

## LA FAUNA DI CAVA MONTICINO (BRISIGHELLA, RA) NEL CONTESTO DEI POPOLAMENTI CONTINENTALI DELL'AREA CIRCUM-MEDITERRANEA DURANTE IL MIOCENE TERMINALE

Saverio Bartolini-Lucenti<sup>1</sup>, Omar Cirilli<sup>2</sup>, Massimo Delfino<sup>3,4</sup>, Luca Pandolfi<sup>1</sup>, Lorenzo Rook<sup>1</sup>

### Riassunto

Il capitolo riassume la distribuzione in Italia dei complessi faunistici durante il Miocene superiore e presenta un'analisi comparativa delle affinità zoogeografiche della associazione a grandi mammiferi di Cava Monticino (Brisighella). L'analisi è stata eseguita con l'intento di verificare il grado di somiglianza / affinità (a livello di genere) dell'associazione di Cava Monticino con altre località del Vecchio Mondo di un intervallo temporale che abbraccia il Miocene superiore ed il Pliocene inferiore.

### Parole chiave

Faune a mammiferi; Zoogeografia; Area mediterranea; Miocene superiore; Pliocene inferiore

### Abstract

The three faunal complexes that characterize the Italian Late Miocene continental localities testify for a complex biogeographic history so far only partly known. We undertake comparative mammalian zoogeographic analyses with the aim of revealing the extent to which the Late Miocene Cava Monticino (Brisighella) large mammal assemblage resembles, at the genus level Eurasian localities of similar age (Late Miocene / Early Pliocene). The inclusion of Old World Miocene and Pliocene mammalian faunas permits us to assess the relative affiliation of the Cava Monticino mammalian fauna to other faunas in the Old World.

### Keywords

Mammal faunas; Zoogeography; Mediterranean area; Late Miocene; Early Pliocene

### Introduzione

Il tardo Miocene continentale dell'Italia è documentato da ventuno siti diffusi in diverse parti della Penisola e nelle maggiori isole italiane (fig. 1). La documentazione migliore che abbiamo è concentrata nella parte finale del Miocene, in un periodo di tempo correlabile con il piano Messiniano, corrispondente a quella unità cronologica che i paleontologi dei mammiferi indicano con la sigla MN13 (ROOK *et alii* 2006). Alcune località fossilifere leggermente più antiche del Messiniano (MN12) sono note in Toscana (Montebamboli, Baccinello V0-V2, etc.), in Sardegna (Fiume

Santo) e in Calabria (Cessaniti) (ROOK 2016; MARRA *et alii* 2017). Per contro, l'esatta posizione cronologica dei depositi fossiliferi a vertebrati dell'area Apulo-Abruzzese (il complesso carsico del Gargano in Puglia, e Scontrone in Abruzzo) ha dei limiti di incertezza, ma questi siti sono generalmente collocati in un intervallo temporale compreso tra il Miocene superiore e il Pliocene inferiore, tra circa 7 e 5 milioni di anni fa (ABBAZZI *et alii* 1996).

L'insieme delle località tardomioceniche documentano la presenza di tre diversi complessi faunistici a mammiferi in Italia durante il Miocene superiore (ROOK *et alii* 2006). Il primo è rappresentato dai siti

<sup>1</sup> Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Scienze della Terra, Via G. La Pira 4, 50121 Firenze (FI) – saverio.bartolinilucenti@unifi.it, luca.pandolfi@unifi.it, lorenzo.rook@unifi.it.

<sup>2</sup> Dottorato Regionale in Scienze della Terra, Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa, Via S. Maria 56, 56126 Pisa (PI) – omar.cirilli@phd.unipi.it;

<sup>3</sup> Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze della Terra, Via T. Valperga Caluso 35, 10125 Torino (TO) – massimo.delfino@unito.it;

<sup>4</sup> Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Universitat Autònoma de Barcelona, Edifici ICTA-ICP, c/ Columnes s/n, Campus de la UAB, 08193 Cerdanyola del Vallès, Barcelona

di Cessaniti (Calabria), e Gravitelli (Sicilia) (fig. 1), ed è costituito da un'associazione a mammiferi che mostra alcune evidenti affinità con specie della provincia Afro-Arabica (FERRETTI *et alii* 2003; MARRA *et alii* 2011; MARRA 2018; PANDOLFI *et alii* 2021), pur includendo anche specie di origine europea (GALLAI, ROOK 2006; ROOK *et alii* 2006). Il secondo complesso faunistico è costituito dalle associazioni dell'area Apulo-abruzzese (fig. 1) dove è documentata una fauna insulare fortemente endemica e completamente diversa da quelle delle aree emerse circostanti (FREUDENTHAL 1971; RUSTIONI *et alii* 1992; ROOK *et alii* 2006; MASINI *et alii* 2010; SAVORELLI, MASINI 2016; SAVORELLI *et alii* 2016; URCIUOLI *et alii* 2016; PAVIA *et alii* 2017; GEORGALIS, DELFINO 2021).

Infine, il terzo complesso faunistico è quello delle località della Toscana meridionale e della Sardegna (fig. 1). Questo è noto come "Oreopithecus Zone Faunas" (OZF; BERNOR *et alii* 2001), nome che deriva dal genere più iconico di queste faune, l'ominoide *Oreopithecus bambolii* GERVAIS, 1872. Le associazioni della OZF sono storicamente conosciute in Toscana (grazie alle attività di estrazione della lignite, fortemente attive tra la fine dell'800 e gli inizi del '900), ma alla fine degli anni '90 del secolo scorso la scoperta di depositi fossiliferi a Fiume Santo (Porto Torres) ha fornito del-

le nuove evidenze sulla presenza di questo complesso faunistico anche in Sardegna (ABBAZZI *et alii* 2008; CASANOVAS-VILAR *et alii* 2011). L'OZF documenta una situazione paleogeografica che doveva essere rappresentata da una grande isola (o un gruppo di isole) nell'area del Tirreno settentrionale, dove si sono evoluti mammiferi endemici durante la prima parte del Miocene superiore (ROOK *et alii* 2006). Il complesso faunistico OZF scompare con l'inizio del Messiniano (MN13) quando, a causa delle fasi tettoniche che portano alla emersione e impostazione dell'Appennino settentrionale, la Toscana meridionale cessa di essere un'isola venendo ad essere parte integrante della neonata penisola italiana. Le stesse faune a mammiferi (non endemiche e con affinità europee) che nel Messiniano troviamo in Piemonte (CAVALLO *et alii* 1993; COLOMBERO *et alii* 2014, 2017) ed in Romagna (Cava Monticino) si diffondono anche in Toscana, documentate anche in siti delle aree dove fino a poco prima erano diffusi gli elementi della OZF, come il bacino sedimentario di Baccinello-Cinigiano (HÜRZELER, ENGESSER 1976; ROOK *et alii* 1999; ABBAZZI 2001; BENVENUTI *et alii* 2001; BERNOR *et alii* 2001; ROOK *et alii* 2006; ROOK 2016).

Un recente studio sull'associazione dei vertebrati non-mammiferi della Cava Monticino (VILLA *et alii*

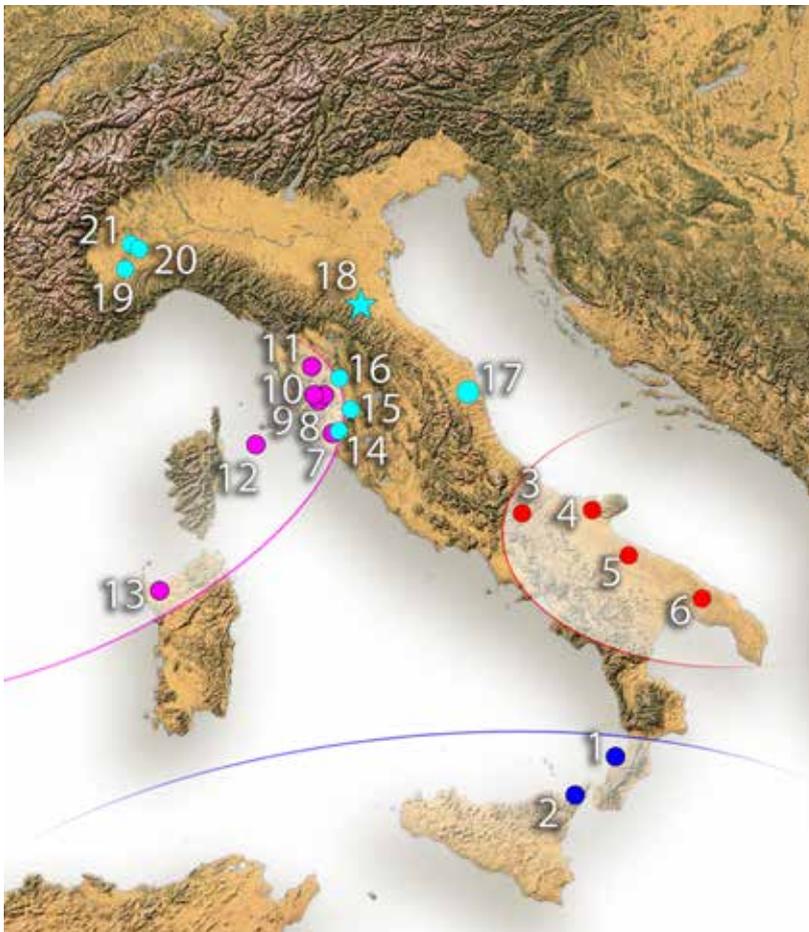


Fig. 1 – Ubicazione delle località mioceniche italiane. I colori indicano i diversi complessi faunistici (Blu, complesso faunistico con affinità Afro-arabiche; Rosso, complesso faunistico della paleobioprovincia Apulo-abruzzese; Viola, complesso faunistico della paleobioprovincia Tosco-sarda, OZF). In azzurro le località Messiniane con fauna a mammiferi ad affinità europee, tra cui il sito fossilifero del Monticino. 1) Cessaniti; 2) Gravitelli; 3) Scontrone; 4) Gargano; 5) Trani; 6) Salento; 7) Baccinello V0-V2; 8) Montebamboli; 9) Casteani; 10) Ribolla; 11) Serrazzano; 12) Isola di Pianosa; 13) Fiume Santo; 14) Baccinello V3; 15) Bacino della Velona; 16) Bacino del Casino; 17) Monte Castellaro; 18) Cava Monticino; 19) Verduno; 20) Ciabot Cagna; 21) Moncucco.

2021) ha messo in evidenza che dal punto di vista paleobiogeografico, l'insieme di anfibi, rettili, uccelli e pesci del Monticino comprende taxa con affinità afro-asiatiche che si sono dispersi in Europa in diversi momenti del Miocene, insieme ad altri che già abitavano il continente europeo. La presenza di diversi complessi faunistici nel Miocene superiore è confermata anche per i vertebrati non mammiferi, rispecchiando in qualche modo la situazione documentata dagli studi sui mammiferi. Confronti di dettaglio fra i vertebrati non-mammiferi di Cava Monticino e quelli delle altre località tardo mioceniche italiane e dell'area Mediterranea, sono ostacolati dal fatto che per varie ragioni tafonomiche molte di queste hanno conservato solo i resti di vertebrati medio-grandi e quindi la sovrapposizione tassonomica fra siti diversi è in alcuni casi scarsa o nulla. Per esempio, le località di Scontrone e Cessaniti (per i rettili si vedano GEORGALIS *et alii* 2020; GEORGALIS, DELFINO 2021) non hanno restituito fossili di piccoli vertebrati e questo riduce la possibilità di confrontarle con l'associazione di Cava Monticino che invece si caratterizza per la grande abbondanza dei resti (dell'ordine delle migliaia) e l'alta diversità tassonomica dei piccoli vertebrati non-mammiferi (oltre 30 taxa; VILLA *et alii* 2021).

### **Le affinità zoogeografiche della associazione a grandi mammiferi di Cava Monticino**

Al fine di esprimere la caratterizzazione zoogeografica della associazione a vertebrati di Cava Monticino, che con i contributi di questo volume è stata completamente rivista e aggiornata, come risulta dalla tabella riassuntiva presente in Appendice, abbiamo eseguito un'analisi comparativa del complesso a grandi mammiferi utilizzando un dataset di liste faunistiche rappresentative delle associazioni documentate alla fine del Miocene di Africa, Asia ed Europa.

La prima analisi di comparazione dei siti è stata realizzata usando gli indici di somiglianza a livello generico (conosciuti per l'acronimo inglese GFRI, "*Genus-rank Faunal Resemblance Indexes*"). Tali indici permettono di comparare siti diversi, a due a due, usando la loro composizione faunistica a livello di genere e andando a mostrare eventuali affinità e/o differenze in base a questo parametro. Seguendo un metodo analitico consolidato in letteratura (e.g., FORTELIUS *et alii* 1996a, 1996b; BERNOR *et alii* 2001; BERNOR e ROOK 2008), abbiamo calcolato sia l'indice di Dice (SOKAL, SNEATH 1963) che quello di Simpson (SIMPSON 1943). L'analisi si è basata su 57 località del Vecchio Mondo che sono state riunite in macrogruppi sulla base di parametri quali: la nazione o regione geografica,

l'abbondanza dei generi presenti, e la loro cronologia (tab. 1). Questi raggruppamenti, per quanto parzialmente artificiali, hanno il vantaggio di semplificare la ricerca di affinità tra i siti considerati e Cava Monticino. L'utilizzo di più indici aiuta a comparare meglio i risultati ottenuti, come sostenuto da diversi autori che hanno supportato la loro validità scientifica (ARCHER, MAPLES 1987; MAPLES, ARCHER 1988; FORTELIUS *et alii* 1996a; GERAADS 2010). L'indice GFRI di Dice si calcola seguendo la seguente formula:  $2A / (2A + B + C)$  dove A è il numero di generi presenti in entrambe le faune; B è il numero dei generi esclusivi per il primo sito; e C è il numero di generi esclusivi del secondo sito considerato. Invece, l'indice di somiglianza generica di Simpson si calcola secondo la formula  $A / (A + E)$  dove A è lo stesso dell'indice di Dice ed E è invece il valore più piccolo tra B e C. L'indice di Dice prende in considerazione tutti i taxa presenti in un sito, ed è perciò profondamente influenzato dalla preservazione e dal record degli stessi taxa in ogni sito. Tali problematiche sono meno stringenti nell'indice di Simpson nel quale il numero di taxa diversi tra un sito e l'altro è limitato al valore più piccolo tra B e C, in modo da ridurre l'effetto della mancanza di dati, ad esempio per selezione tafonomica o per altri fattori.

Il risultato delle comparazioni tra gruppi di siti e Cava Monticino è mostrato in figura (fig. 2).

Se si considera l'indice di Dice, si nota come il maggior grado di somiglianza si abbia con i siti dell'Italia e dell'Europa occidentale riferiti al Miocene terminale e al Pliocene iniziale (MN13-14, di circa 7 e 5 milioni di anni) e successivamente con i siti greci, sia più antichi di Cava Monticino (quelli dell'MN12, di circa 8 milioni di anni) che più o meno coevi (MN13-14).

Se si prende in considerazione l'indice di Simpson, proprio per la sua minor rigidità nel calcolo delle differenze, notiamo dei pattern di somiglianza leggermente diversi. In questo caso la principale somiglianza è ancora con siti della penisola italiana datati tra il Miocene superiore e il Pliocene inferiore, ma anche le faune della Grecia risalenti a circa 7 milioni di anni mostrano valori molto alti (>0,60). È interessante notare che il terzo gruppo di faune più simile a Cava Monticino, per questo indice, è quello che include siti dell'Africa orientale e della Penisola arabica, datati al Miocene terminale. Quart, in termini di affinità e con indici leggermente superiori a 0,40, troviamo siti più antichi di Cava Monticino, come quelli della regione anatolico-iraniana (risalenti all'MN12), e siti europei di Grecia, Spagna e Francia più o meno coevi.

Per approfondire il confronto tra questi gruppi con un'analisi più comprensiva, si è proceduto con un'analisi di cluster, o raggruppamento, permutativa (*Bootstrapping Cluster Analysis*; RAIA *et alii* 2009; CAROTE-

<b>Località</b>	<b>Nazione</b>	<b>Macrogruppi</b>
<b>Cava Monticino</b>	Italia	
Baccinello-V1	Italia	<i>Oreopithecus</i> Zone Fauna (OZF)
Baccinello-V2	Italia	<i>Oreopithecus</i> Zone Fauna (OZF)
Fiume Santo	Italia	<i>Oreopithecus</i> Zone Fauna (OZF)
Halmyropotamos	Grecia	Grecia MN12
Kerassia	Grecia	Grecia MN12
Mytilinii 3	Grecia	Grecia MN12
Perivolaki	Grecia	Grecia MN12
Pikermi	Grecia	Grecia MN12
Prochoma	Grecia	Grecia MN12
Quarry 1-Mytilinii1	Grecia	Grecia MN12
Samos Quarry 4	Grecia	Grecia MN12
Samos Quarry 6	Grecia	Grecia MN12
Vathylakkos 1-3	Grecia	Grecia MN12
AKKASDAGI	Turchia	Turchia-Iran MN12
Garkin	Turchia	Turchia-Iran MN12
Kemiklitepe A/B	Turchia	Turchia-Iran MN12
Kinik	Turchia	Turchia-Iran MN12
Mahmutgazi	Turchia	Turchia-Iran MN12
Maragheh superiore	Iran	Turchia-Iran MN12
Atvan	Ungheria	Ungheria-Bulgheria MN12
Hadjidimovo	Bulgaria	Ungheria-Bulgheria MN12
Kalimantsi 2-4	Bulgaria	Ungheria-Bulgheria MN12
Kromidovo	Bulgaria	Ungheria-Bulgheria MN12
Strumyani 1+2	Bulgaria	Ungheria-Bulgheria MN12
Dhok Patan	Pakistan	Asia Centrale MN12
Hasnot	Pakistan	Asia Centrale MN12
Molayan	Pakistan	Asia Centrale MN12
Pavlodar	Kazakhstan	Asia Centrale MN12
Lufeng	Cina	Cina MN12-13
Shuitangba	Cina	Cina MN12-13
Baynunah	Emirati Arabi Uniti	Africa-Penisola Arabica MN13
Kossom Bougoudi	Chad	Africa-Penisola Arabica MN13
Lothagam - Formazione Nawata	Kenya	Africa-Penisola Arabica MN13
Lothagam - Membro Apat	Kenya	Africa-Penisola Arabica MN13
Lothagam - Membro Kaiyumung	Kenya	Africa-Penisola Arabica MN13
Lukeino	Kenya	Africa-Penisola Arabica MN13
Maramena	Kenya	Africa-Penisola Arabica MN13
Middle Awash - Asakoma	Etiopia	Africa-Penisola Arabica MN13
Middle Awash - Kuseralee	Etiopia	Africa-Penisola Arabica MN13
Sahabi	Libia	Africa-Penisola Arabica MN13
Tizi N'Tadderht	Marocco	Africa-Penisola Arabica MN13

Toros Menalla	Chad	Africa-Penisola Arabica MN13
Verduno	Italia	Africa-Penisola Arabica MN13
Dytiko 1-3	Grecia	Grecia MN13-14
Megalo Emvolon	Grecia	Grecia MN13-14
Samos Quarry 5	Grecia	Grecia MN13-14
Çalta-2	Turchia	Turchia MN13
Çobanpinar	Turchia	Turchia MN13
Shihuiba	Cina	Cina MN14
Baccinello-V3	Italia	Italia MN13-14
Bacino del Casino	Italia	Italia MN13-14
Borro Strolla	Italia	Italia MN13-14
Cessaniti	Italia	Italia MN13-14
Gravitelli	Italia	Italia MN13-14
Moncucco	Italia	Italia MN13-14
Montpellier	Francia	Europa occidentale MN13-14
Venta del Moro	Spagna	Europa occidentale MN13-14

Tab. 1 – Elenco delle località usate per le analisi di confronto con Cava Monticino, con la nazione e il gruppo in cui sono state inserite per le analisi qui utilizzate.

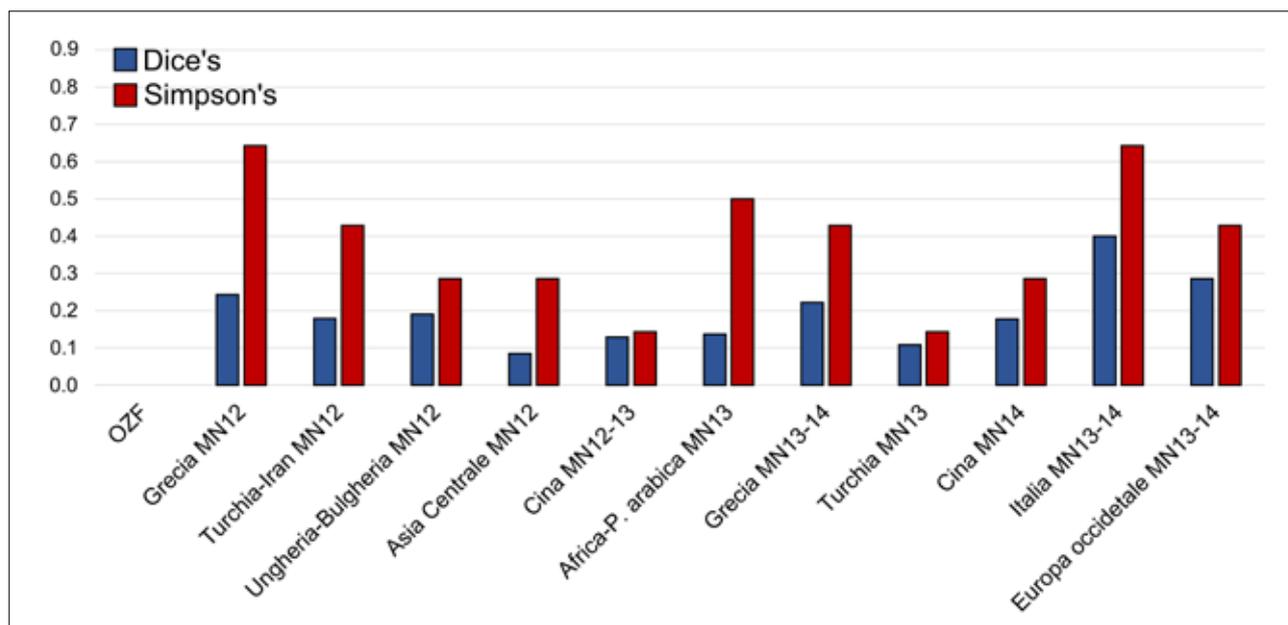


Fig. 2 – Istogramma che mostra il grado di somiglianza risultante dai confronti tra Cava Monticino e località del Miocene superiore raggruppate in macroaree e intervalli biocronologici, usando i valori di GFR di Dice e Simpson (rispettivamente in blu e in rosso).

NUTO *et alii* 2016) basata sugli stessi dati. Quest'analisi ottiene un primo raggruppamento usando l'algoritmo UPGMA (SOKAL 1958) per generare una topologia cluster delle località analizzate secondo le affinità tassonomiche. Successivamente, l'analisi opera campionamenti casuali del dataset e nuovi raggruppamenti (clusters), andando così a ottenere un valore di probabilità per ogni livello di raggruppamento della topo-

logia originale. Il grafico così ottenuto (fig. 3) esprime chiaramente i risultati di questa analisi. Un primo risultato evidente (come in fig. 2) è la peculiarità della fauna endemica della provincia tosco-sarda (*Oreopithecus* Zone Fauna, OZF) rispetto a tutti gli altri gruppi. Dopo la OZF si evidenziano le località cinesi, diverse rispetto al gruppo principale. Nel raggruppamento più grande, le località africane e arabe sono

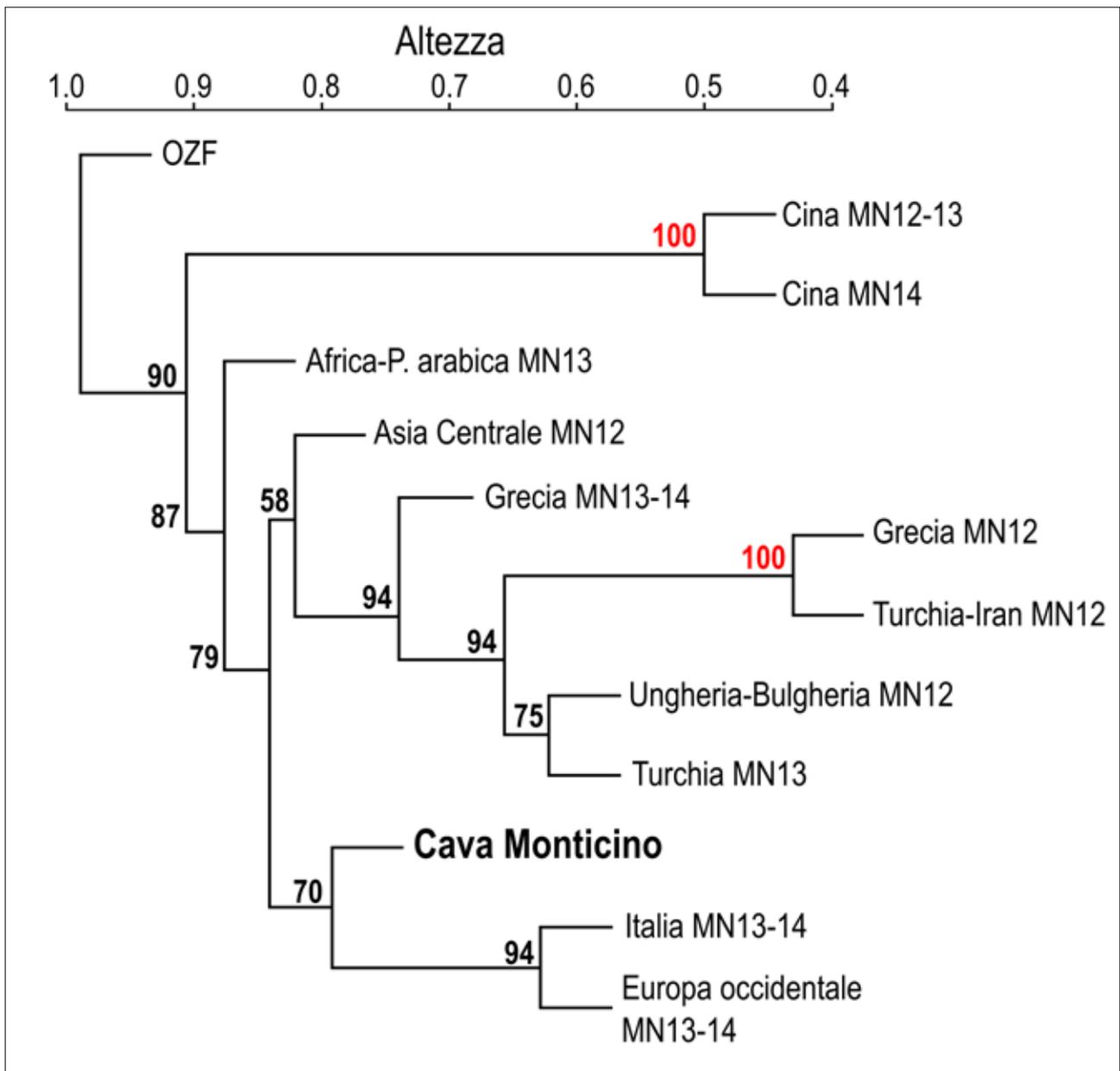


Fig. 3 – Dendrogramma risultante dalla *Bootstrapping Cluster Analysis* (BCA) della matrice di presenza/assenza di generi delle località del Miocene superiore e Pliocene inferiore del Vecchio mondo. I numeri rappresentano i *p-values* percentuali a supporto di ogni nodo: in rosso quelli superiori al 95%.

le prime a separarsi, prima di altri due gruppi separati. Il più grande di questi ultimi include tutte le località dell'Europa meridionale e orientale e dell'Asia centrale, indipendentemente dalle loro età. Il secondo cluster, o gruppo, invece include la fauna di Cava Monticino associata, per affinità tassonomica, con le località italiane e dell'Europa occidentale coeve. Questa somiglianza testimonia la distanza e la differenza dei taxa recuperati a Cava Monticino rispetto alle faune della bioprovincia toscosarda (OZF) che, seppure molto vicine geograficamente, non presentano nessuna specie in comune. Similmente, l'area dell'Asia orientale (ad esempio in Cina) era costituita da faune molto diverse da quelle del resto dell'Eurasia e dell'Africa.

Tuttavia, quando queste faune mioceniche sono analizzate tutte assieme tramite la *Bootstrapping Cluster Analysis*, risulta evidente che quelle documentate in Grecia sono molto più affini a quelle della Turchia e zone limitrofe, fino all'Asia centrale rispetto a quelle di Cava Monticino e al complesso dell'Europa centro-occidentale (fig. 3), nonostante la parziale somiglianza della fauna del Monticino con le faune della Grecia (quelle che vengono definite come appartenenti alla "*Pikermian Fauna*" dal nome del famoso sito di Pikermi, vicino ad Atene) risalenti a circa 7 milioni di anni fa (fig. 2).

Le specie fossili di Cava Monticino sono evidentemente affini a quelle diffuse in Italia e in Europa oc-

cidentale tra il Miocene superiore e il Pliocene inferiore, in un periodo di tempo compreso tra circa 7 e 5 milioni di anni fa. Questo testimonia l'importanza del sito faentino nel panorama europeo, confermandolo come uno dei primi siti a documentare l'arrivo di faune che poi caratterizzeranno i periodi successivi.

## Bibliografia

- L. ABBAZZI 2001, *Cervidae and Moschidae (Mammalia, Artiodactyla) from the Baccinello V3 faunal assemblage (Late Miocene, Late Turolian, Grosseto, Central Italy)*, "Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia" 107, pp. 10-123.
- L. ABBAZZI, M. BENVENUTI, G. BOSCHIAN, S. DOMINICI, F. MASINI, C. MEZZABOTTA, L. PICCINI, L. ROOK, G. VALLERI, D. TORRE 1996, *The Neogene and Pleistocene succession, and the mammal faunal assemblages of an area between Apricena and Poggio Imperiale (Foggia, Italy)*, "Memorie della Società Geologica Italiana" 51, pp. 383-402.
- L. ABBAZZI, M. DELFINO, G. GALLAI, L. TREBINI, L. ROOK 2008, *New data on the vertebrate assemblage of Fiume Santo (North-western Sardinia, Italy), and overview on the late Miocene Tusco-Sardinia paleobioprovince*, "Palaeontology" 51, pp. 425-451.
- A.W. ARCHER, C.G. MAPLES 1987, *Monte Carlo simulation of selected binomial similarity coefficients: effect of number of variables*, "Palaios" 2, pp. 609-617.
- M. BENVENUTI, M. PAPINI, L. ROOK 2001, *Mammal biochronology, UBSU and paleoenvironment evolution in a post-collisional basin: evidence from the Late Miocene Baccinello-Cinigiano basin in southern Tuscany, Italy*, "Bollettino della Società Geologica Italiana" 120, pp. 97-118.
- R.L. BERNOR, L. ROOK 2008, *A current view of Sahabi large mammal biogeographic relationships*, in N.T. BOAZ, A. EL-ARNAUTI, P. PAVLAKIS, M. SALEM (a cura di), *Circum-Mediterranean Neogene Geology and Biotic Evolution: The Perspective from Libya*. Garyounis Scientific Bulletin, Special Issue 5, pp. 285-292.
- R.L. BERNOR, M. FORTELIUS, L. ROOK 2001, *Evolutionary biogeography and paleoecology of the "Oreopithecus bambolii Faunal Zone" (late Miocene, Tusco-Sardinian Province)*, "Bollettino della Società Paleontologia Italiana" 40, pp. 139-148.
- F. CAROTENUTO, M. DI FEBBRARO, M. MELCHIONNA, S. CASTIGLIONE, F. SAGGESE, C. SERIO, A. MONDANARO, P. PASSARO, A. LOY, P. RAIA 2016, *The influence of climate on species distribution over time and space during the late Quaternary*, "Quaternary Science Reviews" 149, pp. 188-199.
- I. CASANOVAS-VILAR, J.A. VAN DAM, L. TREBINI, L. ROOK 2011, *The rodents from the Oreopithecus-bearing site of Fiume Santo (Sardinia, Italy): systematic palaeontology, palaeoecology and biostratigraphy*, "Géobios" 44, pp. 173-187.
- O. CAVALLO, Ş. ŞEN, J.C. RAGE, J. GAUDANT 1993, *Vertébrés messiniens du faciès à congéries de Ciabòt Cagna, Cornelianò d'Alba (Piémont, Italie)*, "Rivista Piemontese di Storia Naturale" 14, pp. 3-22
- S. COLOMBERO, C. ANGELONE, E. BONELLI, G. CARNEVALE, O. CAVALLO, M. DELFINO, P. GIUNTELLI, P. MAZZA, G. PAVIA, M. PAVIA, G. REPETTO 2014, *The upper Messinian assemblages of fossil vertebrate remains of Verduno (NW Italy): another brick for a latest Miocene bridge across the Mediterranean*, "Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen" 273, pp. 287-324.
- S. COLOMBERO, D.M. ALBA, C. D'AMICO, M. DELFINO, D. ESU, P. GIUNTELLI, M. HARZHAUSER, P.P.A. MAZZA, M. MOSCA, T.A. NEUBAUER, G. PAVIA, M. PAVIA, A. VILLA, G. CARNEVALE 2017, *Late Messinian mollusks and vertebrates from Moncucco Torinese, north-western Italy. Paleoeological and paleoclimatological implications*, "Palaeontologia Electronica" 20.1.10A, pp. 1-66.
- M.P. FERRETTI, L. ROOK, D. TORRE 2003, *Stegotetralodon (Proboscidea, Elephantidae) from the late Miocene of southern Italy*, "Journal of Vertebrate Paleontology" 23, pp. 659-666.
- M. FORTELIUS, P. ANDREWS, R.L. BERNOR, S. VIRANTA, L. WERDELIN 1996a, *Preliminary Analysis of Taxonomic Diversity, Turnover and Provinciality in a Subsample of Large Land Mammals from the later Miocene of Western Eurasia*, "Acta Zoologica Craciensa" 39, pp. 167-178.
- M. FORTELIUS, L. WERDELIN, P. ANDREWS, R.L. BERNOR, A. GENTRY, L. HUMPHREY, H.-W. MITTMANN, S. VIRANTA, 1996b, *Provinciality, Diversity, Turnover, and Paleoecology in Land Mammal Faunas of the Later Miocene of Western Eurasia*, in: R.L. BERNOR, V. FAHLBUSCH, H.-W. MITTMANN (a cura di), *The Evolution of Western Eurasian Neogene Mammal Faunas*, Columbia University Press, New York, pp. 414-448.
- M. FREUDENTHAL 1971, *Neogene vertebrates from the Gargano Peninsula*, "Scripta Geologica" 3, pp.1-10.

- G. GALLAI, L. ROOK 2006, *Propotamochoerus sp. (Suidae, Mammalia) from the late Miocene of Gravitelli (Messina, Sicily, Italy) rediscovered*, "Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia" 112, pp. 317-321.
- G.L. GEORGALIS, M. DELFINO 2021, *The Scontrone turtles – A new insular testudinoid fauna from the late Miocene of the Central Mediterranean*, "Geobios", onlinefirst <https://doi.org/10.1016/j.geobios.2021.05.001>
- G.L. GEORGALIS, G. INSACCO, L. ROOK, F. SPADOLA, M. DELFINO, 2020. *Turtle remains from the late Miocene of the Cessaniti area, southern Italy-insights for a probable Tortonian chelonian dispersal from Europe to Africa*, "Swiss Journal of Palaeontology" 139, 1, 13 pp.
- D. GERAADS 2010, *Biogeographic relationships of Pliocene and Pleistocene North-western African mammals*, "Quaternary International" 212, pp. 159-168.
- P. GERVAIS 1872, *Sur un singe fossile, d'une espèce non encore décrite, qui a été découverte au Monte Bamboli*, "Comptes rendus de l'Académie de Sciences de Paris" 74, pp. 1217–1223.
- J. HÜRZELER, B. ENGESSER 1976, *Les faunes de mammifères néogènes du Bassin de Baccinello (Grosseto, Italie)*, "Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris" série II, 283, pp. 333-336.
- C.G. MAPLES, A.W. ARCHER 1988, *Monte Carlo simulation of selected binomial similarity coefficients (2): effect of sparse data*, "Palaios" 3, pp. 95-103.
- A.C. MARRA 2018, *Tragoportax cf. rugosifrons (Schlosser, 1904) from the late Miocene of Cessaniti (Southern Italy)*, "Comptes Rendus Palevol" 17, pp. 378-387.
- A.C. MARRA, N. SOLOUNIAS, G. CARONE, L.ROOK 2011, *Palaeogeographic significance of the giraffid remains (Mammalia, Arctiodactyla) from Cessaniti (Late Miocene, Southern Italy)*, "Géobios" 44, pp. 189-197.
- A.C. MARRA, P. CARONE, C. AGNINI, M. GHINASSI, O. ORIOL, L. ROOK 2017, *Stratigraphic and chronologic framework of the Upper Miocene Cessaniti succession (Vibo Valentia, Calabria, Italy)*, "Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia" 123, pp. 379-393.
- F. MASINI, P.M. RINALDI, D. PETRUSO, G. SURDI 2010, *The Gargano Terre Rosse insular faunas: an overview*, "Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia" 116, pp. 421-435.
- L. PANDOLFI, A.C. MARRA, G. CARONE, L. MAIORINO, L. ROOK 2021, *A new rhinocerotid (Mammalia, Rhinocerotidae) from the latest Miocene of Southern Italy*, "Historical Biology" 33, pp. 194-208
- M. PAVIA, H.J.M. MEIJER, M.A. ROSSI, U.B. GÖHLICH 2017, *The extreme insular adaptation of Garganornis ballmanni Meijer, 2014: a giant Anseriformes of the Neogene of the Mediterranean Basin*, "Royal Society Open Science" 4, pp. 160722.
- P. RAIA, F. CAROTENUTO, C. MELORO, P. PIRAS, C. BARBERA, T. KOTSAKIS 2009, *More than three million years of community evolution. The temporal and geographical resolution of the Plio-Pleistocene Western Eurasia mammal faunas*, "Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology" 276, pp. 15-23.
- L. ROOK 2016, *Geopalaeontological setting, chronology and palaeoenvironmental evolution of the Baccinello-Cinigiano Basin continental successions (Late Miocene, Italy)*, "Comptes Rendus Palevol" 15, pp. 825-836.
- L. ROOK, L. ABBAZZI, ENGESSER B. 1999, *An overview on the Italian Miocene land mammal faunas*, in: J. AGUSTÍ, L. ROOK , P. ANDREWS (a cura di), *The Evolution of Neogene Terrestrial Ecosystems in Europe*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 191-204.
- L. ROOK, G. GALLAI, D. TORRE 2006, *Lands and endemic mammals in the late Miocene of Italy: constraints for paleogeographic outlines of Tyrrhenian area*, "Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology" 238, pp. 263-269.
- M. RUSTIONI, P. MAZZA, A. AZZAROLI, G. BOSCAGLI, F. COZZINI, E. DI VITO, M. MASSETI, A. PISANÒ 1992, *Miocene vertebrate remains from Scontrone, National Park of Abruzzi, Central Italy*, "Rendiconti Lincei: Scienze Fisiche e Naturali" 9, pp. 227-237.
- A. SAVORELLI, F. MASINI 2016, *Mystemys giganteus n. gen. et sp.: an enigmatic and rare cricetid from the Terre Rosse M013 fissure filling (Gargano, Southeastern Italy)*, "Palaeontographica, Abt. A: Palaeozoology – Stratigraphy" 306, pp. 1-23.
- A. SAVORELLI, S. COLOMBERO, F. MASINI 2016, *Apatodemus degiulii n. gen. et sp. (Rodentia, Muridae), a hitherto undescribed endemite from the Terre Rosse of Gargano (Late Miocene, Southeastern Italy)*, "Palaeontographica, Abt. A: Palaeozoology – Stratigraphy" 306, pp. 25-49.
- C.G. SIMPSON 1943, *Mammals and the nature of continents*, "American Journal of Sciences" 241,

pp. 1-31.

R.R. SOKAL 1958, *A statistical method for evaluating systematic relationships*, "University of Kansas Science Bulletin" 38, pp. 1409-1438.

R.R. SOKAL, P.H.A. SNEATH 1963, *Principles of Numerical Taxonomy*. Freeman & Co, San Francisco, pp. 1-349.

A. URCIUOLI, D. DEMIGUEL, S. MOYÀ-SOLÀ., L. ROOK 2016, *New Hoplitomeryx Leinders, 1984 remains from the late Miocene of Gargano (Apulia, Italy)*, "Hystrix" 27, pp. 129-136.

A. VILLA, G. CARNEVALE, M. PAVIA, L. ROOK, M. SAMI, Z. SZYNDLAR, M. DELFINO 2021, *An over-*

*view on the late Miocene vertebrates from the fissure fillings of Monticino Quarry (Brisighella, Italy), with new data on non-mammalian taxa*, "Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia" 127, pp. 275-332.

#### **Ringraziamenti**

Gli autori desiderano ringraziare la Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna, ed in particolare Piero Lucci e Massimo Ercolani, per lo stimolo ad intraprendere questa revisione della fauna a vertebrati fossili di Cava Monticino. Grazie a Marco Sami ed Enzo Bagnaresi (Museo di Storia Naturale di Faenza) per l'accesso alle collezioni e la grande disponibilità. Infine, un ringraziamento speciale va ad Antonio ("Tonino") Benericetti per la sua passione e dedizione grazie alla quale tanto oggi sappiamo della paleontologia di Cava Monticino.