

Cartagine, il Mediterraneo centro-occidentale e la Sardegna

Società, economia e cultura
materiale tra Fenici e autoctoni

Studi in onore di Piero Bartoloni

a cura di Michele Guirguis, Sara Muscuso e Rosana Pla Orquín

Volume II

Le Monografie della SAIC / 3
collana diretta da Paola Ruggeri

SAIC Editore



Cartagine, il Mediterraneo
centro-occidentale e la Sardegna.
Società, economia e cultura materiale
tra Fenici e autoctoni

Le Monografie della SAIC

3

Cartagine, il Mediterraneo
centro-occidentale e la Sardegna.
Società, economia e cultura materiale
tra Fenici e autoctoni

Studi in onore di Piero Bartoloni

II

a cura di

Michele Guirguis - Sara Muscuso - Rosana Pla Orquín



SAIC Editore
2021

Collana "Le Monografie della SAIC"
della Società Scientifica 'Scuola Archeologica Italiana di Cartagine'
ISSN 2724-0894 [Online]

Comitato scientifico: Paola RUGGERI (direttrice della collana), Sandro Filippo BONDI, Marilena CASELLA, Jehan DESANGES, Pilar FERNÁNDEZ URIEL, Frédéric HURLET, Maria Antonietta RIZZO, Pier Giorgio SPANU, Mario TORELLI.

contatto mail: ruggeri@uniss.it

Questo volume è stato realizzato con il contributo di



Dipartimento di Storia, Scienze dell'Uomo e della Formazione
Università degli Studi di Sassari



Comune di Sant'Antioco



Museo Archeologico «Ferruccio Barreca», Sant'Antioco

Museo Archeologico
Ferruccio Barreca
Sant'Antioco

Titolo: Cartagine, il Mediterraneo centro-occidentale e la Sardegna. Società, economia e cultura materiale tra Fenici e autoctoni. Studi in onore di Piero Bartoloni, II, a cura di Michele Guirguis, Sara Muscuso, Rosana Pla Orquín

©2021, SAIC e singoli autori

I edizione

ISBN 978-88-942506-2-6

Editing dei testi: Sara Muscuso e Rosana Pla Orquín; impaginazione: Michele Guirguis

SAIC Editore

presso Dip. di Storia, Scienze dell'Uomo e della Formazione, Università degli studi di Sassari,
Viale Umberto 52, Sassari, Italia, I-07100.

contatto mail: pubblicazioni@scuolacartagine.it

coordinamento editoriale: Antonio M. CORDA (Università degli studi di Cagliari; SAIC)

In I di copertina: Elaborazione grafica di M. Guirguis con disegni di forme vascolari fenicie e puniche (tratti da pubblicazioni di Piero Bartoloni) e immagini di testine in terracotta di età punica, la cosiddetta "Tanit Gouin" di Tharros e il cosiddetto "giovinetto" di Sulky (foto di L. P. Olivari, tratte da: M. Guirguis [ed.], *La Sardegna fenicia e punica. Storia e materiali* [Corpora delle Antichità della Sardegna], Nuoro: Ilisso Edizioni, 2017, pp. 394, 403, nn. 159, 193). In IV di copertina: *kernos* da Mozia: ridisegnato da P. Bartoloni, Recipienti rituali fenici e punici dalla Sardegna, *Rivista di Studi Fenici*, 20, 141, fig. 1, e.

Questa opera è rilasciata con licenza *Creative Commons Attribuzione, Non opere derivate 4.0 Internazionale* ed è distribuita in modalità *Open Access*. La *Scuola Archeologica Italiana di Cartagine* sostiene la circolazione della conoscenza, anche attraverso l'accesso pieno e aperto alla letteratura scientifica.

Indice del volume

- 295 F. DI GENNARO, *Saluto del Soprintendente del Nord Sardegna. Archeologia fenicio-punica e protostoria della Sardegna e della penisola italiana*
- 299 F. ARCA, L. PUDDU, *Dall'antichità ad oggi: Tuvixeddu nell'ambito di un progetto di riabilitazione di pazienti psichiatrici*
- 309 G. CARENTI ET ALII, *Tonnara in Sardegna: tecniche per lo studio delle tracce bioarcheologiche e storiche*
- 323 R. D'ORIANO, *Olbia fenicia: nuove acquisizioni e riflessioni*
- 333 M. FANTAR, *La symbolique animale dans les croyances phénico-puniques*
- 353 M. GUIRGUIS, *Dai fondali marini di Villasimius all'insediamento sardo-fenicio di Cuccureddus: nuove evidenze sull'età del Ferro nella Sardegna sud-orientale (2016-2020)*
- 369 F. LO SCHIAVO, *L'Arciere Sulcitano*
- 385 A. MORAVETTI, *Due manufatti in materia dura animale dal villaggio nuragico di Palmavera (Alghero)*
- 401 R. PLA ORQUÍN, *Iconografie al servizio del potere: sui rilievi antropomorfi della necropoli punica di Sulky*
- 425 P. RUGGERI, *Un'insolita coppia di divinità a Madauros: Mercurio e Vesta epigoni di Hermes e Hestia "olimpici" (ILAlg. I 4007)*
- 443 G. SALIS, *Identità nuragiche e connessioni mediterranee. Riflessioni alla luce dei nuovi rinvenimenti nella Sardegna centro-orientale*
- 459 F. SPATAFORA, *Ceramica di tradizione "indigena" nella necropoli punica di Palermo*
- 471 A. STIGLITZ, *Tra egemonia e subalternità: il "riuso" dei nuraghi come luogo di culto. Spunti indisciplinaryati per una riflessione*
- 485 A. MASTINO, *Conclusioni. Tornare a Sulci, da Piero Bartoloni*

I testi qui raccolti sono stati selezionati dai Curatori e sottoposti ad un comitato di lettura composto da esperti anonimi. La Giornata di Studio *"Cartagine, il Mediterraneo centro-occidentale e la Sardegna: società economia e cultura materiale tra Fenici e autoctoni"* del 29 luglio 2017 si è svolta nell'ambito delle attività di ricerca del *"Phoenician & Nuragic ID. Project. Identities in the Mediterranean Iron Age (9th-6th centuries BCE): Innovations and Cultural Integration in Sardinia Between Phoenician and Nuragic People"*, finanziato da Sardegna Ricerche e dalla Regione Autonoma della Sardegna sul Bando competitivo *"Capitale Umano ad Alta Qualificazione"* - annualità 2015 (L.R. 7 agosto 2007/7, promozione della ricerca scientifica e dell'innovazione tecnologica in Sardegna).

Tonnara in Sardegna: tecniche per lo studio delle tracce bioarcheologiche e storiche

GABRIELE CARENTI, ESMERALDA UGHI, EMANUELA SIAS, ANTONIO SPEZZIGA, MASSIMO
DELIGIOS, AMBRA ZAMBERNARDI, MARTA DIANA, ILARIA BORGHETTO, VITTORIO MAZZARELLO,
SALVATORE RUBINO

Abstract: The word *tonnara* refers to a system of nets and buildings associated with tuna fishing and manufacture of tuna products. *Tonnara* have been present in the Mediterranean region since ancient times; thus, many original texts and archival documents are used for historical reconstruction in the modern and contemporary eras. Classical authors were familiar with tuna's biology and their contemporaries used this knowledge to exploit the tuna's shoals. Archaeological traces of these customs are known from architectural, epigraphic and material cultural remains linked to tuna fishing, conservation and trade. Traces of tuna fishing in pre-modern eras in Sardinia are few. We therefore conducted a study of archaeozoological remains from different archaeological sites in the island using classic archaeozoological analysis with the support of biomolecular techniques.

Key Words: Sardinia, *Thunnus thynnus*, Fishing activities, History, Bioarchaeology.

La parola “tonnara”, che nella lingua italiana denomina impropriamente sia la struttura subacquea (*l'isola*) composta di reti, ancore, catene, cavi e galleggianti funzionali alla pesca, sia lo stabilimento di terra destinato alla lavorazione del pescato (lo *scabeccio*) e al deposito di imbarcazioni e attrezzature (il *marfaraggio*), deriva naturalmente dal nome del pesce cui è destinata, il tonno; più precisamente il *Thunnus thynnus* (L., 1758), nome scientifico del tonno rosso.

La pesca del tonno, declinata in varie tipologie, e che sfrutta l'attitudine migratoria e gregaria della specie in una stagione determinata, quella riproduttiva, ha lasciato testimonianze di una pratica di “lunga durata”¹, sia dal punto di vista linguistico², sia dal punto di vista dell'estensione topografica, infatti dall'antichità a oggi, hanno operato tonnare su tutte le coste del Mediterraneo. Una cartografia in corso di compilazione e in costante ag-

* Centro Studi sulle Civiltà del Mare e per la valorizzazione del Golfo e del Parco dell'Asinara - Museo della Tonnara di Stintino, Italia (G. Carenti, E. Ughi, E. Sias, M. Diana, S. Rubino; gabrielecarenti@gmail.com); Dipartimento di Scienze Biomediche, Università degli Studi di Sassari (S. Rubino, E. Sias, A. Spezziga, M. Deligios, I. Borghetto, V. Mazzarello); Dipartimento di Culture, Politica e Società, Università degli studi di Torino - Departamento de Antropología social, Universidad de Sevilla, Spagna (A. Zambenardi).

¹ Così potremmo classificarla con lo storico Fernand Braudel (1958), appunto come una pratica di “longue durée” che, contrariamente agli avvenimenti, muta insensibilmente accogliendo i cambiamenti e addomesticandoli.

² Infatti essa ha un nome in quasi tutte le lingue e i dialetti parlati sul *Mare Nostrum*: dallo spagnolo *al-madraba* al francese *madrague*, dal portoghese *almadrava* o *armação* all'arabo *al-madraba*, dal turco *dalian* al greco *pèlamydeia*, dal provenzale *la tounaio* o *mandrago* al tabarkino *a tunèa*.

giornamento, ne ha censite ad oggi -tra sorte, spente o in attività discontinua- ben 548. In generale, si tratta di un sistema di pesca ampiamente diffuso in passato, che oggi si può considerare marginale, per non dire quasi scomparso. Moltissimi ex-stabilimenti di tonnare sono spenti, qualcuno ospita un museo, altri sono stati riconvertiti in strutture alberghiere ma gran parte di essi è oggi rudere o monumento di archeologia industriale. Le tonnare in funzione sono tre in Portogallo, diciassette in Marocco, quattro in Spagna, tre/quattro in Sardegna e una in Sicilia³.

L'osservazione prolungata, fin dalla Preistoria, delle abitudini migratorie del tonno, delle fasi del suo ciclo vitale e della regolarità dei suoi spostamenti alla ricerca di luoghi adeguati alla riproduzione ha certamente favorito la sperimentazione e la realizzazione di sistemi adatti alla sua cattura. La documentazione su questi pesci, dalla Preistoria all'Età Moderna, può considerarsi complessivamente abbondante, benché intermittente (fonti archeologiche, storico-letterarie, iconografiche, numismatiche, epigrafiche). Documentazione che negli ultimi due secoli è stata oggetto di approfondite analisi da parte di studiosi di varie discipline che hanno prodotto un'ampia bibliografia e un patrimonio di ricerche complesso e stratificato⁴. Tre sono stati e sono gli argomenti più dibattuti in seno al generale "argomento tonno": la cosiddetta "questione migratoria", l'origine della tonnara mediterranea e la natura della specie da catturare cui la tonnara è destinata.

La "questione migratoria" ha sempre rappresentato un enigma da risolvere e ancora oggi non trova il mondo scientifico pienamente concorde. Nei secoli si sono susseguite o alternate diverse teorie per spiegare l'apparizione dei tonni sottocosta: migratrice, trofica, genetica, idrodinamica, termica, autoctona, batimetrica, lunare. Gli spostamenti di questi pesci sono stati osservati fin dall'antichità e il primo a descrivere le abitudini gregarie e migratorie dei tonni e a fornirne una spiegazione fu Aristotele nella sua *Historia Animalium* (*Arist. hist. an.* VIII), tesi in seguito ripresa da Plinio il Vecchio nella sua *Naturalis historia* (*Pli. nat.* IX,18-19) e da molti altri. Inserendo le citazioni degli autori classici in un quadro geografico è possibile osservare come tutte siano distribuite lungo le rotte seguite dai tonni (Fig. 1). L'ipotesi di Aristotele fu poi raccolta da tutti gli autori dell'Antichità e del Medioevo⁵.

Dalla metà del 1700 cominciarono ad apparire studi via via più dettagliati sulle migrazioni da quello di Padre Martín Sarmiento, frate benedettino che nel 1757 compilò uno studio su incarico del Duca di Medina Sidonia⁶ e che si rifece alla "teoria migratrice" aristotelica, a quello minuzioso di Padre Francesco Cetti⁷ che attribuì le migrazioni dei tonni, detti "di corsa", a motivi trofici, oltre che riproduttivi e ne descrisse il percorso attribuendolo alla direzione dei venti e mettendolo in relazione con la posizione geografica delle tonnare. La "teoria idrodinamica" di Cetti fu ripresa agli inizi del Novecento da Jean Paul Bounhiol⁸, che vi aggiunse anche quella "termica" (deposizione e fecondazione in acque tiepide e ricche di sale), anch'essa di derivazione aristotelica.

Alla fine dell'Ottocento il naturalista Pietro Pavesi propose invece una "teoria autoctona", in verità già avanzata nel 1816 da Francesco Carlo D'Amico⁹, comproprietario di diversi impianti siciliani, ossia che uno stock risieda stabilmente nelle profondità del Mediterraneo e che semplicemente risalga in superficie nel periodo primaverile (come sostenu-

³ Zambenardi (2018).

⁴ Per un elenco corposissimo e quasi esaustivo si veda Di Natale (2012 e 2018); per una visione d'insieme sulle fonti e sulla documentazione relativa alla tonnara mediterranea nell'antichità si veda il rigorosissimo volume di Felici (2018), con ampia bibliografia precedente; per il mondo fenicio-punico si fa riferimento in specifico al volume di Bartoloni, Guirguis (2017), con ampia bibliografia precedente.

⁵ Una esaustiva raccolta e disamina delle fonti antiche è in Felici (2018), 221-253 (Appendice 2).

⁶ Sarmiento (1992).

⁷ Cetti (1778), 414-418.

⁸ Bounhiol (1911).

⁹ D'Amico (1816), 36-38.

to in *Pli. nat.* IX, 20). A sostegno di questa teoria Pavesi propose inoltre una spiegazione batimetrica, a suo avviso evidenziata dalla dislocazione geografica delle tonnare in Mediterraneo¹⁰. La “teoria autoctona” è stata accreditata alla fine degli anni Trenta del secolo scorso dagli studi e dalle osservazioni di Concetta Scordia¹¹ effettuate nello Stretto di Messina.

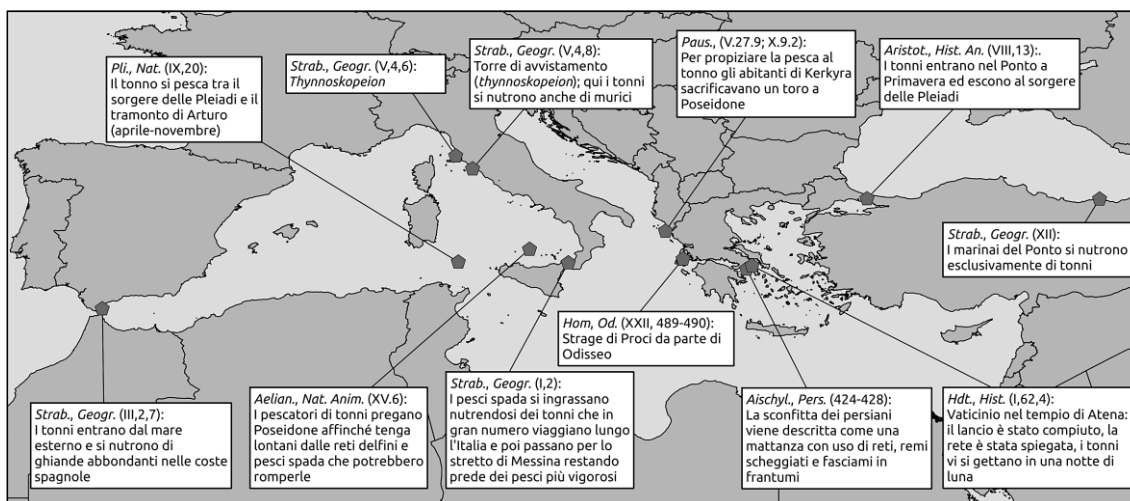


Fig. 1 - Principali fonti antiche in relazione alla localizzazione geografica nel Mediterraneo.

Gli spostamenti di questi pesci hanno cominciato a essere studiati con metodo sperimentale solo a partire dagli anni Venti del secolo scorso, in particolar modo da Massimo Sella¹² che nel tentativo di individuare le rotte migratorie dei branchi, giunse a importanti risultati tramite l’analisi della tipologia e provenienza degli ami negli stomaci dei pesci. Il Novecento è stato teatro di numerose controversie e tra le ipotesi più accreditate c’è stata quella della stanzialità fino a sopraggiunta maturità sessuale¹³. Attualmente si utilizzano sistemi di marcatura molto sofisticati che permettono la rilevazione degli spostamenti degli stock, sia in Mediterraneo sia in Atlantico, tramite tag satellitari, coordinati dal programma “ICCAT Tagging”¹⁴.

Per la seconda argomentazione possiamo affermare che sia ormai diffusamente riconosciuta dal mondo scientifico l’origine antica del “sistema tonnara fissa” e recentemente Felici ha sostenuto in modo argomentato e convincente, con una disamina e un utilizzo incrociato delle fonti storico-letterarie e archeologiche, che nell’Antichità (probabilmente l’origine è da far risalire ai Fenici¹⁵) era già conosciuta e praticata la tonnara in senso moderno, superando le contraddizioni con chi sosteneva che la tonnara moderna si fosse originata nel Medioevo in ambiente arabo. In realtà nel tempo le due posizioni hanno finito per divenire complementari: di fatto la cultura araba ha utilizzato la tonnara tradizionale,

¹⁰ Pavesi (1889), 23.

¹¹ Scordia (1940).

¹² Sella (1929).

¹³ Controversie riportate in Sarà (1998), cap. VI, VII e VIII.

¹⁴ Esiste su questo programma un’amplessima bibliografia: a titolo di esempio si vedano De Metrio *et alii* (2005); Block *et alii* (2005); Di Natale, Idrissi (2015); Addis *et al.* 2016; Tensek *et alii* (2017).

¹⁵ In effetti da un’osservazione di Bartoloni (1991) le colonie fenicie parrebbero insediarsi in luoghi dove sono attestate tonnare in epoca moderna. Interessante a questo proposito è l’anfora domestica con decorazione pittorica proveniente da *Sulky* (Sardegna) interpretata da Michele Guirguis come rappresentazione legata alla pesca dei tonni (Bartoloni, Guirguis [2017], 64-67).

modificandola a seconda delle esigenze e lasciandovi un segno linguistico indelebile; ma la tecnica, il sistema antico di pesca, è stato assimilato dall'Antichità, probabilmente attraverso il mondo bizantino e forse proprio grazie all'espansione araba nel Mediterraneo. In questo modo un sapere e una tradizione antica sono stati conservati e tramandati nei secoli¹⁶.

La terza questione, che è specifico tema del presente lavoro, attiene alla specie cui la tonnara è rivolta. Da un lato, nelle fonti classiche le specie non sono mai menzionate in modo univoco, non esistendo in antico una tassonomia scientifica (attualmente si utilizza la tassonomia biologica linneana a nomenclatura binomiale, confluita nel Codice Internazionale di Nomenclatura Zoologica): intorno al tonno rosso (*T. thynnus*) ruotano infatti le specie affini della famiglia Scombridae (54, di cui 8 del solo genere *Thunnus*).

Nelle traduzioni delle fonti antiche è inoltre da tenere presente l'attribuzione di nomi diversi attribuiti ai tonni nei loro vari stadi di accrescimento; non si tratta peraltro di un'intenzione autoriale, quanto di una caratteristica delle tassonomie popolari, quella di attribuire nomi diversi alla stessa specie (animale o anche vegetale) in relazione a stadi di accrescimento oppure in rapporto all'interazione che gli esseri umani hanno stabilito con esse (ad esempio in termini venatori o culinari). Lo stesso pesce poteva dunque assumere nomi diversi nel corso dell'esistenza, a seconda della sua destinazione gastronomica, mentre pesci di diversa specie potevano essere accomunati dallo stesso nome¹⁷. Queste diverse attribuzioni sono per noi oggi tutt'altro che irrilevanti, in prima ragione perché complicano -financo impediscono- identificazioni univoche e in seconda battuta perché queste stesse difficoltà si ritrovano in epoca moderna e, alcune volte, anche contemporanea.

Dall'altro lato le analisi sui resti osteologici di tonnidati, a partire dal Neolitico in poi¹⁸ che pure forniscono utili dati archeozoologici per l'indicazione della specie *Thunnus* sp., non sono sempre dirimenti nell'individuare se la specie catturata è tonno rosso (*T. thynnus*). La tipologia di esame scientifico di seguito discussa ci consente, attraverso lo studio del DNA, di individuare con certezza la specie pescata e consumata nelle varie epoche.

A parte alcuni ritrovamenti sporadici in epoca preistorica, le più antiche tracce di resti osteologici di tonno rosso, rilevate nel Mediterraneo, provengono da siti legati alle popolazioni fenice e puniche¹⁹. A partire da questo periodo nei commerci mediterranei sono imprescindibili le conserve di pesce, sia quelle di pesci interi sotto sale sia quelle, in età romana, di salse a base di pesce. Sono numerosi anche i ritrovamenti archeologici legati alla pesca, conservazione e commercializzazione del pescato e in particolare del tonno in tutto il Mediterraneo di età classica²⁰.

In Sardegna i resti osteologici di tonno, in seguito a recenti indagini archeozoologiche, sono riconducibili a elementi provenienti da 11 siti archeologici in tutta l'isola. In tabella 1 sono elencati tutti i siti da cui provengono campioni osteologici di tonno (Tab. 1). In essa è evidenziata la quantità totale di resti di pesce in numero di frammenti e il numero, con percentuale rispetto al totale dei resti di pesce, dei frammenti identificati come appar-

¹⁶ Felici (2018), 63-114, con ampia bibliografia precedente; sull'origine fenicia cfr. Bartoloni, Guirguis (2017), 23-52, con ampia bibliografia precedente.

¹⁷ Felici (2018), 39-61.

¹⁸ Si veda ad esempio Powell (1996); Garcia, Florido (2010); Felici (2018), 156-160; Morales, Roselló (2008).

¹⁹ Nello specifico il Castillo de Doña Blanca (Roselló, Morales [1994]), Cabezo de San Pedro (Lepiksaar [1973a]), Toscanos (Lepiksaar [1973b]) in Spagna, Cartagine (Van Neer, Wouters [2009]) in Nord Africa e Castro Marim (Roselló, Morales [2009]) in Portogallo.

²⁰ Come è il caso ad esempio di un'anfora di Populonia (De Grossi Mazzorin [2006]) o i prodotti della fenicia Cadice e in tutto lo stretto di Gibilterra di cui, a titolo di esempio, citiamo qui alcune grandi industrie di salagione come l'attuale Ceuta (Bernal Casasola *et alii* [2012]), *Baelo Claudia* nei pressi dell'attuale Cadice (Morales, Roselló [2007]), Castro Marim in Portogallo (Roselló, Morales [2009]).

Tonnara in Sardegna

tenenti al genere *Thunnus* sp. o in particolare alla specie *T. thynnus*. Da Sant'Antioco²¹, sito di tradizione fenicia e punica, e luogo in cui la pesca era una attività di sussistenza molto sviluppata al contrario dei siti autoctoni contemporanei, provengono i più antichi resti di tonno (*Thunnus* sp.) individuati in Sardegna.

Sito	Area	Datazione	NISP	Thunnus thynnus	%	Rif. bibliografici
Sant'Antioco - Cronicario	IIG	VIII-III sec. a.C.	570	1	0,18	Carenti (2013)
Olbia - Su Cuguttu		II sec. a.C.	3	3	100	Manconi (2004)
Sant'Antioco - Cronicario	IV	II a.C. - II sec. d.C.	348	2	0,57	
Sant'Antioco - Cronicario	A	II a.C. - II sec. d.C.	87	1	1,15	
Alghero - La Purissima		Romano Imperiale	6	2	33,33	Masala (2012)
Porto Torres	Terme	I sec. d.C.	653	599	91,73	Delussu (2005)
Sorso - Santa Filitica	Villa	VI-VII sec. d.C.	1	1	100	Baldino (2012)
Alghero - Sant'Imbenia	Villa	VI-VII sec. d.C.	17	1	5,88	Grassi (2012)
Monteleone Roccadoria	1700	XIV sec. d.C.	11	1	9,09	Baldino <i>et al.</i> (2008)
Sorso - Perdas de Fogu		XVI-XVIII sec. d.C.	878	878	100	Wilkens, Delussu (2001)
Sassari - Cappuccine		XVII sec. d.C.	3	1	33,33	Carenti (2009)
Sassari - Vicolo delle Canne		XVII sec. d.C.	1	1	100	Wilkens (2012)
Sassari - Palazzo Ducale		XVIII sec. d.C.	4	1	25	Wilkens (2001)

Tab. 1 - Dati sui campioni osteologici di *Thunnus thynnus* provenienti da siti archeologici della Sardegna.

Un elemento vertebrale è stato portato in luce negli strati di età Ellenistica²², mentre altri elementi provengono da stratigrafie più recenti ancora in corso di studio.

A Olbia resti di tonno rosso (*T. thynnus*) provengono dall'interno di una cisterna defunzionalizzata e obliterata nel II sec. d.C. Si tratta di un contesto chiuso in cui i resti faunistici sono conservati particolarmente bene. Le tre vertebre di tonno sono gli unici frammenti attestanti la presenza di pesci nel campione.

Presso l'area della Purissima di Alghero, l'indagine archeologica ha portato alla scoperta dei resti di un pozzo sacro di età nuragica, riutilizzato in età punica e modificato con l'aggiunta di vasche per le abluzioni in età romana. I rinvenimenti comprendono numerosi ex-voto anatomici di ascendenza punica, bruciapofumi, monete e testa di divinità di età romana²³. Abbondantissimi sono i resti faunistici legati al culto che costituiscono un campione osteologico di cui solo pochissimi resti sono ascrivibili a vertebrati marini; dai livelli di età romana, si segnalano 2 vertebre caudali identificate come di *T. thynnus*²⁴.

A Porto Torres, durante gli scavi di una *domus* nell'area delle terme centrali, sono stati rinvenuti abbondanti resti animali rivelatisi importanti per lo studio dell'economia della città durante il I sec. d.C. Tra i resti identificati di pesci assume notevole rilevanza la presenza abbondante del tonno rosso (*T. thynnus*). Dallo studio delle tracce osservabili sulle vertebre si è dedotto che il pesce era macellato sul posto e tagliato in pezzi per essere conservato e commercializzato²⁵. Il gran numero di resti è stato interpretato come il ritrovamento dei rifiuti della macellazione di almeno un esemplare di grande taglia²⁶.

²¹ Provenienti dall'area del cronicario, una zona abitativa che, durante l'epoca romana, divenne il centro cittadino che ospitava nelle vicinanze il foro e un'area templare.

²² Carenti (2013).

²³ Alfonso, La Fragola (2014).

²⁴ Masala (2012).

²⁵ Delussu (2005).

²⁶ Wilkens (2003).

Le fasi altomedievali di due ville romane, localizzate nella Nurra di Sassari, hanno restituito resti ossei di tonno. A Santa Filittica di Sorso, nei livelli della fase bizantina di vita dell'insediamento, un unico elemento osseo, un frammento di vertebra, è riconducibile al tonno (*T. thynnus*)²⁷. Nello stesso orizzonte cronologico è da collocarsi anche l'insediamento di Sant'Imbenia ad Alghero, dove è stata identificata anche in questo caso una vertebra di tonno (*T. thynnus*) pescato nella stagione primaverile²⁸.

A Monteleone Roccadoria, durante lo scavo di un ambiente all'interno del palazzo signorile localizzato nell'area del castello dei Doria, è stato rinvenuto un campione osteologico interpretato come resti di pasto in giacitura primaria. I resti di pesci marini, tra cui una vertebra di tonno (*T. thynnus*), attestano la frequentazione e lo sfruttamento delle aree costiere²⁹.

Un importante ritrovamento di interesse per il presente studio è quello proveniente dalla località di Perdas de Fogu sul litorale di Sorso: si tratta di un complesso per la lavorazione del tonno, situato nel Golfo dell'Asinara e, secondo le fonti, attivo dalla metà del XVII secolo e poi negli anni '70 del XVIII³⁰. Il sito è venuto in luce in seguito ad una forte mareggiata che ha eroso la linea di costa e messo in evidenza una sezione esposta. L'unica muratura visibile ha andamento rettilineo parallelo alla linea di costa e questo farebbe pensare ad un muro di cinta dell'impianto della tonnara utilizzato per la lavorazione del pescato a terra³¹. I resti faunistici si concentrano sotto alcuni strati di crollo nei quali sono visibili depositi di sabbia e ciottoli con abbondanti quantità di vertebre di tonno. Si trattava probabilmente di una zona in cui il personale selezionava i tagli per poter procedere alle operazioni di cottura e confezionamento del prodotto³². La sequenza stratigrafica farebbe parte di una sedimentazione di successive lavorazioni, relative a diverse mattanze, i cui scarti erano di volta in volta ricoperti con sabbia e ciottoli per questioni igieniche³³. I resti raccolti per la campionatura appartengono a diverse parti anatomiche e su di essi si individuano i caratteristici segni di macellazione. Elemento importante ai fini di questa analisi è stata l'osservazione degli anelli di accrescimento delle vertebre che sono stati fondamentali per stabilire la taglia dei pesci, in prevalenza si tratta di individui medio-grandi di età compresa tra i quattro e gli undici anni, in prevalenza i resti maggiori riguardano animali tra i sei e i nove anni³⁴.

In epoca Moderna e Contemporanea nel centro storico di Sassari sono diversi i contesti che hanno restituito ossa di tonno. In Largo Monache Cappuccine è stato indagato un accumulo di resti di pasto relativi al convento del XVII secolo da cui proviene un frammento di vertebra di tonno (*Thunnus* sp.)³⁵; in Vicolo delle Canne è stato indagato un pozzo riempito con scarti di macellazione e resti di pasto e solo una vertebra di tonno (*T. thynnus*) è stata identificata tra il materiale³⁶; un tonno (*T. thynnus*) di grossa taglia con segni

²⁷ Baldino (2012).

²⁸ Grassi (2012).

²⁹ Baldino *et al.* (2008).

³⁰ La Tonnara di Perdas de Fogu fu data in concessione a Giovanni Antonio Martino o Martì, insieme alla Tonnara Saline e ad altre del Golfo dell'Asinara nel 1603; essa però entro in funzione per breve tempo intorno alla metà del Seicento, in seguito fu calata ancora, e con scarsa fortuna, solo nella seconda metà del secolo successivo. In un documento del 1862, Giuseppe Anfossi riceve in concessione da Vivaldi Pasqua la Tonnara Saline, e nello stesso documento è fatto riferimento preciso anche alla possibilità di sfruttare un tratto di mare antistante Perdas de Fogu. Ma questa opportunità non si concretizzò: Rubino (1994), 19-20, nota 5.

³¹ Rovina *et alii* (2001).

³² Le fonti archivistiche parlano della presenza di una chiesa inserita all'interno di un tancato che avrebbe dovuto ospitare anche dei magazzini (Rovina *et alii* [2001], 214).

³³ Rovina *et alii* (2001).

³⁴ Wilkens, Delussu (2001).

³⁵ Carenti (2009).

³⁶ Wilkens (2012).

di macellazione è stato identificato tra i resti di pasto all'interno del Palazzo Ducale³⁷. In quest'ultimo caso è da considerare il fatto che il Duca dell'Asinara, che abitava palazzo Ducale nel XVIII sec., era anche proprietario della Tonnara di Trabuccato all'Asinara³⁸.

Riassumendo le fonti archeologiche primarie, la testimonianza ossea più antica è quella ritrovata a Sant'Antioco in stratigrafie del III sec. a.C. I primi resti numericamente considerevoli sono quelli di Porto Torres anche se si tratta di un unico esemplare consumato *in situ*; inoltre l'eccezionale stato di conservazione ha permesso anche il ritrovamento dei resti delle pinne. Ancora nell'Alto Medioevo i resti di tonno si ritrovano in località costiere, mentre nei periodi successivi si ritrovano anche in siti dell'entroterra, luoghi di abitazione dei signori locali che vantavano i diritti di pesca nelle tonnare attive nel periodo. L'unico scavo archeologico relativo ai resti di una tonnara è quello del litorale di Sorso che ha restituito numerosi dati sulla pesca del tonno in età moderna.

Dalla analisi dei contesti archeologici possiamo notare come i resti di tonno non siano abbondanti e appaiano conservati insieme ad altri resti di pasto solo in rare occasioni; un contesto particolarmente interessante come già accennato è quello della Tonnara di Perdas de Fogu, che fu in attività in periodi storici in cui il "sistema tonnara" era molto diffuso in Sardegna³⁹.

Effettivamente si tratta di pesci di grandi dimensioni con abitudini di vita in acque profonde e che solo stagionalmente si avvicinano alle coste. La loro cattura si effettua prevalentemente attraverso l'utilizzo di tecniche specialistiche e che necessitano di una organizzazione complessa. È questo il principale motivo che ne spiega la presenza sporadica nei campioni osteologici. Infatti questi pesci erano solitamente trattati per il consumo direttamente nei luoghi di pesca; qui le carni erano selezionate e le ossa venivano scartate. La carne era in seguito stoccata e conservata per essere commercializzata. Il consumo di carni di tonno lontano dal sito di pesca non prevedeva la presenza di elementi ossei che avrebbero potuto interferire con la conservazione del prodotto.

Nell'ambito degli studi sulla pesca del tonno rosso nelle acque sarde, recentemente è stato possibile aggiungere un'ulteriore categoria di dati ricavata dall'analisi delle tracce genetiche estratte dai campioni biologici; ciò permette e permetterà di dare un valido supporto analitico per l'identificazione delle specie da campioni di origine archeologica. Nell'ambito di un progetto di ricerca riguardante l'analisi di reperti ossei di origine ittica provenienti da contesti archeologici della Sardegna, condotto grazie ad una collaborazione tra l'Università degli Studi di Sassari e la Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le province di Sassari e Nuoro, si è proceduto, presso i laboratori del Dipartimento di Scienze Biomediche Università di Sassari, allo studio di vertebre riconducibili alla specie *Thunnus thynnus* (L., 1758). L'obiettivo del lavoro è stato quello di verificare se fosse possibile isolare DNA antico di origine ittica da reperti archeologici e identificare, mediante l'utilizzo di metodiche di biologia molecolare, la specie di appartenenza dei reperti esaminati.

I reperti scelti per essere analizzati in questa fase preliminare del lavoro provengono da due contesti: il sito de La Purissima, in comune di Alghero, databile al periodo romano imperiale (I-II sec. d.C.) e la Tonnara di Perdas de Fogu nel Golfo dell'Asinara, in comune di Sorso, attiva tra XVII e XVIII sec d.C. Con il termine DNA antico (aDNA) si fa riferimento a materiale genetico, che può essere estratto da resti biologici di natura ed epoche differenti. La conservazione del DNA rappresenta un problema poiché, dopo la morte dell'individuo, tutto l'organismo -e naturalmente anche il suo DNA- va incontro a un pro-

³⁷ Wilkens (2001).

³⁸ Per ampliare il quadro sugli studi bioarcheologici vd. da ultimo Chessa *et alii* (2020), lavoro che ha consentito di identificare, tra i residui di una latrina del Palazzo Ducale di Sassari, i resti di alcuni parassiti patogeni per l'uomo che sono trasmessi attraverso il consumo di pesce crudo o non adeguatamente cotto.

³⁹ Angotzi (1901); Doneddu (1983); Doneddu (1993); Rubino (1997).

gressivo deterioramento, la cui rapidità può essere influenzata da diversi fattori tra cui le condizioni di conservazione del corpo e le condizioni ambientali. Per evitare contaminazioni con DNA attuale -proveniente ad esempio da chi opera sul campo- sono stati messi a punto dei rigidi protocolli che vanno adottati nel corso di tutte le fasi di ricerca così da poter ridurre al minimo questo rischio⁴⁰. Al fine di ottenere del DNA genomico idoneo alle successive indagini molecolari, i campioni -già identificati e classificati in base agli studi archeozoologici⁴¹- sono stati accuratamente ripuliti dai detriti con metodi meccanici, esposti ai raggi UV e divisi in sezione trasversale per l'asportazione della parte spugnosa delle vertebre. Per estrarre il DNA antico è stato utilizzato il protocollo di Riccioni *et alii*⁴².

Per identificare i geni specifici di *T. thynnus* è stata utilizzata la tecnica della Polimerase Chain Reaction (PCR). Nel caso specifico sono stati amplificati i geni di *T. thynnus* -ed in particolare del citocromo B- di cui sono stati disegnati diversi *primers* specifici. I campioni che hanno fornito degli amplificati positivi per la presenza del gene *cytB* sono stati sottoposti ad ulteriori PCR di conferma utilizzando *primers* che amplificano porzioni differenti dello stesso gene. Gli amplimeri ottenuti nella PCR sono stati purificati prima di essere sottoposti a reazione di sequenza. Le sequenze ottenute sono state editate, analizzate tramite software specifici e comparate con quelle disponibili sul database di GeneBank⁴³.

Il protocollo di estrazione modificato ha permesso di estrarre l'aDNA da materiali provenienti da tutti i campioni ottenendo una buona resa. Sono state ottenute due sequenze: quella della vertebra de La Purissima presenta una sequenza lunga 50 nucleotidi che corrisponde a *Thunnus* sp., ma essendo allineate solo 25 basi, questo non consente di discriminare la specie⁴⁴; quella della vertebra di Perdas de Fogu presenta una sequenza lunga 155 nucleotidi che corrisponde a *T. thynnus*, con un allineamento di 154 basi su 155⁴⁵.

La principale differenza tra i due campioni è data dalla lunghezza delle sequenze ottenute, su cui influisce la degradazione dell'aDNA. Nel primo caso -la vertebra proveniente da La Purissima- la maggiore antichità potrebbe aver causato una più intensa degradazione del materiale genetico.

Negli ultimi anni le ricerche basate sullo studio del DNA antico di specie ittiche si sono moltiplicate e in numerosi casi hanno contribuito ad ampliare la visione d'insieme e proporre nuove interpretazioni ai contesti di studio archeologici⁴⁶.

Molte delle indagini non sono orientate solo alla comprensione e alla soluzione di problematiche relative alle abitudini di vita, alla comprensione delle tecniche di pesca e alle modalità di consumo e commercio del passato in varie aree geografiche ma anche alla gestione, al commercio e alla salvaguardia delle risorse marine attuali⁴⁷. Tutte le tecniche utilizzate mirano alla migliore identificazione - a livello di Specie - dei campioni, al fine di ottenere informazioni utili allo studio delle antiche diete, delle rotte commerciali, della distribuzione delle specie e della antica biodiversità; tuttavia non si tralasciano mai le implicazioni riguardanti l'attuale sfruttamento delle risorse ittiche e la loro gestione, così come la conservazione delle popolazioni e della diversità genetica⁴⁸. In questo contesto

⁴⁰ Llamas *et alii* (2017).

⁴¹ Effettuati attraverso l'utilizzo di metodi autoptici e collezione di confronto: Masala (2012); Wilkens, Delussu (2001).

⁴² Riccioni *et alii* (2010).

⁴³ <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast/Blast.cgi>

⁴⁴ «CTCTCTCGTTGATGATCTGAGGAGGCTCTCGTTGAATGAATCTGAGGAGG».

⁴⁵ «TACACTACACCCCTGATGTGCAATCAGCCTTCGCCTCAGTAGCCACATTTGCCGAGATGT-CAACTTCGGTTGACTTATCCGGAACCTCCAGCAAACGGGGCCTTCTTCTTTA-TCTGTATCTACTTCCACAACGGCCGAGACTTTACTAC».

⁴⁶ Per una disamina degli studi sul aDNA dei pesci in relazione con l'evoluzione delle metodologie di estrazione e di analisi che recentemente sono state sviluppate si veda Oosting *et alii* (2019).

⁴⁷ Oosting *et alii* (2019).

⁴⁸ Ólafsdóttir *et alii* (2014); Rodrigues *et alii* (2018); Speller *et alii* (2012); Riccioni *et alii* (2010).

meritano di essere citati gli studi che analizzano la diffusione di alcuni pesci in vari periodi e in aree geografiche attualmente non interessate dalla presenza di tali specie⁴⁹.

Le tecniche molecolari si rivelano un ottimo strumento per studiare i campioni di ittiofauna, anche quando la determinazione della specie non risulta possibile a causa di eventi tafonomici⁵⁰ o in presenza di grandi complessi archeologici⁵¹, così come anche l'identificazione specifica in gruppi tassonomici di cui le caratteristiche morfologiche non la permettono con metodi tradizionali⁵². In alcuni casi l'analisi molecolare è stata utilizzata per affiancare e confermare, e in diversi casi correggere, le determinazioni specifiche eseguite con tecniche tradizionali osteometriche⁵³. L'identificazione specifica dei resti rappresenta un tassello importante nella interpretazione dei siti archeologici, consentendo l'analisi delle preferenze di specie, della stagionalità, del dimorfismo sessuale e delle tecniche di pesca⁵⁴.

Una delle criticità maggiori nello studio dell'adDNA è rappresentata dalle difficoltà intrinseche dovute allo stato di conservazione della molecola nel tempo e alla quantità di materiale genetico ottenuto dalle estrazioni; molti lavori sono incentrati sull'analisi dei risultati dati dall'applicazione di differenti metodiche di estrazione del DNA. Nell'ambito delle ricerche di questo tipo è stato fatto notare come la differenza di struttura ossea dei pesci, rispetto ad altre classi di vertebrati, garantisca ottime riuscite in termini di quantità di DNA estraibile⁵⁵.

Le ricerche che si occupano di analisi di DNA di tonno hanno indagato principalmente reperti ossei provenienti da collezioni museali e raccolti durante il XX sec. Il metodo utilizzato è quello della comparazione dei dati ricavati da campioni ossei attuali: è stato così possibile esaminare la composizione genetica delle popolazioni, storiche e attuali, la loro diversità ed estensione⁵⁶. In un recente studio sono stati presi in esame reperti ossei di tonno rosso provenienti da aree archeologiche del Mediterraneo, dell'Atlantico e del Mar Nero; l'adDNA è stato isolato ed estratto seguendo differenti protocolli e sono stati discussi i metodi migliori per ottimizzare la resa, in quantità e qualità, del materiale genetico, su cui influisce, come già detto, la variazione delle condizioni di conservazione⁵⁷.

Il presente lavoro dimostra come sia stato possibile, utilizzando una metodica messa a punto nei laboratori del Dipartimento di Scienze Biomediche dell'Università di Sassari, isolare un DNA antico di buona qualità e quantità da vertebre provenienti da contesti archeologici cronologicamente differenti (I-II sec. d.C. e XVI-XVIII sec.). Grazie alla metodica dell'amplificazione a catena del DNA (PCR) e all'utilizzo di *primers* specifici per il citocromo B di *T. thynnus*, è stato possibile, analizzando la sequenza dei prodotti ottenuti, dimostrare inequivocabilmente l'appartenenza al genere *Thunnus* dei campioni de La Purissima e alla specie *T. thynnus* dei campioni di Perdàs de Fogu, confermando dunque l'identificazione risultante dall'analisi archeozoologica effettuata sugli stessi reperti ossei.

Questo risultato rappresenta un primo tassello di uno studio più articolato dei reperti ossei antichi; infatti, l'utilizzo delle tecniche molecolari è molto utile nel caso di frammenti ossei non diagnostici per i quali le normali tecniche di confronto (confronto autoptico / radiografico) sono inutilizzabili. Tale eventualità, nel caso di reperti provenienti da scavo archeologico, si verifica molto spesso a causa del cattivo stato di conservazione dei campioni nei contesti. A volte i reperti sono troppo frammentari oppure i fram-

⁴⁹ Živaljević *et alii* (2017); Arndt *et alii* (2003).

⁵⁰ Grealy *et alii* (2016).

⁵¹ Palmer *et alii* (2018).

⁵² Rodrigues *et alii* (2018); Živaljević *et alii* (2017); Granado Alonso *et alii* (2017).

⁵³ Grier *et alii* (2013); Moss *et alii* (2014).

⁵⁴ Royle *et alii* (2017); Cannon, Yang (2006); Speller *et alii* (2005).

⁵⁵ Star *et alii* (2017); Ferrari *et alii* (2020).

⁵⁶ Cannas *et alii* (2012); Riccioni *et alii* (2010).

⁵⁷ Puncher *et alii* (2019).

menti non conservano caratteri diagnostici tali da poter essere attribuiti a una specie in particolare.

Negli studi sulla variabilità genetica, con un confronto fra tonni in differenti periodi storici e aree geografiche, sarebbe auspicabile istituire un collegamento tra le diverse popolazioni storiche e lo sfruttamento intensivo della specie, per arrivare a comprendere in quali periodi storici possa essere iniziata la pesca intensiva al tonno e come questo possa avere influito sulle dinamiche di popolazione della specie. Non solo, le tecniche molecolari aprono la strada, come testimoniato dai molti recenti lavori sul aDNA, a filoni di ricerca orientati alla gestione e conservazione delle attuali popolazioni di tonno rosso.

È indubbio che le tecniche molecolari unite ai metodi classici di analisi possono aprire la strada a campi di indagine finora inesplorati.

Bibliografia

- Addis P., Secci M., Sabatini A., Palmas F., Cau A., Mariani A., Dell'Aquila M., Valastro M. (2016), Electronic tagging of bluefin tuna in the trap fishery of Sardinia (W-Mediterranean), *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT*, 72 (7), 1835-1841.
- Alfonso P., La Fragola A. (2014), Il santuario nuragico-romano della Purissima di Alghero (SS), *Quaderni della Soprintendenza per i beni Archeologici per le Province di Cagliari e Oristano*, 25, 223-242.
- Angotzi F. (1901), *L'industria delle tonnare in Sardegna*, Bologna.
- Arndt A., Van Neer W., Hellemans B., Robben J., Volckaert F., Waelkens M. (2003), Roman trade relationships at Sagalassos (Turkey) elucidated by ancient DNA of fish remains, *Journal of Archaeological Science*, 30, 1095-1105.
- Baldino B. (2012), I resti faunistici dell'insediamento di Santa Filitica (Sorso-SS): analisi dei contesti fra periodo vandalico e bizantino, in *Atti del 6° convegno nazionale di Archeozoologia* (Parco dell'Orecchiella, San Romano in Garfagnana, 21-24 maggio 2009), De Grossi Mazzorin J., Sacca D., Tozzi C. [eds.], Lecce, 253-260.
- Baldino B., Carenti G., Grassi E., Orgolesu T., Secchi F., Wilkens B. (2008), L'economia animale dal Medioevo all'età Moderna nella Sardegna nord-occidentale, *Sardinia, Corsica et Baleares Antiquae*, 6, 109-161.
- Bartoloni P. (1991), Le più antiche rotte del Mediterraneo, *Civiltà del Mediterraneo*, 2, 9-15.
- Bartoloni P., Guirguis M. (2017), *I Fenici del mare e le vie dei tonni. Un'inchiesta storico-archeologica dal Mediterraneo orientale all'Atlantico*, Sassari: EDES (Quaderni Stintinesi, 7).
- Bernal Casasola D., Marlasca Martín R., Rodríguez Santana C. G., Villadas Paredes F. (2012), Los atunes de la Tingitana. Un contexto excepcional de las factorías salazoneras de Septem Fratres, in *L'Africa Romana. Trasformazione dei paesaggi del potere nell'Africa settentrionale fino alla fine del mondo antico. Atti del XIX convegno di studio* (Sassari, 16-19 dicembre 2010), Cocco M. B., Gavini A., Ibba A. [eds.], Roma: Carocci, 2507-2534.
- Block B. A., Teo S. L. H., Walli A., Boustany A., Stokesbury M. J. W., Farwell C. J., Weng K. C., Dewar H., Williams T. D. (2005), Electronic tagging and population structure of Atlantic bluefin tuna, *Nature*, 34, 1121-1127.
- Bounhiol J. P. (1911), Le régime du thon sur les côtes algériennes et dans la Méditerranée occidentale, *Bulletin Trimestriel de la Société de l'Enseignement Professionnel et Technique des Pêches Maritimes*, 14 (2), 313-317.

- Braudel F. (1958), *Histoire et Sciences Sociales : la longue durée*, *Annales. Economies, sociétés, civilisations*, 13 (4), 725-753.
- Cannas R., Ferrara G., Milano I., Landi M., Cariani A., Addis P., Cau A., Piccinetti C., Sella M., Tinti F. (2012), Spatio-temporal genetic variation of Atlantic bluefin tunas from sardinian and mediterranean tuna traps, *Collective Volume of Scientific Papers ICCATT*, 67 (1), 351-358.
- Cannon A., Yang D. Y. (2006), Early storage and sedentism on the pacific northwest coast: ancient DNA analysis of salmon remains from Namu, British Columbia, *American Antiquity*, 71 (1), 123-140.
- Carenti G. (2009), La fauna dello scavo in Largo Monache Cappuccine a Sassari, in *Uomo e territorio. Dinamiche di frequentazione e di sfruttamento delle risorse naturali nell'antichità. Atti del convegno nazionale dei giovani archeologi* (Sassari, 27-30 settembre 2006), Melis M. G. [ed.], Muros, 563-565.
- Carenti G. (2013), Sant'Antioco (SW Sardinia, Italy): fish and fishery resource exploitation in a western phoenician colony, *Archaeofauna*, 22, 37-49.
- Cetti F. (1778), *Anfibi e pesci della Sardegna*, Sassari: Stamperia G. Piattoli (quarto volume di Storia naturale di Sardegna, 1774-1778).
- Chessa D., Murgia M., Sias E., Deligios M., Mazzarello V., Fiamma M., Rovina D., Carenti G., Ganau G., Pintore E., Fiori M., Kay G. L., Ponzeletti A., Cappuccinelli P., Kelvin D. J., Wain J., Rubino S. (2020), Metagenomics and microscope revealed *T. trichiura* and other intestinal parasites in a cesspit of an Italian nineteenth century aristocratic palace, *Scientific Report*, 10, 12656.
- D'Amico F. C. (1816), *Osservazioni pratiche intorno la pesca, corso e cammino de' tonni*, Messina: Società Tipografica.
- De Grossi Mazzorin J. (2006), Testimonianze della lavorazione del tonno a Populonia?, in *Materiali per Populonia 5*, Aprosio M., Mascione C. [eds.], Pisa: ETS, 263-272.
- De Metrio G., Arnold G. P., de la Serna J. M., Block B. A., Megalofonou P., Lutcavage M., Oray I., Deflorio M. (2005), Movements of bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L.) tagged in the Mediterranean Sea with pop-up satellite tags, *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT*, 58, 1337-1340.
- Delussu F. (2005), Produzione e consumo dei prodotti animali nell'ambito dell'economia di Turrus Libisonis (Porto Torres-SS) in età imperiale, in *Atti del 3° convegno nazionale di Archeozoologia* (Siracusa, 3-5 novembre 2000), Fiore I., Malerba G., Chilardi S. [eds.], Roma (Studi di Paletnologia, 2), 379-407.
- Di Natale A. (2012), Literature on the Eastern Atlantic and Mediterranean Tuna Trap Fishery, *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT*, 67 (1), 175-220.
- Di Natale A. (2018), An Updated Bibliography on Bluefin Tuna Trap Fishery, *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT*, 74 (6), 2942-3036.
- Di Natale A., Idrissi M. (2015), Review of the ICCAT-GBYP tagging activities 2010-2014, *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT*, 71 (3), 1125-1143.
- Doneddu G. (1983), Le tonnare in Sardegna, *Società e Storia*, 21, 535-563.
- Doneddu G. (1993), La pesca del tonno e del corallo, in *La società sarda in età spagnola, II. Consiglio Regionale della Sardegna*, Manconi F. [ed.], Cagliari, 50-55.
- Felici E. (2018), *Thynnos. Archeologia della tonnara mediterranea*, Bari: Edipuglia.
- Ferrari G., Cuevas A., Gondek-Wyrozemska A. T., Ballantyne R., Kersten E., Pálsdóttir A. H., van der Jagt I., Hufthammer A.-K., Ystgaard I., Wickler S., Bigelow G. F., Harland J., Nicholson R., Orton D., Clavel B., Boessenkool S., Barrett J. H., Star B. (2020), The preservation of ancient DNA in archaeological fish bone, *bioRxiv*, preprint.
- García Vargas E., Florido del Corral D. (2010). The origin and development of tuna fishing nets (Almadrabas), in *Ancient nets and fishing gear. Proceedings of the international workshop on*

- “Nets and fishing gear in classical antiquity: a first approach” (Cádiz, november 15-17, 2007), Bekker-Nielsen T., Bernal Casasola D. [eds.], Cádiz: Universidad de Cádiz (Monographs of the Sagena Project, 2), 205-227.
- Granado Alonso J. D., Häberle S., Hüster Plogmann H., Schibler J., Schlumbaum A. (2017), Millennia-Long Co-Existence of Two Major European Whitefish (*Coregonus* spp.) Lineages in Switzerland Inferred from Ancient Mitochondrial DNA, *Diversity*, 9 (34), 1-12.
- Grassi E. (2012), La villa romana di Sant’Imbenia (Alghero-SS): fasi altomedievali, in *Atti del 6° convegno nazionale di Archeozoologia* (Parco dell’Orecchiella, San Romano in Garfagnana, 21–24 maggio 2009), De Grossi Mazzorin J., Saccà D., Tozzi C. [eds.], Lecce, 245-252.
- Grealy A., Douglass K., Haile J., Bruwer C., Gough C., Bunce M. (2016), Tropical ancient DNA from bulk archaeological fish bone reveals the subsistence practices of a historic coastal community in southwest Madagascar, *Journal of Archaeological Science*, 75, 82-88.
- Grier C., Flanigan K., Winters M., Jordan L. G., Lukowski S., Kemp B. M. (2013), Using ancient DNA identification and osteometric measures of archaeological Pacific salmon vertebrae for reconstructing salmon fisheries and site seasonality at Dionisio Point, British Columbia, *Journal of Archaeological Science*, 40, 544-555.
- Lepiksaar J. (1973a), Fischreste aus einer tartessischen Siedlung in Huelva, *Studien über frühe Tierknochenfunde von der Iberischen Halbinsel*, 4, 32-34.
- Lepiksaar J. (1973b), Fischknochenfunde aus der phönizischen Faktorei von Toscanos, *Studien über frühe Tierknochenfunde von der Iberischen Halbinsel*, 4, 109-119.
- Llamas B., Valverde G., Fehren-Schmitz L., Weyrich L. S., Cooper A., Haak W. (2017), From the field to the laboratory: Controlling DNA contamination in human ancient DNA research in the high-throughput sequencing era, *STAR: Science & Technology of Archaeological Research*, 3 (1), 1-14.
- Manconi F. (2004), Olbia. Su Cuguttu 1992: I reperti faunistici, in *Da Olbia ad Olbia. 2500 anni di storia di una città mediterranea*, Mastino A., Ruggeri P. [eds.], Sassari: Edes, 447-460.
- Masala S. (2012), I resti faunistici rinvenuti nel tempio a pozzo della Purissima presso Alghero (SS), in *Atti del 6° convegno nazionale di Archeozoologia* (Parco dell’Orecchiella, San Romano in Garfagnana, 21–24 maggio 2009), De Grossi Mazzorin J., Saccà D., Tozzi C. [eds.], Lecce, 227-234.
- Morales Muñoz A., Roselló Izquierdo E. (2007), Los atunes de Baelo Claudia y Punta Camarinal (s. II a.C.). Apuntes preliminares”, in *Las Cetariae de Baelo Claudia: avance de las investigaciones arqueológicas en el barrio meridional (2000-2004)*, Arévalo González A., Bernal Casasola D. [eds.], Cadiz, 489-498.
- Morales Muñoz A., Roselló Izquierdo E. (2008), Twenty thousand years of fishing in the strait. Archaeological fish and shellfish assemblages from southern Iberia, in *Human impacts on ancient marine ecosystems. A global perspective*, Rick T. C., Erlandson J. M. [eds.], London, 243-278.
- Moss M. L., Judd K. G., Kemp B. M. (2014), Can salmonids (*Oncorhynchus* spp.) be identified to species using vertebral morphometrics? A test using ancient DNA from Coffman Cove, Alaska, *Journal of Archaeological Science*, 41, 879-889.
- Ólafsdóttir G. A., Westfall K. M., Edvardsson R., Pálsson S. (2014), Historical DNA reveals the demographic history of Atlantic cod (*Gadus morhua*) in medieval and early modern Iceland, *Proceedings of the Royal Society B*, 281: 20132976, 1-8.
- Oosting T., Star B., Barrett J. H., Wellenreuther M., Ritchie P. A., Rawlence N. J. (2019), Unlocking the potential of ancient fish DNA in the genomic era, *Evolutionary Applications*, 12, 1513-1522.
- Palmer E., Tushingham S., Kemp B. M. (2018), Human use of small forage fish: Improved ancient DNA species identification techniques reveal long term record of sustainable mass harvest-

Tonnara in Sardegna

- ing of smelt fishery in the northeast Pacific Rim, *Journal of Archaeological Science*, 99, 143-152.
- Pavesi P. (1889), *L'industria del tonno: relazione alla Commissione Reale per le Tonnare*, Roma: Tipografia Eredi Botta.
- Powell J. (1996), *Fishing in the prehistoric Aegean*, Jonsered: Paul Åström editions (Studies in Mediterranean Archaeology, 137).
- Puncher G. N., Leone A., Cariani A., Morales-Muñiz A., Bernal Casasola D., Moens T., Cilli E., Onar V., Massari F., Toker N. Y., Tinti F. (2019), Comparison and optimization of genetic tools used for the identification of ancient fish remains recovered from archaeological excavations and museum collections in the Mediterranean region, *International Journal of Osteoarchaeology*, 29, 365-376.
- Riccioni G., Landi M., Ferrara G., Milano I., Cariani A., Zane L., Sella M., Barbujani G., Tinti F. (2010), Spatio-temporal population structuring and genetic diversity retention in depleted Atlantic bluefin tuna of the Mediterranean Sea, *PNAS*, 107 (5), 2102-2107.
- Rodrigues A. T., McKechnie I., Yang D. Y. (2018), Ancient DNA analysis of Indigenous rockfish use on the Pacific Coast: Implications for marine conservation areas and fisheries management, *PLoS ONE*, 13 (2): e0192716, 1-16.
- Roselló Izquierdo E., Morales Muñiz A. (1994), The fishes, in *Castillo de Doña Blanca. Archaeo-environmental investigations in the Bay of Cádiz, Spain (750-500 B.C.)*, Roselló Izquierdo E., Morales Muñiz A. [eds.], Oxford (Bar International Series, 593), 91-142.
- Roselló Izquierdo E., Morales Muñiz A. (2009), The onset of commercial fishing in the western Mediterranean: Castro Marim (Algarve, Portugal) and Los Gavilanes (Murcia, Spain), in *Fishes, Culture, Environment. Through Archaeoichthyology, Ethnography and History. 15th meeting of the ICAZ fish remains working group, september 3-9, 2009*, Makowiecki D., Hamilton-Dyer S., Riddler I., Trzaska-Nartowski N., Makohonienko M. [eds.], Poland. Poznan, 120-121.
- Rovina D., Schoenberger W., Wilkens B., Delussu F. (2001), La tonnara di Perdas de Fogu a Sorso (Sassari) – XVII-XVIII secolo, *Archeologia Postmedievale*, 5, 203-222.
- Royle T. C. A., Sakhrani D., Speller C. F., Butler V. L., Devlin R. H., Cannon A., Yang D. Y. (2017), An efficient and reliable DNA-based sex identification method for archaeological Pacific salmonid (*Oncorhynchus* spp.) remains, *PLoS ONE*, 13 (3): e0193212, 1-15.
- Rubino S. (1994), *La tonnara Saline. Tradizioni e riti di una tonnara*, Alghero: La Celere editrice.
- Rubino S. (1997), La pesca del tonno, in *Pesca e pescatori in Sardegna. Mestieri del mare e delle acque interne*, Mondardini G. [ed.], Milano: Silvana, 60-66.
- Sarà R. (1998), *Dal mito all'aliscafo. Storie di tonni e tonnare*, Palermo: Arti Grafiche Siciliane.
- Sarmiento M. (1992), *De los atunes y de sus transmigraciones y conjetura sobre la decadencia de las almadrabas; y sobre los medios para restituirlas. Edición y Estudio Crítico de José Luis Pensado*, Salamanca : Universidad de Salamanca, Área de Filología Románica.
- Scordia C. (1940), Le migrazioni dei tonni tirreno-jonici e la entrata di essi in tonnara, in *Atti del 2° Convegno di Biologia marina e le sue applicazioni alla pesca* (Messina, 30 maggio-1 giugno 1939), Messina: Tipografia Saitta.
- Sella M. (1929), *Migrazioni e habitat del tonno (Thunnus thynnus L.) studiati col metodo degli ami, con osservazioni su l'accrescimento, sul regime delle tonnare ecc.*, Venezia: Officine Grafiche Carlo Ferrari (Comitato Talassografico Italiano, 156).
- Speller C. F., Yang D. Y., Hayden B. (2005), Ancient DNA investigation of prehistoric salmon resource utilization at Keatley Creek, British Columbia, Canada, *Journal of Archaeological Science*, 32, 1378-1389.

- Speller C. F., Hauser L., Lepofsky D., Moore J., Rodrigues A. T., Moss M. L., McKechnie I., Yang D. Y. (2012), High Potential for Using DNA from Ancient Herring Bones to Inform Modern Fisheries Management and Conservation, *PLoS ONE*, 7 (11): e51122, 1-13.
- Star B., Boessenkool S., Gondek A. T., Nikulina E. A., Hufthammer A. K., Pampoulie C., Knutsen H., André C., Nistelberger H. M., Dierking J., Petereit C., Heinrich D., Jakobsen K. S., Stenseth N. C., Jentoft S., Barrett J. H. (2017), Ancient DNA reveals the Arctic origin of Viking Age cod from Haithabu, Germany, *PNAS*, 114 (34), 9152-9157.
- Tensek S., Di Natale A., Pagá García A. (2017), ICCAT GBYP PSAT tagging: the first five years. SCRS/2016/138, *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT*, 73 (6), 2058-2073.
- Van Neer W., Wouters W. (2009), Fish remains from the Bir Messaouda excavations 2000/2001 and other Carthaginian settlement context, in *Carthage Studies 3*, Docter R. F. [ed.], Gent: Ghent University, 65-74.
- Wilkens B. (2001), I resti faunistici del Palazzo Ducale di Sassari nel quadro della Sardegna postmedievale, in *Dal mondo antico all'età contemporanea. Studi in onore di Manlio Brigaglia*, Mattoni A. [eds.], Roma: Carocci, 325-345.
- Wilkens B. (2003), *Archeozoologia. Manuale per lo studio dei resti faunistici dell'area mediterranea*, Schio [cdrom].
- Wilkens B. (2012), *Archeozoologia. Il Mediterraneo, la storia, la Sardegna*, Sassari: EDES.
- Wilkens B., Delussu F. (2001), La pesca del tonno, analisi dei resti ossei della tonnara di Pedras de Fogu, *Archeologia Postmedievale*, 5, 219-222.
- Zambenardi A. (2018), Les derniers « paysans de la mer ». La pêche au thon rouge par la madrague en mer Méditerranée, in *Moissonner la mer. Economies, sociétés et pratiques halieutiques méditerranéennes XV^{ème}-XXI^{ème} siècle*, Buti G., Faget D., Raveux O., Rivoal S. [eds.], Aix-en-Provence: Karthala-Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme, 85-118.
- Živaljević I., Popović D., Snoj A., Marić S., (2017), Ancient DNA analysis of cyprinid remains from the Mesolithic-Neolithic Danube Gorges reveals an extirpated fish species *Rutilus frisii* (Nordmann, 1840), *Journal of Archaeological Science*, 79, 1-9.