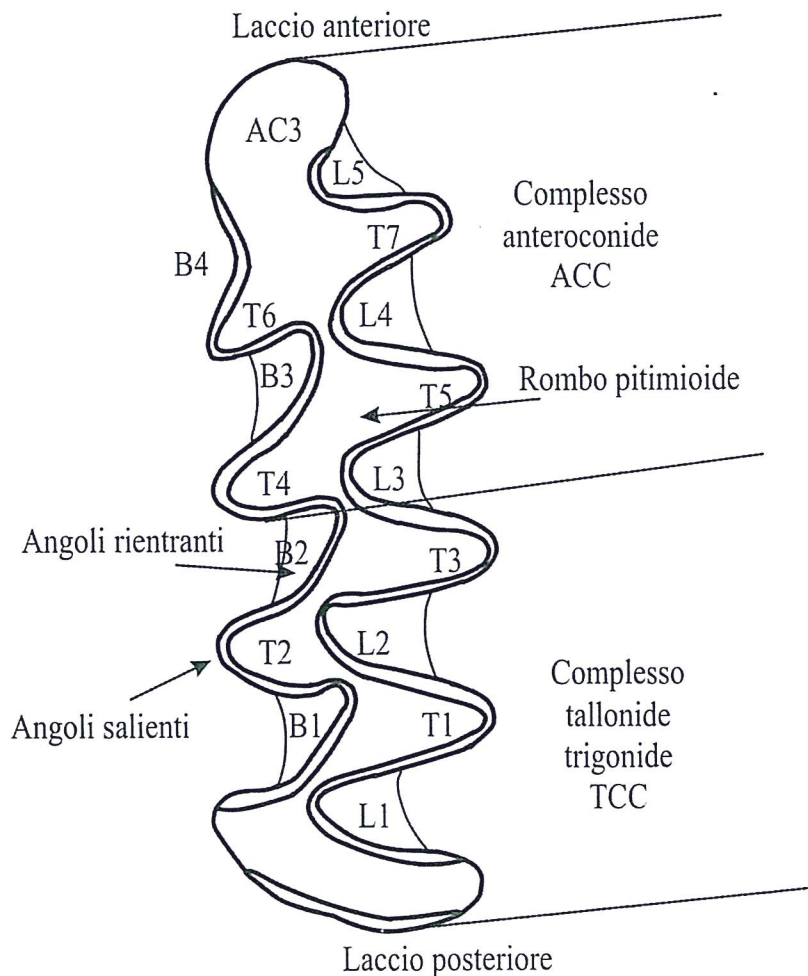


Fig. 2 - Nomenclatura delle parti dentarie del primo molare inferiore di *Microtus (Terricola)*. Modificato da Van der Meulen (1973).

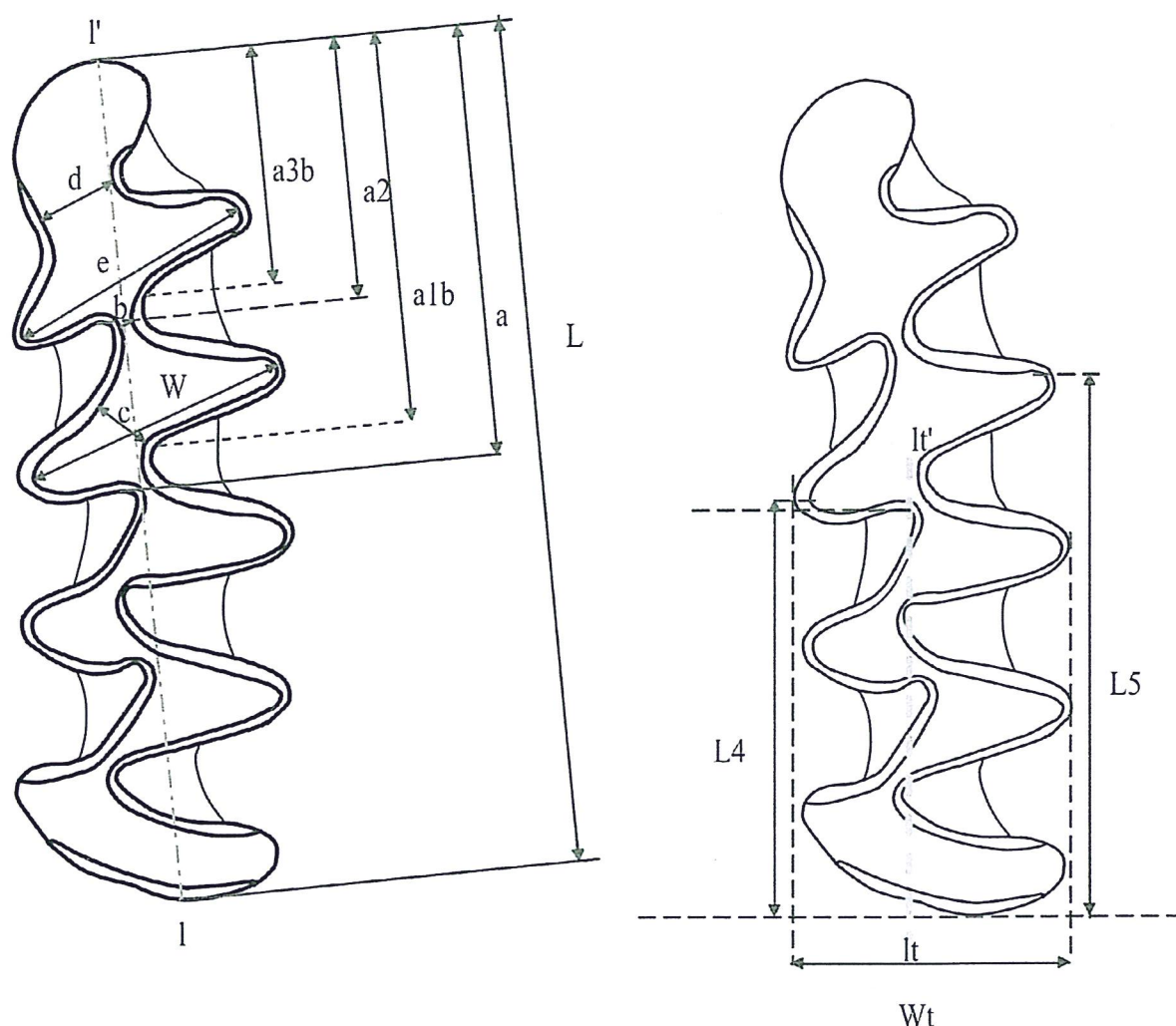


Fig. 3 - Schema di misura del primo molare inferiore di *Microtus (Terricola)*, modificato da Masini (Bonfiglio et al., 1997): a sinistra schema secondo Van der Meulen (1973) e a destra secondo Brunet-Lecomte e Chaline (1992).

delle misure effettuate e sugli indici morfometrici da queste ricavate (Tab. III). È stata inoltre eseguita una PCA (Principal Components Analysis) e un'analisi cluster utilizzando il software PAST (2009-2011).

RISULTATI E DISCUSSIONE

Le analisi effettuate mettono in evidenza un'ampia variazione di taglia nelle popolazioni fossili che potrebbe essere posta in relazione alle condizioni climatico-ambientali molto diversificate e/o all'isolamento delle popolazioni stesse.

Le misure e gli indici sono stati confrontati ed analizzati sia con grafici di dispersione bivariati (Figg. 4, 5) sia con grafici che riportano sull'ordinata una

Tab. III - Medie dei valori lineari e degli indici morfometrici dei campioni fossili e attuali di *Microtus (Terricola)*. Per le sigle dei campioni si veda la Tab. II.

Sigla	N	L	A	W	WT	AL	A2A	BW	CW	DW	EW	DE	L45
sub	5	2,55	1,34	0,83	0,93	52,64	66,02	2,38	18,30	20,44	86,59	23,67	77,68
lus	27	2,67	1,40	0,88	0,95	52,53	64,06	3,49	19,34	26,99	87,28	30,91	76,15
sav	32	2,77	1,40	0,89	1,02	50,44	61,00	4,74	22,17	39,77	83,59	47,75	78,95
sm	38	2,71	1,41	0,89	0,94	52,04	64,55	3,10	20,57	26,55	86,87	30,80	79,43
casc	45	2,60	1,35	0,86	0,92	52,12	63,58	3,47	21,07	26,42	84,56	31,21	79,38
asp	30	2,65	1,38	0,91	0,98	52,22	63,11	5,59	19,65	28,71	88,20	32,38	75,41
BLu	22	2,68	1,37	0,87	0,97	51,10	60,52	6,43	21,36	44,53	83,07	53,74	75,66
Gel	26	2,57	1,28	0,85	0,97	49,90	59,50	8,06	21,96	40,16	84,81	47,32	77,54
Maz	12	2,73	1,38	0,92	1,01	50,42	58,68	7,98	19,52	45,37	82,53	54,73	78,18
UZmI	39	2,84	1,45	0,93	1,03	50,89	60,44	6,36	23,54	40,57	83,28	48,90	85,05
UZmII	32	3,00	1,52	0,96	1,06	50,62	60,03	6,74	24,50	39,48	84,24	46,66	87,27
UZn	15	2,99	1,54	0,99	1,06	51,58	60,85	8,80	23,79	44,19	85,22	51,90	84,06
MAN	60	2,82	1,41	0,92	1,04	50,08	58,95	4,54	22,02	32,27	83,28	45,26	82,22
RC	6	2,91	1,46	0,94	1,07	50,45	61,81	7,41	23,95	32,94	82,99	40,49	85,34
OR	41	2,74	1,37	0,89	0,99	50,40	59,77	4,67	21,97	34,68	85,82	41,53	82,73
SER	96	2,49	1,27	0,83	0,88	51,13	61,16	5,15	22,11	32,51	85,82	38,13	78,43
TEO98	22	2,93	1,50	0,99	1,12	51,02	59,22	4,76	20,76	39,61	84,90	46,64	81,38
TEO0304ABC	12	2,98	1,52	1,05	1,04	50,82	59,76	4,82	19,90	35,33	82,75	41,92	86,73
TEO0304D	16	2,74	1,42	0,93	0,96	51,60	60,37	5,63	21,77	28,63	85,02	34,03	86,26
K22	35	2,80	1,40	0,93	1,05	50,05	58,24	3,97	22,02	38,99	83,46	46,77	81,05
CP	31	2,59	1,31	0,87	0,96	50,31	60,92	5,49	22,44	33,41	82,73	40,57	80,50
GD	28	2,89	1,50	1,00	1,04	51,84	62,21	6,06	22,97	24,57	88,77	27,74	87,19
GGSA	18	2,61	1,37	0,86	0,91	52,60	61,13	4,32	23,87	31,13	87,94	34,19	78,71
GGSF	24	2,71	1,39	0,92	1,00	51,36	60,22	4,87	21,55	34,46	86,85	39,49	77,84
GGSCs	46	2,64	1,37	0,89	0,92	51,78	61,34	3,92	23,32	34,60	85,80	39,86	78,63
GGSCi	22	2,45	1,25	0,86	0,90	51,13	60,38	4,69	23,65	35,74	88,82	40,22	78,69
SS3	24	2,79	1,43	0,92	1,01	51,27	60,03	3,38	22,53	37,74	84,21	44,75	79,14
TI3s	45	2,59	1,34	0,87	0,96	51,71	61,55	4,06	20,26	28,51	88,58	32,53	80,87
TI3m	45	2,70	1,40	0,90	0,99	51,99	62,08	2,38	19,71	26,29	90,25	29,26	81,04
TI3i	42	2,76	1,42	0,92	1,01	51,30	61,35	3,60	21,34	28,81	89,71	31,61	80,44

scala cronologica in modo da analizzare la variazione dei parametri più significativi nel tempo (Figg. 6-10).

Innanzitutto si può notare una significativa variazione della taglia, effetto di due fattori importanti: il tempo e la geografia. Si nota, infatti, che le dimensioni massime vengono raggiunte dai campioni siciliani durante il MIS3 e rimangono tali anche durante il Tardoglaciale e l'Olocene antico (Fig. 6). Questo è coerente con la tendenza al generale aumento delle dimensioni dei micromammiferi delle isole. Si può notare, invece, come fra gli altri campioni

TAGLIA-Terricole fossili

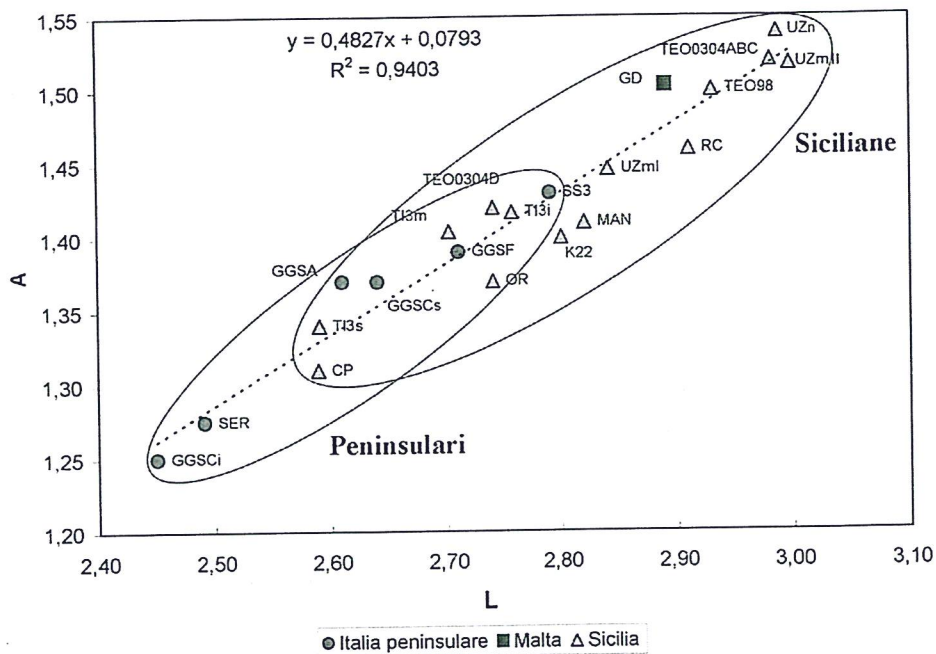


Fig. 4 - Grafico di dispersione L-A (lunghezza totale del dente rispetto alla lunghezza dell'anteroconide) per i campioni fossili di terricola. Per le sigle dei campioni si veda Tab. II.

Proporzioni anteroconide - Attuali

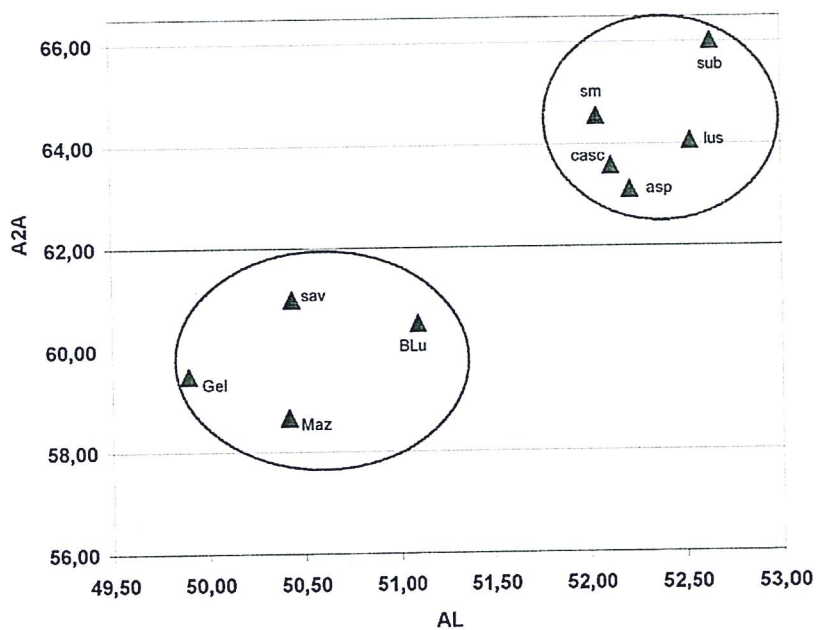


Fig. 5 - Grafico di dispersione AL-A2A (indici che esprimono il grado di allungamento dell'anteroconide rispetto alla sua parte anteriore) per le popolazioni attuali di terricola. Per le sigle dei campioni si veda Tab. II.

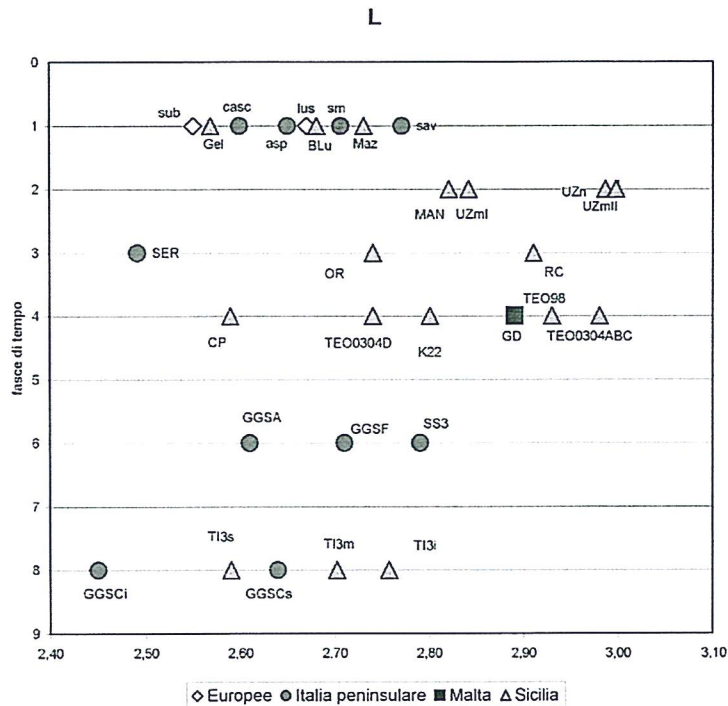


Fig. 6 - Grafico che mostra la variazione della lunghezza del primo molare inferiore per tutti i campioni di terricola in relazione al tempo. Legenda: in ordinata 1 = recente, 2 = Olocene, 3 = Tardoglaciale, 4 = Würm (MIS3), 7 = Tirreniano (MIS5), 8 = Pre-Tirreniano (MIS6). Per le sigle dei campioni si veda Tab. II.

provenienti dall'isola, quelli molto antichi di Isolidda 3 e quelli attuali, presentano dimensioni inferiori. Questa differenza può essere imputata a cause diverse per i due gruppi di campioni. I campioni più antichi mostrano dimensioni ridotte perchè rappresentano probabilmente le prime fasi di dispersione di questa specie sull'isola e sono, quindi, forme non ancora endemizzate; nella stratigrafia di Isolidda 3 si nota, infatti, la comparsa di questa forma nell'US 15 nella parte alta della successione stratigrafica (cfr. Martini et al., in stampa c). I campioni continentali della stessa fascia di età di Isolidda 3 mostrano dimensioni comparabili o minori (es. Grotta Grande di Scario, Settore C livelli inferiori). Le forme attuali invece sono più piccole, presumibilmente perchè a partire dall'Olocene recente si sono intensificati gli spostamenti umani tra la Sicilia e la penisola, che hanno probabilmente causato continui scambi e movimenti faunistici e ridotto i caratteri endemici dell'associazione faunistica riscontrabili anche nelle macrofaune (Sarà, 1998). In effetti, le dimensioni dei campioni attuali di terricola siciliana non differiscono molto da quelle delle terricole salentine e della Toscana. I campioni fossili della Grotta dell'Uzzo e del Riparo del Castello rappresentano, insieme a quelli dei livelli stratigrafici superiori della Grotta di San Teodoro, le forme di massime dimensioni, cui si accostano, anche se con una taglia leggermente inferiore, quelli di K22, Cala Mancina, il campione continentale di San Sidero 3 e l'attuale *M. (T.) savii* della

Penisola Salentina. La terricola di Contrada Pianetti si distingue dai campioni considerati per la taglia molto piccola, per una maggiore costrizione della parte anteriore dell'anteroconide e per la modesta apertura tra rombo pitimioide e parte anteriore dell'ACC (Bonfiglio et al., 1997); ad essa si associa per dimensioni la terricola attuale proveniente dalla Piana di Gela.

Informazioni importanti sono state tratte dallo studio della variazione nelle proporzioni relative dell'anteroconide (Figg. 2, 5, 7, 8), attraverso l'analisi dei parametri A, A2, L e delle loro relazioni espresse dagli indici AL e A2A. Le popolazioni attuali peninsulari presentano sia l'anteroconide che l'AC3 allungati, a differenza di tutte le altre popolazioni siciliane che presentano invece valori più bassi di entrambi i rapporti, descrivendo così un dente dalla morfologia più accorciata in senso mesio-distale (Figg. 7, 8). Le popolazioni fossili più antiche insulari e peninsulari sono caratterizzate da un ACC allungato come la maggior parte delle popolazioni attuali peninsulari, mentre lo sviluppo dell'AC3 è più modesto con valori che rientrano nella variazione delle forme insulari. Da notare come il campione di terricole attuali provenienti da Melendugno (Penisola Salentina) si discosti nettamente dal trend, assumendo caratteri molto simili a quelli delle terricole siciliane attuali; questo può probabilmente essere interpretato come una convergenza, data dalle affinità delle condizioni geografiche e climatiche della località di rinvenimento

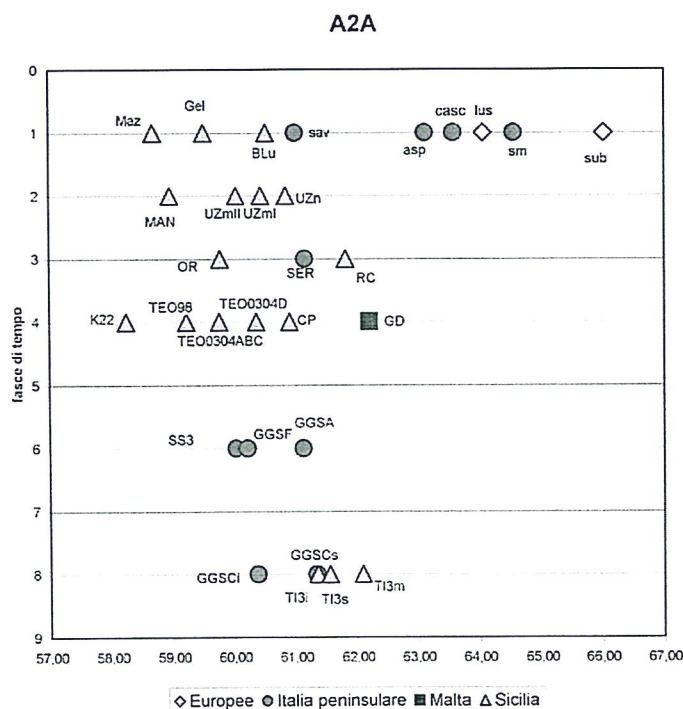


Fig. 7 - Grafico che mostra la variazione dell'allungamento della parte anteriore del complesso anteroconide per tutti i campioni di terricola in relazione al tempo. Per la legenda dell'ordinata vedi didascalia Fig. 6. Per le sigle dei campioni si veda Tab. II.

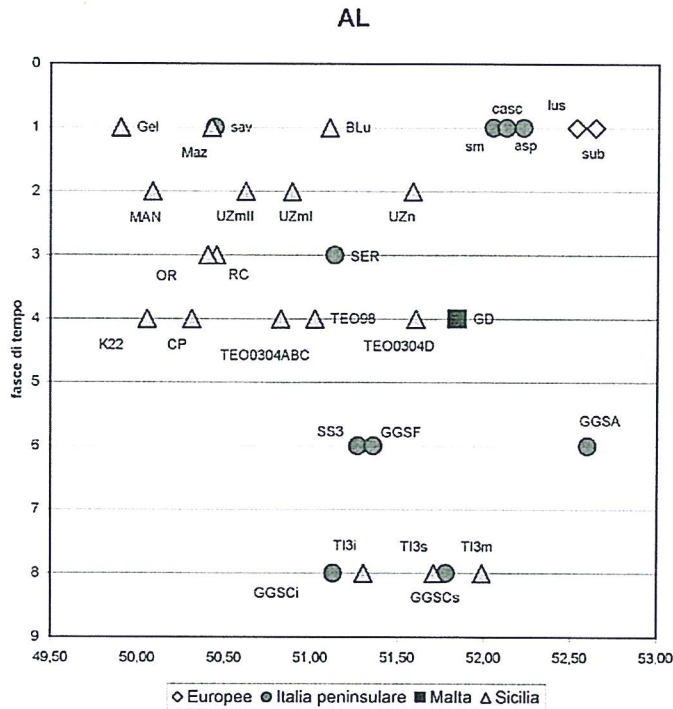


Fig. 8 - Grafico che mostra la variazione della lunghezza del complesso anteroconide rispetto alla lunghezza totale del molare per tutti i campioni di terricola in relazione al tempo. Per la legenda dell'ordinata vedi didascalia Fig. 6. Per le sigle dei campioni si veda Tab. II.

e dal parziale isolamento della Penisola Salentina. È importante rilevare come nel grafico di Fig. 5, che riporta i rapporti dell'AC3 e dell'ACC nelle popolazioni attuali, i due gruppi sopra menzionati siano completamente separati. Da notare anche che le popolazioni peninsulari sono più simili a quelle di *Microtus (Terricola) lusitanicus* (Gerbe, 1879), proveniente dai Pirenei spagnoli, e di *Microtus (Terricola) subterraneus*, proveniente dalla Francia, mentre le popolazioni siciliane e il campione di Melendugno presentano un'accentuazione dei caratteri tipici di *M. (T.) savii*.

Analizzando nel dettaglio la morfologia dell'anteroconide, che rappresenta la porzione dentaria più modificata e significativa, ed in particolare le strozzature dei triangoli che lo costituiscono (descritte dai parametri D, E e W e dai relativi indici), riscontriamo una situazione analoga alla precedente (Figg. 9, 10); si registra infatti la totale separazione delle popolazioni attuali siciliane da quelle peninsulari ed europee, e la somiglianza analoga delle popolazioni più antiche, sia siciliane (Isolidda 3) sia peninsulari (Grotta Grande di Scario), con quelle peninsulari attuali e con le due specie *M. (T.) subterraneus* e *M. (T.) lusitanicus*.

Applicando la PCA (Metrica di Varianza-Covarianza) agli indici morfometrici, si nota che le popolazioni fossili di Isolidda 3 e di Grotta Grande di Scario si dispongono molto vicine, nella porzione sinistra del grafico, insieme alle

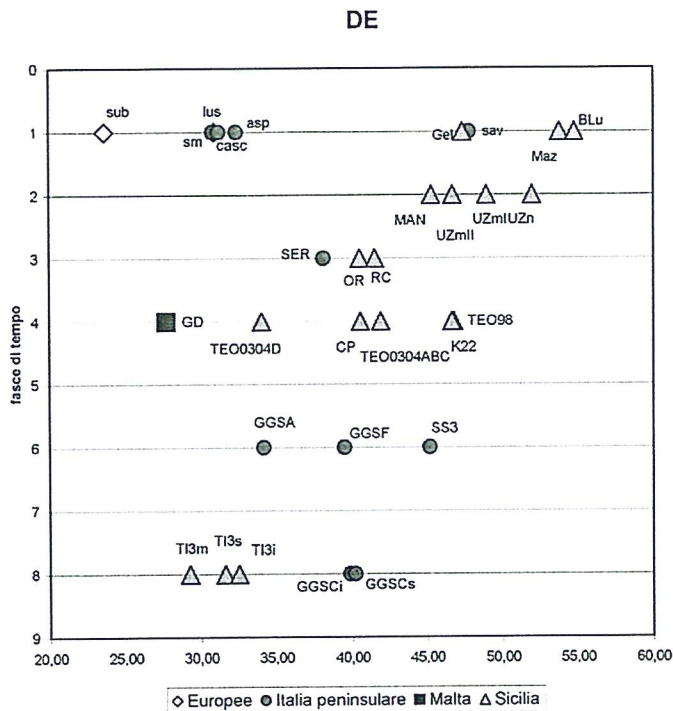


Fig. 9 - Grafico che mostra la variazione del restringimento del laccio anteriore per tutti i campioni di terricola rispetto al rombo T6-T7 in relazione al tempo. Per la legenda dell'ordinata vedi didascalia Fig. 6. Per le sigle dei campioni si veda Tab. II.

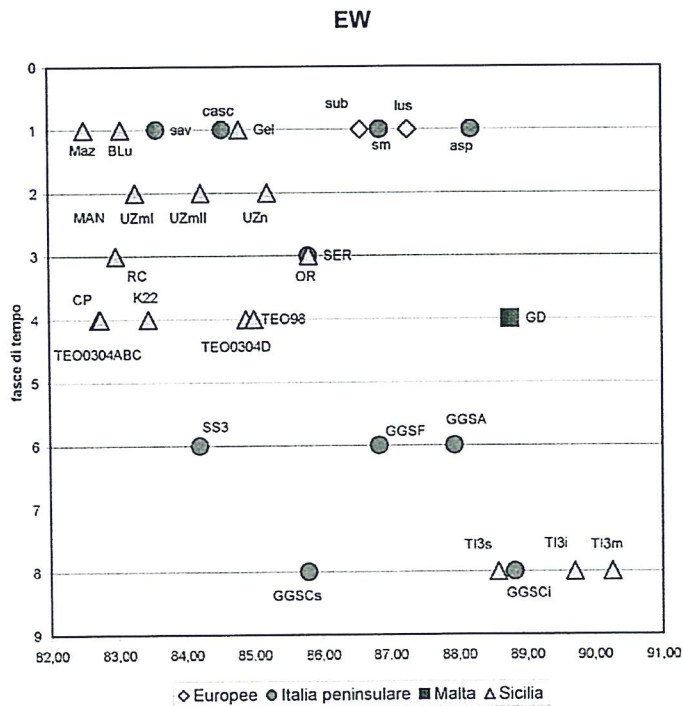


Fig. 10 - Grafico che mostra la variazione dell'ampiezza del rombo T6-T7 rispetto al rombo pitimioide per tutti i campioni di terricola in relazione al tempo. Per la legenda dell'ordinata vedi didascalia Fig. 6. Per le sigle dei campioni si veda Tab. II.

popolazioni attuali peninsulari ed europee (Fig. 11). Il dato è molto significativo, considerato che la prima componente rende conto del 92,6% della varianza ed è influenzata principalmente dagli indici DW e DE. Tutte le altre popolazioni siciliane sono invece raggruppate nella metà destra del grafico, insieme alle due popolazioni pugliesi: quella attuale di Melendugno e la popolazione fossile di San Sidero 3. La popolazione di Isolidda 3 si trova isolata dal gruppo se si considera la seconda componente (3% della varianza), che è più influenzata dalle variazioni nelle proporzioni dell'anteroconide e dal valore di E, corrispondente al grado di costrizione dell'AC3.

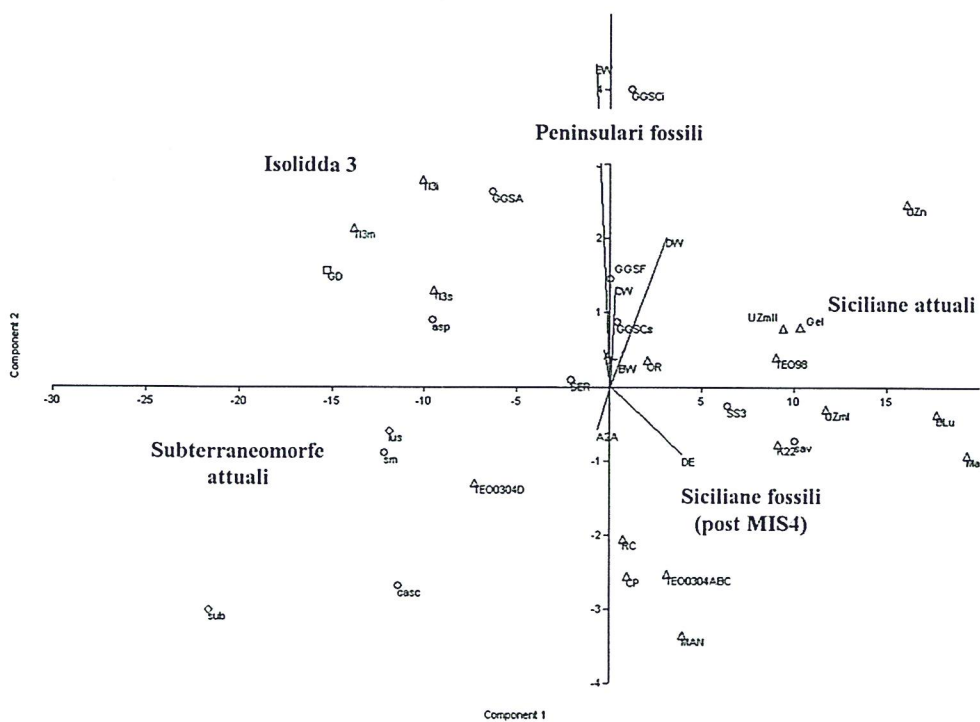


Fig. 11 - Analisi delle componenti principali (Metrica di Varianza-Covarianza) applicata agli indici morfometrici. Diagramma di dispersione delle prime due componenti. Legenda simboli: rombo = sito attuale europeo, quadrato = Ghar Dalam (Malta), cerchio = sito Italia peninsulare (attuale e fossile), triangolo = sito siciliano (attuale e fossile). Per le sigle dei campioni si veda Tab. II.

L'applicazione della cluster analysis (utilizzando la metrica euclidea e la metrica di correlazione abbinate al metodo di agglomerazione UPGMA ha restituito risultati abbastanza comparabili. Tuttavia questa analisi fornisce solamente delle indicazioni molto generiche che devono essere interpretate criticamente. Descriviamo qui il dendrogramma ottenuto con la distanza euclidea (Fig. 12). Si può osservare che sono presenti due cluster principali, uno che raggruppa le forme europee, peninsulari e quelle di Isolidda 3 che potremmo definire più "subterraneomorfe", il secondo che riunisce le for-

me più “savimorfe”. Da notare che il campione del settore D della Grotta di San Teodoro si colloca nel gruppo subterraneomorfo. Anche la popolazione del settore A di Scario si colloca in questo gruppo, confermando una forte similarità di questa con le forme di Isolidda 3, già testimoniata dai grafici di dispersione e dalla PCA. Tuttavia gli altri tre campioni del sito di Scario si posizionano in un sottogruppo che comprende una miscelanea abbastanza eterogenea di forme fossili sia insulari sia peninsulari. Da notare come agli estremi del grafico vi siano da una parte *M. (T.) savii* di Melendugno, che presenta l’accentuazione di tutti i caratteri tipici della forma del Savi, e dalla parte opposta *M. (T.) subterraneus*, che ha una posizione più esterna nel gruppo subterraneomorfo.

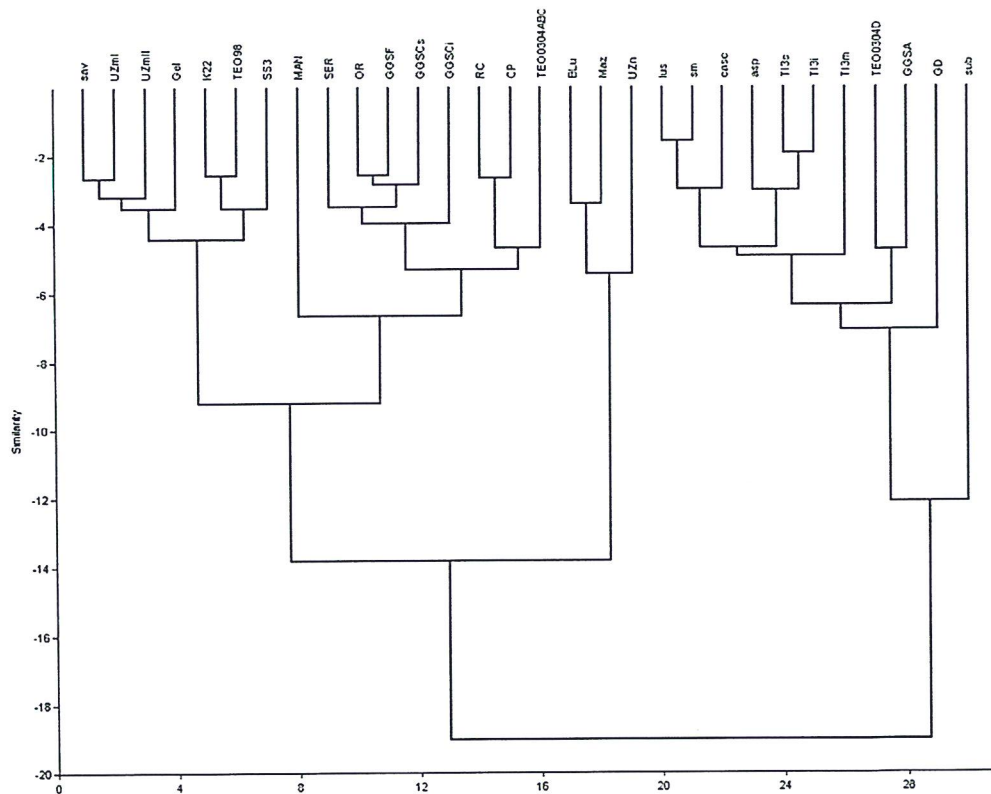


Fig. 12 - Analisi cluster (Metrica euclidea abbinata al metodo UPGMA). Per le sigle dei campioni si veda Tab II.

CONCLUSIONI

È stata riconosciuta una significativa variazione morfologica fra popolazioni “subterraneomorfe”, caratterizzate da una maggiore costrizione e simmetria del coppia anteriore e dall’anteroconide più allungato, e popolazioni “savimorfe”, contraddistinte al contrario, da una maggiore confluenza e asimmetria del coppia anteriore e da un anteroconide più corto (Fig. 2). Ciò

è in accordo con quanto già noto dai lavori di Nappi et al. (2006), che riconoscono un trend di variazione nord-sud in questi caratteri. Le popolazioni siciliane würmiane e attuali, provenienti da Favignana (Grotta d'Oriente), dalla Penisola di San Vito (Grotta dell'Uzzo, Cala Mancina, K22), da aree costiere che si affacciano sul mar Tirreno (Riparo del Castello, Grotta di San Teodoro) e dall'Avampese Ibleo (Contrada Pianetti), rientrano nel gruppo "savimorfo".

Le popolazioni siciliane fossili del sito di Isolidda 3, che attualmente rappresentano il ritrovamento più antico di terricola dell'isola, sembrano avvicinarsi maggiormente al morfotipo "subterraneomorfo" e presentano caratteri morfologici che le accostano alle popolazioni pre e post-tirreniane di Scario, a quelle attuali peninsulari e a quelle francesi e spagnole appartenenti rispettivamente alle specie *M. (T.) subterraneus* e *M. (T.) lusitanicus*. La somiglianza con le terricole di Scario fa ritenere che le terricole di Isolidda 3 fossero da poco giunte sull'isola e non fossero ancora andate incontro ad endemizzazione.

Analogamente le terricole würmiane della Sicilia, che sono nettamente diverse da quelle di Isolidda 3, assomigliano morfologicamente a quelle Tardoglaciali della Grotta della Serratura. Queste osservazioni fanno supporre che si sia verificata una seconda colonizzazione dell'isola, da cui poi potrebbero avere avuto origine le terricole attuali, molto savimorfe e nettamente distinte da quelle peninsulari settentrionali. Si ipotizza, quindi, la presenza di due differenti arrivi di *Microtus (Terricola)* in Sicilia. Il primo da collocarsi durante lo stadio freddo MIS6 o il successivo MIS4 (Fig. 13). In questi periodi freddi, infatti, la Sicilia era verosimilmente collegata da un ponte continentale alla penisola o quantomeno il braccio di mare che le separava era ridotto e caratterizzato da condizioni che ne favorivano l'attraversamento (acque basse o zone paludose; Masini et al., 2002). Al contrario, l'attraversamento dello Stretto di Messina durante le fasi temperate o calde del Pleistocene Superiore, a meno di ammettere la presenza di zattere di fortuna, è da escludersi. Il secondo arrivo potrebbe essersi verificato in corrispondenza del MIS2 o di oscillazioni più stadiali del MIS3 (Fig. 13). La terricola del settore D della Grotta di San Teodoro, che ha caratteristiche savimorfe moderate, potrebbe essere una testimonianza di questo secondo arrivo. La datazione col metodo $^{230}\text{Th} / ^{234}\text{U}$ dello speleotema giacente al di sopra dell'orizzonte che ha restituito questi fossili (Bonfiglio et al., 2008) permette di collocare questo evento in un tempo precedente o quasi contemporaneo a 32 ka.

Una limitazione alle conclusioni sopra presentate deriva dall'assenza di campioni di terricola della penisola datati al MIS3 e al MIS4. Le conclusioni devono essere considerate quindi come preliminari.

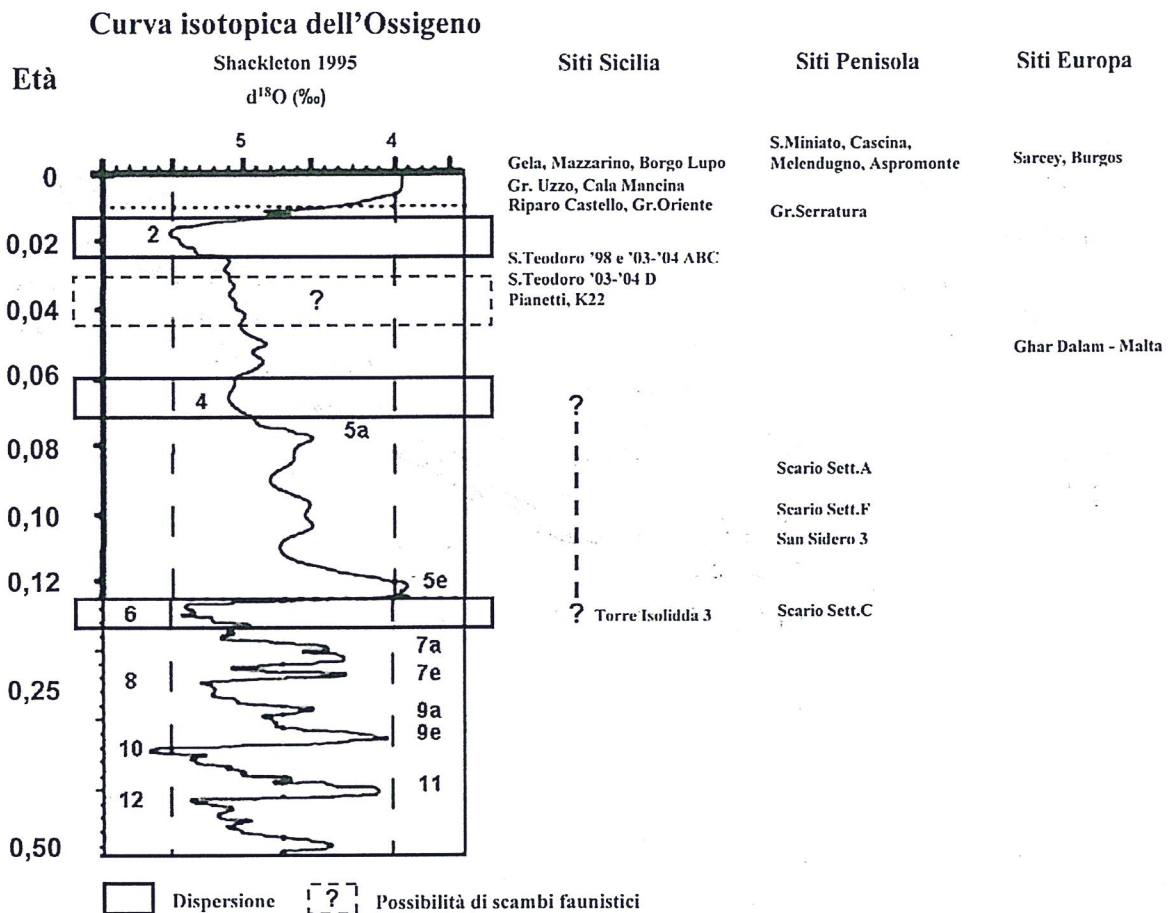


Fig. 13 - Correlazione tra la curva isotopica dell'ossigeno (modificata da Schackleton, 1995) ed i siti da cui provengono i campioni di terricole analizzate. Nella curva i riquadri indicano i momenti di maggiore o minore probabilità del verificarsi di scambi faunistici dalla Penisola alla Sicilia.

RINGRAZIAMENTI

Al presente lavoro hanno contribuito: E. Locatelli (Isolidda 3, Grotta di Cala Mancina e Grotta d'Oriente), D. Petruso (Grotta di S. Teodoro, K22, Grotta dell'Uzzo, Riparo del Castello), G. Surdi (Grotta Grande di Scario, Grotta della Serratura, campioni attuali di Cascina e S. Miniato). F. Masini e B. Sala hanno coordinato il lavoro. La stesura dell'articolo è stata condotta in maniera congiunta dai due gruppi di ricerca. Un particolare ringraziamento va alla Prof.ssa Annamaria Ronchitelli e al Prof. Paolo Boscato (Università degli Studi di Siena) per aver gentilmente messo a disposizione il materiale di Grotta Grande di Scario e al Prof. Fabio Martini (Università degli Studi di Firenze) per il materiale di Isolidda 3, Cala Mancina, Grotta d'Oriente e Grotta della Serratura.

BIBLIOGRAFIA

- ABBAZZI L., MASINI F. 1998 - L'association faunique du sondage F à la Grotta Grande de Scario. In Atti XIII Congresso UISPP. 2. Forlì: 157.
- BERTOLINI M., FEDOZZI S., MARTINI F., SALA B. 1996 - Late Glacial and Holocene climatic oscillations inferred from the variations in the micromammal associations at Grotta della Serratura (Marina di Camerota, Salerno, South Italy). *Quaternario*, 9 (2): 561-566.
- BONFIGLIO L., INSACCO G., MARRA A.C., MASINI F. 1997 - Large mammals, amphibians, reptiles from a new fissure filling deposit of the Hyblean Plateau (South Eastern Sicily). *Boll. Soc. Pal. Ital.*, 36 (1-2): 97-122.
- BONFIGLIO L., MANGANO G., MARRA A.C., MASINI F. 2001 - A new late Pleistocene vertebrate faunal complex from Sicily (S. Teodoro Cave, North Eastern Sicily, Italy). *Boll. Soc. Pal. Ital.*, 40 (2): 149-158.

- BONFIGLIO L., MARRA A.C., MASINI F., PAVIA M., PETRUSO D. 2002 - Pleistocene faunas of Sicily. World Islands in Prehistory: International insular investigations. V Deia International Conference of Prehistory eds. Waldren W.H. e Ensenyat BAR International Series 1095, 38: 428-436.
- BONFIGLIO L., ESU D., MANGANO G., MASINI F., PETRUSO D., SOLIGO M., TUCCIMEI P. 2008 - Late Pleistocene vertebrate bearing deposits at San Teodoro Cave (North-Eastern Sicily): Preliminary data on faunal diversification and chronology. *Quat. Int.*, 190: 26-37.
- BOSCATO P., RONCHITELLI A. 2004 - Paléosurfaces du Paléolithique moyen: l'exemple de Scario (Salerno - Italie du sud). In *Actes du XIVème Congrès UISPP. Liège (Belgique)*: 283-291.
- BRUNET-LECOMTE P., CHALINE J. 1992 - Morphological convergences versus biochemical divergences in the holarctic ground voles: *Terricola* and *Pitymys* (Arvicolidae, Rodentia). *N. Jb. Geol. Palaeont. Mh.*, 12: 721-734.
- BRUNET-LECOMTE P., SALA B., CHALINE J. 1994 - Comparative morphology of the first lower molar of present-day and fossil populations of ground voles in Italy (Rodentia, Arvicolidae). *Quaternario*, 7 (1): 35-40.
- BURGIO E., KOTSAKIS T. 1987 - Presenza di *Pitymys* (Mammalia, Arvicolidae) nel Pleistocene della Sicilia. *Naturalista sicil.*, 10: 27-34.
- CASTIGLIA R., ANNESI F., ALOISE G., AMORI G. 2008 - Systematics of the *Microtus savii* complex (Rodentia, Cricetidae) via mitochondrial DNA analyses: Paraphyly and pattern of sex chromosome evolution. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 46: 1157-1164.
- CONTOLI L. 1999 - *Microtus savii* (de Selys Longschamps, 1838). In: A.J. Mitchell-Jones, G. Amori, W. Bogdanowicz, B. Krystufek, P.J.H. Reijnders, F. Spitzenberger, M. Stubbe, J.B.M. Thissen, V. Vohralik, J. Zima (eds.), *The atlas of European mammals*. London: Poyser T. e A.D., 248-249.
- CONTOLI L. 2003 - On subspecific taxonomy of *Microtus savii* (Rodentia, Arvicolidae). *Hystrix Ital. J. Mamm.*, 14: 107-111.
- DE GIULI C. 1983 - Le faune pleistoceniche del Salento. 1.- La fauna di San Sidero 3. *Quad. Mus. Pal. Maglie*, 1: 45-84.
- DE LUCA C. 1998 - Nuovi ritrovamenti di *Microtus (Terricola)* in un deposito pleistocenico in località Piana di Sopra, Penisola di San Vito lo Capo. Tesi di laurea in Scienze Geologiche, A.A. 1997/1998. Università degli Studi di Palermo: 1-124.
- DI MAGGIO C., INCANDELA A., MASINI F., PETRUSO D., RENDA P., SIMONELLI C., BOSCHIAN G. 1999 - Oscillazioni eustatiche, biocronologia dei depositi continentali quaternari e neotettonica nella Sicilia nord-occidentale (Penisola di San Vito Lo Capo - Trapani): un approccio interdisciplinare. *Quaternario*, 12 (1): 25-49.
- GALLEN L., STANYON R., TELLINI A., GIORDANO G., SANTINI L. 1992 - Karyology of the Savi pine vole, *Microtus savii* (de Selys Longschamps, 1838) (Rodentia, Arvicolidae): G- C-, DA/DAPI-, and AluI-bands. *Cytogen. & Cell Gen.*, 59: 290-292.
- GALLEN L., STANYON R., TELLINI A., GIORDANO G., SANTINI L. 1994 - Taxonomy of *Microtus savii* (Rodentia, Arvicolidae) in Italy: cytogenetic and hybridization data. *J. Mammal.*, 75: 1040-1044.
- GALLEN L. 1995 - Speciation in the Savi pine vole, *Microtus savii* (de Selys-Longschamps, 1838) (Rodentia, Arvicolidae): a theoretical biology approach. *Boll. Zool.*, 62: 45-51.
- GALLEN L., STANYON R., CONTADINI L., TELLINI A. 1998 - Biogeographical and kariological data of the *Microtus savii* group (Rodentia, Arvicolidae) in Italy. *Bonn. Zool. Beitr.*, 47: 277-282.
- JAAROLA M., MARTINKOVA N., GUNDUZ I., BRUNHOFF C., ZIMA J., NADACHOWSKI A., AMORI G., BULATOVA N.S., CHONDROPOULOS B., FRAGUEDAKIS-TSOLIS S., GONZALEZ-ESTEBAN J., JOSE LOPEZ-FUSTER M., KANDAUROV A.S., KEFELIOGLU H., DA LUZ MATHIAS M., VILLATE I., SEARLE J.B. 2004 - Molecular phylogeny of the speciose vole genus *Microtus* (Arvicolinae, Rodentia) inferred from mitochondrial DNA sequences. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 33: 647-663.
- KRAPP F. 1982 - *Microtus savii* (de Selys-Longschamps, 1838) - Italienische Kleinwuehlmaus. In: J. Niethammer, F. Krapp (eds.), *Handbuch der Säugetiere Europas*, 2/1 (Nagetiere): 429-437.
- MARTINI F. 1993 - Grotta della Serratura a Marina di Camerota. Culture e ambienti dei complessi olocenici. *Garlatti e Rizzai Ed.*, Firenze: 1-376.
- MARTINI F., LO VETRO D., BAGLIONI L., COLONESE A.C., DE CURTIS O., DI GIUSEPPE Z., LOCATELLI E., SALA B., MAZZA P., TUSA S. in stampa a - Primi risultati sulle nuove ricerche stratigrafiche a Grotta d'Oriente (Favignana, TP). Scavi 2005. In: *Dai Ciclopi agli Ecisti. Società e territorio nella Sicilia Preistorica e Protostorica*. Atti della XLI Riunione Scientifica IIPP.
- MARTINI F., LO VETRO D., COLONESE A.C., DI GIUSEPPE Z., LOCATELLI E., SALA B., TUSA S. in stampa b - Dai preliminari sul Mesolitico di Grotta di Cala Mancina (San Vito Lo Capo, TP): paleontologia e ambiente. In: *Dai Ciclopi agli Ecisti. Società e territorio nella Sicilia Preistorica e Protostorica*. Atti della XLI Riunione Scientifica IIPP.
- MARTINI F., LO VETRO D., COLONESE A.C., DI GIUSEPPE Z., LOCATELLI E., SALA B., TUSA S. in stampa c - Nuove ricerche a Grotta Racchio - Gruppo dell'Isolidda (San Vito Lo Capo, TP): primi risultati. In: *Dai Ciclopi agli Ecisti. Società e territorio nella Sicilia Preistorica e Protostorica*. Atti della XLI Riunione Scientifica IIPP.
- MANNINO G. 1962 - Nuove incisioni rupestri scoperte in Sicilia. *Riv. Sc. Preist.*, Firenze, 17, 1-4: 147-159.
- MASINI F., BONFIGLIO L., PETRUSO D., MARRA A.C., ABBAZZI L., DELFINO M., FANFANI F., TORRE D. 2002 - The

- role of coastal areas in the Neogene - Quaternary mammal island populations of the central Mediterranean. *Biogeographia*, 23: 1-25.
- MASINI F., GIANNINI T., ABBAZZI L., FANFANI F., DELFINO M., MAUL L.C., TORRE D. 2005 - A late Biharian small vertebrate fauna from the lacustrine succession of San Lorenzo (Santarcangelo Basin, Basilicata, Italy). *Quat. Intern.*, 131: 79-93.
- NAPPI A., BRUNET-LECOMTE P., MONTUIRE S. 2005 - Dental morphology of *Microtus (Terricola)* voles from Calabria (Southern Italy) and relationships with *M. (T.) savii* (Rodentia, Arvicolidae). *Hystrix Ital. J. Mamm.*, 16 (1): 75-85.
- NAPPI A., BRUNET-LECOMTE P., MONTUIRE S. 2006 - Intraspecific morphological tooth variability and geographical distribution: Application to the Savi's vole, *Microtus (Terricola) savii* (Rodentia, Arvicolinae). *J. Nat. Hist.*, 40 (5-6): 345-358.
- NIETHAMMER J., KRAPP F. 1982 - Handbook der Saugtiere Europas. 2/I Rodentia II, Akad. Verlagsgesellschaft, Wiesbaden: 109-146.
- PAST 2009-2011 - Paleontological Statistics Version 2.12. Øyvind Hammer Natural History Museum University of Oslo.
- PETRUSO D. 1996 - Le faune a mammiferi del Pleistocene medio e superiore della Penisola di San Vito. Correlazione con i terrazzi marini. Tesi di laurea in Scienze Geologiche, A.A. 1994/1995. Università degli Studi di Palermo: 1-96.
- PETRUSO D. 2003 - Il contributo dei micromammiferi alla Stratigrafia e Paleogeografia del Quaternario continentale siciliano. Tesi di dottorato in Geologia del Sedimentario, Università di Napoli e Palermo: 1-320.
- PIRAS P., MARCOLINI F., RAIA P., CURCIO M.T., KOTSAKIS T. 2008 - Testing evolutionary stasis in first lower molar shape of fossil Italian populations of *Terricola savii* (Arvicolidae, Rodentia) by means of Geometric Morphometrics. *J. Evol. Biol.*, 10: 1-13. DOI: 10.1111/J.1420-9101.2008.01632.
- RONCHITELLI A., ABBAZZI L., ACCORSI C.A., BANDINI MAZZANTI M., BERNARDI M., MASINI F., MERCURI A., MEZZABOTTA C., ROOK L. (1998) - Paleontological, Palynological and Paleontological data on the Grotta Grande of Scario - Salerno (Campania Southern Italy, 40°02'21"N/15°28'31"E). In Proc. 1st Intern. Congr. Science and technology for the safeguard of cultural heritage in the Mediterranean Basin, Palermo: 1529-1535.
- RONCHITELLI A., BOSCATO P., MASINI F., PETRUSO D., SURDI G., ACCORSI C.A., TORRI P. 2008 - The Grotta Grande of Scario (Salerno, Italy): a spot on the archeology and the environment during the last interglacial (OIS5) of the Mediterranean region. In: Atti del Conv. Intern. INQUA-SEQS (Subcommission on European Quaternary Stratigraphy) The Quaternary of Europe from Atlantic seaboard to continental Interior, Rennes: 46-47.
- SARÀ M. 1998 - I mammiferi delle isole del mediterraneo. Editrice L'Epos, Palermo: 1-168.
- SHACKLETON N. J. 1995 - New data on the evolution of Pliocene climatic variability. In: Vrba E., Denton G.H., Partridge T.C., Burckel L.H. (eds.), *Paleoclimate and evolution*. Yale University Press: 242-248.
- STORCH G. 1974 - Quartäre Fledermaus - Faunen von der Insel Malta. *Senckenbergiana*, 55 (1/5): 407-434.
- TAGLIACOZZO A. 1993 - Archeozoologia della Grotta dell'Uzzo, Sicilia. Da un'economia di caccia ad un'economia di pesca e di allevamento. *Suppl. Boll. Paleontol. Ital.*, N.S., 84: 1-278.
- VAN DER MEULEN A.J. 1973 - Middle Pleistocene smaller mammals from the Monte Peglia, (Orvieto, Italy) with special reference to the phylogeny of *Microtus* (Arvicolidae, Rodentia). *Quaternaria*, Roma, 17: 1-145.
- WILSON DON E., REEDER DEEANN M. 2005 - *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference* (3rd ed.), Johns Hopkins University Press, 2: 1-142.