

UC Merced

Biogeographia - The Journal of Integrative Biogeography

Title

Le due Sicilie del Pleistocene Medio: osservazioni paleobiogeografiche

Permalink

<https://escholarship.org/uc/item/8w76687x>

Journal

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

ISSN

1594-7629

Authors

Guglielmo, Marilisa
Marra, Antonella Cinzia

Publication Date

2011

DOI

10.21426/B630110597

Peer reviewed

Le due Sicilie del Pleistocene Medio: osservazioni paleobiogeografiche

MARILISA GUGLIELMO, ANTONELLA CINZIA MARRA
*Dipartimento di Scienze dell'Antichità, Polo Annunziata,
Università degli Studi di Messina (Italy); e-mail: amarra@unime.it*

Key words: island biogeography, vertebrates, Sicily, palaeoecology, palaeobiogeography.

SUMMARY

In this paper the palaeobiogeography of Sicily in the Middle Pleistocene is exposed and critically discussed. In the Middle Pleistocene Sicily experienced two different geographic settings and two different faunal complexes of terrestrial vertebrates. The wide discussion, enriched by a new approach, enables to recognize the peculiar pattern of insularity followed by Sicily, from an oceanic-like to a continental island. Moreover, the role of the Strait of Messina in the faunal dispersal is re-considered and the action of Calabria in the spreading of terrestrial vertebrate is emphasized.

INTRODUZIONE

Dagli studi di Darwin in poi, le isole sono state considerate laboratori naturali in virtù delle condizioni sperimentali offerte dalla ridotta area geografica, dalla scarsa o nulla possibilità di accesso alle specie terrestri e dal clima mitigato dal mare. Gli organismi che colonizzano le isole in ragione della loro abilità di dispersione attiva (es.: a nuoto, in volo) o passiva (es.: trasporto su zattere naturali, su uccelli) vengono sottoposti ad una forte selezione esercitata dalle caratteristiche ambientali e sviluppano caratteri endemici più o meno marcati (ad esempio, il nanismo dei grandi mammiferi e il gigantismo dei piccoli mammiferi, Foster, 1964). Il numero di specie presenti su un'isola è controllato dalla distanza dalla terraferma e dalla capacità di sostentamento dell'ambiente, a sua volta regolata da fattori fisiografici ed ecologici (Mac Arthur e Wilson, 1967).

Lo studio delle faune insulari si presenta articolato: sulle singole specie, al fine di comprendere filogenesi, abilità di dispersione dei progenitori, grado di endemismo, processi evolutivi e rapporti ecologici intraspecifici; sulle associazioni faunistiche, al fine di comprendere il grado di impoverimento rispetto alla terraferma, i rapporti ecologici interspecifici e l'eventuale sbilanciamento ecologico.

I dati paleontologici possono contribuire significativamente alla biogeografia delle isole perchè riescono a dare una prospettiva temporale ampia ed una ricostruzione dei rapporti isola-terraferma abbastanza attendibile, anche se talvolta problematica. Simpson (1965), Dermitzkakis e Sondaar (1978) e Sondaar et al. (1996) hanno tentato di stabilire una relazione tra le faune fossili a vertebrati terrestri e le possibili vie di dispersione seguite, evidenziando come collegamenti più agevoli determinino faune abbastanza simili a quelle della terraferma, mentre a seguito di collegamenti occasionali si osservano faune impoverite e sbilanciate. Gli Autori hanno enfatizzato la possibilità di utilizzare le faune fossili per le ricostruzioni paleogeografiche e, viceversa, di poterle “predire”.

In studi più recenti, le isole sono considerate come punti di osservazione privilegiata per la comprensione di fenomeni evolutivi di più ampia rilevanza, tra i quali: effetti dell'estensione dell'areale su una singola specie e/o una comunità di specie; effetti dell'isolamento su una singola specie e/o sull'associazione; interazioni intra e inter-specifiche. Tale approccio richiede integrazioni e confronti con dati paleontologici e dati provenienti da ecosistemi attuali (Alcover et al., 1998, 1999). È bene evidenziare che i dati paleontologici coprono periodi di tempo molto estesi e registrano importanti cambiamenti paleogeografici e paleoambientali, non disturbati dall'antropizzazione.

La Sicilia ha attraversato diverse tipologie di insularità nel corso della sua storia geologica, passando da un collegamento continentale ancora non del tutto chiarito nel tardo Miocene (Rook et al., 2006) a condizioni di insularità marcata nel Pleistocene Inferiore e Medio inferiore, per mostrare poi possibilità di dispersione delle faune sempre più frequenti a partire dal Pleistocene Medio superiore (Bonfiglio et al., 2002; Marra, 2005a; Masini et al., 2008). Nel corso del Pleistocene sono stati riconosciuti cinque differenti complessi faunistici a vertebrati legati ad altrettanti eventi dispersivi (Bonfiglio et al., 2002; Marra, 2005a; Masini et al., 2008).

I cambiamenti paleogeografici e paleobiologici avvenuti nel corso del Pleistocene Medio sono particolarmente interessanti per la biogeografia poiché è in questo periodo che la Sicilia assume gradualmente la sua fisiografia attuale, a partire da una condizione di arcipelago formato da due isole. Di questo arcipelago faceva parte anche Malta, le cui faune – non discusse in questo lavoro – erano ulteriormente impoverite rispetto alla Sicilia (Marra, 2005a). Rilevante sembra essere stato il ruolo della Calabria come via di diffusione delle faune provenienti dalla penisola italiana (Marra, 2009).

In questo lavoro vengono pertanto esaminati criticamente i dati paleogeografici e paleobiologici, arricchiti con dati paleoecologici, anche attraverso il confronto con dati biologici ed ecologici attuali, per giungere alla compren-

sione degli importanti cambiamenti paleobiogeografici occorsi alla Sicilia nel Pleistocene Medio, assunti come elementi per un particolare modello biogeografico.

PLEISTOCENE MEDIO INFERIORE

Nel Pleistocene Medio inferiore, la Sicilia era divisa in due isole, una costituita da Madonie-Nebrodi-Peloritani e una costituita dal Plateau Ibleo, mentre l'Etna ed i bacini di Gela e di Castelvetro cominciarono ad emergere (Fig. 1; Agnesi et al., 1997). Durante il Pleistocene Medio, lo Stretto di Messina era un po' più ampio dell'attuale, infatti avrebbe raggiunto l'attuale conformazione alla fine del Pleistocene Superiore (Mercier et al., 1987). Un generale sollevamento ha interessato nel Pleistocene Medio tutta la Calabria, che all'inizio del periodo mostrava pianure costiere ridottissime e Capo Vaticano separato da uno stretto braccio di mare (Marra, 2009). Le aree costiere siciliane e calabresi erano soggette a variazioni di ampiezza in conseguenza di un sollevamento tettonico generalizzato ed alle oscillazioni del livello del mare dovute all'alternarsi di fasi glaciali ed interglaciali.

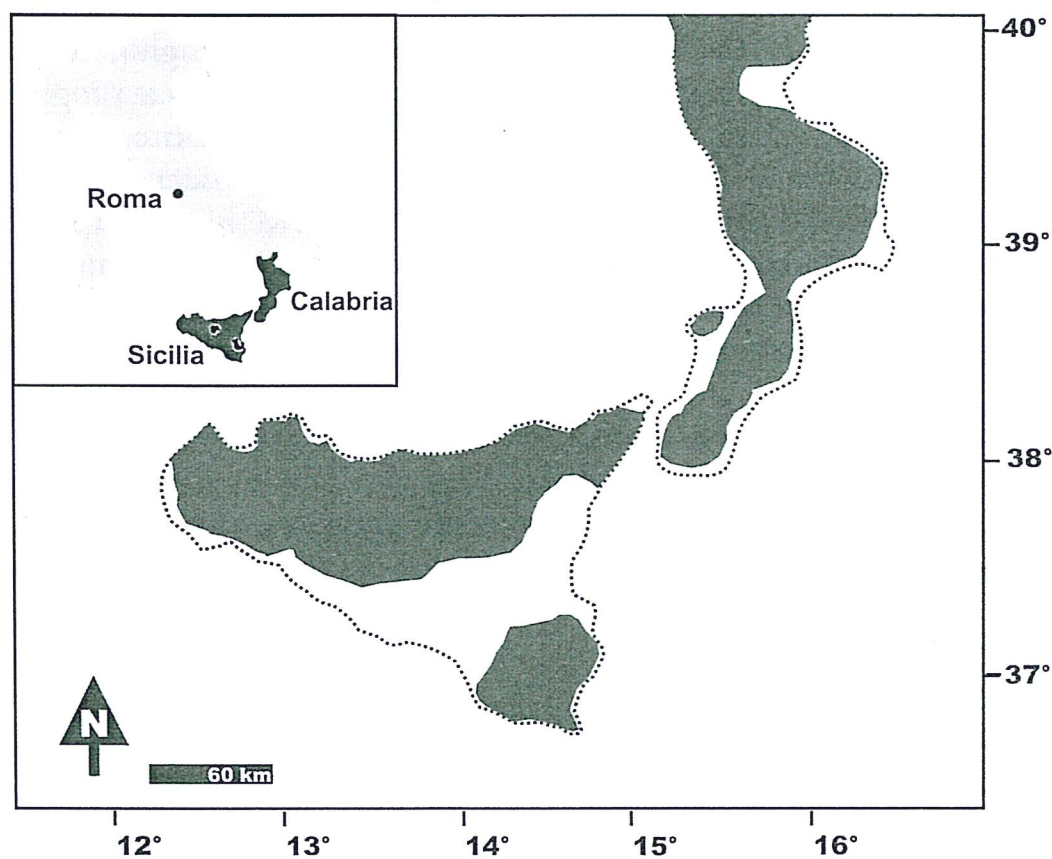


Fig. 1 - Paleogeografia di Sicilia e Calabria nel Pleistocene Medio inferiore.

Nelle Isole di Sicilia era presente una fauna definita dal Complesso Faunistico a *Elephas falconeri* caratterizzato da un forte impoverimento rispetto alla penisola italiana e dalla presenza di endemiti (Bonfiglio et al., 2002; Marra, 2005a; Masini et al., 2008); il nome specifico dell'Elefante di Falconer, *Elephas falconeri*, è obsoleto da un punto di vista tassonomico, pertanto si mantiene soltanto nella denominazione del C.F., perché adoperato dagli Autori citati.

L'elefante di Falconer, *Palaeoloxodon falconeri*, ha raggiunto il maggior grado di nanismo mai riscontrato tra gli elefanti delle isole del Mediterraneo: un maschio era alto non più di 120 cm e pesava intorno ai 170 kg (Palombo, 2007). I caratteri morfologici e biometrici sembrano indicare che la forte riduzione di taglia sia stata raggiunta attraverso un blocco precoce della crescita ontogenetica, probabilmente dovuto ad un'anticipazione della maturità sessuale (Palombo, 2001, 2004, 2007; Raia et al., 2003).

La moderata riduzione di taglia della lontra endemica *Lutra trinacriae* (Burgio e Fiore, 1988) rispetto al precursore di *Lutra lutra* (lontra comune europea, tuttora vivente) potrebbe essere indicativa della stanzialità della specie in Sicilia.

La Crocidura endemica di taglia gigante, *Crocidura esuae*, è considerata l'antenata della specie attuale *Crocidura sicula* da alcuni autori (Kotsakis, 1986; Esu et al., 1986; Hutterer, 1991; Sarà, 1995; Zanca e Sarà, 2008), estinta nel Pleistocene Superiore da altri (Bonfiglio et al., 2002; Masini et al., 2008).

Le tre specie di ghirì (*Leithia melitensis*, grande quanto un coniglio, *Leithia cartei* e *Maltamys wiedincitensis*, entrambi di taglia gigante rispetto ai progenitori ma poco più grandi di un ghirò comune attuale) si sono estinte all'inizio del Pleistocene Superiore. *Maltamys gollcheri* sembra essere il discendente della forma diffusa in Sicilia nel Pleistocene Inferiore (C.F. "Monte Pellegrino") ed il precursore della specie *M. wiedincitensis* del Pleistocene Medio superiore/inizio del Pleistocene Superiore, C.F. "*Elephas mnaidriensis*" (Petruso, 2003).

Sono stati rinvenuti anche Chiroteri, ancora non determinati (Bonfiglio et al., 2002).

Tra i Rettili Cheloni vi è un genere gigante (*Geochelone* sp.) e due specie non endemiche, che occasionalmente si nutrono di piccoli animali e carcasse: la Testuggine palustre (*Emys orbicularis*), parzialmente acquatica, e la Tartaruga di Hermann (*Testudo hermanni*), terrestre (Bonfiglio et al., 2002). Le uova e i piccoli dei Cheloni potevano essere predati da uccelli e mammiferi, come succede anche oggi (Turrisi, 2008b).

I Rettili Squamati erano rappresentati, nel Pleistocene Medio inferiore, da due specie di Colubridi (*Hierophis* cf. *viridiflavus* e *Natrix* sp.) e da tre specie di Scincomorfi: il ramarro orientale (*Lacerta viridis*), la lucertola endemica siculo-maltese (*Lacerta siculomelitensis*), di taglia gigante, estintasi nel Pleistocene Medio superiore e un ramarro di incerta attribuzione (Bonfiglio et al., 2002). Tra gli Anfibi Anuri erano presenti un rospo tentativamente attribuito alla spe-

cie *Bufo* cf. *viridis*, una raganella appartenente al genere *Hyla* e un discoglossa attribuito con incertezza alla specie *Discoglossus* cf. *pictus* (Bonfiglio et al., 2002).

Mentre i vertebrati terrestri erano poco rappresentati, l'avifauna era ricca e diversificata (Bonfiglio et al., 2002; Pavia, 2001, 2008). 24 delle almeno 66 specie di uccelli segnalate erano migratrici ed avevano probabilmente eletto le isole di Sicilia come area di sosta o di svernamento. La presenza di Gruiformi ed Anseriformi lascia supporre una certa disponibilità di acque dolci. Era presente una gru endemica gigante, *Grus melitensis* (Northcote, 1984). Tra i cigni, Anseriformi con abitudini tendenzialmente più stanziali e legati alla presenza di bacini di acque dolci, si era evoluta la specie endemica nana *Cygnus equitum* (Pavia, 2001, 2008). I Piciformi, i Columbiformi ed i numerosi Passeriformi, di abitudini stanziali, lasciano supporre che vi sia stata disponibilità di semi, frutti ed invertebrati per tutto l'anno. Gli uccelli predatori, in particolare Falconiformi e Strigiformi, avevano trovato disponibilità di piccoli vertebrati, tra cui anfibi, rettili e ghiri. È rilevante la presenza di tre specie di Strigiformi endemici, tra i quali due, *Tyto murerchauvireae* e *Aegolius martaee*, mostrano un notevole incremento di taglia, mentre *Athene trinacriae* mostra un allungamento allometrico degli arti (Pavia, 2001, 2004, 2008). Nella notte probabilmente gli Strigiformi andavano a caccia di rospi, raganelle, discoglossi e micromammiferi, prede di abitudini notturne. Lo studio delle tracce di digestione sui fossili dei micromammiferi, provenienti per la maggior parte da boli rigettati in ambienti di grotta, ha consentito di individuare *Tyto murerchauvireae* come il principale predatore delle tre specie di ghiri e della crocidura (Pavia, 2008 e bibliografia citata). Il barbagianni endemico, grazie alle sue grandi dimensioni, predava anche uccelli di taglia media e grande, come *Anser erythropus* e *Recurvirostra avo-setta* (Pavia, 2008 e bibliografia citata). Poiché le profonde tracce di digestione che avrebbero potuto essere prodotte da *Aegolius martaee* e *Athene trinacriae* non sono state ancora trovate (Pavia, 2008), si può dedurre che queste specie, più piccole del barbagianni, predassero principalmente altri piccoli vertebrati e piccoli uccelli piuttosto che i piccoli mammiferi. La tendenza al gigantismo è piuttosto comune negli Strigiformi in condizioni di insularità, mentre non c'è una tendenza generale per la Classe degli Uccelli (Pavia, 2008 e bibliografia citata).

Di giorno, i Falconiformi, non di grandi dimensioni, predavano probabilmente altri uccelli, in particolare Columbiformi e Passeriformi, e piccoli vertebrati, come osservato anche attualmente (Burnie, 2001). A loro volta, uova e nidiacei erano insidiati dai rettili, dai ghiri e occasionalmente dalla lontra.

PLEISTOCENE MEDIO SUPERIORE/ PLEISTOCENE SUPERIORE INIZIALE

Nel Pleistocene Medio superiore/Pleistocene superiore, la Sicilia era simile all'isola attuale. I bacini di Castelvetro e di Gela erano quasi del tutto emer-

si e il vulcano Etna era sempre più imponente (Fig. 2; Agnesi et al., 1997). Anche la Calabria aveva assunto una geografia abbastanza simile all'attuale (Marra, 2009). I margini costieri della Sicilia e della Calabria andavano incontro a variazioni in estensione positive e negative, a seguito dell'azione combinata della tettonica e delle oscillazioni eustatiche del livello del mare. Lo Stretto di Messina aveva una conformazione piuttosto simile all'attuale (Mercier et al., 1987).

In questo periodo, la varietà di grandi mammiferi del Complesso Faunistico a *Elephas mnaidriensis* è strabiliante rispetto al precedente (Bonfiglio et al., 2002; Marra, 2005a; Masini et al., 2008; il nome specifico *E. mnaidriensis* è obsoleto da un punto di vista tassonomico, ma si mantiene perchè ancora adoperato dagli autori citati nella denominazione del C.F.).

Tra gli erbivori, erano presenti ruminanti di taglia grande (*Bos primigenius siciliae* e *Bison priscus siciliae*) e media (*Cervus elaphus siciliae* e *Dama carbu-rangelensis*), ai quali il ruminante assicurava moderate necessità di cibo e abilità di galleggiamento dovuta ai gas di fermentazione (Sondaar e Van der Geer, 2002). Gli erbivori ruminanti presentavano caratteri endemici poco accentuati e riduzione di taglia moderata: tra il 20 e il 25% nei cervidi e tra il 17 e il 20% nei bovidi (Brugal, 1987; Abbazzi et al., 2001; Bonfiglio et al., 2001, 2002). I due

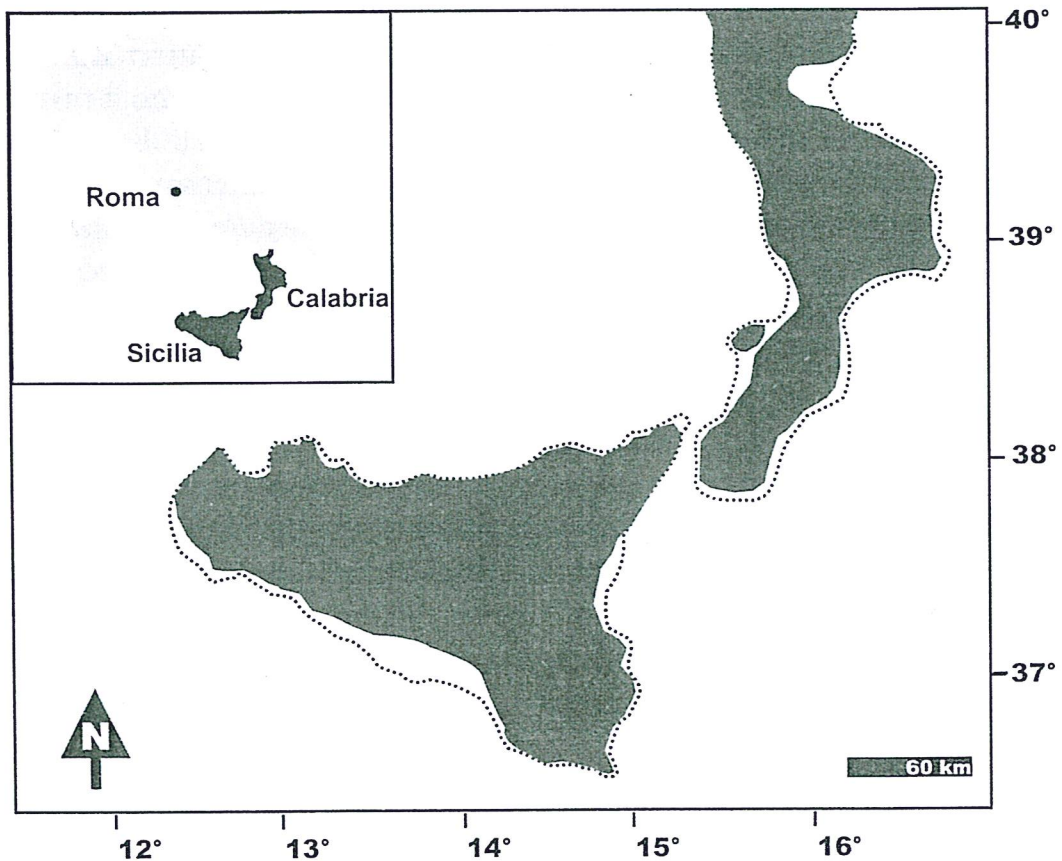


Fig. 2 - Paleogeografia di Sicilia e Calabria nel Pleistocene Medio superiore.

grandi erbivori non ruminanti (*Hippopotamus pentlandi* e *Palaeoloxodon mnaidriensis*) erano caratterizzati da spiccate abilità natatorie, basso tasso di riproduzione ed elevati consumi di cibo. Essi differivano notevolmente tra loro per i caratteri endemici mostrati: poco marcati e accompagnati da una piccola riduzione di taglia (tra -10 e -15% rispetto all'antenato *H. amphibius*) nell'ippopotamo (Marra, 2005b); accentuati ed accompagnati da una riduzione di taglia più consistente nell'elefante (intorno al 40% rispetto all'antenato *Palaeoloxodon antiquus*; Palombo, 2007; Ferretti, 2008). La riduzione del corpo è stata allometrica e si è riflessa significativamente sulla massa corporea: in *P. mnaidriensis*, ad esempio, a fronte del 30% di riduzione nelle misure dei denti, 40-45% di riduzione della mandibola, e 50-54% di riduzione dello scheletro postcraniale, la riduzione della massa corporea è stimata intorno al 90% rispetto alla specie ancestrale (Ferretti, 2008).

I grandi mammiferi onnivori (*Sus scrofa* e *Ursus arctos*), ecologicamente flessibili e con buona acquaticità, non hanno risentito alcun effetto dell'isolamento, al pari dei grandi predatori sociali (*Canis lupus*, *Crocuta crocuta spelaea*, *Panthera leo spelaea*) (Bonfiglio et al., 2002; Marra, 2003, 2005a; Masini et al., 2008). Ad eccezione di *Panthera leo* e *Hippopotamus pentlandi*, i grandi mammiferi di questa associazione persistono sull'isola fino a circa 30.000 anni fa (C.F. Grotta San Teodoro - Pianetti; Masini et al., 2008).

I cervidi principalmente ed i bovidi secondariamente devono aver rappresentato le prede ideali per la comunità di predatori sociali e specializzati rappresentata da lupi, iene e leoni, che probabilmente non disdegnavano carogne o prede più piccole, come uccelli e piccoli mammiferi. L'orso ed il cinghiale, onnivori, hanno invece sfruttato con flessibilità diverse fonti di cibo, vegetali ed animali.

I ghiri endemici giganti e l'insettivoro endemico gigante, *Crocidura esuae*, già segnalati nel Pleistocene Medio inferiore erano presenti anche nel Pleistocene Medio superiore, mentre si era estinta *Leithia cartei*. Era comparso il Riccio europeo (*Erinaceus europaeus*; Bonfiglio et al., 2002), un insettivoro solitario oggi abbastanza frequente in Sicilia, che può cibarsi oltre che di invertebrati anche di piccoli uccelli, anfibi, rettili e micromammiferi (Sarà, 2008).

Il Discoglossa dipinto, la Testuggine palustre, la Tartaruga di Hermann e la Lucertola siculo-maltese persistono sull'isola dal periodo precedente, mentre il rospo, la raganella ed i colubridi non sono segnalati nella documentazione fossile. Il geocheleone pare estinguersi. Studi biomolecolari sulle popolazioni attuali di Anfibi e Rettili suggeriscono la necessità di approfondimenti sui dati fossili, considerate: l'attribuzione delle popolazioni attuali di *Bufo viridis* alla specie endemica *Bufo siculus* (Stöck et al., 2006); la supposizione che *Bufo balearicus*, forma dell'Appennino presente oggi in Sicilia, provenga da scambi faunistici con la Calabria avvenuti nel Plio-Pleistocene (Stöck et al., 2008); l'esistenza della sot-

tospecie *Discoglossus pictus pictus*, endemica della Sicilia e delle Isole Maltesi (Turrisi, 2008a); l'attribuzione delle popolazioni siciliane attuali di *Emys orbicularis* alla nuova specie endemica *Emys trinacris* (Zuffi e Odetti, 1998; Zuffi, 2000); l'attribuzione delle forme attuali di ramarro alla sottospecie *Lacerta bilineata chloronota*; la revisione in corso del complesso di taxa precedentemente ascritti a "*Lacerta viridis*" (Godinho et al., 2005; Schiavo e Venchi, 2006).

L'avifauna (Pavia, 2001, 2004, 2008) pur mantenendo una certa ricchezza rispetto al periodo precedente, presentava alcuni cambiamenti e si arricchiva di uccelli migratori che prediligono acque dolci. Facevano la loro comparsa i Podicipediformi ed i Pelicaniformi, adattati ad una vita acquatica. Delle sette specie di Anseriformi diffuse nel periodo precedente ne persisteva solo una, mentre se ne diffondevano dieci di nuova segnalazione. Era presente una sola specie endemica, il Cigno gigante *Cygnus falconeri*. Aumentava il numero di specie di Ciconiformi, alcuni dei quali di ambiente palustre, mentre tra i Caradriformi non erano più presenti i gabbiani e si diffondeva il Chiurlo piccolo (*Numenius phaeopus*), che si nutriva di invertebrati in zone umide. Il numero di specie di Passeriformi andava incontro ad un dimezzamento. Probabilmente, vi era una maggiore disponibilità di zone umide, bacini grandi e piccoli con acque dolci, palustri o salmastre. Si può supporre che a tale disponibilità sia stata probabilmente collegata anche una discreta fauna ittica dulcicola, tale da sostenere uccelli che si nutrivano di pesce.

Tra gli Strigiformi, scomparivano le specie endemiche mentre si diffondeva il Gufo reale (*Bubo bubo*). Tra i Falconiformi vi erano specie anche di grandi dimensioni, come l'Aquila imperiale (*Aquila heliaca*), capace di predare mammiferi fino a 10 kg di peso ed uccelli di grandi dimensioni (ad esempio le oche). Probabilmente, l'aquila rappresentava una minaccia per i piccoli di molte delle specie di grandi mammiferi presenti in Sicilia, mentre gli altri rapaci predavano piccoli vertebrati, tra cui anfibi, rettili, uccelli e ghirri.

Le uova ed i nidiacei erano insidiati principalmente da piccoli mammiferi, anfibi e rettili.

DISCUSSIONE

L'isolamento della Sicilia nel Pleistocene Medio inferiore ricade nel caso indicato da Louchart (2005) come tipo "intermedio" di isola, in cui il top della posizione predatoria è occupato da un uccello predatore e non vi sono altri carnivori non-volatori se non le lontre. Lo Strigiforme endemico gigante *Tyto mourechauvirae* risulta essere predatore primario dei micromammiferi endemici presenti sull'isola. La dispersione della fauna è verosimilmente avvenuta attraverso il volo (uccelli e chiroterri), il nuoto (elefante e lontra) e il trasporto passivo su zattere naturali, come legni galleggianti (piccoli mammiferi, rettili, an-

fibi). Attualmente, diversi esemplari di elefanti indiani sono stati osservati muoversi a nuoto da un'isola all'altra in Indonesia, grazie alla capacità natatoria spiccata ed alle percezioni visiva ed olfattiva di una terra vicina (Johnson, 1980; Quammen, 1996). Le lontre possono diffondersi su isole fino ad oltre 30 km dalla costa (Alcover e Mac Minn, 1994). Marra (2005a) individua questa condizione come para-oceanica di tipo 2, ovvero di un'isola che ha avuto contatti con la terraferma non più esistenti e la cui fauna si è dispersa per vie occasionali (volo, nuoto, trasporto passivo).

Palaeoloxodon antiquus, precursore di *Palaeoloxodon falconeri*, è stato trovato nel Pleistocene Medio inferiore nel Bacino del Mercure, sul confine tra la Calabria e la Basilicata (Cavinato et al., 2001), mentre non sono segnalati altri ritrovamenti coevi più a Sud (Marra, 2009).

Nel corso del Pleistocene Medio, gli importanti eventi geologici che portano la Sicilia e la vicina Calabria ad assumere un aspetto geografico piuttosto simile all'attuale, potrebbero avere messo in crisi l'ecosistema precedentemente in equilibrio ed avere portato all'estinzione non solo il piccolo elefante, ma anche gli Strigiformi endemici. Questi ultimi potrebbero aver perso la competizione con gli Strigiformi provenienti dalla terraferma, oltre a perdere la posizione di "top-predators" in un ecosistema che si andava profondamente modificando. La persistenza dei micromammiferi endemici, ad eccezione di *Leithia cartei*, al Pleistocene Superiore, è attribuibile, secondo Masini et al. (2008), alla mancata dispersione di piccoli mammiferi nel corso del rinnovamento faunistico del C.F. a *Elephas mnidriensis*, a causa di una via di connessione "filtrante" parzialmente emersa, che avrebbe invece consentito il passaggio dei macromammiferi. Gli stessi autori attribuiscono dubitativamente la più lunga persistenza dei micromammiferi (stimata intorno a 830.000 anni) rispetto ai macromammiferi (stimata intorno a 250.000 anni per le specie diffuse nel C.F. a *E. mnidriensis* persistenti nel successivo C.F. Grotta San Teodoro - Pianetti) ad un migliore equilibrio nei rapporti predatore-preda ed a una maggiore prolificità (Masini et al., 2008).

Tali considerazioni suggeriscono alcuni approfondimenti relativi all'abilità di dispersione, ai rapporti predatore-preda ed alle strategie di popolazione nei piccoli e nei grandi mammiferi.

Il mancato arrivo sull'isola di piccoli mammiferi nel corso di un evento dispersivo di grande portata che instaura sull'isola una fauna abbastanza ricca e diversificata comprendente specie con differenti abilità di dispersione è poco compatibile con una connessione "filtrante", tanto più che i micromammiferi sono passibili anche di trasporto passivo su zattere naturali. Inoltre, tale persistenza si registra anche tra alcuni rettili e anfibi, ugualmente soggetti a trasporto passivo oltre che ad attraversamento attivo. A nostro avviso, fattori ecologici potrebbero avere influenzato sensibilmente la persistenza dei piccoli mammi-

feri. Non è da escludere che i nuovi arrivati non abbiano potuto sostenere la competizione con una comunità ben radicata sull'isola. Infatti, i rapporti predatore-preda dei micromammiferi preesistenti non vengono turbati, visto che non si diffondono piccoli carnivori possibili predatori (primari o secondari) e che gli strigiformi endemici vengono sostituiti da forme simili per taglia del corpo ed abitudini predatorie. Al contrario, gli strigiformi endemici perdono la loro posizione al top della catena alimentare, acquisita invece dai mammiferi, e questa potrebbe essere stata una concausa decisiva per il loro declino ed il loro rimpiazzo da parte di altri uccelli predatori.

Nella valutazione dei rapporti predatore-preda, inoltre, è opportuno considerare non soltanto il rapporto primario, ma anche quello secondario. Nelle popolazioni non insulari, la densità di popolazione è molto raramente messa in crisi dal predatore primario, poiché il numero dei predatori è regolato dalla popolazione stessa delle prede, mentre un predatore secondario può influire sensibilmente, considerato che le prede secondarie non rappresentano la sua fonte primaria di cibo (Sinclair, 2003). Ovviamente in ambiente insulare l'instaurarsi di un equilibrio nella densità di popolazione di predatori e prede è essenziale per la sopravvivenza stessa delle specie. Non sembra casuale che i ghiri endemici si estinguano nel Pleistocene Superiore (C.F. "S. Teodoro-Piannetti", Bonfiglio et al., 2001), in concomitanza con l'entrata di *Vulpes vulpes*, possibile loro predatore secondario, ed entrino nuove specie, di dimensioni più piccole, a rimpiazzarli. Il Toporagno *Crocidura esuae* sembra, secondo alcuni Autori, non essersi estinto ed avere dato origine all'attuale *Crocidura sicula*, quest'ultima attualmente predata principalmente dal barbagianni, secondariamente da allocco e altri rapaci, mentre la predazione da parte di carnivori ed ofidi è ritenuta probabile ma non documentata (Massa, 1981).

La densità di popolazione in ambienti non insulari è regolata in modo differente nei mammiferi di grande e di piccola taglia (Sinclair, 2003). Le popolazioni di grandi mammiferi devono tenere alto il numero di individui nella popolazione per compensare eventuali perdite dovute a cambiamenti climatici, predazione e competizione (Sinclair, 2003). Al contrario, nei piccoli mammiferi è la crescita della popolazione a creare scompensi (Sinclair, 2003). Anche se non vi è concordia tra gli autori, sembrerebbe che l'aumento di taglia nei micromammiferi insulari potrebbe comportare un abbassamento nel metabolismo e un innalzamento della durata media della vita, riducendo il numero di generazioni e il rischio di sovra-popolazione (Palombo, 2007 e bibliografia citata). Le chances di sopravvivenza risulterebbero pertanto aumentate. La tendenza alla riduzione di taglia nei grandi mammiferi obbedisce alle stesse esigenze. La forte riduzione di taglia di *Palaeoloxodon falconeri* potrebbe essersi evoluta a seguito della pressione esercitata da un'area ridotta e da scarse risorse trofiche. Attualmente, gli elefanti non soltanto consumano e sradicano grandi

quantità di vegetali, ma hanno un impatto ambientale piuttosto rilevante capace anche di influenzare la distribuzione della vegetazione (Burnie, 2001; Palombo, 2007; Sinclair, 2003). Nel caso degli elefanti insulari, la riduzione di taglia consente di avere minori necessità di cibo e di mantenere una densità di popolazione tale da non estinguersi. Probabilmente l'età riproduttiva è stata anticipata e la vita media si è accorciata (Raia et al., 2003). L'eccezionale riduzione di taglia di *P. falconeri* è di certo legata anche alla mancanza di altri erbivori competitori e di predatori e la sua estinzione potrebbe essere stata causata tanto dai cambiamenti paleogeografici, che hanno ampliato l'estensione areale e aumentato la diversificazione ambientale, quanto dall'entrata di una compagine di macromammiferi che comprendono erbivori ruminanti e grandi carnivori. Se *P. falconeri* ed i nuovi arrivati si sono incontrati, la scomparsa del piccolo elefante potrebbe essere stata abbastanza veloce. Tra l'altro, anche considerando la possibilità di un tasso di riproduzione più veloce nelle specie insulari rispetto alle specie continentali, bisogna considerare che i proboscidiati possono essere molto vulnerabili. Sinclair (2003) ha calcolato che la caccia ai mammut potrebbe aver portato all'estinzione questi pachidermi anche con un prelievo venatorio piuttosto contenuto, del 30% circa sui piccoli e del 2% circa sugli adulti, proprio perché il tempo di gestazione è lungo e quindi le perdite non vengono compensate in tempo utile per mantenere la densità di popolazione minima. Il calcolo di Sinclair è eseguito sui mammut ed è calibrato su di un ambiente di tundra, quindi ha in questa sede un valore del tutto indicativo, anche se significativo, sulla "vulnerabilità" dei proboscidiati.

Rispetto agli altri erbivori, l'elefante che si diffonde nuovamente in Sicilia nel Pleistocene Medio superiore (*P. mnaidriensis*) si riduce di taglia in maniera sensibile sviluppando anche caratteri endemici abbastanza marcati. Questo potrebbe essere stato dovuto al fatto che gli altri erbivori, oltre ad avere una taglia di per sé più piccola ed avere un tasso di riproduzione più elevato, sono ruminanti e quindi hanno minore fabbisogno di cibo. La riduzione di taglia potrebbe essere un processo abbastanza veloce (Palombo, 2007). Tra l'altro, nuovi contingenti di elefanti non endemici sembrano diffondersi nel Pleistocene Superiore e coesistere con gli elefanti endemici (Contrada Fusco, Siracusa; Chilardi, 1996; Palombo, 2007). Gli erbivori ruminanti hanno verosimilmente ridotto la loro taglia per mantenere una densità di popolazione adeguata alla sopravvivenza, come avviene oggi in condizioni di cattività (es. aree recintate), quindi le popolazioni erano presumibilmente abbastanza numerose. In effetti, erano capaci di sostenere carnivori di alto rango come il leone, la iena e il lupo, che peraltro non hanno modificato la loro taglia poiché gli erbivori, moderatamente ridotti di taglia, ricadevano comunque nel range di variabilità delle prede abituali. Il leone potrebbe essere stato al top della catena alimentare nel C.F. a *E. mnaidriensis*, mentre la iena è persistita per un maggiore periodo di tempo, fino a cir-

ca 32.000 anni fa (C.F. Grotta S. Teodoro - Pianetti, Masini et al., 2008), con chiare evidenze di attività predatoria principalmente sui cervidi, mentre è discussa la predazione su elefanti, pure presenti tra le ossa accumulate da questo predatore/mangiatore di carcasse (es. Grotta di San Teodoro; Marra et al., 2004).

L'ippopotamo ha una riduzione di taglia modesta probabilmente a causa della nicchia ecologica occupata, in prossimità di corsi e bacini d'acqua, che non si sovrappone, se non in piccola parte, con quelle degli altri erbivori. La riduzione di taglia, quindi, potrebbe essere stata funzionale più che altro per ottenere un'adeguata densità popolazione in ambiente insulare. I due onnivori, orso e cinghiale, non subiscono variazioni indotte dall'insularità, probabilmente in conseguenza del loro comportamento opportunistico.

Delle specie di macromammiferi diffuse in Calabria tra il Pleistocene Medio superiore e l'inizio del Pleistocene Superiore, solo il rinoceronte sembra non diffondersi in Sicilia, mentre il piccolo cavallo idruntino vi si stabilisce tardivamente (C.F. Grotta San Teodoro - Pianetti; Masini et al., 2008; Marra, 2009).

L'isolamento della Sicilia nel corso del Pleistocene Medio superiore/Pleistocene Superiore iniziale è stato considerato da Marra (2005a) isola para-ocenica di tipo 2 con accesso delle faune per via occasionalmente percorribile ("sweepstake route", in accordo con Dermitzakis e Sondaar, 1978).

Finora, il punto focale della dispersione è stato lo Stretto di Messina, per il quale è stata ipotizzata una emersione più o meno parziale, attraversabile solo da alcune specie di macromammiferi e preclusa ai micromammiferi (Bonfiglio et al., 2002; Masini et al., 2008). In effetti, nell'attuale morfologia dello Stretto di Messina, caratterizzata da profondità abissali, si può individuare una "sella" morfologica, ovvero un fondale profondo da -75m a -130 m, tra le coste di Capo Peloro (Messina) e Punta Pezzo (Villa San Giovanni) distanti fra loro circa 3 Km, che potrebbe avere rappresentato un passaggio parzialmente emerso e percorribile in fasi di abbassamento del livello del mare. Questa interpretazione potrebbe concordare con le evidenze geo-paleontologiche addotte, tra gli altri, da Di Geronimo (1987) e Barrier (1987), secondo le quali lo Stretto di Messina non è mai stato emerso.

L'azione di filtro dello Stretto di Messina è stata dedotta dalla bassa biodiversità delle faune terrestri della Sicilia rispetto alle faune della penisola italiana. Tuttavia, la Calabria sembra avere ospitato uno stock faunistico già di per sé impoverito rispetto al resto della penisola, principalmente a causa della sua estensione latitudinale e della conformazione particolarmente montagnosa e povera di aree pianeggianti (Marra, 2009). Inoltre, la composizione della fauna della Calabria non sembra avere risentito in modo particolarmente sensibile dei cambiamenti climatici, come ad esempio quelli legati alle fasi glaciali, registrati invece nel resto della penisola.

L'impoverimento faunistico della Sicilia potrebbe pertanto essere stato so-

vrastimato. Inoltre, finora sono stati poco valutati gli effetti ecologici prodotti non solo dalle faune immigranti dalla terraferma, ma anche dalle faune preesistenti e ben radicate sull'isola.

CONCLUSIONI

Nel corso del Pleistocene Medio esistono "Due Sicilie", ovvero due diverse condizioni biogeografiche per la Sicilia, determinate da importanti cambiamenti nell'area dell'isola, nella diversificazione degli habitat, nei rapporti isola-terraferma. Tali cambiamenti hanno influito sugli eventi dispersivi, sulla composizione faunistica, sull'evoluzione di endemiti, sui rapporti ecologici e sulle estinzioni.

La catena trofica era estremamente semplice nel Pleistocene Medio inferiore, con uno Strigiforme come predatore di rango più elevato, mentre si è fatta più diversificata e complessa nel Pleistocene Medio superiore, con la presenza di grandi mammiferi carnivori, erbivori e onnivori. I piccoli vertebrati sembrano avere stabilito comunità piuttosto persistenti e, tra di loro, alcune forme sembrano persistere ancora oggi con specie endemiche derivate.

La Sicilia sembra essere stata un'isola continentale all'inverso rispetto agli schemi "classici" noti in letteratura: piuttosto che essere gradualmente più isolata dal continente, è risultata via via più collegata e le sue faune terrestri si sono uniformate progressivamente all'Italia peninsulare. Con l'aumento della sua area è andata aumentando anche la diversificazione ambientale. L'azione di barriera operata dallo Stretto di Messina è stata probabilmente meno forte e selettiva di quanto non sia stato ritenuto fino ad ora. Infatti, sembra che non sia stato tanto il mare quanto una terra emersa a determinare le difficoltà di penetrazione delle faune terrestri. Alla luce dei dati presentati e discussi in questo lavoro, infatti, la Calabria sembra essere stato un "ponte" verso la Sicilia difficilmente percorribile, mentre lo Stretto di Messina sembra essere stato una barriera attraversabile abbastanza facilmente, in particolare in fasi di abbassamento del livello del mare.

La Sicilia rappresenta pertanto un modello del tutto peculiare per la biogeografia delle isole. Le osservazioni qui condotte, confrontando i dati paleontologici con quelli ecologici attuali, suggeriscono nuove ed intriganti chiavi di lettura della biogeografia della Sicilia dal Pleistocene ad oggi.

RINGRAZIAMENTI

Le autrici desiderano ringraziare il comitato organizzatore del 37° congresso SIB, il comitato editoriale di *Biogeographia* e il referee anonimo, che ha dato utili suggerimenti per la stesura definitiva.

Fondi PRA 2005, Programma di Ricerca Interdisciplinare "Un'analisi SWOT dell'area dello Stretto di Messina", Università degli Studi di Messina.

BIBLIOGRAFIA

- ABBAZZI L., BONFIGLIO L., MARRA A.C., MASINI F. 2001 - A revision of medium and small sized deer from the Middle and Late Pleistocene of Calabria and Sicily. *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, 40 (2): 115-126.
- AGNESI V., MACALUSO T., MASINI F. 1997 - L'ambiente e il clima della Sicilia nell'ultimo milione di anni. In: S. Tusa (ed.), *Prima Sicilia, alle origini della società siciliana*: 31-53.
- ALCOVER J.A., BOVER P., SEGUI B. 1999 - Una aproximació a la paleoecologia de les illes. *Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears, 6/Monografies Institut d'Estudis Baleàrics*, 66: 169-204.
- ALCOVER J.A., MCMINN M. 1994 - Predators of vertebrates on islands. *BioScience*, 44: 12-18.
- ALCOVER J.A., SANS A., PALMER M. 1998 - The entente of extinction of mammals on islands. *J. Biogeogr.*, 25: 913-918.
- BARRIER P. 1987 - Stratigraphie des dépôts pliocènes et quaternaires du Détroit de Messine. In: P. Barrier, I. Di Geronimo, C. Montenat (eds.), *Le Détroit de Messine (Italie) évolution tectono-sédimentaire récente (Pliocène et Quaternaire et environmmt acque)*. Documents e Travaux, IGAL, Paris, 11: 59-81.
- 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. Paleont. Ital.*, 40 (2): 149-158.
- BONFIGLIO L., MANGANO, MARRA A.C., MASINI F., PAVIA M., PETRUSO D. 2002 - Pleistocene Calabrian and Sicilian bioprovinces. *Geobios, Special Memoires*, 24: 29-3.
- BRUGAL J.P. 1987 - Cas de "Znanisme" insulaire dans l'auroche. 112th Congrès National des Sociétés Savantes: 53-66.
- BURGIO E., FIORE M. 1988 - *Nesolutra trinacriae* n.sp. lontra quaternaria della Sicilia. *Boll. Soc. Paleontol. Ital.*, 27: 259-275.
- BURNIE D. 2001 - *Animal*. Dorling Kindersley Limited, London. Ed. Italiana: *Animali*, Mondadori.
- CAVINATO G.P., PETRONIO C., SARDELLA R. 2001 - The Mercure River Basin (Southern Italy): Quaternary stratigraphy and large mammal biochronology. In: Cavaretta G., Gioia P., Mussi M., Palombo M.R. (eds.), *The World of Elephants*: 187-190.
- CHILARDI S. 1996 - I macromammiferi. In: Basile B., Chilardi S. (eds.), *Le Ossa dei Giganti - Lo scavo paleontologico di Contrada Fusco*, Arnaldo Lombardi Editore.
- DERMITZAKIS M.D., SONDAAR P.Y. 1978 - The importance of fossil mammals in reconstructing Palaeogeography Wight special reference to the Pleistocene Aegean Archipelago. *Ann. Geolog. Pays Ellen.*, 29: 808-840.
- DI GERONIMO I. 1987 - Bionomie des peuplements benthiques des substrats meubles et rocheux plio-quaternaires du Détroit de Messine. In: Barrier P., Di Geronimo I., Montenat C. (eds.), *Le Détroit de Messine (Italie) évolution tectono-sédimentaire récente (Pliocène et Quaternaire et environmmt acque)*, Documents e Travaux, IGAL, Paris, 11: 153-169.
- ESU D., KOTSAKIS T., BURGIO E. 1986 - Vertebrati e Molluschi continentali fossili del Pleistocene di Poggio Schinaldo (Palermo, Sicilia). *Boll. Soc. Geol. Ital.*, 105: 233-241.
- FERRETTI M.P. 2008 - The dwarf elephant *Palaeoloxodon mnaidriensis* from Puntali cave, Carini (Sicily; late Middle Pleistocene): Anatomy, systematics and phylogenetic relationships. *Quat. Intern.*, 182: 90-108.
- FOSTER J.B. 1964 - Evolution of mammals on islands. *Nature*, 202: 234-236.
- GODINHO R., CRESPO E.G., FERRAND N., HARRIS D.J. 2005 - Phylogeny and evolution of the green lizards, *Lacerta* spp. (Squamata: Lacertidae) based on mitochondrial and nuclear DNA sequences. *Amphibia-Reptilia*, 26: 271-285.
- HUTTERER R. 1991 - Variation and evolution of the Sicilian shrew: taxonomic conclusions and description of a possibly related species from the Pleistocene of Morocco (Mammalia: Soricidae). *Bonn. Zool. Beitr.*, 42: 241-251.
- JOHNSON D.L. 1980 - Problems in the Land Vertebrate Zoogeography of certain islands and the swimming powers of elephants. *J. Biogeog.*, 7: 383-398.
- KOTSAKIS T. 1986 - *Crocidura esui* n. sp. (Soricidae, Insectivora) du Pléistocène de Spinagallo (Sicile orientale, Italie). *Geol. Rom.*, 23: 51-64.
- LOUCHART A. 2005 - Integrating the fossil record in the study of insular body size evolution: examples in owls (Aves: Strigiformes). In: Alcover J.A., Bover P. (eds.), *Proceedings of the Internation Symposium "Insular Vertebrate Evolution: the Palaeontological Approach"*. *Monographias de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 12: 155-174.
- MACARTHUR R.H., WILSON E.O. 1967 - *The Theory of island Biogeography*. Princeton University Press.
- MARRA A.C. 2003 - *Ursus arctos* from selected Pleistocene sites of eastern Sicily. *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, 42 (1-2): 145-150.
- MARRA A.C. 2005a - Pleistocene Mammals of Mediterranean Islands. *Quat. Intern.*, 129: 5-14.
- MARRA A.C. 2005b - Pleistocene Hippopotamuses of Mediterranean islands: looking for ancestors. In: J.A. Alcover, P. Bover (eds.), *Proceedings of the Internation Symposium "Insular Vertebrate Evolution: the Palaeontological Approach"*. *Monographias de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 12: 193-204.
- MARRA A.C. 2009 - Pleistocene mammal faunas of Calabria. *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, 48 (2): 113-122.
- MARRA A.C., VILLA P., BEAUVAL C., BONFIGLIO L., GOLDBERG P. 2004 - Same predator, variable prey: taphonomy of two upper Pleistocene hyena dens in Sicily and SW France. *Rev. Paleobiol.*, 23 (2): 787-801.

- MASINI F., PETRUSO D., BONFIGLIO L., MANGANO G. 2008 - Origination and extinction patterns of mammals in three central western Mediterranean islands from the Late Miocene to Quaternary. *Quatern. Intern.*, 182: 63-79.
- MASSA B. 1981 - Le régime alimentaire de quatorze espèces de Rapaces en sicilie. *Rapaces méditerranéens*, Ann. du CROP, 1: 119-129.
- MERCIER D., BARRIER P., BEAUDOIN B., DIDIER S., MONTENAT J.L., SALINAS ZUNIGA E. 1987 - Les facteurs hydrodynamiques dans la sédimentation plio-quaternaire du Déroit de Messine. In: Barrier P., Di Geronimo I., Montenat C. (eds.), *Le Déroit de Messine (Italie) évolution tectono-sédimentaire récente (Pliocène et Quaternaire et environmnt acque)*, Documents et Travaux IGAL, 11: 171-183.
- NORTHCOTE E.M. 1984 - Crane Grus fossils from the Maltese Pleistocene. *Palaeontology*, 27 (4): 729-735.
- PALOMBO M.R. 2001 - Paedomorphic features and allometric growth in *Elephas falconeri* skull from Spinagallo (Middle Pleistocene, Sicily). In: Cavaretta G., Gioia P., Mussi M., Palombo M.R. (eds.), *The World of Elephants*: 492-496.
- PALOMBO M.R. 2004 - Dwarfing in insular mammals, The endemic Elephants of Mediterranean Islands. In: Baquedano E., Rubio S. (eds.), *Homepage a Emiliano Aguirre. Zona Archeologica 4 (2, Paleontologia)*, Museo Arqueologico Regional, Madrid: 354-371.
- PALOMBO M.R. 2007 - How can endemic proboscideans help us to understand the "island rule"? A case study of Mediterranean islands. *Quat. Intern.*, 169-170: 105-124.
- PAVIA M. 2001 - The Middle Pleistocene fossil avifauna from the "*Elephas mnaidriensis* Faunal Complex" of Sicily (Italy). Preliminary results. In: Cavaretta G., Gioia P., Mussi M., Palombo M.R. (eds.), *The World of Elephants*: 497-501.
- PAVIA M. 2004 - A new large Barn Owl (Aves, Strigiformes, Tytonidae) from the Middle Pleistocene of Sicily, Italy, and its taphonomical significance. *Geobios*, 37: 631-641.
- PAVIA M. 2008 - The evolution dynamics of the Strigiformes in the mediterranean islands with the decription of *Aegolius martae* n. sp. (Aves, Strigidae). *Quat. Intern.*, 182: 80-89.
- PETRUSO D. 2003 - Il contributo dei micro mammiferi alla stratigrafia e paleogeografia del Quaternario continentale siciliano. Tesi di dottorato in Geologia Sedimentaria, Università di Napoli e Palermo, 320 pp.
- QUAMMEN D. 1996 - The Song of the Dodo. *Island Biogeography in an Age of Extinctions*. Pimlico: 1-702.
- RAIA P., BARBERA C., CONTE M. 2003 - The fast life of a dwarfed elephant. *Evol. Morph.*, 17: 293 - 312.
- ROOK L., GALLAI G., TORRE D. 2006 - Lands and endemic mammals in the Late Miocene of Italy: constraints for paleogeographic outlines of tyrrhenian area. *Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol.*, 238: 263-269.
- SARÀ M. 1995 - The Sicilian (*Crocidura sicula*) and the Canary (*C. canariensis*) shrew (Mammalia, Soricidae): peripheral isolate formation and geographic variation. *Boll. Zool.*, 62: 173-182.
- SARÀ M. 2008 - Riccio europeo occidentale *Erinaceus europaeus* L., 1758. In: AA.VV., *Atlante della Biodiversità della Sicilia: Vertebrati terrestri. Studi e Ricerche*, 6, Arpa Sicilia, Palermo: 43-45.
- SCHIAVO R.M., VENCHI A. 2006 - *Lacerta bilineata* Daudin, 1802. Ramarro occidentale. In: Sindaco R., Doria G., Razzetti E., Bernini F. (eds.), *Atlante degli Anfibi e dei Rettili d'Italia/Atlas of Italian Amphibians and Reptiles*. Società Herpetologica Italiana. Edizioni Polistampa, Firenze: 454-459.
- SIMPSON G.G. 1965 - *The Geography of Evolution*. Chilton Books, New York.
- SINCLAIR A.R.E. 2003 - Mammal population regulation, keystone processes and ecosystem dynamics. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 358: 1729-1740.
- SONDAAR P.Y., DERMITZAKIS M.D., DE VOS J. 1996 - The paleogeography and faunal evolution of the land mammals of Crete. In: D.S. Reese (ed.), *Pleistocene and Holocene Fauna of Crete and Its First Settlers*, Monograph in *World Archaeology*, 28: 61-67.
- SONDAAR P.Y., VAN DER GEER S.A. 2002 - Plio-pleistocene terrestrial vertebrates faunal evolution on mediterranean islands, compared to that of the Palearctic mainland. *Ann. Geol. Pays Ellen.*, 39A: 165-180.
- STÖCK M., SICILIA A., BELFIORE N.M., LO BRUTTO S., LO VALVO M., ARCULEO M. 2006 - Green toads from major parts of Sicily are an old sister taxon of african green toads and represent a new european vertebrate species (*Bufo* n. sp.). *Atti del 6° Congr. Naz. Soc. Herpetol. Ital.*, Roma (Abstracts).
- STÖCK M., SICILIA A., BELFIORE N.M., BUCKLEY D., LO BRUTTO S., LO VALVO M., ARCULEO M. 2008 - Post-Messinian evolutionary relationships across the Sicilian channel: Mitochondrial and nuclear markers link a new green toad from Sicily to African relatives. *BMC Evol. Biol.*, 8: 56. DOI: 10.1186/1471-2148-8-56.
- TURRISI G.F. 2008a - Discoglossio dipinto *Discoglossus pictus pictus* Otth, 1837. In: AA.VV., *Atlante della Biodiversità della Sicilia: Vertebrati terrestri. Studi e Ricerche*, 6, Arpa Sicilia, Palermo: 267-268.
- TURRISI G.F. 2008b - Testuggine di Hermann *Testudo hermanni* Gmelin, 1789. In: AA.VV., *Atlante della Biodiversità della Sicilia: Vertebrati terrestri. Studi e Ricerche*, 6, Arpa Sicilia, Palermo: 281-286.
- ZANCA L., SARÀ M. 2008 - Toporagno di Sicilia *Crocidura sicula* Miller, 1990. In: AA.VV., *Atlante della Biodiversità della Sicilia: Vertebrati terrestri. Studi e Ricerche*, 6, Arpa Sicilia, Palermo: 46-48.
- ZUFFI M.A.L. 2000 - Conservation biology of the European pond turtle *Emys orbicularis* (L.) in Italy. *Stapfia*, 69: 219-228.
- ZUFFI M.A.L., ODETTI F. 1998 - Double egg-deposition in the European pond turtle, *Emys orbicularis*, from central Italy. *It. J. Zool.*, 65: 187-189.

