



Università degli Studi di Cagliari
Facoltà di Scienze MM. FF. NN.
Dipartimento di Scienze della Vita e dell' Ambiente

DOTTORATO DI RICERCA
BOTANICA AMBIENTALE ED APPLICATA
SCUOLA DI DOTTORATO
INGEGNERIA E SCIENZE PER L' AMBIENTE E IL TERRITORIO

Ciclo XXVI

BIO/03

**Origini e diffusione dell' agricoltura in Sardegna: studio
dei resti vegetali della preistoria**

Presentata da:	Mariano Ucchesu
Coordinatore Dottorato	Prof. Gianluigi Bacchetta
Tutor/Relatore	Prof.ssa Leonor Peña-Chocarro Prof. Carlo Lugliè Dott. Gianfranco Venora Prof. Gianluigi Bacchetta Dott. Oscar Grillo

Esame finale anno accademico 2012 – 2013

Ringraziamenti

In primo luogo vorrei ringraziare tutti i miei tutors: Leonor Peña-Chocarro, Gianluigi Bacchetta, Carlo Lugliè e Gianfranco Venora. In particolare Leonor Peña-Chocarro per avermi fatto conoscere il meraviglioso mondo dell'archeobotanica, il suo entusiasmo e la sua professionalità hanno contribuito in modo significativo in tutti gli aspetti della mia carriera, senza di lei questo lavoro non sarebbe stato possibile. Ringrazio di cuore il mio tutor Gianluigi Bacchetta che con i suoi preziosi consigli e l'infinita disponibilità mi ha aiutato a migliorare e perfezionare le mie conoscenze nel campo della botanica. Un grazie particolare va a Carlo Lugliè che ha accettato di seguirmi in questo percorso e per avermi aiutato a migliorare le mie conoscenze nel campo archeologico. Ringrazio Gianfranco Venora per avermi fatto conoscere nuovi aspetti della ricerca in campo botanico.

Un ringraziamento speciale va alla professoressa Giuseppa Tanda che mi ha accolto nel suo gruppo di lavoro e per avermi trasmesso la sua grande passione nel campo delle scienze archeologiche e per il lavoro multidisciplinare.

Un grazie particolare va al mio co-tutor Oscar Grillo per il suo contributo sulle analisi morfocolorimetriche che sono oggetto di questa tesi dottorale e per i suoi preziosi consigli. Un grazie particolare va a tutte quelle persone che mi hanno aiutato nella ricerca dei materiali oggetto di questo lavoro, in particolare sono grato a Riccardo Cicilloni, Anna Depalmas, tutti i colleghi della Soprintendenza per i Beni Archeologici per le province di Cagliari e Oristano e Sassari e Nuoro, in particolare il Soprintendente Marco Edoardo Minoja e i funzionari: Alessandro Usai, Maria Rosaria Manunza, Maurizia Canepa, Massimo Casagrande, Donatella Cocco, Giovanna Pietra, Gianfranca Salis, Angela Antona, Nadia Canu, Luisanna Usai. Per i tanti consigli e dibattiti ringrazio tutti i colleghi del Dipartimento di Storia e Beni Culturali, Giacomo Paglietti, Luca Lai, Fabio Nieddu, Pietro Francesco Serreli e Andrea Marotto. Vorrei ringraziare inoltre tutti i colleghi del Dipartimento di Botanica Ambientale e della Banca del Germoplasma della Sardegna, in primis Martino Orrù per i suoi consigli e per le numerose discussioni che hanno migliorato questo lavoro, Marco Porceddu, Diego Sabato, Paolo Atzeri, Roberto Sarigu. Un grazie particolare va agli amici dell'Agris, Marco Dettori, Gianni Lovicu. Ringrazio tanto tutti gli amici del CCHS del CSIC di Madrid, Jacob Morales, Guillem Pérez-Jordà e Lydia Zapata per avermi aiutato nell'identificazione dei resti archeobotanici.

Per finire vorrei ringraziare mio padre e mia madre per avermi sostenuto e incoraggiato negli studi e a mia moglie Cinzia per la sua infinita pazienza e i suoi preziosi consigli.

A mia moglie Cinzia

Abstract	6
Introduzione	8

Capitolo 1

L'AGRICOLTURA PREISTORICA IN ITALIA: IL NEOLITICO

L'origine e la diffusione dell'agricoltura nel Mediterraneo occidentale	13
L'agricoltura preistorica in Italia durante il Neolitico	15
Stato dell'arte: storia degli studi archeobotanici in Italia	16
La documentazione archeobotanica dell'Italia meridionale: il Neolitico antico, medio e recente	18
Discussioni	22
La documentazione archeobotanica dell'Italia settentrionale il Neolitico antico, medio e recente...	23
Discussioni	27
Bibliografia	30

Capitolo 2

L'AGRICOLTURA PREISTORICA IN SARDEGNA DURANTE IL NEOLITICO

Introduzione	34
Il Neolitico antico	37
<i>Su Carroppu</i>	37
<i>Sa Punta</i>	38
Il Neolitico medio	39
<i>Su Forru de Is Sinzurreddus</i>	39
<i>Su Mulinu Mannu</i>	40
Il Neolitico recente	41
<i>La Grotta del Guano</i>	41
<i>La Domus de Janas di Molia</i>	42
Materiali e metodi	43
Risultati	44
<i>I resti carpologici di Su Carroppu</i>	44
<i>I resti carpologici di Sa Punta</i>	45
<i>I resti carpologici di Su Forru de Is Sinzurreddus</i>	45
<i>I resti carpologici di Su Mulinu Mannu</i>	47
<i>I resti carpologici della Grotta del Guano</i>	48
<i>I resti carpologici della Domus de Janas di Molia</i>	49
Discussioni	50
Conclusioni	56
Bibliografia	57

Capitolo 3

L'AGRICOLTURA PREISTORICA IN SARDEGNA DURANTE L'ETÀ DEL RAME

Introduzione: L'agricoltura durante l'età del Rame in Italia	61
L'agricoltura praticata in Sardegna durante l'età del Rame: stato dell'arte	62
Contesto archeologico	63

<i>Su Coddu (Canelles)</i>	63
Materiali e metodi	64
Risultati	65
<i>I cereali</i>	66
<i>I frutti</i>	67
<i>Vegetazione arbustiva</i>	68
<i>Infestanti</i>	68
Conclusioni	73
Bibliografia	75

Capitolo 4

BRONZE AGE SUBSISTENCE IN SARDINIA (ITALY): CULTIVATED PLANTS AND WILD RESOURCES

Abstract	78
Introduction	79
The sites	80
<i>Monte Meana</i>	80
<i>Sa Osa</i>	81
<i>Sipoi</i>	82
<i>Duos Nuraghes</i>	83
<i>Cuccurada</i>	83
<i>Adoni Nuraghe</i>	83
Materials and methods	84
Results	85
Discussions	87
Conclusions	91
Acknowledgments	91
References	98

Capitolo 5

EARLIEST EVIDENCE OF PRIMITIVE CULTIVAR OF *VITIS VINIFERA* L. DURING THE BRONZE AGE IN SARDINIA (ITALY)

Abstract	101
Introduction	102
The archaeological context	104
Materials and Methods	108
<i>Archaeo-seed materials</i>	108
<i>Modern seed material</i>	110
<i>Seed image analysis</i>	110
<i>Statistical analysis</i>	111
Results	112
Discussions	117
Conclusions	119
References	121

Abstract

The main goal of this work is fill in gaps in the existing knowledge on the origins and spread of agriculture in Sardinia through the analyses of archaeological plant remains. Plant use (both domesticated and wild) have allowed exploring the subsistence system of the first farming communities in the island.

More specifically, the main goals are:

- Identification of the first domesticated plants in Sardinia (cereals, legumes and others) and investigate the pathways and time of agricultural adoption.
- Recognizing the wild component in the diet of the first Neolithic communities.
- Exploration of agrarian practices (harvesting, crop processing, etc).
- Determination the role of *Vitis vinifera* L., in the past human subsistence.
- Develop a model for the adoption and spread of agriculture in the island.

In order to accomplish these objectives, plant remains from different sites and periods have been studied.

The material considered for this study is composed of seeds, fruits and other plant remains recovered from 12 archaeological sites.

As far as recovery techniques, archaeological contexts was systematically sampled following standardized protocols. Soil samples were floated so charred material have been separated from the soil fraction. Once in the lab, plant remains have been examined under the stereomicroscope and identified mainly with the help of a reference collection. Atlas of seed identification as well of specialized bibliography also were used. In addition, morphocolorimetric analyses were performed through image analyses to establish parameters for identification. Data obtained through the scanning of prehistoric seeds were integrated in the BG-SAR database.

The study of plant remains have offered the opportunity to explore agrarian practices and crop processing enabling, therefore, a deep insight into the way farming communities manage their crops and use plants for their subsistence going beyond the mere identification of plant species. This research made possible, therefore, to develop a model for the spread of plant cultivation in Sardinia hitherto unknown. The identification of wild plants have facilitated the study of the role of wild resources in human subsistence in Sardinia as a complement to the diet.

Furthermore, the diachronic study on plant use have added time depth to the analyses of human use of plants.

This work has 6 chapters. Chapter 1 exposes the state of the art on the origins and spread of agriculture in Italy. Chapter 2 presents an overview of the present state of research on prehistoric agriculture in Sardinia during the Neolithic. Chapter 3 presents the results of archaeobotanical

analyzes from Chalcolithic period in Sardinia, the analysis have focused on the archaeological site of Canelles. Chapter 4 presents data on agriculture practiced in Sardinia during the Bronze Age, in particular, provides an overview on crop plants (cereals and pulses) during the different periodizations of the Bronze Age in Sardinia. Chapter 5 presents data obtained from morphological comparisons of grape seeds found in the archaeological site of Sa Osa with the seeds of the modern cultivars and wild grapevine from Sardinia.

Introduzione

Negli ultimi 40 anni si è ampiamente discusso in ambito archeologico sull'origine dell'agricoltura e sul processo di neolitizzazione dell'Europa.

Oggi sappiamo che il processo di neolitizzazione fu un fenomeno molto complesso in cui si intrecciarono una serie di fattori e una molteplicità di elementi.

È sorprendente, tuttavia, che in questi dibattiti sull'origine dell'agricoltura non abbia avuto il giusto peso uno dei grandi protagonisti di questo fenomeno: le piante. Come ci segnala S. Shennan nel prologo di un recente volume edito da S. Colledge e J. Conolly, (2007), questo tipo di approccio è il risultato delle tendenze archeologiche che tradizionalmente hanno centrato i loro studi sull'industria litica e le serie ceramiche, di conseguenza, altre evidenze sono state poste in secondo piano, per esempio i resti delle piante, e le tecniche necessarie al loro recupero. Negli ultimi anni però, grazie alla formazione di nuovi specialisti e all'utilizzo di nuove metodologie, si è dimostrato che lo studio sulle origini dell'agricoltura è un tema complesso che va al di là di una semplice lista di specie domestiche o selvatiche presenti nel registro archeologico. Aspetti come la ricostruzione delle pratiche agrarie, la trasformazione dei cereali, i cambi che hanno apportato all'ecosistema e in ambito sociale, sono solo alcuni degli aspetti su cui si è fatto un notevole progresso (Peña-Chocarro 1995, 1999). Per quanto le ricerche sulle origini dell'agricoltura nel Vicino Oriente abbiano una lunga storia, solo negli ultimi 30 anni le indagini archeobotaniche hanno cominciato a fornire testimonianze più dirette. Oggi per esempio abbiamo una conoscenza piuttosto precisa del momento e dei luoghi in cui le forme non selvatiche di cereali, come frumento e orzo, sono apparse nel Vicino Oriente (Heun et al. 1997, 1998; Salamini et al. 2002; Fuller 2007; Fuller et al. 2011), disponiamo inoltre di una discreta documentazione sul contesto culturale in cui si cominciarono a coltivare queste prime forme vegetali (Willcox 2002).

Sappiamo invece molto poco sulla diffusione dell'agricoltura nel mediterraneo occidentale, le cui cause sono da ricercarsi soprattutto nell'eterogeneità dei dati e alla scarsa uniformità dei campionamenti (Zapata et al. 2004).

Le indagini archeobotaniche, effettuate negli ultimi anni nei siti del Neolitico antico (5600-5100/4500 cal. B.C.) dell'Italia settentrionale, Sannicciola (Udine), stanno fornendo preziose informazioni sulla tipologia dei primi cereali coltivati, documentate dal rinvenimento di resti di cariossidi di *Hordeum vulgare*, *H. vulgare nudum*, del *Triticum dicoccum*, *Triticum monococcum* e il *Triticum dicoccum* e il *Triticum spelta* (Rottoli e Castiglioni 2009).

Nell'Italia del nord è attestata durante il Neolitico antico anche la coltivazione delle leguminose con il *Pisum sativum*, *Lens culinaris*, *Vicia sativa* e il *Lathyrus sativus*, rimane ancora incerta la coltivazione della *Vicia faba* (Rottoli e Castiglioni 2009).

Il consumo dei frutti selvatici è invece confermato dal rinvenimento dei resti di *Corylus avellana*, *Malus sylvestris*, *Pyrus sp.*, *Quercus sp.*, *Prunus spinosa*, *Vitis vinifera sylvestris* (Rottoli e Castiglioni 2009).

Per l'Italia centro-meridionale "La Marmotta" (Roma), si attesta, la coltivazione del *Triticum turgidum*, *Triticum aestivum/durum*, e delle leguminose: *Pisum sativum*, *Lens culinaris*, *Lathyrus sativus* (Colledge & Conolly 2007).

I discreti dati archeobotanici che possediamo sulle prime piante coltivate nel Neolitico antico dell'Italia settentrionale e meridionale non lasciano dubbi, confermano infatti la coltivazione, sia dei cereali che delle leguminose già a partire dal 5600 cal. B. C. (Rottoli e Castiglioni 2009).

In Sardegna, gli elementi noti erano pochi e lacunosi per poter ricostruire l'economia di sussistenza delle popolazioni vissute nel Neolitico, i pochi dati a nostra disposizione attestavano nella Grotta Filiestru (Mara, Sassari) e nella Grotta del Guano (Oliena), i cereali di *Triticum monococcum* e *Triticum dicoccum* (Lilliu 2003; Lugliè 2009; Tanda 2009). La quasi totale assenza di studi archeobotanici e di campionamenti sistematici, effettuati in Sardegna, a parte l'unico lavoro della Bakels del 2002 riferito all'età del Bronzo, non ci consentivano di delineare un modello d'introduzione e di diffusione delle prime pratiche agricole nell'isola.

L'obiettivo di questa tesi dottorale è stato quello di contribuire a colmare quel vuoto esistente in Sardegna sugli studi archeobotanici, in particolare di apportare nuove informazioni sulle origini e la diffusione dell'agricoltura e sul consumo dei frutti selvatici in Sardegna.

Il lavoro si è concentrato sui resti carpologici recuperati da 12 contesti archeologici che si inquadrano in un periodo compreso tra il Neolitico antico e l'età del Bronzo.

I materiali di studio di questa tesi dottorale sono rappresentati dai reperti vegetali, quali: semi, frutti, resti vegetali che sono stati recuperati dagli scavi archeologici della Sardegna.

I resti carpologici sono stati recuperati attraverso una campionatura sistematica degli strati archeologici, seguendo protocolli standardizzati utilizzando il metodo della flottazione che ha permesso di separare i macroresti vegetali dal sedimento terroso che gli inglobava (Arobba e Caramiello 2003, Badal et al. 2003, Alonso Martinez et al. 2003, Buxó y Capdevila et al. 2003). I macroresti recuperati sono stati studiati in laboratorio con l'ausilio dello stereo microscopio, la loro identificazione è avvenuta utilizzando le collezioni di riferimento e la bibliografia esistente per questo tipo di analisi messa a disposizione dal Centro per la Conservazione della Biodiversità (CCB) dell'Università di Cagliari e dal laboratorio del Centro de Ciencias Humanas y Sociales

(CCHS – CISC, Madrid). I semi di vite (*Vitis vinifera* L.) sono stati studiati attraverso l'analisi morfocolorimetrica utilizzando la Linear Discriminant Analysis (LDA).

I risultati di questo studio hanno consentito di interpretare e di capire le complesse relazioni esistite tra l'uomo e le piante. Dall'analisi delle piante coltivate sono state ottenute importanti informazioni sulle diverse pratiche agricole, e sulle diverse tipologie di cereali coltivati durante la preistoria della Sardegna. La presente ricerca ha inoltre consentito, pur nei limiti quantitativi dei materiali recuperati, di tracciare un modello di diffusione dei primi cereali e delle leguminose coltivate in Sardegna.

Lo studio delle piante selvatiche di interesse alimentare, ha fornito informazioni aggiuntive sull'utilizzo e il consumo di frutti selvatici che completavano la dieta umana.

Le analisi morfocolorimetriche applicate ai semi di *Vitis vinifera* recuperati nel sito archeologico di Sa Osa hanno permesso di verificare lo stato di domesticazione dei vinaccioli datati tra il Bronzo medio e il Bronzo recente.

Questa tesi dottorale è composta da 5 capitoli, nel primo capitolo si espone lo stato dell'arte sulle origini e la diffusione dell'agricoltura in Italia. Nel capitolo 2 viene presentato il risultato delle analisi archeobotaniche effettuate nei siti Neolitici della Sardegna, in particolare 2 siti del Neolitico antico (Su Carroppu e Sa Punta), 2 siti del Neolitico medio B (Su Forru de Is Sinzurreddus e Su Mulinu Mannu) e 2 siti del Neolitico recente (Grotta del Guano e Domus de Janas di Molia). Il capitolo 3 espone i risultati delle analisi archeobotaniche relative al periodo Calcolitico della Sardegna, le analisi hanno riguardato il sito archeologico di Canelles. Il capitolo 4 espone i dati sull'agricoltura praticata in Sardegna durante l'età del Bronzo, in particolare traccia un quadro generale sulle piante coltivate (cereali e leguminose) durante le differenti periodizzazioni dell'età del Bronzo della Sardegna. Il capitolo 5 espone i dati ottenuti dai confronti morfocolorimetrici dei semi di vite rinvenuti nel sito archeologico di Sa Osa con i vinaccioli delle attuali cultivar e le selvatiche della Sardegna.

Bibliografia

Arobba D. e Caramiello D (2003). *Manuale di Archeobotanica*. Franco Angeli Editore

Alonso Matrinez, J. Juan Tresserras, M. O. Rodríguez–Ariza, N. Rovira Buendía (2003) “La arqueobotánica en cuevas y abrigos: objetivos y métodos de muestreo” en Buxó, R. y Piqué, R. (Coords.), *La recogida de muestras en arqueobotánica: objetivos y propuestas metodológicas*. Barcelona, (Publicación del Primer encuentro del Grupo de Trabajo de Arqueobotánica de la Península Ibérica. Barcelona-Bellaterra, 2000). Museu d’Arqueologia de Catalunya, pp 29-43

Badal, E., Carrión, Y., Rivera, D. Y Uzquiano P (2003) “La arqueobotánica en cuevas y abrigos: objetivos y métodos de muestreo” en Buxó, R. y Piqué, R. (Coords.), *La recogida de muestras en arqueobotánica: objetivos y propuestas metodológicas*. Barcelona, (Publicación del Primer encuentro del Grupo de Trabajo de Arqueobotánica de la Península Ibérica. Barcelona-Bellaterra, 2000). Museu d’Arqueologia de Catalunya, pp 19-30

Bakels, C (2002) Plant remains from Sardinia, Italy, with notes on barley and grape. *Vegetation History & Archaeobotany* 11:3-8

Colledge S, Conolly J, Shennan S (2004) Archaeobotanical Evidence for the Spread of Farming in the Eastern Mediterranean. *Current Anthropology* 4:35-58

Fuller DQ (2007) Contrasting Patterns in Crop Domestication and Domestication Rates: Recent Archaeobotanical Insights from the Old World. *Annals of Botany* 100:903–924

Fuller DQ, Willcox G, Allaby RG (2011) Cultivation and domestication had multiple origins: arguments against the core area hypothesis for the origins of agriculture in the Near East. *World Archaeology* 4:628-652

Heun, M., R. Schaefer-Pregl, D. Klawan, R. Castagna, M. Accerbi, B. Borghi, and F. Salamini (1997) Site of einkorn wheat domestication identified by DNA fingerprinting. *Science* 278:1312–1314

Lilliu, G (2003) *La civiltà dei Sardi dal paleolitico all'età dei nuraghi*, Nuoro

Lugliè C (2009) Il Neolitico Antico. In: *Atti della XLIV Riunione Scientifica dell'IIPP La preistoria e la protostoria della Sardegna (Cagliari-Barumini-Sassari, 23-28 novembre 2009)*. Vol 1. IIPP, Firenze, pp 37-47

Peña-Chocarro, L (1995) *Prehistoric agriculture in Southern Spain during the Neolithic and the Bronze age: the application of ethnographic models*, Tesis Doctoral, University College, London, 1995

Peña-Chocarro, L (1999) *Prehistoric agriculture in Spain. The application of ethnographic models*. BAR International Series S818

Ramon Buxó I Capdevila, Leonor Peña-Chocarro, Raquel Piqué I Huerta (2003) “La arqueobotánica en cuevas y abrigos: objetivos y métodos de muestreo” en Buxó, R. y Piqué, R. (Coords.), *La recogida de muestras en arqueobotánica: objetivos y propuestas metodológicas*. Barcelona, (Publicación del Primer encuentro del Grupo de Trabajo de Arqueobotánica de la Península Ibérica. Barcelona-Bellaterra, 2000). Museu d’Arqueologia de Catalunya, pp 47-51

Rottoli M, Castiglioni E (2009) Prehistory of plant growing and collecting in northern Italy, based on seed remains from early Neolithic to the Chalcolithic (c. 5600–2100 cal B.C.). *Vegetation History and Archaeobotany* 18:91–103

Salamini F., Oezkan H., Brandolini A., Schaefer-Pregl R., Martin W (2002) Genetics and geography of wild cereal domestication in the Near East. *Nature Reviews. Genetics* 3: 429–441

Tanda G (2009) Il Neolitico recente. In: *Atti della XLIV Riunione Scientifica dell'IIPP La preistoria e la protostoria della Sardegna (Cagliari-Barumini-Sassari, 23-28 novembre 2009)*. Vol 1. IIPP, Firenze, pp 59-71

Tanda G, Basciu V, Paglietti G, Peña-Chocarro L, Ucchesu M, Zedda M (2012) Grotta di Monte Meana (Santadi, Carbonia-Iglesias), campagne di scavo 2008-2009. Notizia preliminare In: *Atti della XLIV Riunione Scientifica - La*

preistoria e la protostoria della Sardegna (Cagliari, Barumini, Sassari 23-28 novembre 2009), vol II- Comunicazioni. Firenze, pp 635-642

Zapata, L., Peña-Chocarro, L., Pérez Jordá, G. y Stika, H.P (2004) Early Neolithic Agriculture in the Iberian Peninsula. *Journal of World Prehistory* 4: 285-326

Willcox G (2002) Evidence for ancient forest cover and deforestation from charcoal analysis of ten archaeological sites on the Euphrates. In *Charcoal Analysis. Methodological Approaches, Palaeoecological Results and Wood Uses*. Ed. S. Thiébaud BAR Int. Series 1063:141-145

Capitolo 1

L'AGRICOLTURA PREISTORICA IN ITALIA: IL NEOLITICO

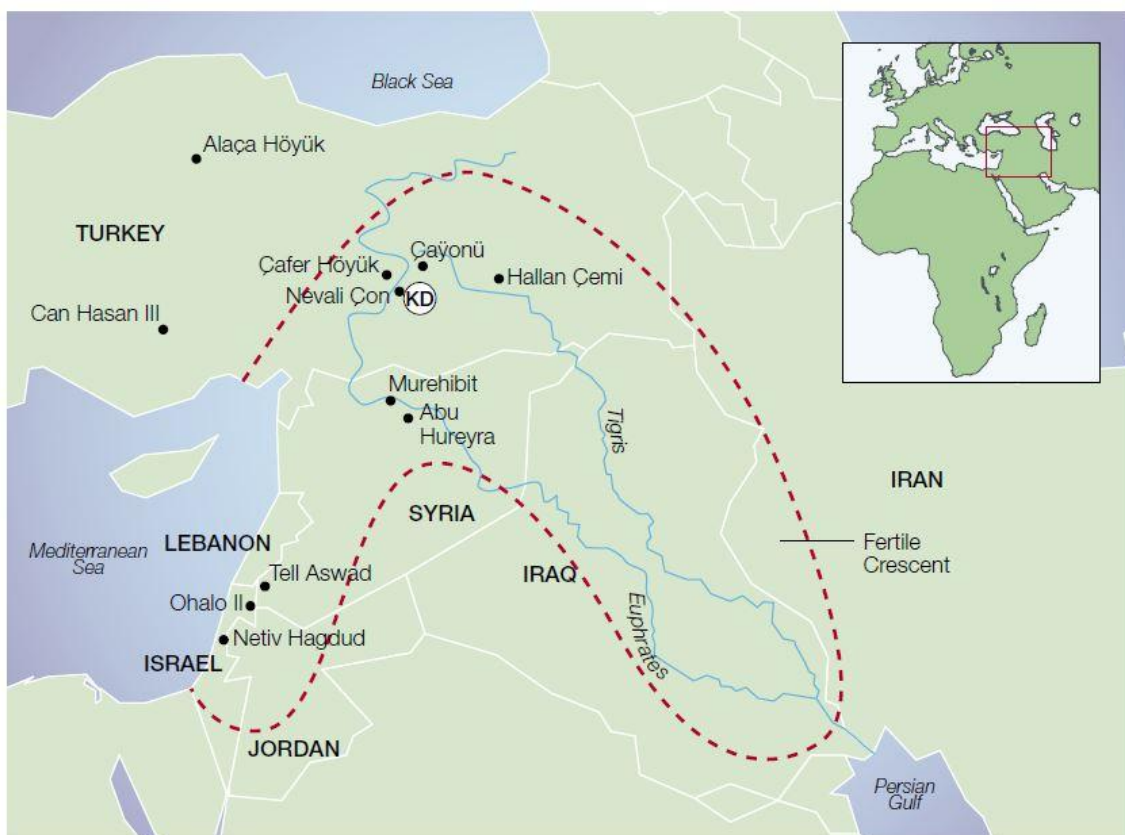
L'origine e la diffusione dell'agricoltura nel Mediterraneo occidentale

Il processo di neolitizzazione che interessò l'Europa occidentale tra il VII e il VI millennio a. C portò sostanziali cambiamenti nei modi di vita delle comunità umane di cacciatori e raccoglitori che sino ad allora avevano vissuto procurandosi il cibo attraverso lo sfruttamento delle risorse spontanee disponibili in natura come la raccolta di frutti e piante selvatiche commestibili a cui si aggiunge la caccia di animali selvatici, la pesca e la raccolta di molluschi marini. Le ricerche condotte negli ultimi 40 anni sui processi di neolitizzazione dell'Europa hanno contribuito in maniera significativa a capire meglio questo fenomeno che fu certamente lento e complesso in cui furono coinvolti numerosi fattori (ambientali, sociali, economici, tecnologici e culturali, ecc.) (Bellwood 2005; Cauvin e Watkins 2000; Colledge e Conolly 2007; Harris e Hillman 1989; Harris 1996; Harris 1998; Price 2000; Zapata et al. 2004). I dati, provenienti dai siti archeologici europei in cui si documentano lunghe frequentazioni umane, confermano che durante il Neolitico antico, si assiste, seppur con modalità e tempi diversi, a un vero e proprio cambiamento nei modi di vita delle comunità preistoriche; le popolazioni mesolitiche, la cui dieta era basata esclusivamente sulla caccia e la raccolta di piante selvatiche scompariranno progressivamente lasciando spazio libero alle nuove comunità che vivono in villaggi e praticano l'agricoltura e l'allevamento (Price 2000; Zvelebil 2009; Zvelebil e Dolukhanov 1991). La base principale di questo nuovo modo di produrre il cibo fu l'introduzione di specie vegetali domestiche come i cereali e i legumi e l'allevamento degli animali. Oggi è ampiamente accettato tra gli studiosi che l'origine dell'agricoltura sia avvenuta nel Vicino Oriente e che da queste regioni si sia in seguito diffusa in tutta l'Europa occidentale. Negli ultimi 30 anni proprio grazie all'intensificarsi delle ricerche archeobotaniche abbiamo acquisito maggiori informazioni sull'origine e la diffusione dell'agricoltura e sui tempi di domesticazione dei cereali (Charles 2007; Colledge et al. 2004; Heun et al. 1998; Heun et al. 1997; Salamini et al. 2002; Sherratt 2007; Weiss et al. 2006; Willcox 2005, 2007; Zohary et al. 2012).

Recenti indagini archeobotaniche hanno messo in discussione quello che veniva considerato il luogo principale in cui ebbe origine l'agricoltura, inizialmente identificato come un'area circoscritta della mezza luna fertile, ipotizzando quindi non più un unico centro d'origine ma più aree in cui le comunità preistoriche avviarono i processi di domesticazione dei cereali e delle leguminose (Fuller 2007; Fuller et al. 2011).

Le datazioni al ^{14}C indicano che nella Mezzaluna fertile l'agricoltura ebbe inizio intorno al 10500 - 10100 BP (PPNB) presso: Asikli Höyük, Cafer Höyük, Çayönü, 'Ain Ghazal, Nevali Çori, Tell Abu Hureyra (Fig. 1), in cui si documentano i primi cereali coltivati, quali il farro (*Triticum dicoccum*), il piccolo farro (*Triticum monococcum*) e l'orzo vestito (*Hordeum vulgare*) (Hillman et al. 2001; van Zeist 1972; Zohary e Hopf 2012). Insieme ai cereali appaiono anche il lino (*Linum usitatissimum*) e le principali leguminose: la lenticchia (*Lens culinaris*), i piselli (*Pisum sativum*), le veccie (*Vicia ervilia*), e i ceci (*Cicer arietinum*), questo gruppo verrà a costituire quello che gli anglofoni chiamano *crop package* che si diffonderà più o meno completo in tutta l'Europa. È stato stimato che in circa 1500 anni questo gruppo di cereali e leguminose domestiche si siano diffuse verso l'Europa interessando prima l'isola di Cipro e Creta (Colledge e Conolly 2007; Vigne et al. 2012), per diffondersi poi in Grecia (Marinova e Valamoti 2014; Perlès 2001), in tutto il Mediterraneo occidentale ed il resto dell' Europa (Ammermann e Sforza 1986; Bogaard 2004; Colledge et al. 2005; Colledge e Conolly 2007; Peltenburg et al. 2001; Zeder 2008; Zohary e Hopf 2012; Zapata et al. 2004).

Fig. 1 Mappa del Vicino Oriente, la linea tratteggiata in rosso evidenzia l'area in cui ebbe origine l'agricoltura da: (Salamini et al. 2002).



L'agricoltura preistorica in Italia durante il Neolitico

Il processo di neolitizzazione che interessò l'Italia intorno al VI millennio a.C. portò rapidamente alla colonizzazione del sud-est della penisola, prediligendo nelle fasi iniziali, tutta la fascia costiera e le principali valli fluviali del basso Adriatico. Si tratta di nuove comunità a ceramica impressa che provengono dalle coste ioniche e dall'Albania (Forenbaher e Miracle 2005) (Fig. 2). I primi insediamenti si trovano ubicati in Puglia, sono costituiti da pochi villaggi all'aperto di piccole e medie dimensioni come il caso di Coppa Nevigata, Rendina, Trasano, Torre Sabea. Le comunità Neolitiche presentano caratteristiche culturali del tutto nuove rispetto al sostrato epipaleolitico locale, le caratteristiche principali sono: costruzione di grandi capanne rettangolari in legno e terra, silos, sepolture individuali, statuine femminili e l'uso della ceramica (Delpino et al. 2002; Pessina e Tiné 2008). Insieme alle nuove tecniche costruttive, alla ceramica, e a nuovi idoli, le prime comunità neolitiche che si insediarono in Italia, introdussero piante domestiche e nuove specie animali dando inizio alla diffusione dell'agricoltura.

Fig. 2 – Ipotetiche traiettorie percorse dalle popolazioni neolitiche.
Rielaborazione Uchescu Mariano ripresa da: (Forenbaher and Miracle 2005)



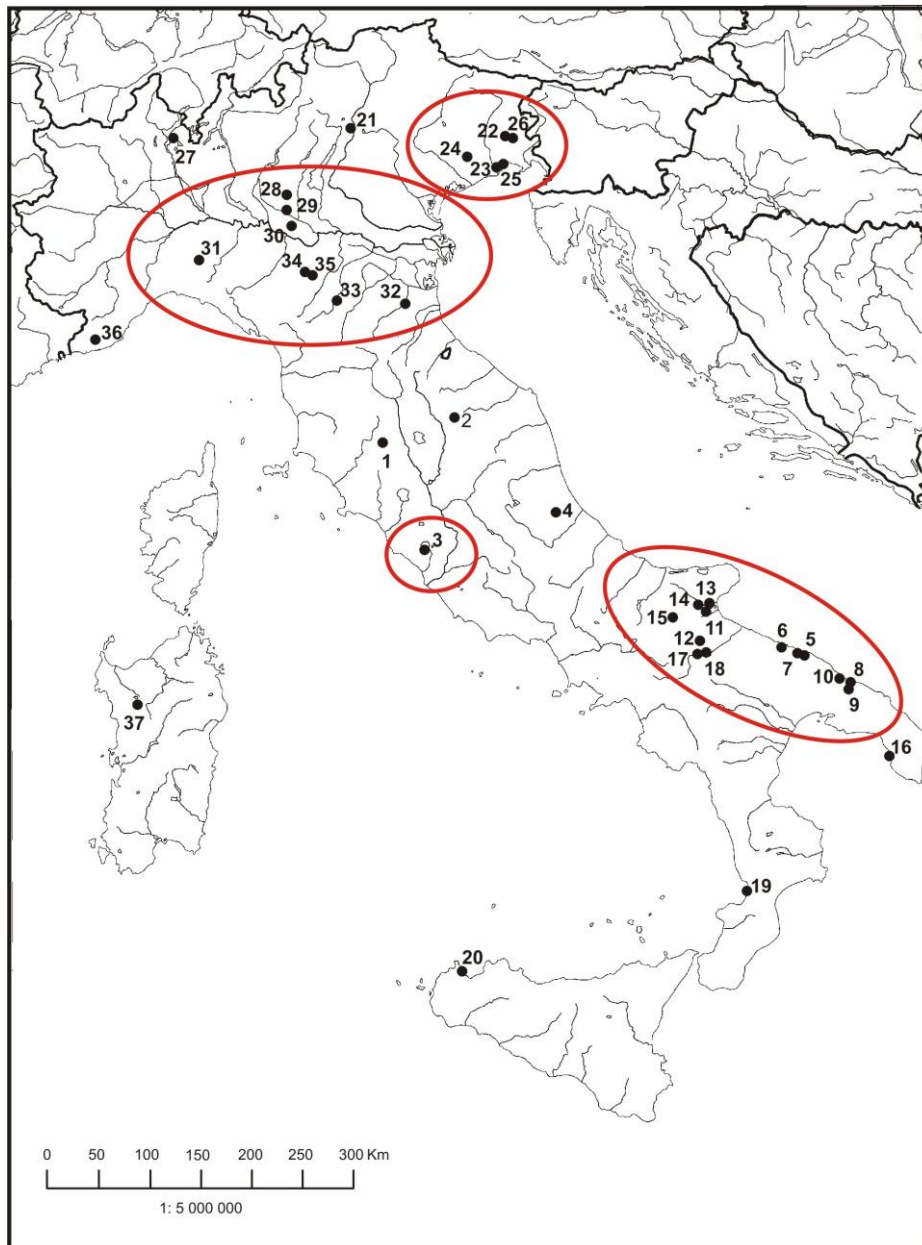
Stato dell'arte: storia degli studi archeobotanici in Italia

In Italia, il primo tentativo di identificare i resti vegetali rinvenuti nei sedimenti archeologici si deve all'interesse di Pellegrino Strobel il quale fece analizzare dal botanico Giovanni Passerini i materiali vegetali provenienti dalle palafitte del Parmense (Strobel 1886). Da allora altri autori si sono interessati allo studio dei resti vegetali recuperati nei siti archeologici (Avetta 1909; D'amato Avanzi 1953; Goiran 1890; Landi 1953; Oliva 1939a, 1939b; Tongiorgi 1947, 1950). I primi dati archeobotanici si devono al lavoro svolto da Evett e Renfrew nel 1971 nella loro nota sull'agricoltura neolitica italiana (Evett e Renfrew 1971). I dati provengono da 12 siti riferiti rispettivamente al Neolitico antico (6000-5700 a.C.) di: Monte Aquilone, Palese, Torre Canne, (Puglia), Villaggio Leopardi (Abruzzo), Albinea e Chiozza di Scandiano (Emilia), al Neolitico medio (5700-4300 a.C.) di: Passo di Corvo (Puglia), Ripoli (Abruzzo), Chiozza di Scandiano (Emilia), Arene Candide (Liguria), Isolino Virginia (Lombardia) e al Neolitico recente del sito di Santa Maria in Selva (Marche). I resti vegetali, identificati nei siti del Neolitico antico, sono riferiti al piccolo farro (*Triticum monococcum*), al farro (*Triticum dicoccum*), e all'orzo (*Hordeum* sp.). Durante il Neolitico medio i cereali documentati furono il farro e l'orzo. Presso il sito di Santa Maria in Selva vennero recuperate delle cariossidi di frumento nudo (*Triticum aestivum/durum*) e orzo (*Hordeum* sp.).

Negli anni diversi autori hanno anche cercato di tracciare un modello che potesse fornire informazioni più precise sulle dinamiche di introduzione e di diffusione dell'agricoltura in Italia (Castelletti et al. 1987; Costantini e Stancanelli 1994; Fiorentino et al. 2013; Rottoli e Castiglioni 2009; Rottoli 2014; Rottoli e Pessina 2007). Purtroppo nella stragrande maggioranza dei siti neolitici scavati tra gli anni 60 e 80, raramente furono organizzate indagini archeobotaniche sistematiche che insieme alla disomogenea distribuzione delle ricerche archeobotaniche nel territorio italiano non ci consente ancora di capire a fondo il complesso fenomeno della diffusione dell'agricoltura. Per questo risulta complicato applicare i risultati ottenuti su alcune regioni al resto delle aree non ancora sufficientemente indagate. Alcune regioni sembrano fornire più dati rispetto ad altre, per il sud-Italia la maggior parte dei dati provengono dalla Puglia (Costantini e Stancanelli 1994, Fiorentino et al. 2013), mentre per il nord-Italia i dati più consistenti provengono dai siti dell'area friulana (Costantini e Stancanelli 1994; Rottoli e Castiglioni 2009; Rottoli 2014). Le indagini archeobotaniche condotte negli ultimi anni, nei siti del Neolitico antico dell'Italia settentrionale e meridionale, stanno fornendo preziose informazioni sull'agricoltura preistorica delle prime comunità neolitiche che si stanziarono in Italia durante il VI millennio. Purtroppo il numero ridotto di ricerche archeobotaniche non ci consente ancora di avere una visione completa del fenomeno, sia in termini di rapporti tra le diverse aree sia in termini di diffusione delle piante

coltivate. Attualmente le aree in cui si concentrano il maggior numero di informazioni sono relative a siti neolitici della Puglia, del Lazio e del Friuli (Fig. 3) (Rottoli e Castiglioni 2009; Costantini e Stancanelli 1994; Fiorentino et al. 2013; Rottoli 2014).

Fig. 3 - Carta di distribuzione dei siti del Neolitico antico indagati (Costantini e Stancanelli 1994; Rottoli e Castiglioni 2009).
Rielaborazione Mariano Ucchesu



- (1) Cava Barbieri; (2) San Marco Gubbio; (3) La Marmotta; (4) Villaggio Leopardi; (5) Le Macchie; (6) Palese; (7) Scamuso; (8) Fontanelle; (9) Grotta Sant'Angelo; (10) Torre Canne; (11) Coppa Navigata; (12) Lagnano da Piede; (13) Masseria Valente; (14) Monte Aquilone; (15) Ripa Tetta; (16) Torre Sabea; (17) Rendina; (18) Sito 3 Lago di Rendina; (19) Acconia; (20) Grotta dell'Uzzo, (21) Vela; (22) Sammardenchia; (23) Piancada; (24) Fagnigola; (25) Valler; (26) Pavia di Udine; (27) Pizzo di Bodio; (28) Isorella; (29) Ostiano-Dugali; (30) Vhò di Piadena; (31) Cecima; (32) Lugo di Romagna; (33) Savignano; (34) Albinea; (35) Chiozza; (36) Arene Candide; (37) Grotta Filiestru

La documentazione archeobotanica dell'Italia meridionale: il Neolitico antico, medio e recente

I dati archeobotanici che di seguito vengono esposti sono riferiti ai siti del Neolitico antico dell'Italia meridionale. Le regioni prese in considerazione sono state: Sicilia, Calabria, Basilicata Puglia, Campania, Molise, Abruzzo, Lazio, Umbria, Marche, Toscana e Sardegna.

I resti carbonizzati di cereali recuperati nei siti del Neolitico antico dell'Italia meridionale sembrano attestare, già nelle prime fasi del VI millennio a.C un economia agricola basata sulla coltivazione di almeno 3 specie di cereali: il farro (*Triticum dicoccum*), il piccolo farro (*Triticum monococcum*) e l'orzo (*Hordeum vulgare/distichum*) (Costantini e Stancanelli 1994). L'orzo è presente sia nella forma vestita che nuda (*Hordeum vulgare*, *H. vulgare* var. *nudum*), la loro presenza è documentata nel sito di Torre Canne (Puglia) dove furono identificate le impronte delle spighette impresse sull'intonaco delle capanne (Costantini e Stancanelli 1994; Evett e Renfrew 1971). Insieme ai cereali vestiti si attestano alcune cariossidi di frumenti esaploidi e tetraploidi, quali: *Triticum aestivum* e *Triticum durum* (Castelletti et al. 1987).

Due datazioni al radiocarbonio indicano la presenza in Italia meridionale dei frumenti esaploidi almeno a partire dalla seconda metà del VI millennio BC, le datazioni sono: (OxA-1853) (6430±80 BP) 5533-5224 BC ottenuta da una cariosside di *Triticum aestivum* e la datazione (OxA-1851) (6270±70 BP) 5463-5038 ottenuta su una cariosside di *Triticum compactum*, entrambe le datazioni provengono dal sito di San Marco Gubbio (Umbria) (Costantini e Stancanelli 1994; Hedges et al. 1990; Malone et al. 1992; Malone 2003) (Tab. 1). Il rinvenimento di alcune cariossidi identificate come *Triticum* cf. *spelta* presso Coppa Nevigata (Puglia) e Rendina (Basilicata), sembrano documentare forse anche la coltivazione di questo cereale (Fiorentino et al. 2013). Per il momento sembra essere assente il nuovo frumento vestito (*new glume wheat*) il quale, di recente, è stato documentato nei siti neolitici dell'Italia settentrionale (Rottoli e Castiglioni 2009). Sulla base delle quantità di cereali rinvenuti nei siti del Neolitico antico, è possibile ipotizzare una supremazia dell'orzo sul resto dei cereali, seguito dal farro e dal piccolo farro. Assieme ai cereali, si associa anche la coltivazione di alcune leguminose: sicuramente la lenticchia (*Lens culinaris*) presso: Scamuso (Puglia), Torre Canne (Puglia) e Rendina (Basilicata) (Fiorentino et al. 2013) e presso la Marmotta (Lazio) (Rottoli 1993). Un solo cotiledone di fava (*Vicia faba*) è documentato presso Rendina e Torre Sabea (Puglia) (Costantini e Stancanelli 1994), diverse leguminose identificate come: *Pisum* sp., *Lathyrus* sp. e *Vicia* sp. e *Vicia faba* testimoniano presumibilmente la coltivazione di piselli, cicerchie, vecchie e fave (Costantini e Stancanelli 1994; Fiorentino et al. 2013) (Fig. 4).

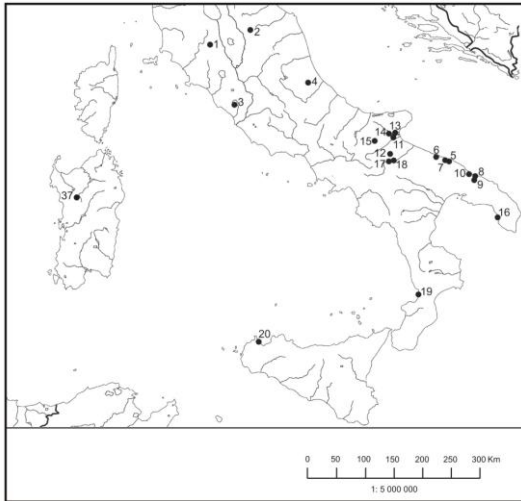


Fig. 4 Siti archeologici del centro e sud Italia citati nel testo

(1) Cava Barbieri; (2) San Marco Gubbio; (3) La Marmotta; (4) Villaggio Leopardi; (5) Le Macchie; (6) Palese; (7) Scamuso; (8) Fontanelle; (9) Grotta Sant'Angelo; (10) Torre Canne; (11) Coppa Nevigata; (12) Lagnano da Piede; (13) Masseria Valente; (14) Monte Aquilone; (15) Ripa Tetta; (16) Torre Sabea; (17) Rendina; (18) Sito 3 Lago di Rendina; (19) Acconia; (20) Grotta dell'Uzzo, (37) Grotta del Guano

Del tutto assente risulta invece il cece (*Cicer arietinum*) documentato per ora solo a partire dall'età del Bronzo (Costantini 2002; Rottoli 2014). Nel sito La Marmotta nel Lago di Bracciano (Lazio), tra le piante oleaginose si registra la presenza del lino (*Linum usitatissimum*) e del papavero (*Papaver sonniferum*), dello zafferanone selvatico (*Carthamus lanatus*) e il cardo della Madonna (*Silybum marianum*) (Rottoli 1993, 2002). Molto scarsi invece i dati relativi allo consumo di frutti spontanei, i quali potrebbero fornire preziose indicazioni sulle pratiche di raccolta ereditate dai substrati mesolitici. Gli scarsi ritrovamenti di uva selvatica (*Vitis vinifera* ssp. *sylvestris*), di more (*Rubus* sp.), di sambuco (*Sambucus* sp, *S. ebulus*), semi di fichi (*Ficus carica*), fragole (*Fragaria vesca*) di prugne selvatiche (*Prunus insititia*) e nocciole (*Corylus avellana*) presso il sito di La Marmotta indicano che questi frutti spontanei erano considerati fondamentali per la dieta della comunità preistorica (Rottoli 1993).

Tab.1 Datazioni al radiocarbonio del Neolitico antico (Italia meridionale) dei siti archeologici citati nel testo (^{14}C BP, cal. 2σ BC). Le datazioni sono state calibrate con CALIB 6.1.0 (Reimer et al. 2009).

Sito	Livello/strato	Num. Lab.	Materiale	^{14}C BP	Cal. 2σ BC
Sicilia					
Grotta dell'Uzzo	tr. F, spit 7-9	P-2733	carbone	6750 ± 70	5767-5530
Calabria					
Acconia		P-2949	n.d.	6710 ± 80	5732-5489
Acconia	area C	P-2946	n.d.	6930 ± 60	5980-5712
Acconia	area C	P-2948	n.d.	5690 ± 50	4686-4375
Basilicata					
Rendina	St. B.14, u.	LJ-4548	carbone	7110 ± 140	6250-5712
Rendina	St. 14/C.14, N14	LJ-4551	carbone	6900 ± 150	6055-5544
Rendina	Tr. 4 / B.N14	LJ-4549	carbone	6760 ± 100	5843-5488
Rendina	St. 14 /C.14, N14	LJ-4550	carbone	6530 ± 150	5738-5082
Puglia					
Scamuso f. IIIb	St. NA.12-16	Gif-6339	carbone	7290 ± 110	6400-5934
Scamuso f. IIIb	Area f4	Gif-7345	n.d.	6600 ± 120	5720-5328
Grotta Sant'Angelo	liv. 9	Gif-6724	(<i>Triticum</i> sp.)	6890 ± 70	5971-5645
Grotta Sant'Angelo		GIF-6722	seme n.d.	6530 ± 70	5619-5364
Torre Canne		Gif-6725	intonaco capanna	6900 ± 80	5978-5645
Coppa Navigata		BM-2557	<i>T. monococcum</i>	7780 ± 320	7473-6060
Coppa Navigata		OxA-1475	<i>H. vulgare</i>	6880 ± 90	5978-5630
Coppa Navigata		OxA-1474	carbossidi miste	6850 ± 80	5967-5621
Lagnano da Piede	St. 5-7 / F1	UB-2271	osso	6790 ± 225	6203-5303
Lagnano da Piede	St. 3-4, F1	UCLA-2148	osso	6700 ± 100	5788-5474
Lagnano da Piede	St. Gr.	UB-2148	n.d.	6670 ± 100	5754-5385
Ripa Tetta		CAMS-2681	<i>H. vulgare</i>	6890 ± 60	5964-5661
Torre Sabea		TAN-88066	n.d.	6960 ± 130	6063-5628
Torre Sabea		TAN-88247	n.d.	6890 ± 130	6017-5561
Torre Sabea		LJ-1448	n.d.	6860 ± 45	5843-5658
Torre Sabea		Ly-4002	n.d.	6590 ± 140	5755-5229
Masseria Candelaro		OxA-3684	osso animale	6640 ± 95	5727-5383
Masseria Candelaro		OxA-3685	osso umano	6510 ± 95	5625-5312
Lazio					
La Marmotta		R-2360	n.d.	6855 ± 65	5879-5636
La Marmotta		R-2353	n.d.	6600 ± 45	5617-5483
La Marmotta		R-2339	n.d.	6590 ± 65	5640-5387
La Marmotta		R-2336	n.d.	6550 ± 70	5623-5374
La Marmotta		R-2345	n.d.	6530 ± 65	5617-5369
La Marmotta	quadrato B8	R-2309	legno/palo 16	6350 ± 75	5480-5080
La Marmotta	quadrato B29	R-2310	legno/palo 21	6310 ± 75	5470-5071
La Marmotta	quadrato B37	R-2311	legno/palo 22	6370 ± 95	5513-5074

Tab.1 Continua

Sito	Livello/strato	Num. Lab.	Materiale	¹⁴ C BP	Cal. 2σ BC
Umbria					
S. Marco		OxA-1851	<i>T. compactum</i>	6270 ± 70	5463-5038
S. Marco		OxA-1853	<i>T. aestivum</i>	6430 ± 80	5533-5224
Sardegna					
Filiestru		Q-3024	n.d.	6120 ± 55	5216-4859
Filiestru	Tr.B10, t2	Q-3023	n.d.	6470 ± 65	5543-5315
Filiestru	Tr.B10, t5	Q-3022	n.d.	6515 ± 65	5615-5343
Filiestru	Tr.B11, t2	Q-3021	n.d.	6615 ± 75	5702-5387
Filiestru	Tr.B12	Q-3020	n.d.	6710 ± 75	5730-5491
Grotta Corbeddu	s.2, tr1 base	UtC-15/233	bone	6490 ± 90	5617-5309
Grotta Corbeddu	s.2, tr1	UtC-1251	n.d.	6690 ± 80	5720-5486
Grotta Su Coloru	strato L1	Beta-167931	n.d.	6830 ± 80	5893-5570
Grotta Su Coloru	strato F1	Beta-167929	n.d.	6400 ± 40	5471-5318
Rio Saboccu	strutt. 2	AA-58899	carbone	6266 ± 48	5341-5066
Rio Saboccu	strutt. 2	Ly-3010	carbone	6230 ± 60	5320-5027
Sa Punta	US 11	AA-65493	cranio	6325 ± 86	5476-5067
Sa Punta	US 13	AA-65497	<i>Ostrea edulis</i>	6652 ± 55	5657-5486

Durante il Neolitico medio e recente si attestano sostanzialmente le stesse specie già note durante il Neolitico antico, anche se durante il Neolitico recente sembra che la presenza dei cereali nudi nei contesti archeologici si faccia sempre più consistente, si nota infatti un incremento nella documentazione archeobotanica della loro presenza nei siti indagati. Tra i cereali vestiti solo il piccolo farro sembra non avere una certa importanza sul resto dei cereali coltivati. Il farro risulta, tra i cereali vestiti, il più rappresentato in tutte le fasi neolitiche dell'Italia meridionale, mentre gli orzi, continuano ad essere i cereali predominanti in tutte le fasi neolitiche. Lo spelta (*T. spelta*) si documenta solo presso Passo di Corvo in Puglia nelle fasi del Neolitico medio (Fiorentino et al. 2013). Durante il Neolitico medio e recente il miglio (*P. miliaceum*) è presente presso Grotta Santa Croce, Torre Canne, Capo Rondinella, San Domenico e Grotta della Tartaruga in Puglia (Costantini e Stancanelli 1994; Fiorentino et al. 2013). La documentazione sulle leguminose coltivate nel Neolitico medio e recente è leggermente superiore rispetto al Neolitico antico, i dati attestano con sicurezza la coltivazione di: piselli (*P. sativum*), fave (*V. faba*), lenticchie (*L. culinaris*) e veccie (*V. ervilia*) (Stancanelli e Costantini 1994). Lo sfruttamento delle risorse selvatiche è documentato dal ritrovamento di: corbezzolo (*Arbutus unedo*), nocciole (*Corylus* sp.), mele (*Malus* sp.) olive (*Olea europaea*), prugne (*Prunus insititia*), uva (*V. vinifera* ssp. *sylvestris*) e more (*Rubus* sp.) (Costantini e Stancanelli 1994; Fiorentino et al. 2013).

Discussioni

Da un'analisi comparativa dei 57 siti indagati dell'Italia meridionale inquadrati tra il Neolitico antico, medio e recente, emerge (pur nei limiti imposti dalla quantità di terra analizzata e dalla metodologia utilizzata) che nel Neolitico antico i cereali che predominano nel sud-Italia sono il farro (*T. dicoccum*) e l'orzo (*H. vulgare*). Durante il Neolitico medio, non vi è una sostanziale variazione a favore dei frumenti nudi, i cereali che predominano sono sempre i frumenti vestiti e gli orzi. Nel Neolitico recente, non sembra prevale nessun cereale: farro, orzo e frumenti nudi sembrano equivalersi, anche se rispetto ai periodi precedenti si registra un aumento, nei record archeobotanici, dei frumenti nudi. L'unico cereale che sembra subire una variazione durante le fasi neolitiche è il piccolo farro, le quantità documentate infatti sembrano diminuire nel Neolitico medio (Fig. 5). La documentazione relativa alle leguminose è ancora molto scarsa, l'unica leguminosa che si coltiva con certezza è la lenticchia (*Lens culinaris*) documentata per ora presso Scamuso (Puglia), Torre Canne (Puglia) e Rendina (Basilicata) (Fiorentino et al. 2013) e presso la Marmotta (Lazio) (Rottoli 1993). Le fave (*Vicia faba*) sono documentate con pochi resti presso Rendina e Torre Sabea (Puglia) (Costantini e Stancanelli 1994), mentre alcune leguminose identificate come: *Pisum* sp., *Lathyrus* sp. e *Vicia* sp. e *Vicia faba* testimoniano presumibilmente anche la coltivazione di piselli, cicerchie, veccie e fave (Costantini e Stancanelli 1994; Fiorentino et al. 2013).

Grazie alle indagini sistematiche svolte presso il sito di Scamuso è stato possibile effettuare anche un confronto quantitativo dei diversi cereali recuperati dai contesti del Neolitico antico, medio e recente. Le grandi quantità di materiale recuperato da tutte le fasi neolitiche ha permesso di estrapolare dei dati statistici sulla frequenza delle diverse tipologie di cereali. Il grafico ha messo in evidenza che l'orzo e il farro sono i cereali predominanti, mentre i frumenti nudi sembrano avere avuto un ruolo marginale in tutte le fasi (Fig. 6). Sulla base delle tendenze registrate a Scamuso è possibile ipotizzare, o che durante il Neolitico i frumenti nudi non abbiano avuto una grande importanza nella dieta alimentare delle comunità neolitiche del sud Italia almeno sino al Neolitico finale, o che si tratti solo di una tendenza regionale come suggerito da Rottoli (2014) per siti del Neolitico antico ubicati al centro e ad ovest dell'Italia in cui i frumenti nudi sono già presenti. Anche i siti del Neolitico antico della Grecia sembrano mostrare similitudini con le aree indagate nel sud Italia, in cui ad eccezione dei livelli datati al Neolitico antico di Cnosso in cui furono rinvenute alte concentrazioni di frumenti nudi, la loro presenza si registra soprattutto solo a partire dall'età del Bronzo presso il sito di Archondiko (fine del III millennio a. C) e Assiros (fine del II millennio a. C) (Marinova e Valamoti 2014). Anche nel nord Europa durante il Neolitico antico (LBK, circa 5500-5000 a. C cal.) i cereali predominanti sono il farro (*T. dicoccum*), il piccolo farro (*T. monococcum*), molto scarsi invece i ritrovamenti di frumenti nudi i quali assumeranno una certa

importanza solo a partire dal Neolitico finale (Jacomet 2014). Unica eccezione in Europa sembra essere il caso della Spagna in cui si documenta una certa importanza dei frumenti nudi durante tutto il Neolitico sia al sud che nel centro della Penisola Iberica, la stessa situazione viene registrata anche in Portogallo (Peña-Chocarro e Zapata Peña 2014).

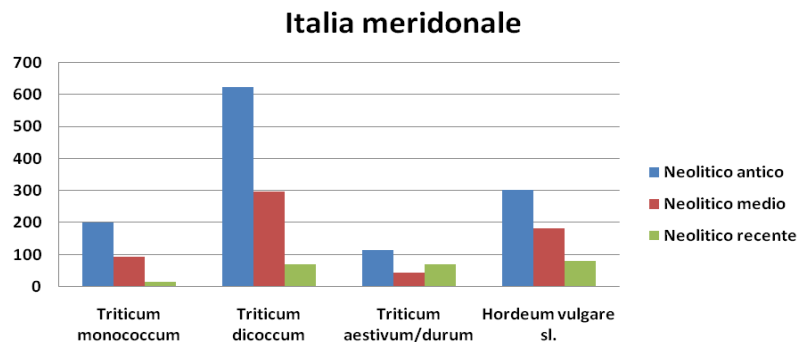


Fig. 5 - Percentuali riferite ai cereali coltivati durante in Neolitico nell'Italia meridionale

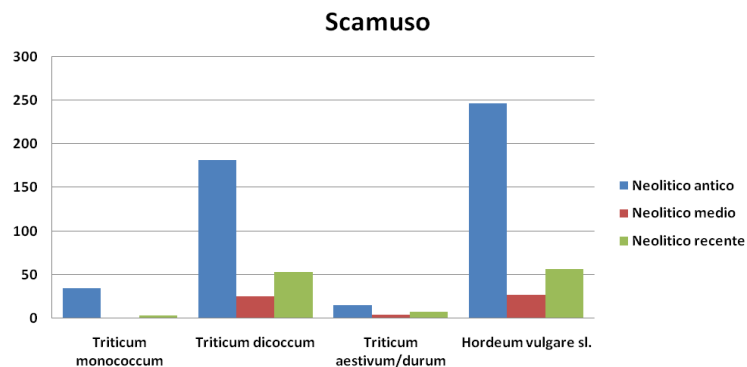


Fig.6 - Percentuali riferite ai cereali coltivati durante le diverse fasi Neolitiche presso Scamuso (Puglia)

La documentazione archeobotanica dell'Italia settentrionale il Neolitico antico, medio e recente

I dati archeobotanici disponibili per l'Italia settentrionale sono molto scarsi, dei 17 siti del Neolitico antico indagati (c. 5600–5100/4500 cal B.C.) (Rottoli e Castiglioni 2009) (Tab. 2) solo 4 di essi hanno restituito un numero sufficientemente alto di resti in grado di fornirci informazioni sull'economia agricola adottata in questo periodo. I siti sono: Sammardenchia, Piancada, Pavia di Udine (Friuli) e Lugo di Romagna (Emilia Romagna) (Pessina et al. 2004; Rottoli e Castiglioni 2009; Rottoli 2014; Rottoli e Pessina 2007). I maggiori dati provengono dai siti ubicati nel Friuli. Allo stato attuale della ricerca non è possibile affermare se l'economia agricola documentate per i Gruppi Friulani sia stata un modello diffuso applicabile anche per il resto delle culture presenti

nell'Italia settentrionale durante il VI millennio, solo attraverso uno studio sistematico effettuato su un numero sufficientemente ampio di siti potrà dirci se vi era lo stesso modello agricolo adottato dalle comunità preistoriche. Sulla base dei dati disponibili è possibile ipotizzare un modello agricolo per il Neolitico antico dell'Italia settentrionale basato sulla coltivazione di tre principali cereali: orzo vestito e nudo (*H. vulgare*, *H. vulgare* var. *nudum*), farro (*T. dicoccum*), piccolo farro (*T. monococcum*), e in misura minore dei frumenti nudi (*T. aestivum/durum*) (Barker et al. 1987; Biagi e Nisbet 1987; Castelletti et al. 1987; Castelletti e Rottoli 2001; Impronta e Pessina 1999). Rimane invece ancora incerta la presenza dello spelta (*T. spelta*), mentre occasionalmente si registra la presenza del nuovo frumento vestito (*new glume wheat*) presso Sammardenchia, Piancada, Pavia di Udine (Rottoli 1999; 2005; 2014; Pessina et al. 2004). In generale i cereali che predominano in questa fase sono gli orzi, il farro, e il piccolo farro. Assieme ai cereali si documenta presso Sammardenchia e Pavia di Udine (Rottoli e Castiglioni 2009; Rottoli 1999) anche la coltivazione delle leguminose: piselli (*P. sativum*), lenticchie (*L. culinaris*), veccie (*V. sativa*, *V. ervilia*), e le cicerchie (*Lathyrus sativus/cicera*), tra le piante oleaginose si registra presso Sammardenchia la presenza del lino (*L. usitatissimum*). Il consumo dei frutti spontanei è ben documentato nei siti di: Sammardenchia, Piancada e Lugo di Romagna (Rottoli 1999; Rottoli and Castiglioni 2009), Arene Candide (Liguria) (Arobba et al. 1997; Nisbet 2006;) attraverso il ritrovamento di: nocciole (*Corylus avellana*), biancospino (*Crataegus* sp.), mele selvatiche (*Malus sylvestris*), prugne selvatiche, (*Prunus spinosa* agg.), ghiande (*Quercus* sp.), more (*R. fruticosus* agg.), sambuco (*S. ebulus*) e dell'uva selvatica (*V. vinifera* ssp. *sylvestris*). Nel solo sito di Sammardenchia (Rottoli 1999; Rottoli e Castiglioni 2009) appaiono anche i gusci di noci (*Juglans regia*).

I dati relativi al Neolitico medio e recente (c. 5100/4500–3500 cal B.C.) dell'Italia settentrionale sono molto scarsi, su 20 siti scavati solo il sito palafitticolo di Palù di Livenza (Pordenone-Friuli) ha restituito il maggior numero di informazioni sull'economia agricola adottata durante questo periodo (Castelletti et al. 1998; Rottoli e Castiglioni 2009). I cereali identificati presso Palù di Livenza (Friuli) sono: orzo (*H. vulgare*), piccolo farro (*T. monococcum*) e farro (*T. dicoccum*). Insieme ai cereali vestiti si attesta anche la presenza dei frumenti nudi (*T. aestivum* e *T. durum*), identificati nei siti Neolitici della Liguria, del Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Emilia Romagna e il Friuli (Fig. 8; Tab. 4) (Castelletti e Motella De Carlo 1998; Ferrari et al. 2003; Rottoli e Castiglioni 2009).

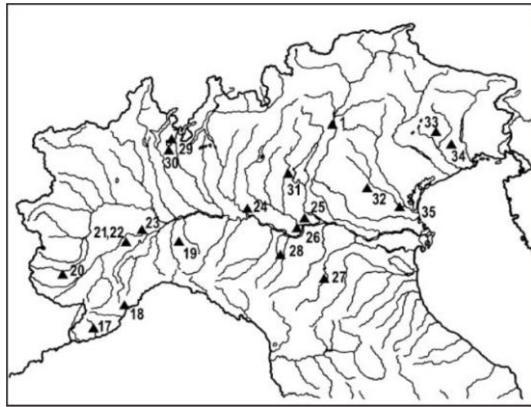


Fig. 8 Distribuzione dei siti del Neolitico medio e recente ubicati nel nord Italia (da: Rottoli e Castiglioni 2009).

(17) Arene Candide; (18) Arma dell'Aquila; (19) Casalnoceto; (20) Valgrana-Tetto Chiappello; (21) Alba-Corso Langhe; (22) Alba-Corso Europa; (23) Castello d'Annone; (24) Acquanegra sul Mosio; (25) Casatico di Marcaria; (26) Rivarolo Mantovano; (27) Spilamberto; (28) Rivaltella; (29) Isolino di Varese; (30) Lagozza di Besnate; (31) Monte Covolo; (1) Vela; (32) Fimon Molino Casarotto; (33) Palu` di Livenza; (34) Bannia Palazzine di Sopra; (35) Maserà

Tab. 2 Datazioni al radiocarbonio del Neolitico antico (Italia settentrionale) dei siti archeologici citati nel testo (^{14}C BP, cal. 2σ BC). Le datazioni sono state calibrate con CALIB 6.1.0 (Reimer et al. 2009).

Sito	Livello/strato	Num. Lab.	Materiale	c14 BP	Calibrata 2σ BC
Trentino					
La Vela		UD-175	carbone	4850 \pm 200	4051-3027
Friuli					
Samnardenchia	strutt. 126/e6 liv.1	R-2736	carbone	5684 \pm 58	4685-4372
Samnardenchia		R-3141	carbone	5713 \pm 54	4702-4452
Samnardenchia	grande pozzo	R-2930	carbone	5770 \pm 57	4768-4465
Samnardenchia	strutt. 129	R-2935	carbone	5801 \pm 68	4824-4492
Samnardenchia	strutt. 145	R-2934	carbone	5819 \pm 56	4823-4536
Samnardenchia	pozz. g-h/2-3	R-2931	carbone	5856 \pm 49	4840-4584
Samnardenchia	strutt. 142	R-2937	carbone	5867 \pm 54	4879-4556
Samnardenchia	r 102 strato 1a	R-3140	carbone	5929 \pm 58	4976-4687
Samnardenchia	pozzo strato 3	R-3142	carbone	5958 \pm 76	5049-4623
Samnardenchia	strutt. 101 strato 1	R-3136	carbone	5986 \pm 59	5011-4723
Samnardenchia	strutt. 117	R-2733	carbone	6028 \pm 46	5042-4799
Samnardenchia	strutt. 114	R-2735	carbone	6068 \pm 53	5207-4836
Samnardenchia		R-2734	carbone	6170 \pm 57	5297-4982
Samnardenchia	strutt. 86	R-2548	carbone	6513 \pm 70	5614-5330
Samnardenchia	strutt. 37	R-2549	carbone	6525 \pm 55	5613-5370
Samnardenchia	strutt. 101	R-2545	carbone	6535 \pm 75	5624-5359
Samnardenchia	strutt. 87	R-2547	carbone	6570 \pm 74	5633-5376
Piancada		OZB-654	conchiglia	5869 \pm 71	4928-4547
Piancada	q. F1	OZC-209	carbone	5940 \pm 70	5004-4619
Piancada	q. E3	OZB-950	carbone	6240 \pm 80	5458-4987
Piancada	q. F2	OZB-949	carbone	6280 \pm 80	5467-5045
Piancada	q. E4	OZB-948	carbone	6410 \pm 70	5487-5224
Piancada	strutt. 1	R-2705	carbone	6751 \pm 108	5872-5482
Piancada	sepoltura	OZB-653	osso	8115 \pm 92	7447-6712
Fagnigola	strutt. 4	R-1545	carbone	5760 \pm 160	5005-4268
Fagnigola	strutt. 1	R-1544a	carbone	6050 \pm 90	5213-4729
Fagnigola	strutt. 21	R-2551	carbone	6483 \pm 74	5609-5315
Fagnigola	strutt. 30	R-2539	carbone	6540 \pm 70	5620-5371
Fagnigola	strutt. 27	R-2554	carbone	6548 \pm 85	5632-5344
Fagnigola	strutt. 23	R-2530	carbone	6570 \pm 75	5633-5375
Valer	St. 1	Bln-4432	carbone	6400 \pm 200	5707-4854
Valer	St. 1	Bln-4431	carbone	6504 \pm 59	5609-5342
Valer	St. 2	Bln-4436	carbone	6557 \pm 71	5626-5375
Ostiano Dugali Alti	pozzetto 3	Bln-2795	carbone	6090 \pm 100	5296-4783

Tab. 2 (Continua)					
Sito	Livello/strato	Num. Lab.	Materiale	c14 BP	Cal. 2σ BC
Lombardia					
Vhò di Piadena	(pit XVIII)	I-11445	carbone	6170 ± 100	5325-4843
Vhò di Piadena	(pit XXXII)	Bln-3135	carbone	5930 ± 50	4939-4708
Vhò di Piadena	(pit XVIII)	I-11444	carbone	6235 ± 470	6027-4065
Cecima	(pozzetto)	HAR-5123	carbone	5930 ± 130	5207-4501
Lugo di Romagna		n.d.	n.d.	5680 ± 260	5207-3975
Emilia Romagna					
Lugo di Romagna		n.d.	n.d.	5890 ± 250	5364-4259
Lugo di Romagna	973	R-2746	carbone	6161 ± 39	5215-5002
Lugo di Romagna		Bln-3370	carbone	6170 ± 50	5292-4990
Lugo di Romagna	987	R-2748	carbone	6585 ± 87	5661-5372
Lugo di Romagna	367	R-2747	carbone	6626 ± 110	5728-5370
Lugo di Romagna	132	Paris?	carbone	5680±-260	5207-3975
Savignano sul P.		Bln-2976	carbone	5930 ± 130	5207-4501
Savignano sul P.		Teled. Isot.	carbone	6310 ± 210	5635-4751
Chiozza		R-458	carbone	6000±-200	5357-4456
Arene Candide	BB27 ABD	Beta-65308	<i>Q. caducifolia</i>	5950 ± 60	4988-4709
Liguria					
Arene Candide	liv 13	MC-752	carbone	6000 ± 120	5218-4605
Arene Candide	BB26 G	Beta-60689	carbone	6050 ± 60	5207-4792
Arene Candide	BB27 G	Beta-60690	carbone	6140 ± 160	5466-4715
Arene Candide	BB27 C	Beta-66552	<i>Phillirea</i>	6150 ± 70	5298-4912
Arene Candide	BB26 - 25	R-101	carbone	6220 ± 55	5311-5035
Arene Candide	BB26 ABD	Beta-66551	<i>Q. caducifolia</i>	6350 ± 60	5469-5220
Arene Candide	BB25	Pi-27b	carbone	6487 ± 175	5729-5043
Arene Candide	liv 14 (=BB25)	LJ-4144	carbone	6490 ± 100	5626-5231
Arene Candide	liv 15	UB-2424	carbone	6700 ± 145	5894-5366
Arene Candide	liv 14 (=BB25)	LJ-4143	carbone	6870 ± 100	5983-5619
Arene Candide	BB27 G	Beta-66553	<i>P. terebintus</i>	6880 ± 60	5893-5646
Arene Candide	liv 14	UB-2423	carbone	6980 ± 115	6056-5662

La coltivazione del miglio (*P. miliaceum*, *Setaria italica*) e dello spelta (*T. spelta*) è ancora molto incerta. Nel solo sito di La Vela di Trento (Trento) si registra la presenza del nuovo frumento vestito (new glume wheat) (Degaspero et al. 2006; Mottes e Rottoli 2006). Anche i dati relativi alle leguminose sono molto scarsi, in Piemonte sono presenti solo nel sito di Valgrana-Tetto Chiappello in cui sono stati rinvenuti il favino (*Vicia faba* var. *minor*), i piselli (*P. sativum*), le cicerchie (*L. cicera/sativus*) e le lenticchie (*L. culinaris*) (Rottoli e Castiglioni 2009). Tra le piante oleaginose si registra la presenza del lino (*L. usitatissimum*) in Lombardia nei siti di: Isolino di Varese e Lagozza di Besnate, in Trentino Alto Adige nel sito la Vela di Trento, nel Friuli a Palù di Livenza, e nel Veneto presso Maserà (Rottoli e Castiglioni 2009). Il papavero (*P. somniferum*) è presente solo in Lombardia a Lagozza di Besnate e in Friuli a Palù di Livenza (Rottoli e Castiglioni 2009) (Tab. 4). Il consumo di diversi frutti spontanei è ben documentato presso i siti lacustri di Palù di Livenza e Lagozza (Rottoli e Castiglioni 2009; Ferrari et al. 2003), e nel Riparo di Pian del Ciliegio nel Ponente Ligure (Arobba e Caramiello 2009) in cui si attestano: nocciole (*C. avellana*), corniolo

(*Cornus mas*, *C. sanguinea*), il biancospino (*Crataegus* sp.), fragole selvatiche (*Fragaria vesca*), pere selvatiche (*Pyrus* sp.), prugne selvatiche (*P. spinosa* agg.), ciliegie (*Prunus avium*), ghiande (*Quercus* sp.), alchechengio (*Physalis alkekengi*), more (*R. fruticosus* agg., *R. idaeus*), sambuco (*S. ebulus*, *S. nigra/racemosa*), castagna d'acqua (*Trapa natans*), uva selvatica (*V. vinifera* ssp. *sylvestris*).

Discussioni

L'economia agricola documentata nell'Italia settentrionale durante tutto il Neolitico era basata sulla coltivazione di farro (*T. dicoccum*), piccolo farro (*T. monococcum*), orzi (*H. vulgare*) e frumenti nudi (*T. aestivum/durum*). I cereali erano accompagnati dalla coltivazione di diverse leguminose: i piselli (*P. sativum*), fave (*V. faba*), lenticchie (*L. culinaris*), veccie (*V. sativa*, *V. ervilia*), e cicerchie (*Lathyrus sativus/cicera*). Le piante coltivate introdotte nel Neolitico antico nell'Italia settentrionale sembrano, secondo le ultime ipotesi, essere state introdotte o dall'area Balcanica o attraverso i contatti con popolazioni del nord-Europa (Rottoli 2014). A una prima analisi, l'economia agricola non sembra essere molto differente da quella adottata nell'Italia meridionale (Tab. 3 e 4). Se escludiamo il sito di La Marmotta, i dati disponibili sulle risorse selvatiche sembrano essere maggiori rispetto all'Italia meridionale, un dato che potrebbe essere dipeso dalla tipologia di conservazione dei materiali, infatti la maggioranza dei siti indagati del nord-Italia sono siti lacustri che per la loro particolarità hanno facilitato la conservazione dei resti archeobotanici.

Tab. 4 - Piante coltivate durante il Neolitico medio e recente in Italia

Siti	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17	18	19	21	22	23	24	25	26	27	28	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	43	44	45	46											
Cereali																																																				
<i>Hordeum vulgare L.</i>		xxx		xx					x	x	x	x	x		x				x	x	x	xxx	x																													
<i>Hordeum vulgare s.l.</i>																									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x	x	x							
<i>H. vulgare var. nudum</i>		xx																					x																													
<i>Triticum dicoccum</i>	x	xxx	x	xx	x	x	x	x	x	xx	x	x	x		x	x			x			x	xx		x		x	x?	x?	x	x	x	x?	x	x	x	x	x					x	x	x							
<i>T. monococcum</i>		xxx		x				x	x	x	x			x		x						x					x	x	x	x?	x					x	x	x	x	x					x	x	x					
<i>T. aestivum/durum</i>	x	x		x				x	xxx			x	x	x	xx	x	x				x	x	x	x	x			x	x	x					x	x	x	x							x	x?	x					
New glume wheat																																																				
<i>Triticum spelta</i>										x																	x?																			x?						
<i>Panicum/Setaria</i>																																															x?	x?				
Leguminose																																																				
<i>Lathyrus cicera/sativus</i>		x		x					x				x							x																												x				
<i>Lens culinaris</i>		x		x							x	x	x							x																											x	x				
<i>Pisum sativum</i>		x?		x?						x?		x?	x?											x			x																					x?				
<i>Vicia ervilia</i>																								x																												
<i>Vicia faba</i>		x		x					x		x	x	x															x																								
<i>Vicia sativa</i>																																																		x		
<i>Vicia/Lathyrus</i>																																																				
Altre piante coltivate																																																				
<i>Linum usitatissimum</i>																																																	x	x		
<i>Papaver somniferum</i>																																																			x	x

(1) Cava Barbieri; (2) Ripa Bianca; (3) Catignano; (4) Ripoli; (5) Scamuso; (6) Grotta Sant'Angelo; (7) Masseria Candelaro; (8) Masseria Fontanarosa Uliveto; (9) Masseria Santa Tecchia; (10) Passo di Corvo; (11) Villa Comunale; (12) Olivento di Lavello; (13) Capo Alfiere; (14) Grotta dell'Uzzo; (15) Consuma 1; (16) Grotta del Leone; (17) Podere Casanuova; (18) Cava Barbieri; (19) Santa Maria in Selva; (20) Quadrato di Torre Spaccata; (21) Poggio Olivastro; (22) Cala Colombo; (23) Cala Scizzo; (24) Madonna delle Grazie; (25) Scamuso; (26) Grotta del Guano; (27) Arene Candide; (28) Arma dell'Aquila; (29) Casalnoceto; (30) Valgrana-Tetto Chiappello; (31) Alba-Corso Langhe; (32) Alba-Corso Europa; (33) Castello d'Annone; (34) Acqua negra sul Mosio; (35) Casatico di Marcara; (36) Rivarolo Mantovano; (37) Spilamberto; (38) Rivalentella; (39) Isolino di Varese; (40) Lagoza di Besnate; (41) Monto Covolo; (42) Vela; (43) Fimon Molino Casarotto; (44) Palù di Livenza; (45) Bannia Palazzine di Sopra; (46) Maserà - *Leggenda: x = bassa da 1 a 10 / xx = media da 10 a 50 / xxx = alta > 50 / ? = probabile*

Bibliografia

- Ammermann AJ, Sforza LLC (1986) La Transizione neolitica e la genetica di popolazioni in Europa. Bollati Boringhieri
- Arobba D, Caramiello R (2009) Indagini archeobotaniche sul deposito neolitico del Riparo di Pian del Ciliegio. Quaderni del Museo Archeologico del Finale 5:117-130
- Arobba D, Deferrari G, Nisbet R (1997) Carpological investigation at the cave of Arene Candide: an impression of a caryopsis of barley on a ceramic sherd. In: Maggi R (ed) Arene Candide: a functional and environmental assessment of the Holocene sequence (excavations Bernabò Brea-Cardini 1940–50), vol 5. Memorie dell'Istituto Italiano di Paleontologia Umana, pp 119–123
- Avetta C (1909) Avanzi vegetali rinvenuti nella terra della palafitta di Parma. Annali di Botanica VII:709-712
- Barker GWW, Biagi P, Castelletti L, Cremaschi M, Nisbet R (1987) Sussistenza, economia ed ambiente nel Neolitico dell'Italia settentrionale. In: Atti della XXVI Riunione Scientifica dell'IIPP, Il Neolitico in Italia Firenze 7-10 novembre 1985 vol 1. Firenze, pp 103-117
- Bellwood P (2005) First Farmers: The Origins of Agricultural Societies. Blackwell, USA
- Biagi P, Nisbet R (1987) The early farming communities in Northern Italy. In: Premières communautés paysannes en Méditerranée Occidentale. CNRS Paris, pp 447-453
- Bogaard A (2004) Neolithic Farming in Central Europe. London: Routledge
- Castelletti L, Castiglioni E, Leoni L, Rottoli M (1998) Resti botanici dai contesti del Neolitico medio-recente. *Bullettino di Paleontologia Italiana* 89:191–200
- Castelletti L, Costantini L, Tozzi C (1987) Considerazioni sull'economia e l'ambiente durante il Neolitico. Atti della XXVI Riunione Scientifica dell'IIPP, Il Neolitico in Italia. Firenze, 7-10 Novembre 1985. Firenze, pp 37-55
- Castelletti L, Motella De Carlo S (1998) La ricerca archeobotanica Preistorica e Protostorica in Piemonte: risultati e prospettive. In: Atti della XXXII Riunione Scientifica dell'IIPP, Preistoria e Protostoria del Piemonte, Alba, 29 settembre - 1° Ottobre 1995. Firenze, pp 363-372
- Cauvin J, Watkins T (2000) *The Birth of the Gods and the Origins of Agriculture*. Cambridge University Press
- Charles M (2007) East of Eden? A consideration of neolithic crop spectra in the eastern Fertile Crescent and beyond. In: Colledge S, Conolly J (eds) *The origins and spread of domestic plants in Southwest Asia and Europe*. Left Coast Press, Walnut Creek, pp 37-52
- Colledge S, Conolly J (2007) *The origins and spread of domestic plants in Southwest Asia and Europe*. Left Coast Press & UCL Institute of Archaeology Publications
- Colledge S, Conolly J, Shennan S (2004) Archaeobotanical Evidence for the Spread of Farming in the Eastern Mediterranean. *Current Anthropology* 4:35-58
- Colledge S, Conolly J, Shennan S (2005) The evolution of early Neolithic farming from SW Asian origins to NW European limits. *European Journal of Archaeology* 2:137-156
- Costantini L (2002) All'origine delle colture cerealicole del Mediterraneo. *Origini* 24:141-163
- Costantini L, Stancanelli M (1994) La preistoria agricola dell'Italia centro-meridionale: il contributo delle indagini archeobotaniche. *Origini* 18:149-243
- D'amato Avanzi MG (1953) Il grano della popolazione con civiltà tipo Lagozza della grotta di Agnano (Pisa). *L'agricoltura italiana* 53, pp 308-316

- Degasperi N, Mottes E, Rottoli M (2006) Recenti indagini nel sito neolitico de La Vela di Trento. In: Pessina A, Visentini, P. (eds) *Preistoria dell'Italia settentrionale. Studi in ricordo di Bernardino Bagolini. Atti del Convegno Udine 23–24 settembre 2005*. Museo Friulano di Storia Naturale, Udine, pp 143-168
- Delpino MAF, Pessina A, Tiné V (2002) *Le ceramiche impresse nel Neolitico Antico: Italia e Mediterraneo*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato
- Evett D, Renfrew J (1971) L'agricoltura neolitica italiana: una nota sui cereali. *Rivista di Scienze Preistoriche* 26:403-409
- Ferrari A, Delpino C, Petrucci G, Rottoli M, Visentini P (2003) Introduzione all'ultimo Neolitico dell'Italia padano-alpina e nordadriatica. In: Ferrari A, Visentini, P. (eds) *Il declino del mondo neolitico. Ricerche in Italia centro-settentrionale fra aspetti peninsulari, occidentali e nord-alpini, Atti del Convegno, Pordenone 5–7 aprile 2001*. Quaderni del Museo Archeologico del Friuli Occidentale 2, 2002, pp 101-121
- Fiorentino G, Caldara M, De Santis V, D'Oronzo C, Muntoni IM, Simone O, Primavera M, Radina F (2013) Climate changes and human–environment interactions in the Apulia region of southeastern Italy during the Neolithic period. *The Holocene* 23: 1297-1316
- Forenbaer S, Miracle PT (2005) The spread of farming in the Eastern Adriatic. *Antiquity* 79:514-528
- Fuller DQ (2007) Contrasting Patterns in Crop Domestication and Domestication Rates: Recent Archaeobotanical Insights from the Old World. *Annals of Botany* 100:903–924
- Fuller DQ, Willcox G, Allaby RG (2011) Cultivation and domestication had multiple origins: arguments against the core area hypothesis for the origins of agriculture in the Near East. *World Archaeology* 4:628-652
- Goiran A (1890) Alcune notizie veronesi di botanica archeologica. *Nuovo Giornale Botanico Italiano* 22:19-31
- Harris DR (1996) *The origins and spread of agriculture and pastoralism in Eurasia*. Smithsonian Institution Press
- Harris DR (1998) The Spread of Neolithic Agriculture from the Levant to Western Central Asia. In: Damania AD, Valkoun J, Willcox G, Qualset CO (eds) *The Origins of Agriculture and Crop Domestication. Proceedings of the Harlan Symposium 10-14 May 1997, Aleppo, Syria, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas*. Aleppo, pp 65-82
- Hedges R. E. M, Housley R.A, Law, I. A, and Bronk C. R (1990) Radiocarbon dates from the letter-spacing: -Oxford letter-spacing: - AMS system: *Archaeometry Datelist 10*, *Archaeometry* 1:101-108
- Heun M, Borghi B, Salamini F (1998) Wheat domestication; response. *Science* 279:303-304
- Heun M, Schäfer-Pregl R, Klawan D, Castagna R, Accerbi M, Borghi B, Salamini F (1997) Site of Einkorn Wheat Domestication Identified by DNA Fingerprinting. *Science* 278:1312-1314
- Hillman G, Hedges R, Moore A, Colledge S, Pettitt P (2001) New evidence of late glacial cereal cultivation at Abu Hureyra on the Euphrates. *The Holocene* 4:383-393
- Impronta S, Pessina A (1999) La neolitizzazione dell'Italia settentrionale. Il nuovo quadro cronologico. In: Pessina A, Muscio G (eds) *Settemila anni fa il primo pane. Ambienti e culture delle società neolitiche*. Arti Grafiche Friulane, Udine, pp 107-115
- Jacomet S (2014) Crop diversity in southwestern Central Europe since the Neolithic. Chapter 3: Crop diversity through time. In: Chevalier A, Marinova, E., Peña-Chocarro, L. (eds), *Plants and People : Choices and Diversity through Time*, Oxford, Oxbow press, EARTH Series, vol. 1., pp 82-95
- Landi R (1953) Reperti vegetali della palafitta di Barche di Solferino. *Genetica agraria* 1-2:103-115
- Malone C (2003) The Italian Neolithic: A Synthesis of Research. *Journal of World Prehistory* 3:235-312

- Malone C, Stoddart S, Barker G, Clark G, Coltorti M, Costantini L, Giorgi J, Harding J, Hunt C, Reynolds T, Skeates R (1992) The Neolithic Site of San Marco, Gubbio (Perugia), Umbria: Survey and Excavation 1985-7. Papers of the British School at Rome 60:1-69
- Marinova E., Valamoti S. 2014. Crop diversity and choice in prehistoric southeastern Europe: cultural and environmental factors shaping the archaeobotanical record of northern Greece and Bulgaria. Chapter 3: Crop diversity through time. In: Chevalier A, Marinova, E., Peña-Chocarro, L. (eds), *Plants and People : Choices and Diversity through Time*, Oxford, Oxbow press, EARTH Series, vol. 1., pp 64-74
- Mottes E, Rottoli M (2006) I resti carpologici del sito neolitico de La Vela di Trento (campagne di scavo 1975 e 1976). In: Pessina A, Visentini P (eds) *Preistoria dell'Italia settentrionale. Studi in ricordo di Bernardino Bagolini. Atti del Convegno*, Udine, pp 23-24.
- Nisbet R (2006) Agricoltura del neolitico antico alle Arene Candide (Savona). In: Cocuzza N, Medri, M. (ed) *Archeologie. Studi in onore di Tiziano Mannoni*. Edipuglia, Bari, pp 331–335
- Oliva A (1939a) I frumenti, le leguminose da granella e gli altri semi repertati a Belvedere. *Studi Etruschi* 13:313-349
- Oliva A (1939b) Nuove tracce dell'alta civiltà dell'eneolitico "umbro" desunte dai ritrovamenti vegetali delle caverne di Belverde. *L'Italia agricola* 76:15-24
- Peltenburg E, Colledge S, Croft P, Jackson A, McCartney C, Murray MA (2001) Neolithic Dispersals from the Levantine Corridor: a Mediterranean Perspective. *Levant* 1:35-64
- Peña-Chocarro L., Zapata Peña L. 2014. Crop diversity in the Neolithic of the Iberian Peninsula. Chapter 3: Crop diversity through time. In: Chevalier A, Marinova, E., Peña-Chocarro, L. (eds), *Plants and People: Choices and Diversity through Time*, Oxford, Oxbow press, EARTH Series, vol. 1., pp 96-100
- Perlès C (2001) *The Early Neolithic in Greece: The First Farming Communities in Europe*. Cambridge University Press
- Pessina A, Fiappo G, Rottoli M (2004) Un sito neolitico a Pavia di Udine. Nuovi dati sull'inizio dell'agricoltura in Friuli. *Gortania* 25:73-94
- Pessina A, Tiné V (2008) *Archeologia del neolitico: l'Italia tra VI e IV millennio a.C.* Carrocci
- Price TD (2000) *Europe's First Farmers*. Cambridge University Press
- Rottoli M (1993) "La Marmotta", Anguillara Sabazia (RM). Scavi 1989. Analisi paleobotaniche: prime risultanze, Appendice 1. In: Fugazzola Delpino MA et al., "La Marmotta" (Anguillara Sabazia, RM). Scavi 1989. Un abitato perilacustre di età neolitica. *Bullettino di Paletnologia Italiana*, 84, n.s II:305–315
- Rottoli M (1999) I resti vegetali di Sammardenchia-Cûeis (Udine), insediamento del Neolitico antico. In: Ferrari A, Pessina, A. (ed) *Sammardenchia-Cûeis. Contributi per la conoscenza di una comunità del primo Neolitico*, vol 41. Pubblicazioni del Museo Friulano di Storia Naturale, pp 307–326
- Rottoli M (2002) Zafferanone selvatico (*Carthamus lanatus*) e cardo della Madonna (*Silybum marianum*), piante raccolte o coltivate nel Neolitico antico a "La Marmotta"? *Bullettino di paletnologia italiana* 91-92:47-61
- Rottoli M (2005) Un nuovo frumento vestito nei siti neolitici del Friuli-Venezia Giulia (Italia nord orientale). *Gortania* 26(2004):67–78
- Rottoli, M., 2014. Before the Empire: Prehistoric Fruit Gathering and Cultivation in Northern Italy. Chapter 3: Crop diversity through time. In : A. Chevalier, E. Marinova and L. Peña-Chocarro (eds.), *Plants and People: Choices and Diversity through Time*, Oxford, Oxbow press, EARTH Series, vol. 1., pp 75-81
- Rottoli M, Castiglioni E (2009) Prehistory of plant growing and collecting in northern Italy, based on seed remains from the early Neolithic to the Chalcolithic (c. 5600–2100 cal b.c.). *Vegetation History and Archaeobotany* 1:91-103
- Rottoli M, Pessina A (2007) Neolithic agriculture in Italy: an update of archaeobotanical data with particular emphasis on northern settlements. In: Colledge S, Conolly J (eds) *The origins and spread of domestic plants in Southwest Asia and Europe*. Left Coast Press, Walnut Creek, pp 141-154

- Salamini F, Oezkan H, Brandolini A, Schaefer-Pregl R, Martin W (2002) Genetics and geography of wild cereal domestication in the Near East. *Nature Reviews Genetics* 3:429-441
- Sherratt A (2007) Diverse origins: regional contributions to the genesis of farming. In: Colledge S, Conolly J (eds) *The origins and spread of domestic plants in Southwest Asia and Europe*. Left Coast Press, Walnut Creek, pp 1-20
- Strobel P (1886) Avanzi di vertebrati preistorici della Valle della Vibrata. *Bullettino di Paleontologia Italiana* 12:163-170
- Tongiorgi E (1947) Grano, miglio e fave in un focolare rituale dell'età del Bronzo a Grotta Misa. *Nuovo Giornale Botanico Italiano* 54:804-806
- Tongiorgi E (1950) Grotta di Agnano. *Rivista di Scienze Preistoriche* 5:121
- van Zeist W (1972) Palaeobotanical results in the 1970 season at Çayönü, Turkey. *Helinium* 12:3-19
- Vigne J-D, Briois F, Zazzo A, Willcox G, Cucchi T, Thiébaud S, Carrère I, Franel Y, Touquet R, Martin C, Moreau C, Comby C, Guilaine J (2012) First wave of cultivators spread to Cyprus at least 10,600 y ago. *Pnas* 22:8445-8449
- Weiss E, Kislev M, Hartmann, A (2006) Autonomous Cultivation Before domestication. *Science* 312:1608-1610
- Willcox G (2005) The distribution, natural habitats and availability of wild cereals in relation to their domestication in Near East: multiple events, multiple centres. *Vegetation History and Archaeobotany* 14:534-541
- Willcox G (2007) The adoption of farming and the beginnings of the Neolithic in the Euphrates valley: cereal exploitation between the 12th and 8th millennia cal BC. In: Colledge S, Conolly J (eds) *The origins and spread of domestic plants in Southwest Asia and Europe*. Left Coast Press, Walnut Creek, pp 21-36
- Zapata L, Peña-Chocarro L, Pérez-Jordá G, Stika H-P (2004) Early Neolithic Agriculture in the Iberian Peninsula. *Journal of World Prehistory* 4:283-325
- Zeder MA (2008) Domestication and early agriculture in the Mediterranean Basin: Origins, diffusion, and impact. *Pnas* 33:11597-11604
- Zohary D, Hopf M, Weiss E (2012) *Domestication of Plants in the Old World. The Origin and Spread of Cultivated Plants in West Asia, Europe and the Nile Valley*. Oxford University Press, Oxford
- Zvelebil M (2009) *Hunters in Transition: Mesolithic Societies of Temperate Eurasia and Their Transition to Farming*. Cambridge University Press
- Zvelebil M, Dolukhanov P (1991) The transition to farming in Eastern and Northern Europe. *Journal of World Prehistory* 3:233-278

Capitolo 2

L'AGRICOLTURA PREISTORICA IN SARDEGNA DURANTE IL NEOLITICO

Introduzione

Le recenti indagini archeologiche e le datazioni al carbonio 14 disponibili per i siti del Neolitico antico della Sardegna, collocano alle soglie del VI millennio la presenza stabile delle prime comunità neolitiche nell'isola (Lugliè et al. 2007; Lugliè 2009; Sarti et al. 2012).

Si tratta di nuove comunità che nulla hanno in comune con il sostrato mesolitico isolano: gli elementi di discontinuità si evidenziano sia nello iato documentato stratigraficamente nei contesti con sequenze mesolitiche e neolitiche (Sarti et al. 2012) che nel cambiamento dei modi di vita e nell'uso ottimale delle risorse e del territorio, per cui a ragione si è parlato di una vera e propria colonizzazione dell'isola (Lugliè 2009).

In una prima fase, il Neolitico antico della Sardegna è caratterizzato da una produzione ceramica con decorazione cardiale che trova confronti con le comunità neolitiche tirreniche e, più in generale, con quelle del mediterraneo occidentale (Lugliè 2009; Pessina e Tiné 2008).

I siti archeologici inquadrati alle soglie del VI millennio si concentrano per il momento nel Centro-Sud della Sardegna, e le aree planiziali costiere sembrano quelle preferite dalle prime comunità neolitiche a differenza delle evidenze riferibili al sostrato mesolitico che viene documentato per lo più in contesti in grotta (Lugliè 2009). I dati sulle piante coltivate in questo periodo sono molto scarsi e gli unici indizi agricoli provengono dalla grotta di Filiestru presso Bonu Ighinu (Mara – Sassari) in cui furono rinvenute alcune cariossidi di farro (*T. dicocum*) e del piccolo farro (*T. monococum*) (Trump 1983).

Il Neolitico medio si situa cronologicamente tra il V e il IV millennio a.C. La cultura associata alla fase iniziale di questo periodo prende il nome di Cultura di Bonu Ighinu. Le prime attestazioni sicure risalgono agli anni '70 quando D.H. Trump e R. Loria individuarono nella grotta di Sa 'Ucca de su Tintirriolu nel territorio di Mara (Sassari) materiali ceramici caratteristici che portarono alla definizione di questa cultura (Lorìa e Trump 1978). Gli elementi distintivi di questa cultura si evidenziano nella produzione ceramica, di fattura fine e con decorazioni a motivi incisi e graffiti a cotto (Usai 2009). Nessun dato paleoeconomico è disponibile per questa fase. Un orizzonte maturo e terminale del Neolitico medio è stato riconosciuto più tardivamente e prende il nome di Cultura di San Ciriaco di Terralba (Atzeni 1987; Lugliè 2003; Usai 2009). Poco noto per il numero limitato di scavi che l'hanno interessata, questa cultura occupa la seconda metà del V millennio a.C.: non si hanno informazioni sugli assetti paleoeconomici ad essa relativi. Il Neolitico recente si attesta tra il

IV e il III millennio a.C. La cultura che si sviluppa in questo periodo è detta Cultura di Ozieri, nome che deriva dalla località di San Michele di Ozieri in cui venne scoperta (Lilliu 2004).

Gli insediamenti abitativi si documentano sia presso cavità naturali che in villaggi all'aperto. L'economia, sulla base dei pochi dati disponibili, sembra basarsi sull'allevamento di bovini, ovicaprini a cui si affiancano le attività di pesca e caccia del cervo e del cinghiale (Tanda 2009).

In Sardegna i dati disponibili sull'agricoltura preistorica del Neolitico si basano su pochi resti vegetali recuperati durante le operazioni di scavo in grotta in contesti inquadrati tra il Neolitico antico e il Neolitico recente tra gli anni 60 e 80. La presenza di resti di cereali e leguminose coltivate sembra essere documentato nella grotta di Filiestru, Grotta del Guano, Sa 'Ucca de Su Tintirriòlu, Molia (Costantini e Stancanelli 1994; Trump 1983, 1990; Sadori et al. 1989).

La grotta di Filiestru presso Bonu Ighinu (Mara – Sassari) è stata interessata da diverse campagne di scavo intraprese tra il 1970 e il 1980 (Trump 1983). Negli strati del Neolitico antico a ceramica cardiale (Q-3020) 5630 ± 70 BC (6710 ± 75 BP) della trincea D furono ritrovate alcune cariossidi di farro (*T. dicoccum*) e del piccolo farro (*T. monococcum*) (Trump 1983).

Sa 'Ucca de Su Tintirriòlu è una grotta carsica ubicata nel territorio di Mara (Sassari), risale al 1971 la prima campagna di scavo condotta da David H. Trump e Renato Loria. Gli archeologi riportano il ritrovamento di numerosi carboni provenienti dalla trincea G negli strati 5 e 6 attribuiti rispettivamente alle fasi culturali del Neolitico medio e recente. La datazione al ^{14}C del livello 5 relativo al Neolitico recente è stata: (R-884a) 3880 ± 70 BC (5090 ± 50 BP). Le analisi dei semi carbonizzati furono effettuate da R.W. Dannel dell'Università di Cambridge che identificò semi di farro (*T. dicoccum*), orzo nudo a sei file (*H. vulgare* var. *nudum*). In associazione furono identificate anche alcune leguminose, la lenticchia (*L. culinaris*) e le vecce (*Vicia* sp.) (Loria e Trump 1978).

La Grotta del Guano nel territorio di Oliena (Nuoro) è stata oggetto di scavo archeologico nel 1978 diretto dall'archeologa Editta Castaldi. In quell'occasione furono ritrovati nel taglio IV numerosi resti vegetali carbonizzati le cui analisi determinarono la presenza, in strati del Neolitico recente (R-1785) 3500 ± 100 BC (4700 ± 60 BP) di orzo vestito (*H. vulgare*), di frumenti nudi (*T. compactum*), e piselli (*P. sativum*) (Castaldi 1987; Costantini e Stancanelli 1984).

La Domus de Janas di Molia presso Illorai (Sassari) è stata oggetto di scavo archeologico dal 1976 al 1984 diretto dall'archeologa Giuseppa Tanda. Si tratta di una tomba scavata nella roccia dalle comunità del Neolitico recente della cultura di Ozieri (fine IV millennio – prima metà del III millennio). I resti vegetali rinvenuti al suo interno erano in associazione con materiali ceramici del Neolitico recente. Sono stati identificati cariossidi di frumenti nudi (*T. aestivum/durum*), e orzi (*Hordeum* sp.) (Sadori et al. 1989).



Fig. 1 - Localizzazione dei contesti neolitici analizzati: (1) Su Carroppu; (2) Sa Punta; (3) Su Forru de is Sinzurreddus; (4) Su Mulinu Mannu; (5) Molia; (6) Grotta del Guano

A differenza di altri contesti peninsulari ed europei, gli studi condotti a partire dagli anni '60 sui siti del Neolitico della Sardegna, si sono concentrati per lo più sulla produzione litica e ceramica, trascurando del tutto lo studio dei resti paleobotanici che molto avrebbero potuto dirci sulla paleoeconomia delle prime comunità di pastori e agricoltori. Nulla sappiamo sui primi cereali introdotti nell'isola e su quali risorse spontanee venissero consumate. Sono del tutto assenti studi archeobotanici riferiti a questo periodo importante della preistoria dell'isola, in cui nuove specie vegetali hanno fatto per la prima volta la loro comparsa. L'obiettivo di questo studio è stato quello di verificare quale fosse l'economia agricola introdotta dalle comunità neolitiche che si stanziarono in Sardegna. Lo studio si è concentrato sulle analisi carpologiche effettuate nei contesti archeologici di Su Carroppu (Carbonia), Sa Punta (Terralba), Su Forru de is

Sinzurreddus (Pau), Su Mulinu Mannu (Terralba), la Grotta del Guano (Oliena), la Domus de Janas di Molia (Illorai) (Fig 1).

Il Neolitico antico

Su Caroppu

Il sito di Su Caroppu (39°12'24"N 8°33'32"E) si trova ubicato nel massiccio montuoso del Sulcis a circa 10 Km in linea d'aria dalla costa sud-occidentale della Sardegna (Fig.1, 2). Si tratta di un riparo sotto roccia che domina una piccola vallata utilizzata oggi dagli allevatori della zona come terreno pascolativo. Intorno all'area cresce una vegetazione tipica della macchia mediterranea composta da: cisto (*Cistus creticus*), corbezzolo (*Arbutus unedo*), leccio (*Quercus ilex*), biancospino (*Crataegus monogyna*), rovo (*Rubus ulmifolius*), alaterno (*Rhamnus alaternus*) (Bacchetta 2006).



Fig. 2 - Vista dell'area di ubicazione del riparo sotto roccia di Su Caroppu

La scoperta di questo piccolo riparo sotto roccia risale agli anni '60 ad opera dell' archeologo Enrico Atzeni (Atzeni 1972; Atzeni 1978) il quale mise in evidenza una serie stratigrafica cronologicamente inquadrata al Neolitico antico, più precisamente ad una fase recente del Cardiale geometrico che trova riscontri con il pieno Neolitico antico di area tirrenica (Gassin and Lugliè 2012). Recenti indagini archeologiche (Gassin and Lugliè 2012; Lugliè et al. 2007) effettuate sui materiali recuperati durante la campagna di scavo del 1978 hanno permesso di determinare la fauna presente nel riparo. Le specie domestiche identificate sono riferibili al maiale (*Sus scrofa*), la capra (*Capra* sp.) e al bue (*Bos taurus*). La datazione al radiocarbonio effettuata su un osso di maiale lo inquadra alla fine del VI millennio (AA-80546, $6156 \pm 93 = 5311-4848$ 2σ cal. BC) (Gassin and Lugliè 2012). Un'altra datazione ottenuta su un osso di bue, inquadra il bovino al secondo quarto del V millennio (AA-75647, $5805 \pm 65 = 4798-4497$ 2σ cal. BC) (Gassin and Lugliè 2012). Gli animali domestici confermerebbero la presenza nel sito di Su Caroppu di comunità già pienamente neolitiche probabilmente anche dedite all'agricoltura.

Nelle ultime campagne di scavo è stato messo in luce un focolare ricco di carboni e resti di prologo (*Prolagus sardus*). Le datazioni al radiocarbonio inquadrano il contesto al IX-VIII millennio a.C. (Lugliè in press.).

Sa Punta

Il sito di Sa Punta (39°43'12.58"N 8°30'26.01"E) (fig. 1, 3) si trova ubicato nel territorio di Terralba (Oristano) nel confine meridionale del Golfo di Oristano.

La vegetazione dell'area comprende due differenti zone, il sistema stagnale e lagunare di Marceddì e un estesa formazione composta da macchia mediterranea della Penisola di Capo Frasca. La vegetazione palustre attuale è composta principalmente da canneti e giunchi (*Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Juncus subnodulosus*, *Juncus acutus*, *Salicornia* spp.). La macchia è composta da: eufobia arborea (*Euphorbia dendroides*), lentisco (*Pistacia lentiscus*), corbezzolo (*Arbutus unedo*) e leccio (*Quercus ilex*).

Il sito di Sa Punta è un contesto abitativo all'aperto già noto negli anni 70 per il ritrovamento, nei dintorni dello stagno di Marceddì, di manufatti litici (Lugliè et al. 2012). A seguito di uno scavo di emergenza condotto tra il 2005-2007 si è potuto documentare con più precisione il contesto preistorico. Gli scavi hanno messo in luce un fossato, realizzato sul bancone calcareo, il quale ha restituito diversi materiali riferiti a resti di fauna, molluschi marini, manufatti in ossidiana e frammenti ceramici (Lugliè et al. 2012).

Il sito risulta di particolare importanza in quanto il contesto si situa in una fase cronologicamente ristretta e ben individuabile delle fasi finali del Neolitico antico (AA-65493, $6325 \pm 86 = 5476-5068$ 2σ cal. BC) (Lugliè et al. 2012). Il contesto ha restituito diversi frammenti ceramici inornati e con decorazioni che trova riscontri con la cosiddetta *facies* a linee incise dell'area tirrenica (Lugliè et al. 2012). Sono disponibili alcuni dati paleofaunistici che attestano il consumo di *Ostrea*, *Spondylus*, *Mytilus Galloprovincialis* (Lugliè et al. 2012). Di recente è stato effettuato uno studio palinologico i cui risultati restituiscono una vegetazione composta principalmente da piante non arboree, in cui la percentuale più alta è data da *Poaceae*. Lo spettro pollinico mostra una vegetazione tipica degli ambienti costieri (*Arthrocnemum*, *Atriplex*, *Halocnemum*, *Salsola*) e lagunari (*Carex*, *Cyperus*, *Juncus*, *Potamogeton*) (Lugliè et al. 2012; Pittau et al. 2012), con apparente assenza di specie domestiche. I resti fungini identificati nel deposito di Sa Punta indicano un'attività antropica legata forse all'allevamento degli animali, mentre nessun dato è emerso su possibili pratiche agricole (Pittau et al. 2012). Dal 2011 è stata avviata un'indagine archeobotanica con l'obiettivo di verificare la presenza di materiali carpologici utili a comprendere quale fosse l'economia agricola della comunità neolitica che visse a Sa Punta.

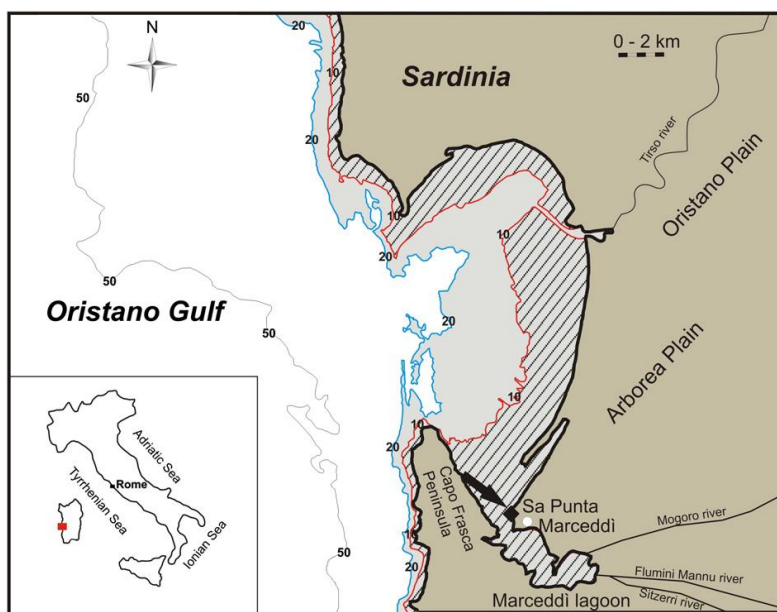


Fig. 3 - Ubicazione del sito archeologico di Sa Punta. da: (Pittau et al. 2012)

Il Neolitico medio

Su Forru de Is Sinzurreddus

Il sito di Su Forru de Is Sinzurreddus è localizzato nel territorio di Pau in provincia di Oristano in località Sennixeddu (fig. 1, 4). Il territorio di Pau si trova situato sul versante orientale del' Monte Arci, una formazione vulcanica d'età Plio – Pleistocenica. Il territorio è stato a lungo sfruttato per l'estrazione e la lavorazione dell'ossidiana dalle comunità neolitiche e nuragiche. La vegetazione che cresce nella zona è varia a seconda dell'altitudine e dell'esposizione, e si compone principalmente di leccete (*Quercus ilex*), roverelle (*Quercus pubescens*), sughere (*Quercus suber*), bagolari (*Celtis australis*), agrifoglii (*Ilex aquifolium*), fichi selvatici (*Ficus carica*), prugnolo (*Prunus spinosa*) e aree arbustive di corbezzolo (*Arbutus unedo*), erica (*Erica arborea*), fillirea (*Phillyrea angustifolia*), lentisco (*Pistacia lentiscus*), mirto (*Myrtus communis*), viburno (*Viburnum tinus*) e sambuco (*Sambucus nigra*). Attualmente il sito di Su Forru de Is Sinzurreddus è oggetto di scavo archeologico dal 2002. Si tratta di un riparo sotto roccia (fig.6) al cui interno sono stati rinvenuti diversi manufatti litici in ossidiana e frammenti ceramici che documentano momenti di frequentazione risalenti al Neolitico medio evoluto di San Ciriaco, la cui datazione è collocabile nella seconda metà del V millennio cal. BC (Lugliè 2006). Dal 2011 sono in corso le analisi carpologiche atte ad individuare l'economia agricola praticata durante il Neolitico medio.



Fig. 4 - Ingresso del riparo sotto roccia di Su Forru de Is Sinzurreddus (Pau - Oristano)

Su Mulinu Mannu

Il sito di Su Mulinu Mannu (39°42'55.53"N 8°38'48.44"E) (Fig.1, 5) si trova ubicato nella periferia del paese di Terralba (Or) a poche centinaia di metri dalla famosa stazione neolitica di San Ciriaco (Santoni et al. 1997). La scoperta del sito di Su Mulinu Mannu risale al 2007 a seguito di uno scavo di urgenza che interessò un'area destinata all'espansione urbana del comune di Terralba. Gli scavi furono codiretti dall'Università di Cagliari sotto la direzione scientifica di Carlo Lugliè e dalla Soprintendenza per i Beni Archeologici delle provincie di Cagliari e Oristano sotto la supervisione dell'archeologa Emerenziana Usai. L'area interessata dall'indagine archeologica è stata di circa 80 m² (Fig. 5), lo scavo archeologico mise in luce 2 strutture infossate e un accumulo in superficie di materiali ceramici, resti ossei, carboni, e materiali litici (Lugliè, p. c.). Le due strutture infossate sono state indagate fino ad una profondità massima di circa 2 metri. Il riempimento di queste strutture era composto da un accumulo di materiali di diversa natura (litici, ceramici, ossei, carboni), la funzione di queste strutture è ancora da stabilire, ma una prima analisi sembra indicare che siano state create come luogo di discarica (Lugliè, p. c.). I materiali recuperati dalle due strutture infossate sono composti principalmente da frammenti ceramici appartenuti alla cultura di San Ciriaco di Terralba, una fase avanzata del Neolitico medio (4500-4100 cal. BC) (Lugliè, p. c.). Il resto dei materiali è composto da strumenti in ossidiana, macine, pestelli, resti di fauna e di pesci. Lo studio preliminare delle ossa, ha permesso di documentare resti di animali domestici quali: pecore, il maiale e il bue (Lugliè, p. c.). Una porzione di una delle strutture infossate fu asportata per intero e depositata nei magazzini della Soprintendenza Archeologica di Cagliari. In questa

porzione denominata zolla A, è stato possibile nel 2010 effettuare dei campionamenti di terreno per le analisi archeobotaniche oggetto di questa tesi dottorale.



Fig. 5 - Particolare dell'area di scavo di Su Mulinu Mannu (Terralba – Oristano)

Il Neolitico recente

La Grotta del Guano

La Grotta del Guano (40°17'15"N 9°30'25"E), ubicata nel territorio di Oliena (Nuoro), si apre su una parete calcarea che si affaccia sul fiume Cedrino. La vegetazione che cresce nella zona è piuttosto eterogenea e si caratterizza per la prevalenza del leccio (*Quercus ilex*), della sughera (*Quercus suber*) e del ginepro (*Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*). Lo strato arbustivo è costituito da lentisco (*Pistacia lentiscus*), alaterno (*Rhamnus alaternus*), fillirea (*Phillyrea latifolia*), erica (*Erica arborea*) e corbezzolo (*Arbutus unedo*).

La Grotta è stata oggetto di scavo archeologico sistematico nel 1978 ad'opera della Soprintendenza per i Beni Archeologici di Sassari e Nuoro sotto la direzione scientifica di Fulvia Lo Schiavo e dell'archeologa Editta Castaldi (Castaldi 1987). La grotta restituì numerosi frammenti ceramici della Cultura di Ozieri (Neolitico recente), idoletti di stile cicladico, numerosi pestelli e macine, diverse conchiglie di *cardium*, manufatti litici in ossidiana e fusaiole. In associazione a frammenti ceramici della cultura di Ozieri, nel taglio IV furono rinvenuti numerosi resti vegetali carbonizzati le cui analisi determinarono la presenza, in strati del Neolitico recente (R-1785) 3500 ± 100 BC (4700 ± 60 BP) di orzo vestito (*H. vulgare*), di frumenti nudi (*T. compactum*), e piselli (*P. sativum*) (Castaldi 1987; Costantini e Stancanelli 1994). Alcuni campioni di semi carbonizzati erano

conservati presso il museo archeologico di Nuoro e sono stati concessi per lo studio archeobotanico oggetto di questa tesi.

La Domus de Janas di Molia

La Domus de Janas di Molia (40°18'20"N 9°1'55"E) si trova ubicata nel territorio di Illorai (Sassari) a circa 500 metri dal fiume Tirso. La flora presente nel territorio è composta principalmente da foreste caducifoglie di roverelle (*Quercus pubescens*) e sclerofille composte da leccio (*Quercus ilex*), sughera (*Quercus suber*) e olivastro (*Olea europaea* var. *oleaster*). A quote medie troviamo boschi edafomesofili composti soprattutto da alloro (*Laurus nobilis*), mentre ad altitudini più elevate troviamo i boschi di tassi (*Taxus baccata*), agrifoglio (*Ilex aquifolium*) e l'acero minore (*Acer monspensulanum*). Nelle aree che hanno subito una maggiore antropizzazione è presente una vegetazione arbustiva composta principalmente da erica (*Erica arborea*), rovo (*Rubus ulmifolius*), biancospino (*Crataegus monogyna*) e cisto (*Cistus monspeliensis*). Sono presenti, in alcune aree con bioclimate mediterraneo pluvistagionale oceanico, microboschi climatofili composti principalmente da leccio (*Quercus ilex*) e sughere (*Quercus suber*), a cui si affianca uno strato arbustivo composto da alcune caducifoglie di *Pyrus spinosa*, *Prunus spinosa*, *Crataegus monogyna* e alcune termofile come *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus* (Arrigoni 2013).

La scoperta del sito archeologico risale al 1976 quando, durante i lavori di sbancamento della collina di tufo per la realizzazione di una strada a scorrimento veloce, fu rinvenuta parte di una necropoli a *domus de janas*. La necropoli è stata costruita dalle comunità del Neolitico recente sulla collina di tufo sulla quale furono scavate 8 tombe (Fig. 6). Le campagne di scavo, intraprese subito dopo la scoperta del complesso funerario, furono dirette dall'archeologa Giuseppa Tanda negli anni '76, '77, '78 e nel 1983-'84. Si tratta di una grande necropoli a *domus de janas* costituita da 9 ipogei risalenti al Neolitico recente (fine IV-inizi III millennio a. C.). La tomba 1, ubicata nella parete sud-est della collina, è composta da un dromos o corridoio a cielo aperto, lungo m 24 e largo m 4 circa, con un'altezza massima di m 0,60; da un'anticella semicircolare, assai danneggiata, del diametro di m 10,50, da una cella successiva quadrangolare e da almeno altre 8 celle, ora completamente ingombre di sedimenti (Fig. 7). Il modulo architettonico anticella/cella quadrangolare è assai diffuso in Sardegna ed è ritenuto essere l'imitazione di capanne neolitiche del tipo di Serra Linta a Sedilo caratteristica questa dell'ideologia funeraria della Cultura di Ozieri (IV millennio a. C.) (Tanda e Depalmas 1997). All'interno della *dromos* fu scoperto un grande focolare strutturato di forma circolare i cui limiti furono ricavati lavorando la pietra pavimentale a forma di cordolo il cui diametro si aggira intorno a 1,30 m (Fig. 8). All'interno del focolare furono rinvenuti numerosi frammenti ceramici di Cultura Ozieri e materiali vegetali carbonizzati. Una prima analisi

dei materiali botanici fu effettuata da Laura Sadori presso l'Università di Roma La Sapienza nel 1989. I carboni furono attribuiti a *Quercus* tipo *Ilex* mentre alcune cariossidi furono identificate come *Triticum aestivum/durum* e *Hordeum* sp. (Sadori et al. 1989).

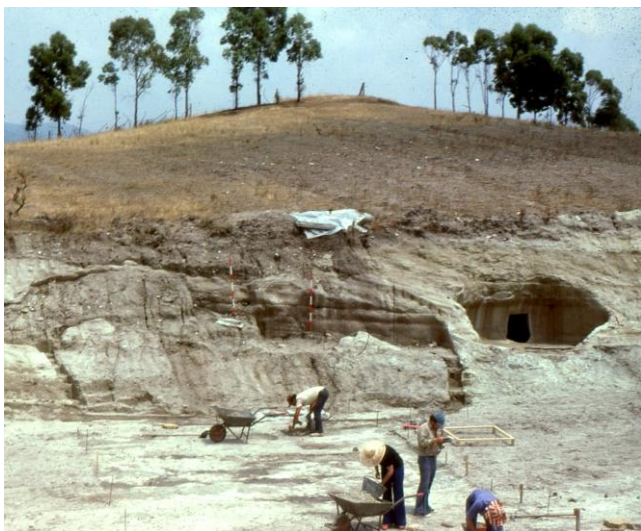


Fig. 6 - Vista generale degli scavi di Molia

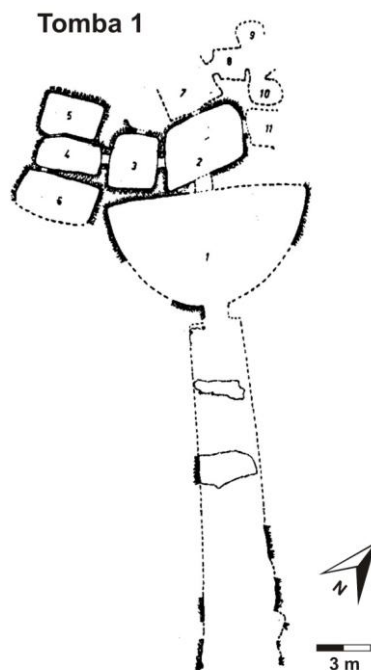


Fig. 7 - Planimetria della tomba n° 1



Fig. 8 - Particolare del focolare rinvenuto all'interno della tomba n° 1



Fig. 9 - Frammento ceramico della Cultura di Ozieri, rinvenuto all'interno del focolare

Materiali e metodi

I macroresti sono stati recuperati con l'utilizzo di una macchina per la flottazione della capacità di 120 litri, provvista di una maglia interna di 1 mm e una esterna da 250 μ che ha raccolto tutti i materiali che hanno flottato. Anche il sedimento più pesante rimasto all'interno della macchina è stato analizzato con la finalità di verificare la presenza di ulteriori macroresti che non hanno

flottato. Prima di procedere all'identificazione dei *taxa* si è proceduto, attraverso una colonna di setacci, a suddividere i macroresti, in frazioni da 4, 2, 1, 0.50 and 0.25 mm, per facilitare il lavoro in laboratorio. L'identificazione è avvenuta tramite lo stereo microscopio e l'uso della collezione di riferimento di semi attuali presenti nel laboratorio di archeobiologia del CCHS del CSIC di Madrid e del CCB attraverso l'utilizzo della bibliografia pertinente (Berggren 1969, 1981; Bojňanský and Fargašová 2007; Jacomet 2006; Cappers 2012). È stata utilizzata la nomenclatura normalmente usata per identificare i macroresti vegetali in archeobotanica (Zohary et al. 2012; Pignatti e Anzalone 1982).

Risultati

I resti carpologici di Su Carroppu

Il campionamento dei sedimenti archeologici di Su Carroppu è avvenuto durante le operazioni di scavo su un'area di ~ m² 5. Le UUSS interessate sono state 2, l'US 9 e l'US 32. Il totale del sedimento flottato è stato di 172 litri. I pochi resti vegetali recuperati si sono conservati per carbonizzazione (Tab. 1). In totale sono state recuperati solo 7 resti vegetali dall'unità stratigrafica 9. I resti vegetali identificati sono riferiti a una sola leguminosa indeterminata che, a causa della sua cattiva conservazione, non è stato possibile assegnare a nessun *taxon* specifico. La vegetazione spontanea è rappresentata da un solo seme di lentisco (*Pistacia lentiscus*), da un seme appartenente alla famiglie delle Asteraceae e 2 Caryophyllaceae. Il cattivo stato conservativo non ha permesso di andare oltre alla classificazione per famiglie (Tab. 1).

Tab.1 – I resti vegetali identificati a Su Carroppu

Su Carroppu US 9	Q. 101E - 102N	Q. 102N - 102E	Q. 102E - 103N
N° Campioni	9	11	3
Volume di terra (l)	62	95	15
<i>Taxa</i>			
LEGUMINOSE			
<i>Leguminosae</i> n.d.	1		
BACCHE			
<i>Pistacia lentiscus</i>	1		
ALTRE PIANTE			
Asteraceae			1
Caryophyllaceae	2		
Indet.		2	
Totale resti	4	2	1

I resti carpologici di Sa Punta

I sedimenti archeologici di Sa Punta sono stati raccolti dagli archeologi durante le campagne di scavo svoltesi nel 2012-13. L'area interessata dal campionamento è di ~m² 10. Le UUSS campionate sono state 3 (US 13, US 51, US 53), di cui sono stati flottati 196 litri di terra.

I sedimenti flottati di Sa Punta non hanno restituito nessun resto carpologico utile a chiarire la paleo economia esistente durante il Neolitico antico. Il sedimento era ricco di resti di conchiglie e pochi resti di piccoli carboni.

I resti carpologici di Su Forru de Is Sinzurreddus

I sedimenti analizzati del sito di Su Forru de is Sinzurreddus sono stati prelevati durante le campagne di scavo del 2010, 2011, 2012. Il totale del sedimento analizzato è stato di 50 litri. Le UUSS analizzate sono state 3 (US 1070, US 1092, US 1099). Il totale dei resti carpologici identificati è stato di 624, che si sono conservati per carbonizzazione. L'unità stratigrafica che ha restituito il maggior numero di resti è stata l'US 1099 con 372 macroresti. Nel sito di Su Forru Is Sinzurreddus, tra i cereali coltivati durante il Neolitico medio B si documenta una sola cariosside di frumento nudo (*Triticum aestivum/durum*) (Fig. 10). Nessuna leguminosa coltivata è stata documentata con certezza e le diverse leguminose identificate nel sito sono *Vicia/Lathyrus*, *Vicia/Pisum*, *Genista* sp. *Medicago* sp., alcune leguminose sono state classificate come indeterminabili a causa della loro cattiva conservazione. Una delle cause per cui vi è una scarsa presenza di cereali e leguminose coltivate potrebbe essere dovuta al luogo in cui i campioni sono stati prelevati. I campioni infatti provengono tutti dal piccolo riparo sotto roccia che misura ~20 mq il che rende assai poco probabile che questa zona fosse adatta a svolgere le comuni attività di cucina o sia servito come spazio abitativo: è proprio in questi luoghi che è più probabile rinvenire resti vegetali legati alla manipolazione degli alimenti.

I frutti selvatici sono rappresentati da pochi semi di fico (*Ficus Carica*), rovo (*Rubus* sp.), sambuco (*Sambucus* sp.), e un seme di una Rosacea che non si è potuto assegnare con certezza a nessun genere a causa del cattivo stato conservativo. Un numero elevato di semi sono pertinenti alla vegetazione arbustiva tipica della macchia mediterranea, come il lentisco (*Pistacia lentiscus*), cisto (*Cistus* sp.), erica (*Erica arborea*) e fillirea (*Phyllirea* sp.), inoltre si registra la presenza di diversi semi di piante ruderali e infestanti come *Brassica* sp. *Chenopodium* sp., *Thymelaea* sp., *Potentilla/Fragaria*, Amaranthaceae, Apiaceae, Caryophyllaceae, Poaceae (Tab. 2).

Tab.2 – I resti vegetali identificati a Su Forru de Is Sinzurreddus

Su Forru de Is Sinzurreddus.	US 1070	US 1092	US 1099
N° Campioni	22	27	55
Volume di terra (l)	7,5	16,3	25,5
<i>Taxa</i>			
CEREALI			
<i>Triticum aestivum/durum</i>			1
LEGUMINOSE			
<i>Vicia/Lathyrus</i>	1		25
<i>Vicia/Pisum</i>		1	
cfr. <i>Leguminosae</i>	2		3
<i>Genista</i> sp.			5
<i>Medicago</i> sp.			2
<i>Leguminosae</i> indet.			2
FRUTTA			
<i>Ficus carica</i>			2
<i>Rubus</i> sp.			31
<i>Fragaria</i> sp.			2
<i>Sambucus</i> sp.			4
tipo <i>Rosaceae</i>			1
BACCHE			
<i>Pistacia lentiscus</i>	3		86
ALTRE PIANTE			
Amaranthaceae		10	5
Apiaceae			45
<i>Brassica</i> sp.		173	18
Caryophyllaceae		6	6
<i>Chenopodium</i> sp.		3	15
<i>Cistus</i> sp.			52
<i>Erica</i> sp. (foglie)			24
<i>Galium</i> sp.			1
<i>Phyllirea</i> sp.	1		7
Poaceae			2
<i>Quercus</i> sp. (cupola fr.)			2
<i>Thymelaea</i> sp.			1
Coproliti			29
Indet.	1	1	51
Totale	8	194	422

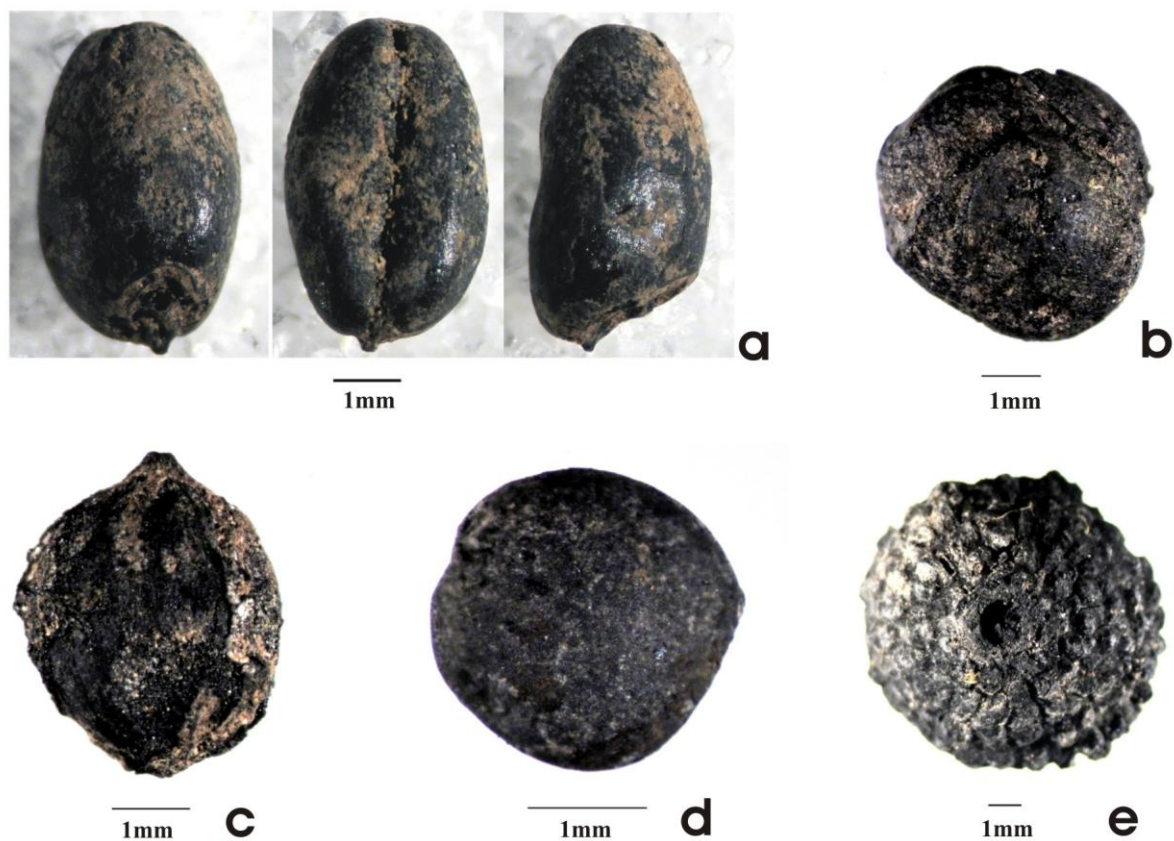


Fig. 10 – I resti vegetali rinvenuti a Su Forru de Is Sinzurreddus; **a** *Triticum aestivum/durum* ; **b** *Vicia/Pisum*; **c** *Phyllirea* sp.; **d** *Pistacia lentiscus*; **e** *Quercus* sp. (cupola).

I resti carpologici di Su Mulinu Mannu

I sedimenti campionati di Su Mulinu Mannu sono stati raccolti durante lo scavo delle zolle di terra che furono trasportate presso i magazzini della Soprintendenza Archeologica di Cagliari. Il totale di sedimento flottato è stato di 106 litri. Il totale dei materiali carpologici recuperati con la flottazione sono stati 58, i *taxa* identificati sono stati 6, i materiali si sono conservati per carbonizzazione. Il blocco che ha restituito il maggior numero di resti è stata la zolla A nel quadrato 193-384. A Su Mulinu Mannu si documentano i resti di cariossidi di cereali, di cui una cariosside non del tutto integra di orzo nudo (*Hordeum vulgare* var. *nudum*) (Fig. 11), e numerosi resti di frammenti di cereali che a causa dello stato frammentario non presentavano nessun particolare diagnostico utile ad assegnarli a un *taxa* specifico. I frutti selvatici sono rappresentati da 2 soli semi di fico (*Ficus carica*), una possibile oliva (*Olea oleaster*), e un possibile pinolo (*Pinus* sp.). Parte della vegetazione spontanea è documentata da una Caryophyllaceae, e diversi semi di malva (*Malva* sp.) (Tab. 3).



Fig. 11 – Cariosside di *Hordeum vulgare* var. *nudum* da Su Mulinu Mannu (Terralba)

Tab. 3 – I resti vegetali identificati presso Su Mulinu Mannu

Su Mulinu Mannu Blocco. Q.R Y-W	Zolla A Q.193 - 384	Zolla B Q.193 - 194	Zolla 13
N° Campioni	11	11	3
Volume di terra l	26,5	62	18
<i>Taxa</i>			
CEREALI			
<i>Hordeum vulgare</i> var. <i>nudum</i>	1		
Cereali indet (fr.)	32	5	2
FRUTTA			
<i>Ficus carica</i>	1		1
tipo <i>Olea oleaster</i> (fr.)	1		
tipo <i>Pinus</i> sp.	1		
ALTRE PIANTE			
Caryophyllaceae		1	
<i>Malva</i> sp.	6	5	2
Indet.		5	
Totale	42	11	5

I resti carpologici della Grotta del Guano

Del campione analizzato non si conosce il totale del sedimento prelevato, o se sia stata eseguita la flottazione dei sedimenti.

Il totale dei semi identificati è stato di 101 resti i quali si sono conservati per carbonizzazione. Il campione è composto da cariossidi di cereali e leguminose, mentre i *taxa* più rappresentati sono i cereali. I cereali appartengono a: orzo vestito (*Hordeum vulgare*), orzo nudo (*Hordeum vulgare* var. *nudum*), e frumenti esaploidi e tetraploidi (*Triticum aestivum/durum*). Le leguminose identificate

sono rappresentate solo da piselli (*Pisum sativum*). Tra i cereali il più rappresentato è il frumento a cui segue l'orzo nudo (Tab. 4).

Tab. 4 – I resti vegetali identificati nella Grotta del Guano

Grotta del Guano	
N° Campioni	1
Volume di terra (l)	?
<i>Taxa</i>	
CEREALI	
<i>Hordeum vulgare L.</i>	9
<i>Hordeum vulgare var. nudum</i>	23
<i>Hordeum vulgare var. nudum</i> (fr.)	5
<i>Triticum aestivum/durum</i>	35
<i>Triticum aestivum/durum</i> (fr.)	1
Cereali (fr.)	24
LEGUMINOSE	
<i>Pisum sativum</i>	4
Totale	101

I resti carpologici della Domus de Janas di Molia

Il piccolo campione di ceneri e terra analizzato ha restituito un totale di 61 resti vegetali. Tutti i resti si sono conservati per carbonizzazione. In totale sono stati identificati 2 *taxa* tutti appartenenti ai cereali. Nella Domus de Janas di Molia erano presenti l'orzo nudo (*Hordeum vulgare var. nudum*), i frumenti (*Triticum aestivum/durum*) (Fig. 12), frammenti di orzo (*Hordeum* sp.) e di frumenti (*Triticum* sp.) (Tab. 5).

Tab. 5 – I resti vegetali identificati nella tomba n° 1 di Molia

Molia	
N° Campioni	17
Volume di terra (l)	?
<i>Taxa</i>	
CEREALI	
<i>Hordeum vulgare var. nudum</i>	10
<i>Hordeum/Triticum</i>	1
<i>Hordeum</i> sp. (fr.)	38
<i>Triticum aestivum/durum</i>	11
<i>Triticum aestivum/durum</i> (fr.)	1
Cereal indet (fr.)	25
Totale	61

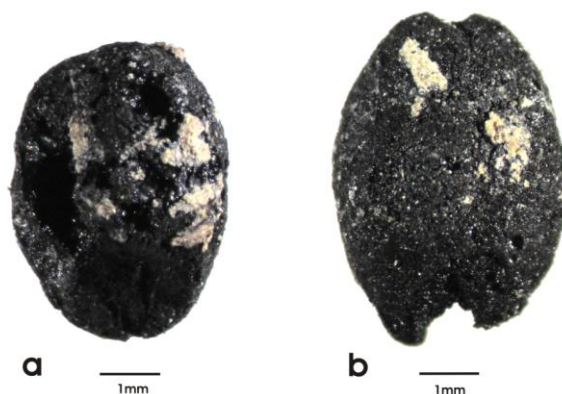


Fig. 12 – I resti vegetali della Domus de Janas di Molia. **a** *Triticum aestivum/durum*; **b** *Hordeum vulgare* var. *nudum*

Discussioni

I dati ottenuti dalle analisi archeobotaniche effettuate sui sedimenti archeologici dei siti del Neolitico medio e recente della Sardegna hanno permesso di documentare un sistema agricolo basato sulla coltivazione di cereali e leguminose a cui si aggiungono nuovi dati relativi al consumo di diversi frutti selvatici. Purtroppo dai sedimenti dei contesti inquadrati al Neolitico antico non è stato recuperato nessun resto vegetale che possa indicare quali cereali e leguminose coltivate fossero presenti in Sardegna nel VI millennio a.C. Il contesto di Su Carroppu, in cui si era documentata una fase sicura di frequentazione del Neolitico antico, grazie al ritrovamento di ceramiche cardinali, non ci ha restituito nessun resto utile a dipanare la questione sull'introduzione nell'isola di un sistema agricolo praticato dalle prime comunità neolitiche che si stanziarono in Sardegna. Il problema principale è probabilmente dovuto non ad una assenza vera e propria di resti vegetali, ma alle ridotte quantità di sedimento flottato. Purtroppo la stratigrafia relativa al Neolitico antico di Su Carroppu fu compromessa dai vecchi scavi degli anni '70 e solo le nuove indagini intraprese dall'Università degli studi di Cagliari ad opera di Carlo Lugliè hanno permesso in tempi recenti di ricostruire ed individuare strati sicuri e non scavati dell'originaria sequenza stratigrafica pertinente al Neolitico antico. Occorrerà quindi attendere le nuove campagne di scavo per poter campionare quantità sufficienti di terreno da sottoporre alla flottazione e alle analisi archeobotaniche. Durante gli scavi è però emerso un grande focolare pertinente ad una fase di frequentazione neolitica ma verosimilmente interessata da riempimenti intenzionali con materiali provenienti da depositi databili al Mesolitico (VIII millennio a.C.). Gli unici dati archeobotanici che abbiamo ottenuto dal sito di Su Carroppu sono pertinenti a questo riempimento del focolare, datato ad età mesolitica. I dati presentati nella tabella 1 mostrano la presenza di 7 resti vegetali, di cui una leguminosa indeterminata, un solo seme di lentisco e alcune Caryophyllaceae e Asteraceae. La presenza del seme di lentisco potrebbe essere legato, vista la natura del deposito, all'accensione del

fuoco impiegando legna di questa specie. La scarsità dei dati non ci consente per il momento di ricostruire la dieta e l'economia di sussistenza del gruppo umano che visse durante il Mesolitico in questo riparo sotto roccia.

Anche il sito di Sa Punta, inquadrato cronologicamente ad una fase finale del Neolitico antico (5476-5068 2σ cal. BC), non ha restituito nessun dato carpologico. La scarsità dei resti potrebbe essere dovuta forse più a problemi legati ai processi post-deposizionali che ad un'assenza vera e propria di materiali (van der Veen 2007). È possibile ipotizzare che l'area sulla quale è stato effettuato il campionamento non sia stato un luogo in cui venissero stoccate le derrate alimentari o svolte attività legate al consumo o alla cottura dei cibi, aree in cui è possibile recuperare con maggiori probabilità resti vegetali. Sulla base della documentazione edita è possibile ipotizzare che le comunità del Neolitico antico della Sardegna possedessero un'economia agricola non diversa da quella documentata in altri contesti coevi dell'Italia peninsulare. Nell'Italia meridionale e settentrionale nei siti di Sammardenchia (Udine), la Marmotta (Lazio), San Marco Gubbio (Umbria), presso Scamuso e Grotta Sant'Angelo (Puglia) in strati del Neolitico antico si documenta già la coltivazione di *Hordeum vulgare*, *Triticum dicoccum*, *Triticum monococcum*, *Triticum aestivum/durum*, *Lens culinaris* e *Pisum sativum* (Castelletti et al. 1987; Costantini and Stancanelli 1994; Fiorentino et al. 2013; Rottoli 1993, 2013). Per quanto riguarda la Sardegna l'unico confronto possibile è riferito ai ritrovamenti di *Triticum monococcum* e *Triticum dicoccum* documentati presso la Grotta Filiestru (Trump 1983, 1990).

I cereali coltivati identificati presso Su Forru de is Sinzurreddus e a Su Mulinu Mannu, in strati del Neolitico medio B, testimoniano per la prima volta in Sardegna un'attività cerealicola composta per ora dai frumenti (*Triticum aestivum/durum*) e dall'orzo nudo (*Hordeum vulgare* var. *nudum*). In assenza delle rachidi non possiamo per il momento sostenere che venissero coltivati sia i frumenti esaploidi che tetraploidi. I dati sono ancora molto scarsi per poter avere un'idea precisa del reale sistema agricolo posseduto dalle comunità del Neolitico medio della Sardegna. Non è da escludere che insieme ai cereali si coltivassero anche gli orzi vestiti (*Hordeum vulgare*) e le leguminose. In diversi siti coevi dell'Italia peninsulare insieme ai frumenti esaploidi e tetraploidi si coltivano anche gli orzi sia nella forma vestita che nuda, a cui si associa quasi sempre un gruppo consistente di leguminose quali la lenticchia (*Lens culinaris*), il pisello (*Pisum sativum*), e la fava (*Vicia faba*) (Castelletti et al. 1987; Costantini e Stancanelli 1994; Fiorentino et al. 2013).

Oltre ai cereali, è stato possibile documentare la presenza di diversi semi di frutti selvatici. I semi identificati appartengono a: fico (*Ficus carica*), more (*Rubus* sp.), sambuco (*Sambucus* sp.), fragole selvatiche (*Fragaria* sp.) e olivo selvatico (*Olea oleaster*), quest'ultimo rinvenuto nel solo sito di Su Mulinu Mannu (Tab. 3).

Il rinvenimento di semi di fico e di more nei contesti archeologici del Neolitico è piuttosto raro, sono stati infatti rinvenuti pochi resti di questi semi presso la Marmotta (Lazio), San Marco Gubbio (Umbria) (Castelletti et al. 1987; Costantini e Costantini Biasini 1997; Costantini e Stancanelli 1994; Malone et al. 1992; Rottoli 1993,1999, 2014; Rottoli e Castiglioni 2009). Il fico e l'olivo hanno rappresentato per le popolazioni del Mediterraneo occidentale un'importante risorsa alimentare in epoca preistorica (Zohary et al. 2012). Alcuni autori hanno suggerito di recente che il fico potrebbe essere stato uno dei primi frutti ad essere posto a coltura già intorno a 11000 anni fa in Medio Oriente, probabilmente grazie alla semplicità con cui si propaga attraverso le talee (Kislev et al. 2006). I semi di fico rinvenuti presso Su Forru de Is Sinzurreddus e a Su Mulinu Mannu rappresentano la più antica testimonianza finora documentata in Sardegna, diversi resti di questo frutto erano stati documentati solo in contesti molto più recenti datati all'età del Bronzo e del Ferro presso Duos Nuraghes (Borore), Monte Meana (Santadi) e Sa Osa (Cabras) (Bakels 2002; Tanda et al. 2012; Usai et al. 2012).

Oltre ai frutti spontanei, sono stati rinvenuti anche i semi di lentisco (*Pistacia lentiscus*) e cisto, (*Cistus* sp.), arbusti che crescono ancora oggi nei dintorni del sito di Su Forru de is Sinzurreddus. La loro presenza testimonierebbe forse l'utilizzo di questi arbusti per l'accensione del fuoco anche se è possibile ipotizzare diversi e svariati utilizzi delle bacche di lentisco. Diversi lavori etnografici indicano l'uso delle bacche per la produzione di olio (Loi 2013), mentre il legno del lentisco e del cisto sono considerati ottimi combustibili i quali sono stati utilizzati anche in tempi recenti per la cottura tradizionale delle ceramiche (Annis 2007; Atzei 2003). Attualmente non è possibile fare nessun confronto con altri siti della Sardegna dello stesso periodo, a parte il sito di Su Carroppu in cui è stato rinvenuto un seme di lentisco: insieme rappresentano la più antica testimonianza documentata in Sardegna. L'utilizzo a vari scopi della vegetazione spontanea è testimoniato anche dal ritrovamento di semi di fillirea, cupole di *Quercus* sp., e foglie di erica (*Erica* sp.). Le scarse quantità rinvenute non ci consentono di trarre nessuna conclusione del possibile utilizzo. Le ghiande sono nutrizionalmente paragonabili ai cereali in quanto contengono grandi quantità di carboidrati, grassi e fibre oltre ad essere ricchi di vitamine A e C (Rosenberg 2008). Il loro consumo in epoca preistorica è documentato in diversi siti mesolitici e neolitici europei (Zohary et al. 2012). Ricerche etnografiche effettuate in Sardegna documentano l'uso di ridurre in farina le ghiande di *Quercus ilex* per la preparazione del pane (Atzei 2003). La corteccia di fillirea trovava impiego in Sardegna per la tintura della lana, mentre i germogli di *Phillyrea latifolia* sono impiegati come alimento per il bestiame (Atzei 2003). L'erica, oltre ad essere considerato un ottimo combustibile per la cottura dei cibi grazie alla produzione di una brace viva e duratura, veniva utilizzato anche il virgulto tenero che trova impiego in diverse località della Sardegna come alimento per capre e pecore (Atzei

2003). Sono presenti anche numerosi semi di piante infestanti: *Amaranthaceae*, *Apiaceae*, *Brassica* sp., *Caryophyllaceae*, *Chenopodium* sp., *Galium* sp., *Malvaceae*, *Thymelaea* sp. La presenza di piante infestanti, ruderali e sinantropiche denotano un paesaggio fortemente antropizzato; alcune, infine, possono essere legate ai coltivi o ad aree ricche di fosfati e sostanze organiche. La loro presenza nei contesti archeologici non è semplice da interpretare e bisogna considerare che alcuni di questi *taxa* possono essere stati utilizzati come alimento, o semplicemente possono rappresentare la vegetazione circostante (Peña-Chocarro 1994, 1999, 2000). I dati sul sistema agricolo adottato nel Neolitico recente (prima metà del IV e millennio a.C.) in Sardegna sembrano fornirci qualche informazione in più rispetto al periodo precedente. Lo spettro delle piante coltivate è aumentato e i *taxa* identificati testimoniano la coltivazione di almeno 3 specie di cereali quali i frumenti (*Triticum aestivum/durum*), gli orzi nella forma vestita e in quella nuda (*Hordeum vulgare*, *Hordeum vulgare* var. *nudum*). La coltivazione dei cereali è associata alla coltivazione dei piselli (*Pisum sativum*) documentati presso la Grotta del Guano. I dati sull'economia agricola praticata durante il Neolitico recente in Sardegna trova confronti con i sistemi agricoli presenti nell'Italia peninsulare e, in generale, con quelli di tutte le culture del Neolitico recente dell'Europa occidentale (Fiorentino et al. 2013; Castelletti et al. 1987; Costantini 2002; Costantini 1998; Costantini e Costantini Biasini 1997; Costantini e Stancanelli 1994; Barker et al. 1987; Castelletti 1976, 1998, 2001; Castelletti e Carugati 1994; Castelletti et al. 1998; Aira Rodríguez 1990; Peña-Chocarro 1999; Zohary et al. 2012a; Rottoli 1993; Castelletti e Rottoli 2001). I dati archeobotanici disponibili sul Neolitico recente della Sardegna sono ancora molto scarsi, poiché si tratta di campioni di suolo originario molto ridotti a cui non è stata applicata la flottazione: questa avrebbe permesso di recuperare probabilmente uno spettro molto più ampio di quello disponibile (Jarman et al. 1972; Miksicek 1987; Chamorro 1994; Buxó i Capdevila 1997; Fuller et al. 2004). Sulla base dei dati a nostra disposizione non è possibile ipotizzare quali fossero i cereali predominanti, quale fosse lo spettro completo di leguminose coltivate e quali piante selvatiche venissero utilizzate. Inoltre mancano per completo i resti di infestanti, resti di rachidi e glume, tutti macroresti legati alla lavorazione dei cereali. La presenza di questi resti nei contesti archeologici aiuta a ricostruire oltre alla paleovegetazione anche i processi di lavorazione dei cereali come ampiamente dimostrato da prove sperimentali e ricerche etnobotaniche (Hillman 1973b, 1973a, 1981, 1984a, 1984b; Davies 1988; Peña-Chocarro 1994, 1999). Sono disponibili diverse analisi antracologiche effettuate in diversi contesti archeologici del Neolitico recente.

I dati antracologici possono aiutarci a comprendere meglio quali tipologie di piante venissero utilizzate dalle comunità del Neolitico recente. I dati provengono dalla Domus de Janas n° 2 di Iloi (Sedilo), dalla Domus de Janas n°4 di S'Elighe Entosu (Usini), dalla Domus de Janas n° 1 di Molia

(Illorai) e dalla Grotta Rifugio (Oliena) (Tab. 6) (Agosti et al. 1980; Celant 2000, 2010; Sadori et al. 1989). Le analisi antracologiche effettuate negli strati del Neolitico medio e recente hanno mostrato la presenza di *taxa* del gruppo delle Angiospermae Dicotyledones di piante caducifoglie e sempreverdi. Le specie identificate appartengono a; acero (*Acer* sp), ontano (*Alnus* sp), corbezzolo (*Arbutus unedo*), ginepro (*Juniperus* sp.), olivo selvatico (*Olea europaea* subsp. *oleaster*), fillirea (*Phyllirea* sp.), pino (*Pinus* cf. *nigra*), terebinto (*Pistacia terebintus*), leccio (*Quercus ilex*), alaterno (*Rhamnus alaternus*), olmo (*Ulmus minor*), vite selvatica (*Vitis vinifera* ssp. *sylvestris*) e prugnolo (*Prunus spinosa*). Lo spettro di piante identificate mostra che le comunità neolitiche sfruttano per diversi scopi diverse essenze legnose del bosco e della macchia mediterranea che cresceva nelle immediate vicinanze del sito. Tutti i *taxa* identificati crescono ancora oggi abbondanti nei dintorni dei siti indagati.

Sito	Su Carroppu	Filiestru	Grotta Rifugio	Su Forru De Is Sinzurreddus	Su Mulinu Mannu	Sa Ucca de Su Tintirriolu	Grotta del Guano	Molia	Iloi Domus n°2	S'Elighe Entosu
Periodo	Mesolitico	N. antico	N. medio	N. medio B	N. medio B	N. recente	N. recente	N. recente	N. recente	N. recente
Specie coltivate										
<i>Hordeum vulgare</i>							S			
<i>H. vulgare. var. nudum</i>					S	S	S	S		
<i>Hordeum sp.</i>								S		
<i>Triticum</i>				S			S	S		
<i>Triticum dicoccum</i>		S				S				
<i>Triticum monococcum</i>		S								
<i>Triticum sp.</i>										
<i>Lens culinaris</i>						S				
<i>Pisum sativum</i>							S			
cf. <i>Pisum sativum</i>		S								
Leguminose										
<i>Genista sp.</i>				S						
<i>Medicago sp.</i>				S						
<i>Vicia/Lathyrus/Pisum</i>				S		S				
<i>Leguminosae indet.</i>				S						
Frutti selvatici										
<i>Ficus carica</i>				S	S					
cf. <i>Olea europaea</i>					S					
<i>Potentilla/Fragaria</i>				S						
<i>Pistacia lentiscus</i>	S			S						
<i>Rubus sp.</i>				S						
<i>Sambucus sp.</i>				S						
tipo Rosaceae										
tipo <i>Pinus sp.</i>					S					
Altre piante										
<i>Acer sp.</i>			C							
<i>Alnus sp.</i>										C
<i>Arbutus unedo</i>			C							
<i>Cistus sp.</i>				S						
<i>Erica sp.</i>				F						
<i>Juniperus sp.</i>			C							
<i>Olea europaea</i>			C						C	C
<i>Phyllirea sp.</i>			C	S						
<i>Pinus cf. nigra</i>			C							
<i>Pistacia terebintus</i>			C							
<i>Prunus spinosa</i>									C	
<i>Quercus ilex</i>			C					C		
<i>Quercus sp.</i>				S					C	C
<i>Rhamnus alaternus</i>			C							
<i>Ulmus minor</i>									C	
<i>Vitis vinifera</i>										S/C

Tab. 6 – I resti vegetali identificati nei siti neolitici della Sardegna.: Legenda: S = seme; C = carbone; F= foglia da; (Agosti et al. 1980; Celant 2000, 2010; Sadori et al. 1989; Uccchesu in press)

Conclusioni

L'obiettivo principale di questo studio è stato quello di comprendere il sistema agricolo praticato durante il Neolitico in Sardegna.

Lo studio si è rivolto principalmente a 6 siti non ancora indagati dal punto di vista archeobotanico, 2 pertinenti al Neolitico antico, 2 al Neolitico medio e 2 al Neolitico recente.

Purtroppo i siti del Neolitico antico non hanno per il momento restituito nessun dato utile, mentre abbiamo avuto più fortuna con i siti del Neolitico medio e recente, i quali hanno restituito alcune informazioni fondamentali sull'agricoltura preistorica in Sardegna.

Su Forru de Is Sinzurreddus e su Mulinu Mannu, datati alla seconda metà del V millennio a.C. ci hanno dato la prova che in questo periodo erano presenti i frumenti e gli orzi nudi.

I siti di Molia e Grotta del Guano datati alla prima metà del IV millennio a.C., hanno permesso di comprendere meglio quali tipologie di cereali venissero coltivati. I dati hanno mostrato l'esistenza di un sistema agricolo diversificato, in cui si coltivano diverse tipologie di cereali, i frumenti, gli orzi vestiti, gli orzi nudi, ai quali si associa la coltivazione di piselli e lenticchie. Il sistema agricolo documentato in Sardegna è risultato in linea con le tendenze già in atto nel Neolitico antico dei siti dell'Italia peninsulare e, in generale, con tutto il Mediterraneo occidentale. I siti archeologici hanno anche restituito diversi semi di frutti selvatici, forse utilizzati per integrare la loro dieta. Nel registro archeobotanico sono presenti anche diverse piante della macchia mediterranea come il lentisco e il cisto, probabilmente utilizzati per la cottura dei cibi o delle ceramiche. I dati mostrano anche l'utilizzo di un numero elevato di specie legnose come il leccio, l'erica, la fillirea e il ginepro che crescono ancora abbondanti in Sardegna: queste piante potrebbero aver fornito la legna necessaria per la fabbricazione di utensili, materiale da costruzione, illuminazione o riscaldamento.

Questa ricerca ha permesso di ampliare la nostra base conoscitiva sull'introduzione dell'agricoltura nell'isola; si auspicano ulteriori indagini che possano aiutare a comprendere più a fondo il complesso fenomeno della diffusione dell'agricoltura.

Bibliografia

- Agosti F, Biagi P, Castelletti L, Cremaschi M, Germanà F (1980) La Grotta Rifugio di Oliena (Nuoro): caverna ossario neolitica. *Rivista di Scienze Preistoriche* XXXV:75-124
- Aira Rodríguez MJ, Ramil Rego, P., Álvarez Núñez, A. (1990) Estudio paleocarpológico realizado en el castro de Penalba (Campolameiro, Pontevedra, España). *Bot Complutensis* 16:81-89
- Annis MB (2007) La produzione della terracotta nel Campidano tra gli anni Venti e gli anni Ottanta del Novecento. In: Nuoro IE- (ed) *Ceramiche: storia, linguaggio e prospettive in Sardegna*. Nuoro, pp 119-260
- Arrigoni PV (2013) *Flora dell'isola di Sardegna*. Vol 4. Delfino Carlo Editore, Sassari
- Atzei AD (2003) *Le piante nella tradizione popolare della Sardegna: documentazione sugli usi alimentari, aromatizzanti, profumieri, artigianali, cosmetici, medicinali, veterinari, magici, ornamentali, rituali, religiosi, tintori, antiparassitari e vari, delle piante*. C. Delfino, Sassari
- Atzeni E (1972) Notiziario: Su Carroppu di Sirri (Carbonia). *Rivista di Scienze Preistoriche* XXVII:478-479
- Atzeni E (1978) Notiziario - Sardegna: Provincia di Cagliari. Riparo sotto roccia di «Su Carroppu» (Sirri-Carbonia). *Rivista di Scienze Preistoriche* XXXII:357-358
- Atzeni E (1987) Il Neolitico della Sardegna. In: *Atti della XXVI riunione scientifica dell'IIPP "Il Neolitico in Italia"*. Firenze, pp 381-400
- Bacchetta G (2006) Flora vascolare del Sulcis (Sardegna Sud-Occidentale, Italia). *Guineana* 12
- Bakels C (2002) Plant remains from Sardinia, Italy with notes on barley and grape. *Vegetation History and Archaeobotany* 1:3-8
- Barker GWW, Biagi P, Castelletti L, Cremaschi M, Nisbet R (1987) Sussistenza, economia ed ambiente nel Neolitico dell'Italia settentrionale. *Atti della XXVI Riunione Scientifica dell'IIPP*, Firenze 7-10 nov. 1985, pp 103-117
- Berggren G (1969) *Atlas of seeds and small fruits of Northwest-European plant species (Sweden, Norway, Denmark, East Fennoscandia and Iceland) with morphological descriptions: part 2. Cyperaceae*. Stockholm
- Berggren G (1981) *Atlas of seeds and small fruits of northwest-European plant species (Sweden, Norway, Denmark, East Fennoscandia and Iceland) with morphological descriptions: part 3. Salicaceae-Cruciferae*. Stockholm
- Bojňanský V, Fargašová A (2007) *Atlas of Seeds and Fruits of Central and East-European Flora: The Carpathian Mountains Region*. Springer
- Buxó R (1997) *Arqueología de las plantas: la explotación económica de las semillas y los frutos en el marco mediterráneo de la Península Ibérica*. Crítica, Grijalbo Mondadori, Barcelona
- Cappers RTJ (2012) *Digitale Zadenatlas Van Nederland / Digital Seed Atlas of the Netherlands*. Barkhuis
- Castaldi E (1987) Grotta del Guano di Oliena. Relazione preliminare dello scavo 1978. In: *Protostoria IIdPe (ed) Atti della XXVI riunione scientifica. Il Neolitico in Italia - Firenze 7-10 novembre 1985, vol 2*. Firenze, pp 831-843
- Castelletti L (1976) Rapporto preliminare sui resti vegetali macroscopici della serie Neolitico-Bronzo di Pienza (Siena). *Rivista archeologica dell'Antica Provincia e Diocesi di Como*:156-157
- Castelletti L, Carugati MG (1994) I resti vegetali del sito neolitico di Sammardenchia di Pozzuolo del Friuli (Udine). In: *Atti della XXIX Riunione Scientifica dell'IIPP: Preistoria e Protostoria del Friuli-Venezia Giulia e dell'Istria 28-30 settembre 1990*, pp 167-182
- Castelletti L, Castiglioni E, Leoni L, Rottoli M (1998) Resti botanici dai contesti del Neolitico medio-recente. *Bullettino di Paleontologia Italiana* 89:191-200

- Castelletti L, Castiglioni, E. & Rottoli, M. (2001) L'agricoltura dell'Italia settentrionale dal Neolitico al Medioevo. In: Failla OF, G. (ed) *Le piante coltivate e la loro storia*. Franco Angeli, Milano, pp 33-84
- Castelletti L, Castiglioni, E., Leoni, L. & Rottoli, M. (1998) Resti botanici dai contesti del Neolitico medio-recente. *Bullettino di Paleontologia Italiana* 89:191-200
- Castelletti L, Costantini L, Tozzi C (1987) Considerazioni sull'economia e l'ambiente durante il Neolitico. *Atti della XXVI Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria Firenze, 7–10 Novembre 1985* 37–55
- Castelletti L, Rottoli M (2001) New data on Neolithic agriculture and environment in Northern Italy. *Preistoria Alpina-Museo Tridentino di Scienze Naturali* 33:57-61
- Celant A (2000) Analisi dei macroresti vegetali della domus de janus 2. In: Depalmas A (ed) *La Domus de Janas N. 2 di Iloi*. Vol 2. Sassari, pp 165-169
- Celant A (2010) Analisi dei macroresti vegetali provenienti dalla domus de janus IV della necropoli di S'Elighe Entosu (Usini, Sassari). In: Melis MG (ed) *Usini. Ricostruire il passato Una ricerca internazionale a S'Elighe Entosu*. Sassari, pp 161-164
- Chamorro J (1994) Flotation strategy: method and sampling plant dietary resources of Tartessian times at Doña Blanca. In: Roselló EM, A. (ed) *Castillo de Doña Blanca. Archaeo-environmental investigations in the Bay of Cádiz (750-500 BC)*. Vol 593. BAR International Series. *Tempus Reparatum*, pp 21-36
- Costantini L (1998) The origin of the Mediterranean diet in Italy. *Rivista di Antropologia Suppl*. Vol. 76, pp 7-15
- Costantini L (2002) All'origine delle colture cerealicole del Mediterraneo. *Origini* 24:141-163
- Costantini L, Costantini Biasini, L (1997) La domesticazione vegetale. Piante spontanee e piante coltivate.", *Prima Sicilia alle origini della società siciliana*, Albergo dei Poveri, Palermo, pp. 252-257
- Costantini L, Stancanelli M (1994) La preistoria agricola dell'Italia centro-meridionale: il contributo delle indagini archeobotaniche. *Origini* 18:149-243
- Davies MSH, G. C. (1988) Effects of soil flooding on growth and grain yield of populations of tetraploid and hexaploid species of wheat. *Annals of Botany* 62:597-604
- Fiorentino G, Caldara M, De Santis V, D'Oronzo C, Muntoni IM, Simone O, Primavera M, Radina F (2013) Climate changes and human–environment interactions in the Apulia region of southeastern Italy during the Neolithic period. *The Holocene* 23: 1297-1316
- Fuller DQ, Korisettar R, Venkatasubbaiah PC, Jones MK (2004) Early plant domestications in southern India: some preliminary archaeobotanical results. *Vegetation History and Archaeobotany* 13:115–129
- Gassin B, Lugliè C (2012) Delle frecce, per far cosa? In: *Atti della XLIV riunione scientifica. La preistoria e la protostoria della Sardegna - Cagliari, Barumini, Sassari 23-28 novembre*. Vol II. Firenze, pp 485-493
- Hillman, G. C. (1973a) Crop husbandry and food production: modern models for the interpretation of plant remains, *Anatolian Studies* 23: 241-244
- Hillman GC (1973b) Crop husbandry and food production: modern basis for the interpretation of plant remains. *Anatolian Studies* 23:241-244
- Hillman GC (1981) Reconstructing crop husbandry practices from charred remains of crops. In: Mercer R (ed) *Farming Practice in Prehistoric Britain*. Edinburgh University Press, Edinburgh, pp 123-162
- Hillman G. C. (1984a) Interpretation of archaeological plant remains: The application of ethnographic models from Turkey. In: W. Van Zist and W. A. Casparie (eds) *Plants and Ancient Man: Studies in Paleoethnobotany*. Rotterdam, pp. 1-41

- Hillman GC (1984b) Traditional husbandry and processing of archaic cereals in recent times: the operations, products and equipment which might feature in Sumerian texts. Part I: the glume wheats. *Bulletin of Sumerian Agriculture* 1:114-152
- Jacomet S (2006) Identification of cereal remains from archaeological sites, 2nd edn. IPAS, Basel University
- Jarman HN, Legge AJ, Charles JA (1972) Retrieval of plant remains from archaeological sites by froth flotation. In: Higgs ES (ed) *Papers in Economic Prehistory*, pp 39-48
- Kislev ME, Hartmann A, Bar-Yosef O (2006) Early Domesticated Fig in the Jordan Valley. *Science* 5778:1372-1374
- Lilliu G (2004) *La civiltà dei Sardi: dal Paleolitico all'età dei nuraghi*. Il Maestrale, Nuoro
- Loi C (2013) Preliminary Studies about the Productive Chain of Lentisk Oil through Ethnographic Witness and Experiments. In: Lugli F, Stoppiello AA, Biagetti S (eds) *Ethnoarchaeology: Current Research and Field Methods Conference Proceedings*, Rome, Italy, 13th–14th May 2010. BAR International Series, vol 24722013. Archaeopress, Oxford, pp 58-62
- Lorà R, Trump DH (1978) Le scoperte a Sa ucca de su Tintirriòlu e il neolitico sardo. *Accademia nazionale dei Lincei*
- Lugliè C (2003): La ceramica di facies S. Ciriaco tra Neolitico medio e superiore: evoluzione interna o apporti extrainsulari? In: *Atti della XXXV Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria Le comunità della preistoria italiana. Studi e ricerche sul neolitico e le età dei metalli in memoria di Luigi Bernabò Brea (Lipari, 2-7 giugno 2000)*. IIPP, Firenze, pp 723-733
- Lugliè C (2006) Il sito di Su Forru de is Sinzurreddus. FASTI ONLINE (<http://www.fastionline.org>)
- Lugliè C (2009) Il Neolitico Antico. In: *Atti della XLIV Riunione Scientifica dell'IIPP La preistoria e la protostoria della Sardegna (Cagliari-Barumini-Sassari, 23-28 novembre 2009)*. Vol 1. IIPP, Firenze, pp 37-47
- Lugliè C, Le Bourdonnec F-X, Poupeau G, Atzeni E, Dubernet S, Moretto P, Serani L (2007) Early Neolithic obsidians in Sardinia (Western Mediterranean): the Su Carroppu case. *Journal of Archaeological Science* 3:428-439
- Lugliè C, Sanna I, Congia C, Pittau P, Buosi C, Del Rio M (2012) Il Neolitico antico terminale di Sa Punta - Marceddì (Terralba, OR). In: *Atti della XLIV riunione scientifica. La preistoria e la protostoria della Sardegna - Cagliari, Barumini, Sassari 23-28 novembre*. Vol II. Firenze, pp 463-470
- Lugliè C (in press) Su Carroppu rockshelter in the frame of the Neolithisation of Sardinia. In: C. Manen, T.Perrin, J. Guilaine (eds.) *Transition in the Mediterranean, how hunters became farmers (Epipaleolithic, Mesolithic, Early Neolithic)*, *Proceedings of the International Colloquium (Toulouse, 14-15 Avril 2011)*
- Malone C, Stoddart S, Barker G, Clark G, Coltorti M, Costantini L, Giorgi J, Harding J, Hunt C, Reynolds T, Skeates R (1992) The Neolithic Site of San Marco, Gubbio (Perugia), Umbria: Survey and Excavation 1985-7. *Papers of the British School at Rome* 60:1-69
- Miksicek CH (1987) Formation processes of the archaeobotanical record. *Advances in Archaeological Method and Theory* 10:211-247
- Peña-Chocarro L (1994) Los modelos etnográficos en Arqueobotánica: los cereales vestidos. In: *I Jornadas Internacionales sobre Tecnología Agraria Tradicional*. Museo Nacional del Pueblo Español, Madrid, pp 21-29
- Peña-Chocarro L (1999) Prehistoric Agriculture in Southern Spain during the Neolithic and the Bronze Age. The application of ethnographic models. *BAR International Series*. Vol 818. Archaeopress, Oxford
- Peña-Chocarro L (2000) Agricultura y alimentación vegetal en el poblado de la Edad del Bronce de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén). *Complutum* 11:209-219
- Pessina A, Tiné V (2008) *Archeologia del neolitico: l'Italia tra VI e IV millennio a.C.* Carrocci, Roma
- Pignatti S, Anzalone B (1982) *Flora d'Italia*. Vol 3. Edagricole, Bologna

- Pittau P, Lugliè C, Buosi C, Sanna I, Del Rio M (2012) Palynological interpretation of the Early Neolithic coastal open-air site at Sa Punta (central-western Sardinia, Italy). *Journal of Archaeological Science* 5:1260-1270
- Rosenberg D (2008) The Possible Use of Acorns in Past Economies of the Southern Levant: A Staple Food or a Negligible Food Source? *Levant* 2:167-175
- Rottoli M (1993) “La Marmotta”, Anguillara Sabazia (RM). Scavi 1989. Analisi paleobotaniche: prime risultanze, Appendice 1. In: Fugazzola Delpino MA et al., “La Marmotta” (Anguillara Sabazia, RM). Scavi 1989. Un abitato perilacustre di età neolitica. *Bullettino di Paleontologia Italiana*, 84, n.s II:305–315
- Rottoli M (1999) I resti vegetali di Sammardenchia-Cûeis (Udine), insediamento del Neolitico antico. In: Ferrari A, Pessina, A. (ed) Sammardenchia-Cûeis. Contributi per la conoscenza di una comunità del primo Neolitico, vol 41. Pubblicazioni del Museo Friulano di Storia Naturale, pp 307–326
- Rottoli M, Castiglioni E (2009) Prehistory of plant growing and collecting in northern Italy, based on seed remains from the early Neolithic to the Chalcolithic (c. 5600–2100 cal b.c.). *Vegetation History and Archaeobotany* 1:91-103
- Rottoli, M., 2014. Before the Empire: Prehistoric Fruit Gathering and Cultivation in Northern Italy. Chapter 3: Crop diversity through time. In : A. Chevalier, E. Marinova and L. Peña-Chocarro (eds.), *Plants and People: Choices and Diversity through Time*, Oxford, Oxbow press, EARTH Series, vol. 1., pp 75-81
- Sadori L, Tanda G, Follieri M (1989) Macrofossili vegetali provenienti dalla necropoli neolitica a domus de jana di Molia Illorai (Sassari). *Giornale Botanico Italiano* 1:14
- Sarti L, Fenu P, Martini F, Mazzucco N, Pitzalis G, Romagnoli F, Rosini M (2012) Il Neolitico di Grotta Su Coloru (Laerru, Sassari): nuovi dati. In: IIPP (ed) Atti della XLIV riunione scientifica. La preistoria e la protostoria della Sardegna - Cagliari, Barumini, Sassari 23-28 novembre. Vol II. Firenze, pp 455-462
- Tanda G, Depalmas A (1997) L'insediamento di Serra Linta a Sedilo (OR). In: La cultura di Ozieri: la Sardegna e il Mediterraneo nel IV e III millennio a.C. In: atti del 2. Convegno di studi, 15-17 ottobre 1990. Il Torchietto, Ozieri
- Tanda G (2009) Il Neolitico recente. In: Atti della XLIV Riunione Scientifica dell'IIPP La preistoria e la protostoria della Sardegna (Cagliari-Barumini-Sassari, 23-28 novembre 2009). Vol 1. IIPP, Firenze, pp 59-71
- Tanda G, Basciu V, Paglietti G, Peña-Chocarro L, Uccesu M, Zedda M (2012) Grotta di Monte Meana (Santadi, Carbonia-Iglesias), campagne di scavo 2008-2009. Notizia preliminare In: Atti della XLIV Riunione Scientifica - La preistoria e la protostoria della Sardegna (Cagliari, Barumini, Sassari 23-28 novembre 2009), vol II- Comunicazioni. Firenze, pp 635-642
- Trump DH (1983) La Grotta di Filiestru a Mara (SS). *Quaderni della Soprintendenza ai Beni Archeologici per le Province di Sassari e Nuoro* 13 (1-108)
- Trump DH (1990) Nuraghe Noeddos and the Bonu Ighinu Valley: excavation and survey in Sardinia. *Oxbow Books in association with the Ministero per i Beni culturali e ambientali*
- Usai L (2009) Il Neolitico medio. In: Atti della XLIV Riunione Scientifica dell'IIPP La preistoria e la protostoria della Sardegna (Cagliari-Barumini-Sassari, 23-28 novembre 2009). Vol I. Firenze, pp 49-58
- Usai A, Sebis S, Depalmas A, Melis RT, Zedda M, Carenti G, Caruso S, Castangia G, Chergia V, Pau L, Sanna I, Sechi S, Serreli PF, Soro L, Vidili S, Zupancich A (2012) L'insediamento nuragico di Sa Osa (Cabras-OR). In: Atti della XLIV Riunione Scientifica - La preistoria e la protostoria della Sardegna (Cagliari, Barumini, Sassari 23-28 novembre 2009). Vol II- Comunicazioni. Firenze, pp 771-782
- van der Veen M (2007) Formation processes of desiccated and carbonized plant remains – the identification of routine practice. *Journal of Archaeological Science* 6:968-990
- Zapata L, Peña-Chocarro L (2003) Uso y gestión del bosque en la Euskal Herria atlántica: Aprovechamiento tradicional de los recursos forestales en Encartaciones y Gorbea. *Zainak* 22:201-215
- Zohary D, Hopf M, Weiss E (2012) Domestication of Plants in the Old World. The Origin and Spread of Cultivated Plants in West Asia, Europe and the Nile Valley. Oxford University Press, Oxford

Capitolo 3

L'AGRICOLTURA PREISTORICA IN SARDEGNA DURANTE L'ETÀ DEL RAME

Introduzione: L'agricoltura durante l'età del Rame in Italia

I dati disponibili sull'agricoltura dell'età del Rame in Italia provengono solo da siti archeologici ubicati nel nord della penisola (Rottoli 2014), per quanto riguarda il sud Italia, allo stato attuale delle ricerche, non possediamo nessuna documentazione sull'agricoltura praticata in questo periodo. I dati disponibili per il nord Italia derivano dallo studio archeobotanico di 20 siti archeologici dislocati in aree montane, alpine e prealpine i cui dati si presentano frammentari, e molto spesso non datati (Tecchiati et al. 2013; Rottoli e Castiglioni 2009; Castiglioni et al. 2008). I pochi dati forniscono un quadro generale di ciò che veniva coltivato tra la fine del IV e il III millennio a.C. in queste aree. Durante l'età del Rame l'economia agricola non sembra essere molto differente da quella praticata durante il Neolitico nelle stesse aree, i principali cereali coltivati sono i frumenti vestiti, il farro (*Triticum dicoccum*), in misura minore il piccolo farro (*Triticum monococcum*) dove si documenta presso Monte Covolo (Lombardia), Bressanone-Millan (Alto Adige) (Castiglioni e Contini 2005) e di recente con il ritrovamento di Ötzi (Oeggl 2009; Heiss e Oeggl 2009). A questa gamma di cereali si aggiunge la coltivazione dell'orzo vestito (*Hordeum vulgare*), e l'orzo nudo (*Hordeum vulgare* var. *nudum*) (Heiss e Oeggl 2009) in misura minore i frumenti nudi (*Triticum aestivum/durum*) e il miglio (*Panicum miliaceum*), incerta invece la coltivazione dello spelta (*Triticum spelta*) e del panico (*Setaria italica*) (Rottoli e Castiglioni 2009; Rottoli 2014). Assieme ai cereali si associano alcune leguminose coltivate, il pisello (*Pisum sativum*), la lenticchia (*Lens culinaris*), l'ervo (*Vicia ervilia*), le vecchie o cicerchie (*Vicia/Lathyrus*), rimane incerta invece la coltivazione delle fave (*Vicia faba*) (Rottoli 2014; Tecchiati et al. 2013). Tra le piante oleaginose coltivate si documentano il lino (*Linum usitatissimum*) e il papavero da oppio (*Papaver somniferum*) quest'ultimo documentato di recente con la scoperta di Ötzi (Oeggl 2009; Heiss e Oeggl 2009). Tra i frutti si documenta il consumo di pere (*Pyrus* sp.), mele (*Malus* sp.), biancospino (*Crataegus monogyna*), sorbo (*Sorbus* sp.), nocciole (*Corylus avellana*) (Rottoli e Castiglioni 2009; Tecchiati et al. 2013). Nel solo sito di Monte Covolo (Lombardia – BS) si segnala un aumento del consumo del corniolo (*Cornus mas*), e delle ghiande (*Quercus* sp.) rispetto alle fasi Neolitiche, forse a causa dell'aumento delle attività agropastorali e a un maggiore controllo delle risorse selvatiche (Rottoli e Castiglioni 2009; Tecchiati et al. 2013).

L'agricoltura praticata in Sardegna durante l'età del Rame: stato dell'arte

Il contesto culturale preso in esame in questo capitolo si sviluppa in Sardegna tra il IV e il III millennio BC. Si tratta della primissima fase iniziale del Calcolitico (Sub-Ozieri) caratterizzato da una evidente continuità con il Neolitico recente della cultura di Ozieri; gli elementi che accomunano le due culture si riscontrano sia nelle forme della produzione ceramica che negli spazi abitativi (Melis 2009).

I dati sulla economia agricola di questo periodo sono assenti, allo stato attuale sono disponibili solo alcuni dati archeozoologici provenienti da recenti indagini effettuate presso il sito di Canelles, ubicato nel territorio di Selargius (Melis et al. 2007; Melis 2009). I dati archeozoologici hanno evidenziato la presenza di specie selvatiche come il cervo (*Cervus elaphus*), il prolago (*Prolagus sardus*) e il cinghiale (*Sus scrofa*) e specie domestiche quali: pecore (*Ovis aries*), capre (*Capra hircus*), bovini (*Bos taurus*) e suini (*Sus scrofa domesticus*) (Melis 2009). Il sito di Canelles ha restituito anche numerosi resti di mitili e gasteropodi quali: *Mytilus galloprovincialis*, *Cardium* sp., *Ostrea* sp., *Solen marginatus* (Melis 2009). Le specie identificate denotano un'economia basata sia sulla caccia che sull'allevamento degli animali, ma anche uno sfruttamento delle zone costiere e lagunari del golfo di Cagliari. L'obiettivo di questo studio è stato quello di verificare quale fosse l'economia agricola praticata dalle comunità calcolitiche vissute nel territorio di Selargius (Cagliari).

Contesto archeologico

Su Coddu (Canelles)

Il sito di Canelles (39°15'38.47"N 9° 9'38.69"E) si trova ubicato nel centro abitato di Selargius nella provincia di Cagliari (Fig. 1). Il contesto archeologico è noto almeno dagli anni 80' quando fu individuato un villaggio risalente al Neolitico recente (Ugas et al. 1985; Ugas et al. 1989). L'area più antica, ubicata nella lottizzazione denominata Su Coddu, ha restituito numerosi materiali ceramici della Cultura di Ozieri insieme a resti ossei animali e materiali litici in ossidiana (Ugas et al. 1989, Manunza 2013). Il sito di Canelles, considerato un'espansione verso Ovest del sito di Su Coddu, si inquadra in un arco cronologico compreso tra il 3350 e il 2900 a.C. relativo alle fasi iniziali del Eneolitico (Sub-Ozieri) (Melis et al. 2007). Il sito è stato oggetto di scavo archeologico dal

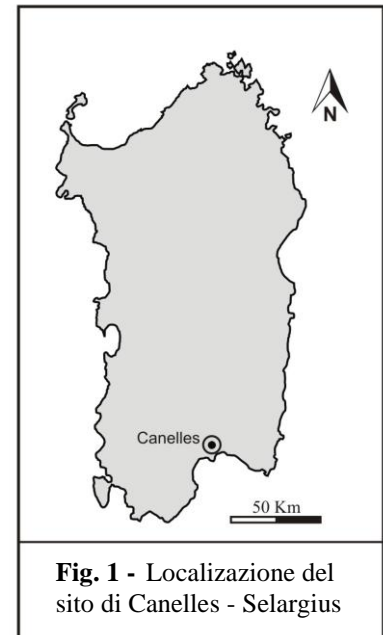


Fig. 1 - Localizzazione del sito di Canelles - Selargius

1995 sotto la direzione scientifica della Soprintendenza Archeologica per le provincie di Cagliari e Oristano. Gli scavi hanno permesso di documentare numerose strutture abitative di forma circolare e sub-circolare, in alcuni casi con più ambienti comunicanti, pozzi a sezione cilindrica e silos (Manunza 2013). Le sacche si trovano a m 0,40-0,50 dal piano di calpestio attuale, hanno una profondità che varia tra i - 0,80 e -3.00 m, all'interno di queste strutture sono stati individuati spazi destinati alla preparazione e la cottura dei cibi, per la conservazione dei cereali e la loro macinazione (Manunza 2013).

Nel 2011 è stato possibile effettuare un campionamento sistematico, presso il lotto Zeta-domus ubicato nella lottizzazione Canelles, di 21 sacche. Lo scavo d'urgenza è stato diretto sotto la responsabilità scientifica della Dott.ssa Maria Rosaria Manunza della Soprintendenza Archeologica per le provincie di Cagliari e Oristano. L'obiettivo di questo studio è stato quello di indagare quale fosse l'economia agricola praticata dalle comunità vissute tra il IV e il III millennio a.C.

Materiali e metodi

Il campionamento sistematico dei sedimenti di Canelles è stato effettuato durante lo scavo archeologico, la terra è stata prelevata dalle 21 sacche scavate. La quantità di sedimento campionato è stato di 2767 litri. Il totale delle unità stratigrafiche interessate è 74. Il volume del sedimento utilizzato per le analisi è dipeso dalla presenza/assenza, nelle rispettive unità stratigrafiche, di resti vegetali carbonizzati. I campioni sono stati raccolti utilizzando delle buste di plastica, numerate e codificate seguendo la stratigrafia e quota di prelievo.

Il recupero dei macroresti vegetali è avvenuto grazie all'utilizzo di una macchina per la flottazione della capacità di 120 litri, che ha permesso di trattare volumi elevati di sedimento in tempi rapidi. La maglia interna della macchina è di 1 mm, la maglia esterna che ha raccolto i resti vegetali ha uno spessore di 0,25 mm. I resti vegetali raccolti, sono stati fatti asciugare all'aria. Anche il sedimento più pesante è stato fatto asciugare e analizzato per il recupero di tutti i resti che non hanno galleggiato.

Prima di procedere all'identificazione dei *taxa* recuperati, i macroresti vegetali sono stati separati dal resto dei materiali non utili per queste analisi e suddivisi in frazioni da 4 mm, 2mm, 1mm, 0.5 mm, 0.25 mm, utilizzando una colonna di setacci in acciaio. Per una corretta identificazione dei *taxa*, i materiali, sono stati analizzati con uno stereomicroscopio (modello Zeiss, Stemi 2000), e comparati con la collezione di riferimento di semi attuali, per l'identificazione delle specie sono stati utilizzati degli atlanti specifici (Cappers et al. 2006; Beijerinck 1947; Bojňanský e Fargašová 2007; Berggren 1969) presenti tanto nella Banca del Germoplasma della Sardegna come nel laboratorio del Centro de Ciencias Humanas y Sociales di Madrid (CCHS - CSIC).

La maggior parte dei macroresti vegetali si sono conservati carbonizzati. È stata utilizzata la nomenclatura normalmente usata per identificare i macroresti vegetali in archeobotanica (Zohary et al. 2012; Pignatti e Anzalone 1982). Le percentuali sono state calcolate considerando il numero totale di ciascun *taxa* identificato dividendoli per il totale dei litri flottati, in questo modo è stata calcolata per ogni sacca la percentuale dei *taxa* rinvenuti per ogni litro di terra flottato.

Risultati

Delle 21 sacche campionate, solo 13 hanno restituito resti vegetali. Tutti i macroresti vegetali recuperati dal sito archeologico di Canelles si sono conservati per carbonizzazione, l'ottimo stato conservativo ha permesso di identificare quasi tutti i resti, il totale dei *taxa* identificati è 28, il numero totale dei resti è 3896. La maggior parte è costituito da cereali con un percentuale del 74%, i frutti con il 22%, la vegetazione spontanea è rappresentata dal 4% di piante arbustive (*Cistus* sp., *Pistacia lentiscus*, *Juniperus* sp.) e erbacee (Fig. 2; Tab. 1).

Tra i cereali sono presenti: l'orzo nudo (*Hordeum vulgare* var. *nudum*), con una percentuale dell'86%, orzo vestito (*Hordeum vulgare*) con l'11% e il 3% è composto da frumenti nudi (*Triticum aestivum/durum*) (Fig. 3; Tab.1).

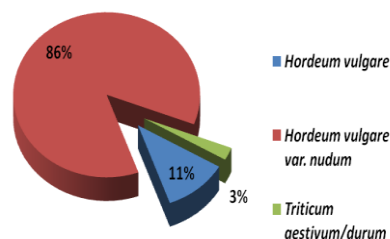
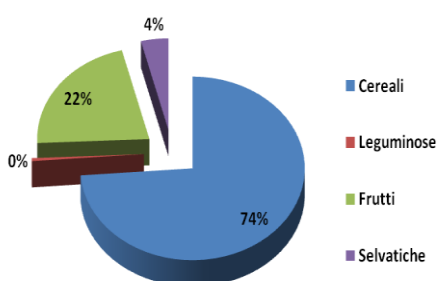


Fig. 2. - Percentuale totale dei *taxa* rinvenuti a Canelles

Fig. 3. - Percentuale delle differenti tipologie di cereali

Le leguminose sono rappresentate solo da pochi semi di *Vicia/Lathyrus*, e *Vicia/Pisum*, è stata utilizzata questa dicitura perché non è stato possibile assegnare un'identificazione sicura tra le due specie. I frutti sono rappresentati soprattutto dai semi di fico (*Ficus carica*) di cui si documentano anche alcune parti del siconio carbonizzato, insieme al fico è documentato un solo seme di *Vitis vinifera* ssp. *sylvestris* che per la sua morfologia tozza e arrotondata è stato assegnato alla specie selvatica. La vegetazione arbustiva è rappresentata da semi di alcune piante della macchia mediterranea come il lentisco (*Pistacia lentiscus*), il cisto (*Cistus* sp.) e il ginepro (*Juniperus* sp.). Le erbacee sono rappresentate da: *Brassica* sp., Caryophyllaceae, *Centaurea* sp., *Chenopodium* sp., *Fumaria* sp., *Galium* sp., *Linum* sp., *Malva* sp., *Medicago* sp., *Oxalis* sp., Poaceae, *Polygonum* sp., cf. *Ranunculus* sp., cf. *Trifolium* sp., *Thymelaea hirsuta* (Tab. 1). Le sacche che hanno restituito il maggior numero di resti vegetali sono state: la sacca 217 e la 205. La sacca 205 ha restituito un totale di 2174 resti vegetali di cui 916 resti integri di diversi *taxa* e 1258 frammenti di cereali. La sacca 217 ha restituito un totale di 1111 resti vegetali suddivisi in 887 resti integri di diversi *taxa* e 224 frammenti di cereali, i resti provengono tutti dall'unità stratigrafica 857.

I cereali

La distribuzione dei cereali nelle rispettive sacche archeologiche non è eterogeneo, in alcune sacche la distribuzione degli orzi vestiti (*H. vulgare*) è simile a quella degli orzi nudi (*H. vulgare* var. *nudum*), mentre il frumento nudo (*T. aestivum/durum*) pur essendo il cereale minoritario, si distribuisce uniformemente in quasi tutte le sacche (Fig. 4; Tab. 1).

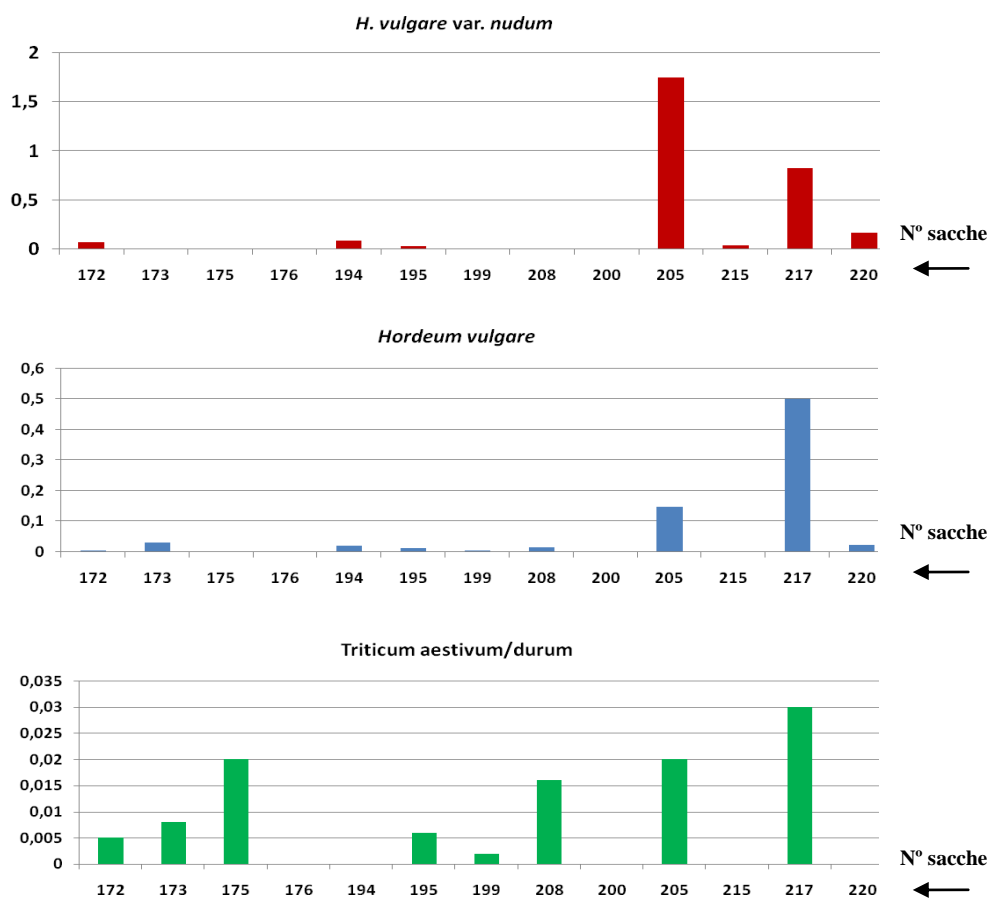


Fig. 4 - Distribuzione dei principali cereali identificati nelle sacche archeologiche di Canelles

Considerando la somma totale dei cereali rinvenuti, le percentuali più alte sono state riscontrate nelle sacche 205 e 217 (Fig 5; Tab 1).

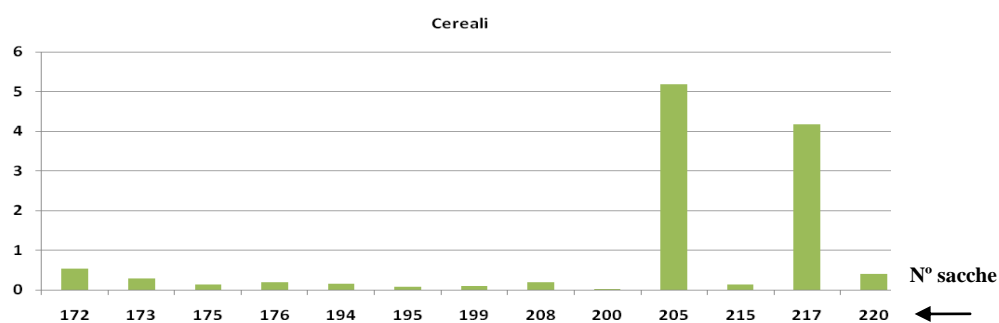


Fig. 5 - Distribuzione totale dei cereali nelle sacche archeologiche di Canelles

Nella sacca 205, su un totale di 2169 resti, la percentuale di cereali è stata del 35% di cariossidi integre e del 58% di frammenti. I cereali più rappresentati sono stati gli orzi nudi (*H. var. nudum*) con il 91%, a seguire gli orzi vestiti (*H. vulgare*) con l'8% e i frumenti nudi (*T. aestivum/durum*) con l'1% (Fig. 6; Tab. 1). Nella sacca 217, su un totale di 1111 resti recuperati, i cereali sono presenti con il 13% di cariossidi integre e con il 24% di frammenti. Anche in questo caso i cereali più rappresentati sono stati gli orzi nudi (*H. var. nudum*) con il 61%, gli orzi vestiti (*H. vulgare*) con il 37%, e i frumenti nudi (*T. aestivum/durum*) con il 2% (Fig. 7; Tab 1).

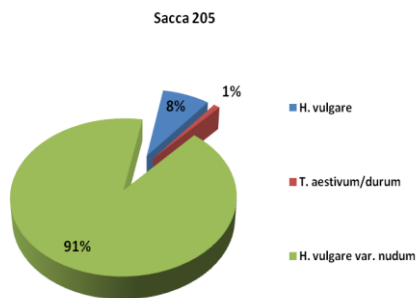


Fig. 6 - Percentuali delle diverse specie di cereali della sacca 205

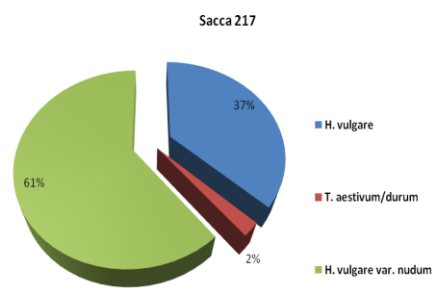


Fig. 7 - Percentuali delle diverse specie di cereali della sacca 217

I frutti

I frutti documentati a Canelles sono costituiti solo da semi di fico (*F. carica*) e un solo seme di uva (*Vitis vinifera* ssp. *sylvestris*). I frutti sono stati documentati solo nelle sacche 217 e 205 (Fig. 8). La sacca 217 ha restituito, dall'US 857, 261 semi di fico, mentre la sacca 205 ha restituito dall'US 855, 134 semi di fico (*F. carica*) e 1 seme di uva (*Vitis vinifera* ssp. *sylvestris*) (Tab.1).

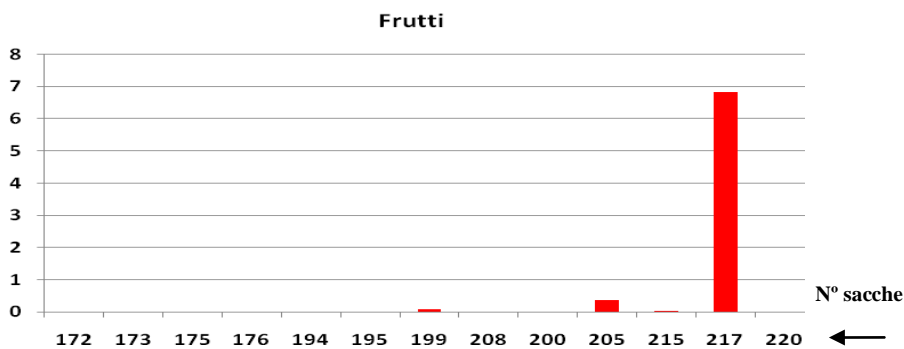


Fig. 8 - Distribuzione quantitativa dei frutti nelle diverse sacche

Vegetazione arbustiva

La vegetazione arbustiva identificata nelle sacche archeologiche è composta da pochi semi pertinenti alle piante cespugliose e arbustive della macchia mediterranea quali il lentisco (*Pistacia lentiscus*), il cisto (*Cistus* sp.) e il ginepro (*Juniperus* sp.). I semi della vegetazione arbustiva sono presenti principalmente nella sacca 217 (Fig. 9), in cui sono stati identificati 7 semi di cisto (*Cistus* sp.), e 3 semi di lentisco (*P. lentiscus*). Un solo seme di ginepro (*Juniperus* sp.) proviene dalla sacca 218 (Tab. 2). Diversi semi di malva (*Malva* sp.) e timelea barbosa (*Thymelaea hirsuta*) sono stati documentati in quasi tutte le sacche (Tab. 2).

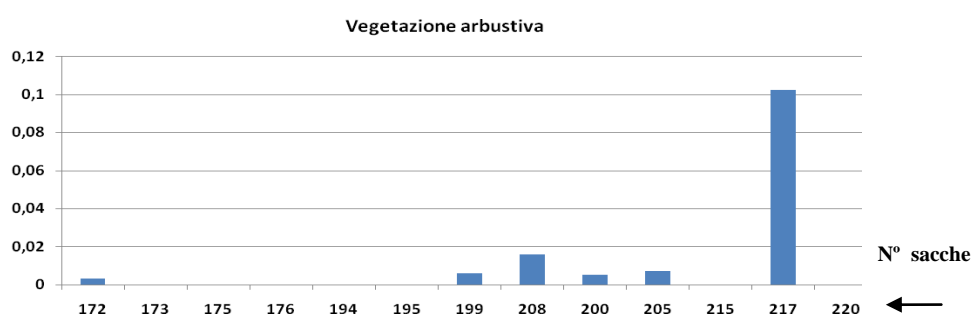


Fig. 9 - Distribuzione dei taxa relativi alla vegetazione arbustiva

Infestanti

Dalle sacche archeologiche di Canelles sono stati recuperati e identificati 18 taxa riconducibili a: *Brassica* sp., Caryophyllaceae, *Centaurea* sp., *Chenopodium* sp., cf. *Cynara cardunculus*, *Fumaria* sp., *Galium* sp., *Linum* sp., *Medicago* sp., *Oxalis* sp., Poaceae, *Polygonum* sp., cf. *Ranunculus* sp., cf. *Trifolium* sp. (Tab x). Le sacche che hanno restituito il maggior numero di infestanti sono state la sacca 173, 176, 208, 217 (Fig. 10).

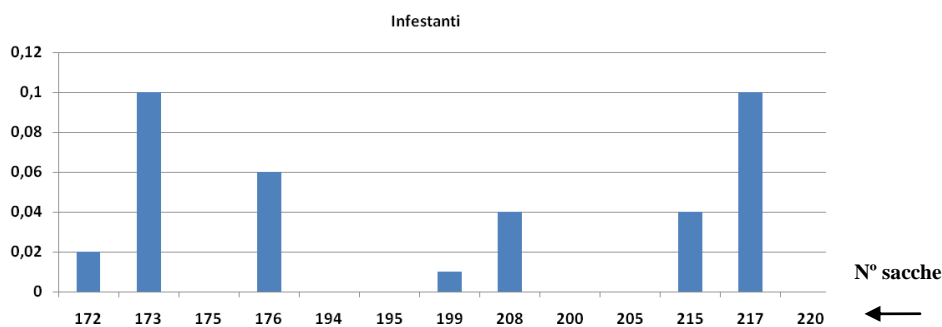


Fig. 10 - Distribuzione delle infestanti nelle differenti sacche

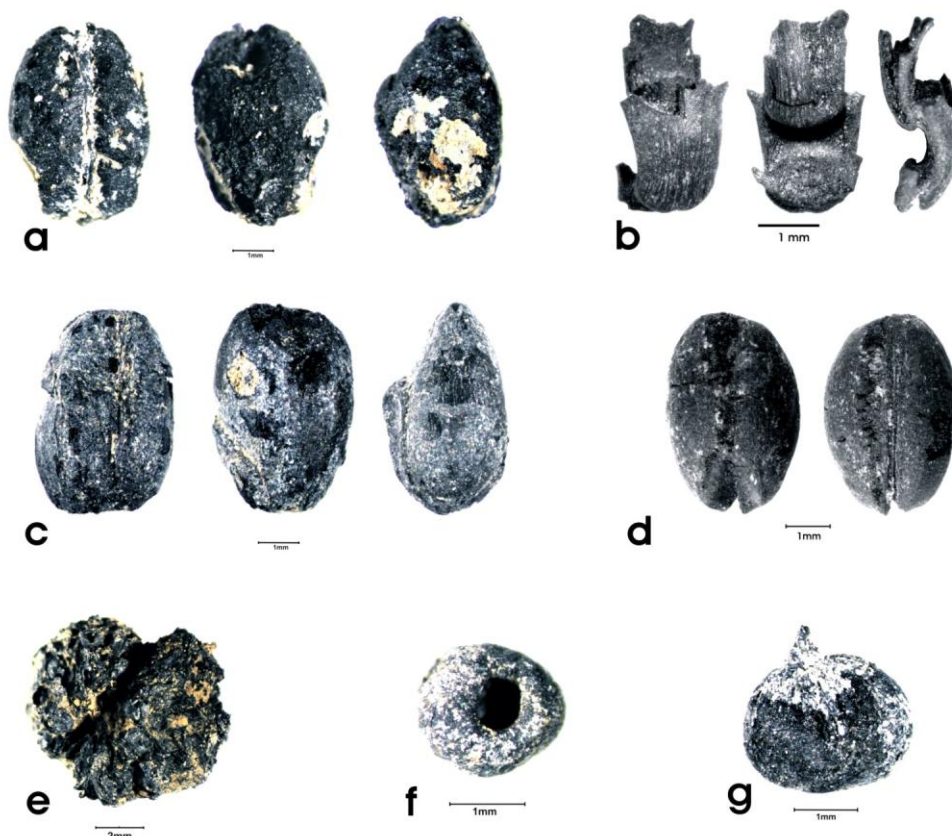


Fig. 11 – I resti vegetali rinvenuti nel sito di Canelles; a *Triticum aestivum/durum*; b *Hordeum vulgare* (rachis); c *Hordeum vulgare*; d *Hordeum vulgare* var. *nudum*; e *Ficus carica* (frutto fr.); f *Galium* sp.; g *Pistacia lentiscus*

Discussioni

Le analisi archeobotaniche condotte nel sito archeologico di Canelles ha permesso per la prima volta di documentare l'agricoltura praticata in Sardegna durante le prime fasi del Calcolitico. Purtroppo non è stato possibile effettuare nessun confronto con altri siti coevi della Sardegna, in quanto il sito di Canelles rappresenta l'unico sito archeologico in cui è stato possibile eseguire le analisi archeobotaniche. Alcuni confronti sono possibili solo con i siti indagati nel nord Italia e altri ubicati a nord delle Alpi i quali mostrano affinità con i siti italiani (Jacomet 2006; Rottoli 2014). Di seguito vengono discussi i dati sulle piante coltivate e le piante selvatiche le quali hanno avuto una grande importanza nell'alimentazione umana in questo periodo. I dati archeobotanici ottenuti dall'analisi delle sacche archeologiche di Canelles testimoniano un'economia agricola basata sulla coltivazione di almeno tre specie di cereali, gli orzi nudi (*H. vulgare* var. *nudum*), gli orzi vestiti (*H. vulgare*), e i frumenti nudi (*T. aestivum/durum*). Tra i frumenti sappiamo con certezza che venivano coltivati i frumenti duri (*T. durum*) grazie al ritrovamento della rachide di questo cereale. Rimane invece incerta la coltivazione dei frumenti teneri (*T. aestivum*). Le alte percentuali di orzo nudo (*H. vulgare* var. *nudum*) ritrovato nelle sacche sembrano indicare che questo cereale avesse un ruolo importante nella dieta della comunità calcolitica che visse a Canelles. Sembrano invece svolgere un

ruolo secondario gli orzi vestiti e i frumenti nudi anche se questi ultimi sono stati ritrovati in un numero maggiore di sacche, mentre l'orzo nudo si concentra prevalentemente nella sacca 205 e 217, è probabile ipotizzare che alcune sacche avessero particolari funzioni legate allo stoccaggio o alla manipolazione dei differenti cereali. Bisognerà attendere la relazione archeologica ancora in fase di studio per comprendere meglio la funzione svolta dalle differenti strutture. Dobbiamo tenere anche presente che gli orzi nudi risultano più adatti all'alimentazione umana grazie alla facilità con cui le cariossidi si separano dalle glume, mentre gli orzi vestiti generalmente sono impiegati per l'alimentazione degli animali (Lister e Jones 2013). Le scarse quantità di frumenti nudi ritrovate potrebbe essere legato, come suggerito da alcuni autori, a gusti personali, a influenze culturali o alla diversità dei sistemi agricoli adottati solo in alcune regioni così come è stato segnalato di recente per i siti calcolitici ubicati nel centro e ovest dell'Italia (Rottoli 2014) e a nord delle Alpi in cui i frumenti nudi sembrano avere un ruolo minoritario nella dieta preistorica di queste comunità (Jacomet 2006;). In alcuni casi le scelte adottate dalle comunità preistoriche possono essere legate anche alla tipologia dei suoli da coltivare, dove alcuni cereali come gli orzi riescono a tollerare molto bene le alte concentrazioni di sale nel terreno rispetto ai frumenti nudi (Jacomet 2006; Lister e Jones 2013; Maas e Hoffman 1977). Le alte percentuali di orzo registrate a Canelles potrebbe quindi essere legato alla salinità dei terreni i quali si trovano nelle vicinanze della laguna salata di Molentargius. Per quanto riguarda la coltivazione dei frumenti vestiti come il farro (*T. dicoccum*) e il piccolo farro (*T. monococcum*), dalla documentazione archeobotanica disponibile per l'Italia settentrionale, risultano i cereali predominanti i quali si documentano almeno a partire dal Neolitico antico (Tecchiati et al. 2013; Rottoli e Castiglioni 2009; Rottoli 2014). A Canelles, ma in generale per tutta la preistoria della Sardegna il ruolo svolto dai frumenti vestiti nella dieta delle comunità agricole sembra essere marginale o assente rispetto ai siti del nord Italia (Rottoli 2014). Una tendenza simile è stata registrata anche nella Penisola Iberica, escludendo il centro peninsulare e l'alta valle dell'Ebro, l'orzo nudo sembra essere un coltivo molto importante nelle regioni ubicate a sud est della Spagna durante il Calcolitico (Buxó i Capdevila et al. 1997; Peña-Chocarro e Zapata Peña 2014; Zapata et al. 2004).

L'alta frequenza di orzo nudo che viene registrata nei diversi siti archeologici della Sardegna sembrerebbe indicarci che la coltivazione di questo cereale sia preferito rispetto ai frumenti vestiti, la sua presenza si documenta a partire almeno dal Neolitico medio nel sito di Su Mulinu Mannu (Oristano), nel Neolitico recente nella Grotta del Guano (Nuoro) e nella Domus de Janas di Molia (Sassari). La coltivazione dell'orzo nudo è attestata almeno sino al Bronzo antico; grandi quantità di questo cereale sono state trovate nel contesto archeologico di Monte Meana (Ucchesu et al. in press). L'abbandono della coltivazione dell'orzo nudo sembra avvenire tra il Bronzo medio e il

Bronzo recente forse in favore dei frumenti nudi, questa tendenza è stata registrata anche in diversi contesti del Mediterraneo occidentale, la causa di questo abbandono è probabilmente legata alla sua scarsa produttività rispetto ai frumenti nudi (Hopf 1991; Ciaraldi 1998 ; Ciaraldi 2000; Buxó 1997; Bakels 2002). Le tre tipologie di cereali ritrovati a Canelles sembrano indicare la presenza di un'agricoltura sviluppata probabilmente frutto delle esperienze maturate già durante il Neolitico recente. Il ritrovamento di un seme di lino potrebbe suggerire che insieme ai cereali si coltivasse anche questa pianta, attualmente è l'attestazione più antica per quanto riguarda la Sardegna. Inoltre la presenza di numerose fusaiole potrebbero suggerire che il lino potesse essere impiegato nelle attività di filatura così come è stato documentato nei siti palafitticoli del nord Italia (Rottoli 2014) e nei siti umidi ubicati a nord delle Alpi (Jacomet 2006) dove ha rappresentato per le popolazioni calcolitiche un importante coltivo. Le poche infestanti identificate non ci consentono di trarre particolari informazioni sui processi di pulizia dei cereali, ad una prima analisi comparativa, sembra che le sacche che hanno restituito il minor numero di cereali abbiano il maggior numero di infestanti, questo dato potrebbe essere legato alle attività di pulizia dei cereali dove lo scarto generato è stato bruciato in luoghi specifici dedicati ai rifiuti.

Le uniche leguminose recuperate nel sito di Canelles sono state identificate come *Vicia/Lathyrus*, cf. *Pisum sativum* e *Vicia/Pisum*, purtroppo a causa del cattivo stato conservativo in cui si trovano non si è arrivati a identificare con precisione la specie. Ai generi *Vicia* e *Lathyrus* appartengono diverse specie di leguminose coltivate come la cicerchia (*Lathyrus sativus*), la veccia dolce (*Vicia sativus*) e la fava (*Vicia faba*). I semi rinvenuti sono molto piccoli rispetto alle specie coltivate e per questa ragione sono stati attribuiti a specie selvatiche. I pochi dati che abbiamo non ci consentono di comprendere quali tipologie di leguminose venissero coltivate durante il Calcolitico in Sardegna. La documentazione sulle leguminose per certi aspetti rimane ancora incerta, il fatto che non siano state documentate potrebbe essere legato forse più a problemi tafonomici che ad una vera e propria assenza infatti sappiamo che in Sardegna i piselli sono già presenti in contesti del Neolitico recente e non sorprende che anche durante il Calcolitico fosse presente almeno questa leguminosa. Anche i siti calcolitici del nord Italia non hanno fornito per il momento una documentazione sufficiente sulla coltivazione delle leguminose, si documentano per il momento la lenticchia (*L. culinaris*), i piselli (*P. sativum*) e le vecce (*Vicia ervilia*), rimane incerta la coltivazione delle fave (*V. faba*) (Tecchiati et al. 2013; Rottoli e Castiglioni 2009). Le grandi quantità di semi di fico (*F. carica*) rinvenuti in alcune sacche (Tab. 1 - 6) indicano che questo frutto deve aver svolto un ruolo importante nella dieta vegetale della comunità preistorica di Canelles. Il fico, insieme alla vite e l'olivo hanno rappresentato per le popolazioni del Mediterraneo occidentale un'importante risorsa alimentare in epoca preistorica in quanto forniscono vitamine, proteine, sali minerali e zuccheri (Zohary et al.

2012). Alcuni autori hanno suggerito che il fico è stato probabilmente uno dei primi frutti ad essere posto a coltura già intorno a 11000 anni fa in Medio Oriente, probabilmente grazie alla semplicità con cui si propaga attraverso le talee (Kislev et al. 2006). Rispetto ai siti del Neolitico indagati, le grandi quantità di semi di fico ritrovati a Canelles, rappresentano un'importante testimonianza del suo utilizzo come fonte di cibo durante il Calcolitico in Sardegna. L'unico seme di vite (*Vitis vinifera* ssp. *sylvestris*) rinvenuto a Canelles rappresenta per il momento l'attestazione più antica in Sardegna di questo frutto. Il consumo alimentare dell'uva selvatica è documentato in Italia presso la Grotta dell'Uzzo in Sicilia (Costantini 1989; Costantini e Stancanelli 1994), in strati datati tra il IX e l'VIII millennio a. C e in diversi siti del Neolitico antico (VII- VI millennio a. C) sia nel sud che nel nord Italia (Rottoli e Castiglioni 2009; Fiorentino et al. 2013). L'uva come altri frutti spontanei come il fico sono stati particolarmente apprezzati come alimento dalle popolazioni preistoriche in quanto rappresentano un valido supporto alimentare alla dieta preistorica (Arobba et al. 1997; Costantini e Stancanelli 1994; Nisbet 2006; Rottoli e Castiglioni 2009; Fiorentino et al. 2013).

La presenza di piante infestanti, ruderali, e sinantropiche denotano un paesaggio fortemente antropizzato, alcune possono essere legate ai coltivi o aree ricche di fosfati e sostanze organiche. La loro presenza nei contesti archeologici non è semplice da interpretare, bisogna considerare che alcuni di questi *taxa* possono essere stati utilizzati come alimento umano o per l'alimentazione degli animali (Peña-Chocarro et al. 2000; Zapata e Peña-Chocarro 2003). Diversi *taxa* possono rappresentare la vegetazione circostante, come il caso della Timelea barbosa (*Thymelaea hirsuta*) che predilige terreni incolti e zone litoranee, è una pianta legnosa che tollera molto bene i terreni salini, la timelea cresce ancora oggi nei terreni ubicati in prossimità del sito di Canelles.

La sua presenza è stata registrata in quasi tutte le strutture indagate, probabilmente è stata una pianta utilizzata dalla comunità di Canelles, da indagini etnografiche risulta che questo piccolo arbusto veniva impiegato come scopa per ripulire le aie, i forni e i cortili, non ha caso viene anche chiamata spazzaforno. Non si esclude un impiego alimentare in quanto la pianta essendo aromatica è stata a lungo utilizzata, soprattutto nella parte occidentale dell'isola, per affumicare il pesce (Atzei 2003).

Tra le piante arbustive tipiche della macchia mediterranea si segnala la presenza di semi di cisto (*Cistus* sp.), ginepro (*Juniperus* sp.), lentisco (*Pistacia lentiscus*), probabilmente raccolti nelle vicinanze del sito di Canelles. Questi arbusti possono aver svolto diverse funzioni nell'ambito delle diverse attività quotidiane svolte dalla comunità calcolitica di Canelles. La loro presenza nelle diverse sacche non è frequente, in particolare l'unica sacca in cui si registra la maggiore quantità di semi è stata la sacca 217, in cui sono presenti anche numerosi cereali, semi di fico, e infestanti. È probabile che la sacca sia da interpretare come luogo destinato a svariate attività, infatti al suo

interno sono stati rinvenuti anche diversi attrezzi in ossidiana, macine, pestelli e numerose ceramiche. In alcuni casi i semi di lentisco e di cisto sono stati recuperati in diverse sacche piccole e poco profonde, sul fondo erano presenti anche numerosi frammenti ceramici misti a resti di carbone. L'uso di questi spazi sembra forse destinato alla cottura delle ceramiche, ed è molto probabile che le piante di lentisco e di cisto furono utilizzate per l'accensione del fuoco. In Sardegna l'utilizzo del cisto e del lentisco per la cottura tradizionale delle ceramiche è ancora in uso in alcuni paesi che le utilizzano grazie all'alto potere calorifico che sviluppano (Atzei 2003). Il cisto cresce ancora oggi in abbondanza lungo tutta la fascia costiera, la sua raccolta non doveva sicuramente comportare grandi difficoltà in quanto la sua eradicazione è facilitata dal fatto che non sviluppa delle radici molto profonde. Il lentisco oltre a fornire un ottimo combustibile può essere impiegato anche per la produzione dell'olio attraverso la spremitura delle bacche (Atzei 2003; Loi 2012). Il legno di ginepro grazie alla sua resistenza è comunemente impiegato per la produzione di arnesi da lavoro e per la costruzione, i galbuli possono essere impiegati come alimento umano, a lungo in Sardegna sono stati utilizzati anche per scopi terapeutici (Atzei 2003). La presenza della malva documentata in tutte le sacche archeologiche potrebbe indicare che questa pianta fosse impiegata per diversi usi dalla comunità che visse a Canelles. Si documenta in Sardegna il suo impiego in ambito alimentare, le foglie tenere vengono consumate come insalata, così come i piccoli frutti che contengono i semi non ancora maturi, inoltre trova impiego anche in ambito terapeutico (Atzei 2003).

Conclusioni

Le indagini archeobotaniche condotte nel sito di Canelles hanno permesso di indagare sulle pratiche agricole adottate dalle comunità preistoriche durante il Calcolitico. Le analisi mostrano un'economia agricola fondata sulla coltivazione di almeno tre tipologie di cereali, l'orzo nudo, gli orzi vestiti, e i frumenti nudi. La documentazione disponibile conferma la coltivazione delle stesse specie di cereali attestati per il Neolitico recente della Sardegna. Rimane invece incerta la documentazione sulle leguminose coltivate, alcuni semi identificati come *Vicia/Pisum* a causa del loro cattivo stato conservativo potrebbero indicare la possibile presenza dei piselli durante il Calcolitico, in quanto già attestati durante il Neolitico recente nella Grotta del Guano. La dieta alimentare della comunità preistorica di Canelles veniva integrata anche dal consumo di alcuni frutti selvatici come il fico e l'uva i quali testimoniano l'importanza assunta da questi frutti per la dieta della comunità calcolitica dell'isola. Canelles, rappresenta il primo sito Calcolitico del sud Italia in cui sono state svolte indagini archeobotaniche, per questo la presente ricerca rappresenta un'importante documentazione sull'alimentazione vegetale adottata dalle società preistoriche

calcolitiche. Si spera in futuro di poter indagare un numero sufficientemente alto di siti archeologici in modo da poter avere un quadro più preciso sulle diverse tipologie di cereali coltivati in Sardegna e sullo sfruttamento delle risorse spontanee.

Tab. 1 - Distribuzione dei taxa ritrovati nelle sacche archeologiche di Canelles													
SACCHE	172	173	175	176	194	195	199	200	205	208	215	217	220
VOLUME (LITRI)	574	151	50	30	50	159	443	388	387	62	93	98	42
<i>taxa</i>													
CEREALI													
<i>Hordeum vulgare</i>	3	4			1	2	2		57	1		49	1
<i>Hordeum vulgare</i> var. <i>nudum</i>	39				4	4	2	1	677		3	81	7
<i>Hordeum vulgare</i> (rachis)	1								1			4	
<i>H. vulgare</i> var. <i>nudum</i> (frag.)	4						1		750				
<i>Hordeum/Triticum</i>	4	1	1			1	2	4	6			10	1
<i>Hordeum</i> sp.	4	1	3	2	1	4		1		1	1		
<i>Hordeum</i> sp. (frag.)	11							1	268				
<i>Triticum aestivum/durum</i>	3	7	1			1	1		8	1		3	
<i>Triticum durum</i> (rachis)												1	
<i>Triticum</i> sp.	2							1					
Cereali indet. (frag.)	240	23	2	2	2	6	32	3	240	9	8	261	8
Cereale indet.	2												
LEGUMINOSE													
<i>Vicia/Lathyrus</i>	2	2						1	2		1		
cf. <i>Pisum sativum</i>		1											
<i>Vicia/Pisum</i>		1					2		2			2	
Leguminose indet.	2	1							2				
FRUTTI													
<i>Ficus carica</i> (frag. Fruit)	3						2	1	4		1		
<i>Ficus carica</i>	4						27		135		1	668	
<i>Vitis vinifera</i> ssp. <i>sylvestris</i>									1				
INFESTANTI													
<i>Brassica</i> sp.	3											1	
<i>Bromus</i> sp.		1										3	
<i>Caryophyllaceae</i>	1												
<i>Centaurea</i> sp.	1	1								1			
<i>Chenopodium</i> sp.	2												
<i>Fumaria</i> sp.							3						
<i>Galium</i> sp.	2											3	
<i>Medicago</i> sp.				2						2		2	
<i>Oxalis</i> sp.									1				
<i>Poaceae</i>	5						1						
<i>Polygonum</i> sp.							2					1	
cf. <i>Ranunculus</i> sp.							1						
<i>Scorpiurus vermiculatus</i>		13									4		
<i>Silene</i> sp.												1	
cf. <i>Trifolium</i> sp.								1					
VEGETAZIONE ARBUSTIVA													
<i>Cistus</i> sp.												7	
<i>Juniperus</i> sp.										1			
<i>Pistacia lentiscus</i>	2						3	2	3			3	
ALTRO													
<i>Linum</i> sp.		2											
<i>Malva</i> sp.							2		2		2	7	
<i>Thymelaea hirsuta</i>	11	1		2			4	1	8	2	5	3	1
Indet.	12					1			2		26	1	
TOTALE	363	60	7	8	8	19	87	17	2169	18	52	1111	18

Bibliografia

- Arobba D, Deferrari G, Nisbet R (1997) Carpological investigation at the cave of Arene Candide: an impression of a caryopsis of barley on a ceramic sherd. In: Maggi R (ed) *Arene Candide: a functional and environmental assessment of the Holocene sequence (excavations Bernabò Brea-Cardini 1940–50)*, vol 5. *Memorie dell'Istituto Italiano di Paleontologia Umana*, pp 119–123
- Atzei AD (2003) *Le piante nella tradizione popolare della Sardegna: documentazione sugli usi alimentari, aromatizzanti, profumieri, artigianali, cosmetici, medicinali, veterinari, magici, ornamentali, rituali, religiosi, tintori, antiparassitari e vari, delle piante*. C. Delfino
- Bakels C (2002) Plant remains from Sardinia, Italy with notes on barley and grape. *Vegetation History and Archaeobotany* 1:3-8
- Berggren G (1969) *Atlas of seeds and small fruits of Northwest-European plant species (Sweden, Norway, Denmark, East Fennoscandia and Iceland) with morphological descriptions: part 2. Cyperaceae*. Stockholm
- Berggren G (1981) *Atlas of seeds and small fruits of northwest-European plant species (Sweden, Norway, Denmark, East Fennoscandia and Iceland) with morphological descriptions: part 3. Salicaceae-Cruciferae*. Stockholm
- Bojňanský V, Fargašová A (2007) *Atlas of Seeds and Fruits of Central and East-European Flora: The Carpathian Mountains Region*. Springer
- Buxó R (1997) *Arqueología de las plantas: la explotación económica de las semillas y los frutos en el marco mediterráneo de la Península Ibérica*. Crítica, Grijalbo Mondadori
- Buxó i Capdevila R, Alonso N, Canal D, Echave C, González I (1997) Archaeobotanical remains of hulled and naked cereals in the Iberian Peninsula. *Vegetation History and Archaeobotany* 1:15-23
- Campus F, Leoneli V (2012) Il nuraghe Adoni di Villanovatulo (CA): due contesti del Bronzo recente. In: *Atti della XLIV Riunione Scientifica - La presistoria e la protostoria della Sardegna (Cagliari, Barumini, Sassari 23-28 novembre 2009)*, vol II- Comunicazioni. Firenze, pp 703-708
- Cappers RTJ (2012) *Digitale Zadenatlas Van Nederland / Digital Seed Atlas of the Netherlands*. Barkhuis
- Castiglioni E, Cottini M (2005) I resti botanici carbonizzati dalla struttura a scorie di Millan. Indagini preliminari. In: Dal Ri L, Tecchiati U (eds) *Der spätkupferzeitliche Schmelzplatz von Milland bei Brixen im Rahmen der beginnenden Metallurgie im alpinen Raum. Internationale Tagung, Bozen 15. Juni 2005*. Tipografia della Provincia Autonoma di Bolzano-Alto Adige, Bozen, pp 13–15
- Castiglioni E, Cottini M, Rottoli M (2008) Archeobotanica del Campaniforme in area lombarda. *Atti del Convegno, Bell Beaker days in Italy-Bell Beaker in every day life*. Firenze, Siena, Villanuova sul Clisi 12–15 maggio 2006 (in press)
- Ciaraldi M (1998) The role of plant economy at Pratola Serra (Avellino, southern Italy) in the context of the Italian Bronze Age. *Origini* 22:251-266
- Ciaraldi M (2000) Drug preparation in evidence? An unusual plant and bone assemblage from the Pompeian countryside, Italy. *Vegetation History and Archaeobotany* 9:91-98
- Costantini L (1989) Plant exploitation at Grotta dell'Uzzo, Sicily: new evidence for the transition from Mesolithic to Neolithic subsistence in Southern Europe. In: Harris DR, Hillman GC (eds) *Foraging and Farming: the evolution of the plant exploitation*, vol 13. *One World Archaeology*, pp 197-206
- Costantini L, Stancanelli M (1994) La preistoria agricola dell'Italia centro-meridionale: il contributo delle indagini archeobotaniche. *Origini* 18:149-243
- Fiorentino G, Caldara M, De Santis V, D'Oronzo C, Muntoni IM, Simone O, Primavera M, Radina F (2013) Climate changes and human–environment interactions in the Apulia region of southeastern Italy during the Neolithic period. *The Holocene* 23: 1297-1316

- Heiss A, Oeggl K (2009) The plant macro-remains from the Iceman site (Tisenjoch, Italian–Austrian border, eastern Alps): new results on the glacier mummy’s environment. *Vegetation History and Archaeobotany* 1:23-35
- Hopf M (1991) South and Southwest Europe. In: van Zeist W, Wasylikowa, K. & Behre, K.E. (eds) *Progress in Old World palaethnobotany*. A.A. Balkema, Rotterdam, pp 241-277
- Jacomet S (2006) Plant economy of the northern Alpine lake dwellings-3500-2400 cal BC. *Environmental Archaeology* 1:65-85
- Kislev ME, Hartmann A, Bar-Yosef O (2006) Early Domesticated Fig in the Jordan Valley. *Science* 5778:1372-1374
- Lister D, Jones M (2013) Is naked barley an eastern or a western crop? The combined evidence of archaeobotany and genetics. *Vegetation History and Archaeobotany* 5:439-446
- Loi C (2013) Preliminary Studies about the Productive Chain of Lentisk Oil through Ethnographic Witness and Experiments. In: Lugli F, Stoppiello AA, Biagetti S (eds) *Ethnoarchaeology: Current Research and Field Methods Conference Proceedings, Rome, Italy, 13th–14th May 2010*. BAR International Series, vol 24722013. Archaeopress, Oxford, pp 58-62
- Maas E, Hoffman G (1977) Crop salt tolerance – current assessment. *Journal of the Irrigation and Drainage Division of the American Society of Civil Engineering* 103:115-134
- Manunza MR (2013) Nuovi scavi a Su Coddu - Canelles (Selargius - Ca) Notizia preliminare. *Quaderni della Soprintendenza Archeologica di Cagliari e Oristano*, pp 8-13
- Melis MG (2009) L'Eneolitico antico, medio ed evoluto in Sardegna: dalla fine dell'Ozieri all'Albealzu. In: *Atti della XLIV Riunione Scientifica dell'IIPP, La preistoria e la protostoria della Sardegna (Cagliari-Barumini-Sassari, 23-28 novembre 2009)*, vol 1. IIPP, Firenze, pp 81-95
- Melis MG, Quarta G, Calcagnile L, D'Elia M (2007) L'inizio dell'età del Rame in Sardegna. *Nuovi contributi cronologici. Rivista di Scienze Preistoriche* LVII:185-200
- Nisbet R (2006) Agricoltura del neolitico antico alle Arene Candide (Savona). In: Cocuzza N, Medri, M. (eds) *Archeologie. Studi in onore di Tiziano Mannoni*. Edipuglia, Bari, pp 331–335
- Oeggl K (2009) The significance of the Tyrolean Iceman for the archaeobotany of Central Europe. *Vegetation History and Archaeobotany* 1:1-11
- Peña-Chocarro L, and Zapata, L. (2003) Post-harvesting processing of hulled wheats. An ethnoarchaeological approach. In: Anderson PC, Cummings, L.S., Schippers, T.K., and Simonel, B. (eds) *Le traitement des récoltes: un regard sur la diversité, du Néolithique au présent. Actes des XXIIIe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, 17-19 octobre 2002*. Éditions APDCA, Antibes, pp 99-113
- Peña-Chocarro L, Zapata, L., González Urquijo, J.E. & Ibáñez Estévez JJ (2000) Agricultura, alimentación y uso del combustible: aplicación de modelos etnográficos en arqueobotánica. *Saguntum Extra* 3:403-420
- Pignatti S, Anzalone B (1982) *Flora d'Italia*. Vol 3. Edagricole, Bologna
- Peña-Chocarro L, Zapata Peña L. 2014. Versatile Hulled Wheats: Farmers’ Traditional Uses of Three Endangered Crop Species in the Western Mediterranean. Chapter 6: Crop diversity through time. In: Chevalier A, Marinova, E., Peña-Chocarro, L. (eds), *Plants and People: Choices and Diversity through Time*, Oxford, Oxbow press, EARTH Series, vol. 1., pp 276-281
- Rottoli, M., 2014. Before the Empire: Prehistoric Fruit Gathering and Cultivation in Northern Italy. Chapter 3: Crop diversity through time. In : A. Chevalier, E. Marinova and L. Peña-Chocarro (eds.), *Plants and People: Choices and Diversity through Time*, Oxford, Oxbow press, EARTH Series, vol. 1., pp 75-81
- Rottoli M, Castiglioni E (2009) Prehistory of plant growing and collecting in northern Italy, based on seed remains from the early Neolithic to the Chalcolithic (c. 5600–2100 cal b.c.). *Vegetation History and Archaeobotany* 1:91-103

Tecchiati U, Castiglioni E, Rottoli M (2013) Economia di sussistenza nell'età del Rame dell'Italia settentrionale. IL contributo di archeozoologia e archeobotanica. In: de Marinis RC (ed) L'età del Rame. La pianura padana e le Alpi al tempo di Ötzi. Compagnia della Stampa Massetti Rodella Editori, Brescia, pp 87-100

Ucchesu M, Peña-Chocarro L, Sabato D, Tanda G (In press) Bronze Age subsistence in Sardinia (Italy): cultivated plants and wild resources.

Ugas G, Lai G, Marras MG, Nuvoli P, Usai L (1989) Nuovi dati sull'insediamento di Su Coddu. In: AA. VV., La cultura di Ozieri. Problematiche e nuove acquisizioni, Ozieri 1989. Selargius, pp 239-278

Ugas G, Lai G, Usai L (1985) L'insediamento prenuragico di Su Coddu (Selargius - Ca). Notizia preliminare sulle campagne di scavo 1981-1984. NBAS 2:7-40

Zapata L, Peña-Chocarro L, Pérez-Jordá G, Stika H-P (2004) Early Neolithic Agriculture in the Iberian Peninsula. Journal of World Prehistory 4:283-325

Zapata L, Peña-Chocarro L (2003) Uso y gestión del bosque en la Euskal Herria atlántica: Aprovechamiento tradicional de los recursos forestales en Encartaciones y Gorbea. Zainak 22:201-215

Zohary D, Hopf M, Weiss E (2012) Domestication of Plants in the Old World. The Origin and Spread of Cultivated Plants in West Asia, Europe and the Nile Valley. Oxford University Press, Oxford

Capitolo 4

Bronze Age subsistence in Sardinia (Italy): cultivated plants and wild resources

Mariano Ucchesu¹, Leonor Peña-Chocarro², Diego Sabato¹, Giuseppa Tanda³

¹Centro Conservazione Biodiversità (CCB), Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente Università degli Studi di Cagliari, V.le S. Ignazio da Laconi 11-13, 09123 Cagliari, Italy.

²Escuela Española de Historia y Arqueología en Roma-CSIC, Via di Torre Argentina 18, 00186 Roma, Italy.

³Centro Interdipartimentale per la Preistoria e la Protostoria del Mediterraneo (CIPPM), Dipartimento di Storia, Beni Culturali e territorio, Università degli Studi di Cagliari, Piazza Arsenale 1, 09123 Cagliari, Italy.

Abstract

This paper presents new archaeobotanical data from six sites in Sardinia (Italy) dated to the Bronze Age (2000-1100 cal. B.C.). A total of 978 liters of sediment has been sampled and 23,008 items retrieved. The study reveals the presence of cereals (*Hordeum vulgare*, *Hordeum vulgare* var. *nudum*, *Triticum monococcum* and *T. aestivum/durum*), legumes (*Lathyrus sativus/cicera*, *Lens culinaris*, *Pisum sativum* and *Vicia faba*), and wild species such as *Ficus carica*, *Fragaria* sp., *Rubus* sp., *Prunus spinosa*, *Vitis vinifera*, *Myrtus communis*, *Juniperus oxycedrus*, and *Pistacia lentiscus* providing substantial information on the agricultural practices of the first Nuragic communities during the Bronze Age in Sardinia.

Keywords Agriculture - Wild plants - Subsistence - Bronze Age - Sardinia

Introduction

Sardinia is a large Mediterranean island, with an area over 24,000 km², situated in the central part of the western Mediterranean. Most of its territory consists of hills and rocky plateaus. The island has a typical Mediterranean climate characterized by humid winters and a hot and dry season over the summer. Some areas display, however, microclimatic regimes induced by solar exposure and elevation. The earliest signs of human presence go back to the Mesolithic (9th-8th millennium cal. B.C.) but a stable occupation is only attested during the early Neolithic (6th millennium cal. B.C.) (Lugliè 2009a; Lugliè 2009b). Archaeobotanical data from this period is rather scarce and it relates to casual findings described in old excavation reports. According to this data, several cereals (*Triticum aestivum/durum*, *Hordeum vulgare* var. *nudum*) and legumes (*Vicia faba*, *Lens culinaris* and *Pisum sativum*) were cultivated at least from the Middle and Late Neolithic (5th-4th millennium B.C.). Findings come from sites such as Filiestru, Sa Ucca de su Tintirriòlu (Sassari), Grotta del Guano (Nuoro) and Molia (Nuoro) (Trump 1990; Sadori et al. 1989).

Data from the Chalcolithic period (late 4th and early 3rd millennium B.C.) comes from a recently excavated open-air site where naked wheats (*Triticum aestivum/durum*) and hulled and naked barley (*Hordeum vulgare*, *Hordeum vulgare* var. *nudum* (Ucchesu in press) have been identified. No data is available from the late Chalcolithic period. Archaeobotanical studies carried out by C. Bakels (2002) at the Late Bronze Age (2nd-1st millennium B.C.) site of Duos Nuraghes (Borore) has allowed identifying cereals (*Hordeum vulgare*, *Triticum dicoccum*, *Triticum aestivum* and *T. durum*) and legumes (*Vicia faba*). More recently, a waterlogged wells in Cabras (Oristano) has produced substantial amounts of grape pips (*Vitis vinifera*), fig seeds (*Ficus carica*) and other botanical remains currently under study. Based on ceramic typology, the material is dated to the Middle-Late Bronze Age (Usai 2011; Usai et al. 2012). The grape pips have undergone morphocolorimetric analyses which have determined their relation to the wild *Vitis vinifera* and present-day Sardinian cultivars (Orrù et al. 2013).

In contrast to the knowledge existing about the Bronze Age period in the Italian peninsula, researching into the social and economic patterns of this period in Sardinia is an arduous task. With the exception of some sites not sufficiently studied, data related to settlement occupation in both caves and open-air sites is almost inexistent while funerary contexts are better known (Ugas 2006; Depalmas 2009).

The Nuragic civilization has its roots in the Middle Bronze Age when communities started to mark territorial dominance with monumental tombs (Tombe dei giganti) and cyclopean buildings (Nuraghi). These are closed spaces using layers of stones whose size decreases with height with a terrace above to which access is provided by a stone stair (Nuraghi a corridoio). These massive

buildings were elements of territorial control but in periods of difficulties due to environmental or social stress, they could have had multiple roles, e.g. animal shelters, food and water storage areas etc. (Ugas 2006). The diversity of the economic data does not allow yet reaching a full understanding of the agrarian system during the Bronze Age in Sardinia although preliminary archaeobotanical data seems to indicate a quite developed economic structure. The main objective of this work is, therefore, studying the agrarian production by looking at the existing crop biodiversity and exploring the role of wild plants within the subsistence system of the Bronze Age communities through the analyses of the botanical remains of six sites in Sardinia (Fig.1).

The sites

Monte Meana

The cave of Monte Meana is located in the southwestern part of the island, in the region of Sulcis some 5 km from the village of Santadi (province of Carbonia-Iglesias) and 7,20 miles from the southern coast (Fig. 1). The site belongs to a region of high density of archaeological sites (both settlements and funerary sites) which spans from the early Neolithic to the Roman period. The karst cave opens on the western side of the carbonatic-dolomitic massif of Monte Meana, not far from the famous Caves of Is Zuddas. The cave has a constant temperature of 16°C and almost 100% humidity.

Below the cave, on the plain, a watercourse, the Rio Murrecci, is used today for irrigating wheat and barley fields as well as vineyards. Most of the territory is used by farmers for pig husbandry and sheep and goat pastures. Thermo-mediterranean climate favors the development of vegetation mainly from holm oak (*Quercus ilex*) and cork oak (*Quercus suber*), which is accompanied by an association of typically Mediterranean shrubs as *Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Pistacia lentiscus*, *Juniperus turbinata*, *Myrtus communis* and *Cistus monspeliensis*. Other taxa are *Lavandula stoechas*, *Helichrysum italicum*, *Nerium oleander*, *Rubus ulmifolius* and *Vitis vinifera* ssp. *silvestris* grow along the water flows and in the alluvial plain (Bacchetta 2006).

The cave of Monte Meana was first occupied during the Middle Neolithic (Bonu Ighinu and San Ciriaco cultures - 5th millennium B.C.) and it was in use until the Phoenician period (8th century B.C.). Since 2008, the cave has been yearly excavated by G. Tanda from Cagliari University. Several structures (stone walls and stairs) have been identified within the cave dated to the Chalcolithic (Monte Claro culture – 3th millennium B.C.) but kept in use during the first phase of Early Bronze Age (EBA, 10th century BC) (Tanda et al. 2012). Two areas of excavation were opened: a 20 m² area characterized by the presence of hearths for domestic and metallurgic activities, and the “grottino”, a

small cave which produced organic material as well as pottery fragments. The use of this space is still uncertain.

The first area includes a space sealed by stones coming from the collapse of cave blocks. Here, two different layers of occupation have been identified, the younger yielded many fragments of pottery, animal bones (*Prolagus sardus*, *Capra hircus*, *Ovis aries*, *Bos taurus*), terrestrial gastropods, lithic and bone instruments as well as charred plant remains; below, there is a small hearth of about 50 cm of diameter containing cemented ashes (Tanda et al. 2012). The radiocarbon dating of the two layers (2017-1751 2σ cal. B.C.; LTL4199A: 2026-1743 2σ cal. B.C.) reveals the use of this area during the EBA which corresponds to the local phase *S. Iroxi* (Depalmas 2009; Ugas 2006).

Next to the hearth, a working area with a small hearth for copper mineral reduction was identified.

The second area of interest is the small cavity (grottino) opened in the centre of the cave at a depth of 1.50 m. Although not fully excavated due to safety reasons, the explored deposit consists of several different layers on the upper part of the section is a carbonaceous dark brown layer, ca. 30 cm thick, rich in small ceramic fragments, burnt bones (*Prolagus sardus*, *Sus scrofa*, *Aves*), sea-urchin shells (*Paracentrotus lividus*) as well as small copper slags and large amounts of charred plant remains. The ^{14}C data (1914-1641 2σ cal. B.C.) dates this occupation to the MBA (Tanda et al. 2012).

Sa Osa

The archaeological complex of Sa Osa is located in the west-central area of Sardinia in the northern border of the Gulf of Oristano, two km away from the coast (Fig. 1). The site is situated on the alluvial plain of the Tirso river delimited by two ponds, Cabras to the north and Santa Giusta to the south. A recent geomorphological survey has established that the northern part of the archaeological context was built on an ancient alluvial terrace, while the southern sector stands on a terrace of more recent formation (Melis and Sechi 2011).

The vegetation of the area comprises two different areas, a swampy area surrounding the pond and the lagoon and an extensive formation of Mediterranean scrub from the peninsula of Capo Frasca. The marshy vegetation is mainly composed of reeds and rushes (*Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Juncus subnodulosus*, *Juncus acutus*, *Salicornia* species) while the scrub is made up of *Euphorbia dendroides*, *Pistacia lentiscus*, *Arbutus unedo* and *Quercus ilex*. The rescue excavation carried out in 2008, brought to light several shallow pits, wells and archaeological structures related to living spaces dated between the Chalcolithic and the Iron Age (Usai et al. 2012). Three campaigns were carried out between 2008 and 2009 by the Soprintendenza per i Beni Archeologici per le province di Cagliari e Oristano and the University of Sassari which have allowed

documenting the presence of several wells dug into the sandstone block in which large quantities of plant remains were found. Wells U and V contained numerous ceramic fragments dated to the Middle Bronze Age (Usai et al. 2012). Three wood fragments from inside well V were dated but only the sample from *Olea europaea* L. has provided a coherent date with the ceramic context of the Middle Bronze Age (1537-1425 2 σ cal. B.C.). The remaining ones have been dated to the Iron Age (968-803 2 σ cal. B.C.). Both wells have been investigated to a depth of 4 meters providing large amounts of animal bones, pottery fragments and plant remains which have been preserved in waterlogged conditions.

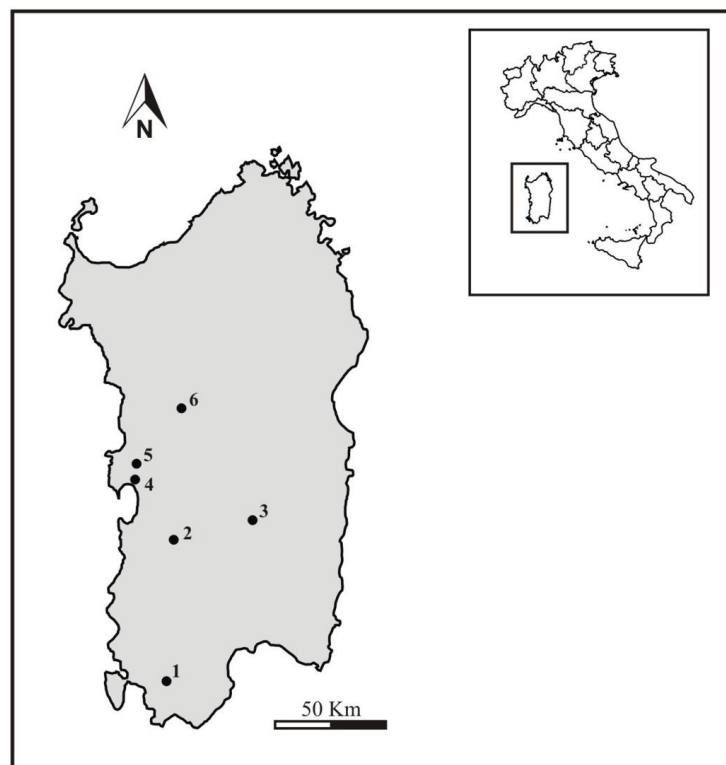


Fig. 1. Location of the six sites investigated: (1) Monte Meana; (2) Cuccurada; (3) Adoni; (4) Sa Osa; (5) Sipoi (6) Duos Nuraghes.

Sipoi

The Sipoi nuragic settlement is located inside the village of Baratili San Pietro (Oristano) in the alluvial plain of Campidano between Tirso and Rio Mare Foghe rivers (Fig. 1). The site contains a sunken sub-circular domestic structure excavated into the alluvial sediment to a depth of 0.8 m. The presence of postholes and clay remains with clear impressions of branches suggests the presence of a roof made of plant material and clay layers. Faunal remains, mollusks, obsidian tools, pestles and pottery were retrieved from the well. Based on the pottery, Sipoi has been dated to the Middle

Bronze Age (Sebis and Pau 2012). Plant remains consist of charcoal and seeds present in significant quantity inside the clay layers of the sunken structure.

Duos Nuraghes

The Duos Nuraghes site is located to the NE of Borore in an area of about 4600 sqm (Fig. 1). The archaeological complex is composed of two “Nuraghi a Tholos”: the Nuraghe A with a stratigraphy documenting occupation phases from the Early Bronze Age to the Middle Age; and the Nuraghe B in use between the Middle Bronze and the Iron Age. The area is nowadays deeply anthropized by agro-pastoral activity. The archaeological complex was excavated by Webster from 1987 to 1996. On the tower A, 41 samples were taken from contexts between the Middle Bronze Age and the Medieval period and plant remains were studied by C. Bakels (2002).

Cuccurada

The Cuccurada archaeological site is located in the Mogoro's territory (Oristano), at the end of the Rio Mogoro's valley (Fig. 1). The territory is characterized by the formation of rocky areas where the dominant vegetation is composed of *Genista moristi*, *Helichrysum italicum*, *Teucrium marum*, *Lavandula stoechas* and *Stachys glutinosa*. The arboreal component is represented by *Quercus ilex*, *Olea europea* var. *sylvestris*, *Populus alba*, *Ulmus minor*, *Salix purpurea*, *Fraxinus oxycarpa*, *Q. suber* and *Q. pubescens*. In more degraded areas, species such as *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Cistus monspeliensis* and *Erica arborea* dominate.

The archaeological site is composed of a complex nuraghe (Cuccurada B), different huts and an elliptical construction formed by big rocks (Cuccurada A). The site excavated from 1994 to 2012 by the Soprintendenza of Cagliari and Oristano and University of Cagliari (Cicilloni 2007). The nuraghe is located in a sheavily anthropized area where Middle Neolithic phase have been documented. Plant remains were collected from the floor of tower D which has been dated to the Late Bronze Age (1420-1120 2σ cal. B.C.) (Atzeni et al. in press).

Adoni Nuraghe

The Adoni Nuraghe is located in the municipality of Villanovatulo, on an about 800 m high calcareous relief in the centre of the historic region of Sarcidano (Fig. 1). The landscape is characterized by ancient calcareous formations (heels) which together with the microclimate of the area favour the development of a rich biodiversity. An extensive forest of holm oak (*Quercus ilex*), hornbeam (*Ostrya carpinifolia*), holly (*Ilex aquifolium*) and yew (*Taxus baccata*) grows on these calcareous heels. On the surface of the heels, in the areas most degraded by human action there is

the Mediterranean maquis consisting of phillyrea (*Phillyrea broadleaf*), terebinth (*Pistacia terebintus*), lentiscus (*Pistacia lentiscus*) in association with extensive formations of juniper (*Juniperus oxicedrus*), alaternus (*Rhamnus alaternus*), strawberry tree (*Arbutus unedo*) and heather (*Erica arborea*).

The systematic excavations carried out from 1997 to 2002 allowed to document a complex quatrefoil structure and several huts of the nuragic village (Campus and Leoneli 2012). The site yielded numerous ceramic remains dated to the Late Bronze Age (Campus and Leoneli 2012). The plant remains were found inside three ceramic containers which survived thanks to the collapse of the roof of the hut.

Materials and methods

The material analyzed for this paper comes from sites where recovery techniques have been applied although in some cases not systematically. Monte Meana is the site that has provided the largest number of samples. A total of 80, from 7 stratigraphic units, were taken from both the various hearths identified and the “grottino” producing a total of 12,716 plant remains. Almost 700 liters of sediment were processed using a flotation machine. Most of the material was preserved by charring although a small part was preserved by mineralization due to the high content of calcium carbonate in the soil. The heavy residue accumulated on 1 mm mesh was sorted and the relevant material picked up. Once floated, samples were sieved through a sieve column (4, 2, 1, 0.50 and 0.25 mm) to facilitate the sorting process. Plant remains were then identified using modern reference collections (CCHS - CSIC in Madrid and CCB in Cagliari) as well as several atlases (Beijerinck 1947; Berggren 1969, 1981; Bojňanský and Fargašová 2007; Cappere 2012; Jacomet 2006). The botanical nomenclature follows (Pignatti and Anzalone 1982; Zohary et al. 2012).

Samples from Sipoi come from the floor of a hut. Only two samples (2 liters of sediment each) were analyzed producing a total of 881 remains. The totality of the material was preserved by charring.

Sa Osa is the only site where material was preserved in humid conditions. Due to the enormous quantity of organic material only a 25 litres sample was collected from each well and then, the sediment was processed by wash-over using using a column of steel sieves with meshes of 4, 2, 1, 0.50 and 0.25 mm. The total number of remains recovered is 8,341 from which almost 90% were charred while the remaining part was preserved by waterlogging. The latter were stored in distilled water and in a refrigerator at a temperature of +5 C°.

At Cuccurada Nuraghe samples were taken from the bottom of the tower D, from a context dated to the Late Bronze Age. Seven soil samples amounting 169 litres were floated producing 902 charred plant remains. Finally, Nuraghe of Adoni yielded 30 samples that were recovered from the bottom

of the hut. Three of them were taken from inside jars still leaning on a wooden beam. The material shows an excellent degree of preservation due to the collapse of the roof on top of the various vessels containing single crops which prevented the remains to be further destroyed and moved around.

Results

Most of the species identified at Monte Meana belong to cultivated plants; cereals represent 94% of the total assemblage from which 55% are naked wheats (*Triticum aestivum/durum*), 17% are hulled barley (*Hordeum vulgare*) and 19% naked barley (*H. vulgare* var. *nudum*) (Fig. 2). The richest concentrations of cereals come from three different levels (S.U. 4 -a hearth-, S.U. 28 -a metallurgic hearth-, and S.U. 22 -“grottino”-) (Fig. 3). The only difference between units is the absence of naked barley in S.U. 2 and 4, due perhaps to the high temperatures reached at the hearths which may have prevented the identification of this species amongst some of the indeterminate cereals retrieved from these contexts. Chaff fragments from *H. vulgare*, *T. aestivum* e *T. durum* are also present in the samples (Fig. 4). Both 2-row and 6-row barley rachis have been identified proving their presence at the site (Table 1). Although in small numbers (1%), legumes are represented by broad beans (*Vicia faba*), pea (*Pisum sativum*), lentil (*Lens culinaris*), grass pea (*Lathyrus sativus/cicera*) and a possible vetch (cf. *Vicia sativa*) (Fig. 2). Due to preservation issues, other specimens have been classified as *Vicia/Lathyrus*, and *Pisum/Vicia*. Wild plants have been also recovered, *Ficus carica*, *Vitis vinifera*, *Rubus* sp., *Fragaria/Potentilla*, *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*, *Cistus* sp. which were most probably collected around the site (Table 1). Other wild plants (2%) include arable weeds and ruderal plants such as *Brassica* sp., *Galium* sp., *Fumaria* sp., *Lamiaceae*, *Medicago* sp., *Polygonaceae* and *Rumex* sp. (Fig. 2).

At Sipoi plant remains were scarce. Only cultivated legumes, broad bean cotyledons and fragments as well as a single barley grain have been retrieved (Table 2).

Plant remains from Sa Osa included hulled barley and free-threshing wheats. Chaff from hulled barley and durum wheat was also retrieved. Among the legumes, broad beans, pea and possibly lentil are represented. Flax (*Linum* sp.) and poppy (*Papaver* sp.) were also found. Wild plants comprised a large amount of fig (*Ficus carica*) and grape pips (*Vitis vinifera*) along with elderberry (*Sambucus nigra*), mastic tree (*Pistacia lentiscus*) and juniper (*Juniperus oxycedrus*). While most of fruits and seeds were preserved by waterlogging, only some grape and fig pips were charred. The assemblage also incorporates a total of 28 taxa of ruderal and herbaceous plants: *Achillea* sp., *Chenopodium* sp., *Daucus carota*, *Fumaria* sp., *Heliotropium* sp., *Polygonum* sp., *Ranunculus sardous*, *Silene* sp., *Stellaria* sp., *Vicia/Lathyrus* sp., *Medicago* sp. (Table 2).

At Cuccurada, like in most the sites, cereals are dominated by hulled barley and free threshing wheats. The only documented legume is the broad bean while wild plants include *Olea europaea*, *Vitis vinifera*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Phyllirea* sp. Herbaceous species such as: *Alkanna tinctoria*, Asteraceae, *Brassica* sp., *Lithospermum* sp., *Medicago* sp., *Polygonum* sp., *Vicia/Lathyrus*, have been also identified (Table 3).

Results from Adoni are only preliminary but show the same association of hulled barley and free-threshing wheats observed at the other sites while broad bean and pea representing the legumes (Table 3).

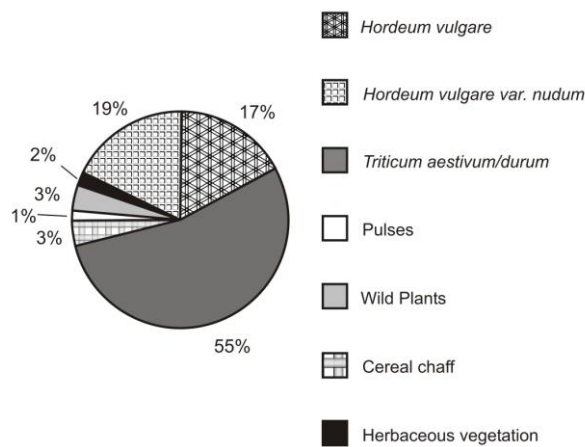


Fig. 2. Percentage representations of plant remains at Monte Meana

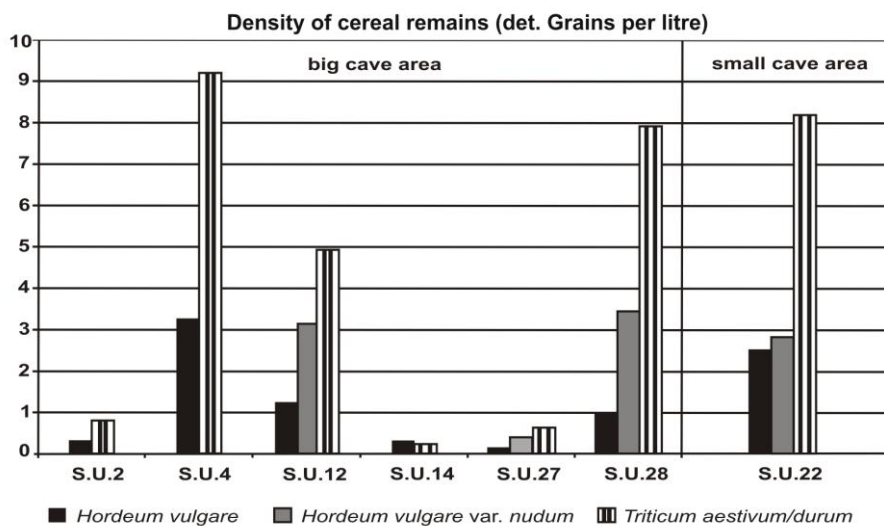


Fig. 3. Density of cereals from layers at Monte Meana

Discussions

Archaeobotanical research in Sardinia has been little developed. Apart from a selected list of sites where plant remains have been studied, mainly from the Bronze Age (Bakels 2002), Sardinia appears as a blank area in terms of plant remains within the central Mediterranean region. The material presented in this paper comes from different sites expanding over for ca. 1000 years. It offers valuable information on the agrarian system adopted by the human communities that inhabited Sardinia during the Bronze Age.

Monte Meana is the earliest site (Early-Middle Bronze Age). The main crops identified are the free-threshing wheats (both the tetraploid *Triticum durum* and the hexaploid *T. aestivum*), hulled and naked barley (*Hordeum vulgare* and *H. vulgare* var. *nudum*) and einkorn (*Triticum monococcum*) in very small proportions (4 spikelet forks and 2 caryopses). The identification of naked wheat at Monte Meana represents the first evidence of its cultivation in Sardinia between Early Bronze Age and the Middle Bronze Age. Both naked and hulled barley are represented in similar percentages showing the importance both had in the economy of the site. According to Zohary et al. (2012) naked barley is scarcely present in Italy and therefore its relative importance in comparison to the hulled variety at Monte Meana stresses its significant role during the early Bronze age. In fact, the site shows one of the few Italian contexts in which this species reaches a high percentage.

Several authors (Hopf 1991; Ciaraldi 1998 ; Ciaraldi 2000; Buxó 1997; Bakels 2002) have already emphasized the gradual abandonment of naked barley in favour of the hulled types and the naked wheats stressing the delay observed in some of the Mediterranean islands as compared to contemporaneous continental contexts. However, further research would allow determining the role of this species in Sardinian prehistoric agriculture.

As far as legumes are concerned four species are represented, fava beans (*Vicia faba*), lentils (*Lens culinaris*), peas (*Pisum sativum*) and grass pea (*Lathyrus sativus/cicera*).

Wild plants were also collected by the community living at the Monte Meana cave. Several species have been recorded such as figs (*Ficus carica*), grapes (*Vitis vinifera*), black/raspberries (*Rubus* sp.) and strawberries (*Fragaria* sp.) (Fig. 4), which were probably collected in the surroundings of the site where nowadays *Vitis vinifera* ssp. *sylvestris*, *Ficus carica* and *Rubus ulmifolius* grow along the river banks. Among these, figs and grapes are major elements of the Mediterranean fruit assemblage. Wild plants represent a highly valued complement to human diet which was surely appreciated by prehistoric communities. Wild plants are an important element in human diet as they may provide vitamins, proteins, minerals and sugars. In addition, during the Holocene, wild plants were abundant, predictable, easy to collect and likely to be stored representing, therefore, a critical food resource (Zapata 2000). Although it is difficult to assess their role in farming communities, it

is likely that they played an important role in prehistoric subsistence complementing not only human diet but contributing also to many other aspects of human life (medicines, dyes, fuel, animal fodder, crafts, rituals, etc). Besides, other wild plants from the Mediterranean scrub, *Myrtus communis*, *Cistus* sp., *Pistacia lentiscus*, are also present in almost all layers of the stratigraphy. In most cases, the examples from Monte Meana are the first archaeobotanical findings in Sardinia. Although their presence at the site might be accidental, it is likely that these species were also used by the community inhabiting the site. Myrtle fruits are nowadays used for producing an aromatic liqueur in Sardinia.



Fig. 4. - The archaeological remains of Monte Meana: (a) *Hordeum vulgare*; (b) *Hordeum vulgare* var. *nudum*; (c) *Triticum aestivum/durum*; (d) *Hordeum vulgare* rachis; (e) *Triticum durum* rachis; (f) *Triticum aestivum* rachis; (g) *Vitis vinifera*; (h) *Ficus carica*; (i) *Rubus* sp.; (l) *Pisum sativum*; (m) *Vicia faba*; (n) *Myrtus communis*; (o) *Pistacia lentiscus*.

Ethnobotanical accounts from the island indicate their use as digestive remedy by shepherds while fresh branches were collected to aromatize roasted meats (Atzei 2003). Moreover, myrtle, mastic and other rockroses wood has been traditionally used in Sardinia for firing pottery and making crafts and it is still possible to find examples of these practices (Atzei 2003; Annis 2007). This is also the case in other Mediterranean areas where, for example, in Morocco, *Pistacia lentiscus* wood is one of the main species used as fuel while their branches are used as green fodder; the fruits of the myrtle are commonly eaten by humans and animals and *Cistus ladanifer* seeds are milled into flour and its wood used for kindling bread ovens (Zapata and Peña-Chocarro 2003; Peña-Chocarro et al. 2005). Further work on the wood charcoal from Monte Meana will allow throwing light into the species used for fueling the cave.

The presence of cereal chaff and weeds at the site is rather meager suggesting that cereal processing took place outside, perhaps at the flat areas at the valley. The high levels of humidity (it reaches 80%) of the cave may not have been suitable for long term storage indicating perhaps that the inhabitants would have only transported the amount of cereals needed for short periods. There is no evidence of germinated grain which is a clear indicator of excessive humidity pointing to deficient environmental conditions of the storage area. This has been already described for other caves in southern France where Bouby et al. (2005) reported a maximum moisture grain content of 14,5% for successful and safe storage in Canada (Jayas and White 2003). Nevertheless, the absence of sprouted grain might be related to the occasional occupation of the cave during short periods, perhaps repeated in time, being the cereal stored just the amount transported to the cave for the immediate consumption during those short periods. The excavation has uncovered remains of various domestic activities represented by the presence of hearths, pottery, plant remains, animal bones and slags which evidence the use of this space for living. During the MBA, overall data point to a more continuous human presence. There is evidence of storage of agricultural products (cereal and legumes) and of domestic activities taking place at the cave.

Archaeobotanical data from the Middle Bronze site of Sipoi and of Sa Osa provide information on the variety of crops grown in Sardinia during this period. Hulled barley and free-threshing wheats are the main cultivated species except for Sipoi where only a single caryopses of hulled barley has been reported. A further exception is Duos Nuraghes where both species are absent. This absence of may be related to the small quantity of the sediment sampled as cereals appear well represented in the previous period.

Emmer chaff (*T. dicoccum*) is present at Duos Nuraghes with a single spikelet base (Bakels 2002). This species does not seem to be common during the Sardinian Middle Bronze Age which is opposite to the pattern observed for continental Italy where einkorn and emmer are present through

the Bronze Age (Bellini et al. 2008; Bouby 2011; Carrà et al. 2007; Ciaraldi 1998; Costantini et al. 2001, 2007; Giachi et al. 2010; Mariotti Lippi et al. 2010, 2009; Mercuri et al. 2006; Nisbet 1984). An interesting aspect is the absence of naked barley from Sardinia at least from the Middle Bronze Age. This could be related to the abandonment of its cultivation in favour of the free-threshing wheats more suitable for bread making and of higher productivity. This pattern is also observed in areas of continental Italy, southern France and the Iberian Peninsula (Buxó 1997; Lister and Jones 2013). Sa Osa is the only site where remains of hulled barley and of durum wheat rachis have been documented. It is likely, therefore, that some of the caryopses identified as *T. aestivum/durum* represent the tetraploid hard wheat *T. durum*. Legumes of this period are represented by broad beans (*V. faba*), peas (*P. sativum*) and lentils (*L. culinaris*). Amongst wild plants, figs (*F. carica*) and grapes (*V. vinifera*) were consumed and have been identified in large quantities at Sa Osa. These concentrations may be representing fruit storage and conservation. Although it is still unknown whether both species were already under cultivation at the time these fruits were, certainly, part of the plant diet of the Bronze Age communities

A fair amount of juniper seeds (*Juniperus oxycedrus*) were retrieved representing gathering of fruits of this species. Today, it grows abundantly by the Oristano coast. Its consumption has been recorded in several villages of the island even if this tradition seems to have faded out except for the use of its berries for meat flavouring (Atzei 2003).

The plant assemblage also includes several olive stones which could have been consumed as fruit or used for oil production. Wild Mediterranean species are represented at Sa Osa by the presence of seeds of the mastic tree (*Pistacia lentiscus*). The seeds of this species have been traditionally used for oil extraction in Sardinia (Loi 2013) and in other Mediterranean regions (Morales et al. 2013). Wild legumes are represented by *Vicia/Lathyrus* and *Medicago* seeds along with other numerous ruderal plants. Some weeds have been also identified although their interpretation is difficult. They may represent part of the cereal cleaning steps thrown into the wells, particularly wells U and V. Archaeobotanical data from the Late Bronze Age comes from two sites, the Cuccurada Nuraghe and the tower A of Duos Nuraghes which show an agricultural system rather similar to that of the previous period being the main cereals hulled barley and free-threshing wheats. Legumes are scarcely represented with a single broad bean cotyledon from Cuccurada although it is likely that other legumes such as pea or lentil were also grown as in the previous periods.

Fruit consumption is documented by the presence of at least five *taxa*, fig, olive, wild plums, blackberries, and grapes which suggests the significant role of fruit trees. There is also evidence of other wild trees and shrubs such as the mastic tree (*P. lentiscus*), myrtle (*M. communis*), phyllirea (*Phyllirea* sp.) and heather (*Erica* sp.). These plants have been recorded in all the phases of the

Bronze Age pointing to a common use perhaps as fuel for cooking food or firing pottery. As suggested earlier, seeds from the mastic tree have been traditionally used for oil extraction (Atzei 2003); Loi 2013; Morales et al. 2103). Data on weed seeds which could throw light into crop processing is very scarce.

The latest phase of the Bronze Age is represented by the site of Adoni, which has yielded a large amount of cultivated plants. Again, free-threshing wheats and hulled barley associated to pea and broad bean are the main crops. Weeds and chaff are absent indicating the storage of crops fully processed and thoroughly cleaned. Overall the pattern of this last phase is identical to previous periods.

Conclusions

Bronze Age agriculture in Sardinia is based on the cultivation of four main cereal species: naked barley (*H. vulgare* var. *nudum*), hulled barley (*Hordeum vulgare*), bread wheat (*Triticum aestivum*) and durum wheat (*Triticum durum*), which appear associated to three legumes, namely broad bean (*Vicia faba*), lentil (*Lens culinaris*) and pea (*Pisum sativum*). The plant-based diet of the Bronze Age communities of the island included wild fruits, in particular grapes (*Vitis vinifera*) (a common find in all phases examined) along with figs (*Ficus carica*), black/raspberries (*Rubus* sp.), elderberry (*Sambucus* sp.) and sloe (*Prunus spinosa*). This study has provided numerous insights into the subsistence and agriculture practiced in Sardinia during the Bronze Age. The strategic position of the island within the Mediterranean basin and the insular character of the territory have shaped the way local populations have exploited its natural resources. The possibility to study plant remains from archaeological sites in Sardinia offers, therefore, a unique opportunity to explore human-plant relationships in the past and gain knowledge on the way agriculture developed in the island. The authors hope that this work will stimulate future research in the area to increase our knowledge on the way human groups interacted with the surrounding environment, an area still little explored in Sardinia.

Acknowledgments

The authors thank the Soprintendenza per i Beni Archeologici per le province di Cagliari e Oristano, and the Soprintendenza per i Beni Archeologici per le province di Sassari e Nuoro, in particular Dr. Marco Edoardo Minoja, Dr. Alessandro Usai, Ignazio Sanna, Luisanna Usai, Nadia Canu, Valentina Leonelli. Special thanks to Prof. Gianluigi Bacchetta, director of CCB (Biodiversity Conservation Center) for his support and his endorsement to the conservation of archaeological materials in the Sardinian Germplasm Bank (BG-SAR).

We are very grateful to the directors of the excavations and to their teams: Prof. Giuseppa Tanda, Riccardo Cicilloni, Giacomo Paglietti, P. Francesco Serreli, Andrea Marotto.

Many thanks to Dr. Corrie Bakels for providing us a table with all the plant macro remains found to Duos Nuraghes.

This work was funded by PhD grant from the Ministero dell'Università e della Ricerca (MIUR).

The work of Dr. L. Peña-Chocarro has been supported by the European Research Council through an Advanced Grant (ERC Grant Agreement n° 230561).

Table 1- Plant remains from Early Bronze Age site of Monte Meana

Layers	S.U. 2	S.U. 4	S.U.12	S.U.14	S.U.22	S.U.27	S.U.28
N° Samples	12	1	2	6	56	2	1
Soil volume (litres)	92	7	12	52	541	12	11
Cultivated cereals							
<i>Hordeum vulgare</i>	24	5	3	15	1369	1	11
<i>Hordeum vulgare</i> (frag.)	11		9	2	900		
<i>Hordeum</i> sp.	6	19	11		2		
<i>Hordeum vulgare</i> var. <i>nudum</i>				38	1528	5	38
<i>Hordeum vulgare</i> var. <i>nudum</i> (frag.)				10	950		
<i>Triticum monococcum</i>					2		
<i>Triticum aestivum/durum</i>	72	65	12	59	4438	7	87
<i>Triticum aestivum/durum</i> (frag.)				10	1180		
<i>Triticum</i> sp.	26	11	5		2		
<i>Triticum</i> sp. (frag.)	4	10	3				
<i>Hordeum/Triticum</i>					88		
Cereal indet.	14	7	4		121		
Cereal indet. (frag.)	237	10	35	79	350	18	118
Chaff							
<i>Hordeum vulgare</i> (rachis two row)					2		
<i>Hordeum vulgare</i> (rachis six row)					2		
<i>Hordeum vulgare</i> (rachis frag.)	4	2	2		1		1
<i>Triticum/Hordeum</i> (rachis frag.)		2					
<i>Triticum monococcum</i> (rachis frag.)	3				1		
<i>Triticum durum</i> (rachis frag.)	1	1			3		
<i>Triticum aestivum</i> (rachis frag.)	1	3	4				
<i>Triticum</i> sp. (rachis)		1					
Cereal indet. (straw frag.)	65	1			64	9	
Cereal (culm/internodes)	22						

Table 1 (Continued)

Layers	S.U. 2	S.U. 4	S.U.12	S.U.14	S.U.22	S.U.27	S.U.28
Legumes							
<i>Lathyrus sativus/cicera</i>					2		
<i>Lens culinaris</i>					1		
<i>Pisum sativum</i>			1		9		
cf. <i>Pisum sativum</i>	1	1		3	3		
<i>Pisum/Vicia</i>				1	11		
<i>Pisum/Lathyrus</i> sp.			1				
<i>Pisum/Lathyrus</i> type			1				
<i>Vicia faba minor</i>				2	46		2
cf. <i>Vicia faba minor</i> (frag.)				2	5		
<i>Vicia/Lathyrus</i>	1			1	8	1	
<i>Vicia/Lathyrus/Pisum</i>				1	5		
<i>Vicia</i> sp.					2		
cf. <i>Vicia sativa</i>					1		
Fabaceaea type	1	5	5		11		
Gathered plants							
<i>Ficus carica</i> (charred)	33	7	11		10	5	
<i>Ficus carica</i> (mineralized)	33					2	
<i>Fragaria/Potentilla</i>					2		
<i>Rubus</i> sp.	1		1				
<i>Vitis vinifera</i> (seed)	7		1				
<i>Vitis vinifera</i> (petiole)		24	4				
<i>Vitis vinifera</i> (frag.)	1	8	2				
<i>Vitis vinifera</i> (grape)		2					
Maquis shrublands							
<i>Cistus</i> sp.					17		
<i>Myrtus communis</i>	3				16		
<i>Pistacia lentiscus</i>	1		3		10		
Herbaceous vegetation							
<i>Brassica</i> sp.					1		1
<i>Galium</i> sp.					1		
<i>Fumaria</i> sp.	1				3		
Poaceae (rachis)					1		
Poaceae indet.					1		
Lamiaceae	1						
<i>Medicago</i> sp.	6	4			2	1	
Polygonaceae	6						
<i>Rumex</i> sp.	1						
Parenchyma		1					
Poaceae indet.	1						2
Indetermined	20		6		85	7	
Total	608	189	124	223	11256	56	260

Table 2 - Plant remains from Middle Bronze Age sites

Sites	Sa Osa		Sipoi	Duos Nuraghes
	well U	well V		
N° Samples	1	3	2	3
Soil volume (litres)	5	20	2	3
Cultivated cereals				
<i>Hordeum vulgare</i>	25	84	1	
<i>Hordeum vulgare</i> (frag.)		3		
<i>Triticum aestivum/durum</i>	6	55		
<i>Triticum</i> sp.	2	7		
Cereal indet				1
Cereal (frag.)	15	104		
Chaff				
<i>Hordeum vulgare</i> (rachis)	18	170		
<i>Triticum durum</i> (rachis)	15	130		
<i>Triticum dicoccum</i> (spikelet base)				1
Cereal (culm/internodes)	26	19		
Legumes				
cf. <i>Lens culinaris</i>	1			
<i>Pisum sativum</i>	2			
<i>Vicia faba</i>	44	12	89	1
<i>Vicia faba</i> (frag.)	51		791	
<i>Vicia/Lathyrus</i>	5	15		
Gathered plants				
<i>Ficus carica</i>	3125 (w)	2500 (w)		
<i>Juniperus oxycedrus</i>	15 (w)	19 (w)		
<i>Juniperus oxycedrus</i> (frag.)		11 (w)		
<i>Olea europaea</i>				1
<i>Rubus</i> sp.	3 (w)			
<i>Sambucus</i> sp.	2 (w)			
<i>Vitis vinifera</i> ssp. <i>sylvestris</i>	227 (w)	169 (w)		
<i>Vitis vinifera</i> ssp. <i>sylvestris</i> (frag.)	148 (w)	100 (w)		
<i>Vitis vinifera</i> ssp. <i>sylvestris</i> (pedicels)		12 (w)		
Maquis shrublands				
<i>Pistacia lentiscus</i>	7 (w)	12 (w)		

Table 2 (Continued)

Sites	Sa Osa well U	well V	Sipoi	Duos Nuraghes
Herbaceous vegetation				
cf. <i>Achillea</i> sp.	34			
<i>Anagallis</i> sp.	7	2		
<i>Anchusa</i> sp.	2			
Asteraceae	2	10		
<i>Borago</i> sp.	1			
<i>Carex</i> sp.	6	3		
<i>Chenopodium</i> sp.	187			
<i>Daucus</i> sp.	201	23		
<i>Echium</i> sp.	1			
<i>Eleocharis palustris</i>				3
<i>Euphorbia helioscopia</i>	1			
<i>Festuca/Lolium</i>		7		
<i>Fumaria</i> sp.	60	28		
<i>Galium</i> sp.				1
<i>Heliotropium</i> sp.	97	6		
cf. <i>Juncus acutus</i>		2		
<i>Linum</i> sp.	1	1		
<i>Lithospermum</i> sp.		2		
<i>Lotus/Trifolium</i>				24
<i>Malva</i> sp.	3	7		
cf. <i>Medicago littoralis</i>		3		
<i>Medicago</i> sp. (caps)	4	2		
<i>Medicago</i> sp.		3		
<i>Melilotus</i> sp.				2
<i>Nigella</i> sp.		9		
<i>Ornithopus perpusillus</i>	1	1		
<i>Pavaver</i> sp.		1		
<i>Persicaria</i> sp.	13			
Poaceae		15		
<i>Polygonum</i> sp.	71	13		
cf. <i>Ranunculus trilobus</i>		1		
cf. <i>Ranunculus sardous</i>	63	2		
<i>Ranunculus</i> sp.		1		
<i>Rumex</i> sp.	1			
cf. <i>Scirpus lacustris</i>				2
<i>Silene</i> sp.	175	31		
<i>Stellaria</i> sp.	59			
<i>Verbena</i> sp.	1			
Indetermined	8	7		1
Total	4736	3602	881	37

w = waterlogged

Table 3 Plant remains from Late and Final Bronze Age of Sardinia sites

Phase	Late Bronze Age	Late Bronze Age	Final Bronze Age
Sites	Cuccurada	Duos Nuraghes	Adoni
N° Samples	7	12	30
Soil volume (litres)	169	12	40
Cultivated cereals			
<i>Hordeum vulgare</i>	369	2	x
<i>Hordeum vulgare</i> (fr.)	154		
<i>Triticum aestivum/durum</i>	34	7	xxx
<i>Triticum aestivum/durum</i> (fr.)	2		xxx
<i>Triticum/Hordeum</i>		1	
Cereal indet.		2	
Cereal indet (fr.)	283		
Chaff			
<i>Hordeum vulgare</i> (rachis)	3		
<i>Triticum aestivum/durum</i> (rachis)		7	
Legumes			
<i>Pisum sativum</i>			xxx
<i>Vicia faba</i>	1		xxx
<i>Vicia faba</i> (fr.)			xxx
<i>Vicia/Lathyrus</i>			
Gathered plants			
<i>Olea europaea</i>	2		
<i>Rubus ulmifolius</i>		1	
<i>Vitis vinifera</i> ssp. <i>sylvestris</i>	2	2	
Maquis shrublands			
<i>Myrtus communis</i>	1		
<i>Phyllirea</i> sp.	2		
<i>Pistacia lentiscus</i>	10		

X = n° < 100; XXX = n° > 1000

Table 3 (Continued)

Phase	Late Bronze Age	Late Bronze Age	Final Bronze Age
Sites	Cuccurada	Duos Nuraghes	Adoni
Herbaceous vegetation			
<i>Alkanna tinctoria</i>	1		
Asteraceae	1		
<i>Avena</i> sp.		2	
<i>Brassica</i> sp.	4		
<i>Carex</i> sp.		1	
<i>Daucus</i> sp.		1	
<i>Echium</i> sp.		4	
<i>Fumaria</i> sp.		1	
<i>Galium</i> sp.	4		
<i>Lithospermum</i> sp.	1	3	
<i>Lolium</i> sp.		6	
<i>Lotus/Trifolium</i>		1	
<i>Medicago</i> sp.	5	29	
<i>Persicaria</i> sp.		3	
<i>Phalaris</i> sp.		5	
Poaceae	5	2	
<i>Polygonum</i> sp.	3		
<i>Ranunculus</i> sp.		1	
<i>Raphanus raphanistrus</i>		1	
<i>Rumex</i> sp.		2	
<i>Stellaria</i> sp.		4	
<i>Verbena</i> sp.		4	
Indeterminatae	15		
Total	902	93	

References

- Annis MB (2007) La produzione della terracotta nel Campidano tra gli anni Venti e gli anni Ottanta del Novecento. In: Nuoro IE- (ed) Ceramiche: storia, linguaggio e prospettive in Sardegna. Nuoro, pp 119-260
- Atzei AD (2003) Le piante nella tradizione popolare della Sardegna: documentazione sugli usi alimentari, aromatizzanti, profumieri, artigianali, cosmetici, medicinali, veterinari, magici, ornamentali, rituali, religiosi, tintori, antiparassitari e vari, delle piante. C. Delfino, Sassari
- Atzeni E, Cicilloni R, Marini S, Ragucci G, Usai E (in press) Fasi finali e riutilizzo di età storica nel Nuraghe Cuccurada di Mogoro (OR)
- Bacchetta G (2006) Flora vascolare del Sulcis (Sardegna Sud-Occidentale, Italia). *Guineana* 12
- Bakels C (2002) Plant remains from Sardinia, Italy with notes on barley and grape. *Vegetation History and Archaeobotany* 11:3-8
- Beijerinck W (1947) *Zadenatlas der Nederlandsche Flora*. H. Veenman & Zonen, Wageningen
- Bellini C, Mariotti-Lippi M, Mori Secci M, Aranguren B, Perazzi P (2008) Plant gathering and cultivation in prehistoric Tuscany (Italy). *Vegetation History and Archaeobotany* 17:103-112
- Berggren G (1969) Atlas of seeds and small fruits of Northwest-European plant species (Sweden, Norway, Denmark, East Fennoscandia and Iceland) with morphological descriptions: part 2. *Cyperaceae*. Stockholm
- Berggren G (1981) Atlas of seeds and small fruits of northwest-European plant species (Sweden, Norway, Denmark, East Fennoscandia and Iceland) with morphological descriptions: part 3. *Salicaceae-Cruciferae*. Stockholm
- Bojňanský V, Fargašová A (2007) Atlas of Seeds and Fruits of Central and East-European Flora: The Carpathian Mountains Region. Springer
- Bouby L, Fages G, Treffort J (2005) Food storage in two Late Bronze Age caves of Southern France: palaeoethnobotanical and social implications. *Vegetation History and Archaeobotany* 14:313-328
- Bouby L (2011) L'économie agricole à l'Âge du Bronze en France méridionale Apports récents de la carpologie. In: Garcia D (ed) *L'âge du bronze en Méditerranée. Recherches récentes*. Paris, pp 101-114
- Buxó R (1997) *Arqueología de las plantas: la explotación económica de las semillas y los frutos en el marco mediterráneo de la Península Ibérica*. Crítica, Grijalbo Mondadori
- Campus F, Leoneli V (2012) Il nuraghe Adoni di Villanovatulo (CA): due contesti del Bronzo recente. In: Atti della XLIV Riunione Scientifica - La presistoria e la protostoria della Sardegna (Cagliari, Barumini, Sassari 23-28 novembre 2009), vol II- Comunicazioni. Firenze, pp 703-708
- Cappers RTJ (2012) *Digitale Zadenatlas Van Nederland / Digital Seed Atlas of the Netherlands*. Barkhuis
- Carrà M, Cattani L, Rizzi M (2007) Sussistenza e paleoambiente a Villaggio delle Macine (Lago di Albano, Castel Gandolfo - Roma). Studio carpologico. Atti della XL Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria Roma, Napoli, Pompei, 30 novembre - 3 dicembre 2005 II:776-785
- Ciaraldi M (1998) The role of plant economy at Pratola Serra (Avellino, southern Italy) in the context of the Italian Bronze Age. *Origini* 22:251-266
- Ciaraldi M (2000) Drug preparation in evidence? An unusual plant and bone assemblage from the Pompeian countryside, Italy. *Vegetation History and Archaeobotany* 9:91-98
- Cicilloni R (2007) Il nuraghe Cuccurada di Mogoro (OR) nel contesto archeologico dell'alta Marmilla. In: Angiolillo S, Giunan M, Pasolini A (eds) *Ricerca e confronti 2006*. Giornate di studio di archeologia e storia dell'arte. Edizioni AV, Cagliari, pp 35-41

- Costantini L, Costantini Biasini L, Delle Donne M (2007) L'agricoltura del villaggio protostorico di Nola, loc. Croce del Papa (Napoli). Atti della XL Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria Roma, Napoli, Pompei, 30 novembre - 3 dicembre 2005 II:705-717
- Costantini L, Lauria M, Tecchiati U (2001) I resti carpologici dell'antica e media età del bronzo del Riparo del Santuario di Lasino (Trento) - Scavi 1996. *Annali del Museo Civico di Rovereto* 17:3-40
- Depalmas A (2009) Il bronzo medio della Sardegna. In: Atti della XLIV Riunione Scientifica dell'IIPP La preistoria e la protostoria della Sardegna (Cagliari - Barumini - Sassari, 23 - 28 novembre 2009), vol 1. IIPP, Firenze, pp 123-130
- Giachi G, Mori Secci M, Pignatelli O, Gambogi P, Mariotti Lippi M (2010) The prehistoric pile-dwelling settlement of Stagno (Leghorn, Italy): wood and food resource exploitation. *Journal of Archaeological Science* 37:1260-1268
- Hopf M (1991) South and Southwest Europe. In: van Zeist W, Wasylikowa, K. & Behre, K.E. (eds) (ed) *Progress in Old World palaeobotany*. A.A. Balkema, Rotterdam, pp 241-277
- Jacomet S (2006) Identification of cereal remains from archaeological sites, 2nd edn. IPAS, Basel University
- Jayas DS, White NDG (2003) Storage and drying of grain in Canada: low cost approaches. *Food Control* 14:255-261
- Lister D, Jones M (2013) Is naked barley an eastern or a western crop? The combined evidence of archaeobotany and genetics. *Vegetation History and Archaeobotany* 22:439-446
- Loi C (2013) Preliminary Studies about the Productive Chain of Lentisk Oil through Ethnographic Witness and Experiments. In: Lugli F, Stoppiello AA, Biagetti S (eds) *Ethnoarchaeology: Current Research and Field Methods Conference Proceedings, Rome, Italy, 13th–14th May 2010*. BAR International Series, vol 24722013. Archaeopress, Oxford, pp 58-62
- Lugliè C (2009a) Il Mesolitico. In: Atti della XLIV Riunione Scientifica dell'IIPP La preistoria e la protostoria della Sardegna (Cagliari-Barumini-Sassari, 23-28 novembre 2009), vol 1. Firenze, pp 31-36
- Lugliè C (2009b) Il Neolitico Antico. In: Atti della XLIV Riunione Scientifica dell'IIPP La preistoria e la protostoria della Sardegna (Cagliari-Barumini-Sassari, 23-28 novembre 2009), vol 1. IIPP, Firenze, pp 37-47
- Mariotti Lippi M, Bellini C, Mori Secci M (2010) Palaeovegetational reconstruction based on pollen and seeds/fruits from a Bronze Age archaeological site in Tuscany (Italy). *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology* 144:902-908
- Mariotti Lippi M, Bellini C, Secci MM, Gonnelli T (2009) Comparing seeds/fruits and pollen from a Middle Bronze Age pit in Florence (Italy). *Journal of Archaeological Science* 36:1135-1141
- Melis RT, Sechi S (2011) L'insediamento nuragico di Sa Osa-Cabras (OR). *Studio geoarcheologico*. In: Tharros Felix 4. Carocci, pp 187-191
- Mercuri A, Accorsi C, Mazzanti M, Bosi G, Cardarelli A, Labate D, Marchesini M, Grandi G (2006) Economy and environment of Bronze Age settlements – Terramaras – on the Po Plain (Northern Italy): first results from the archaeobotanical research at the Terramara di Montale. *Vegetation History and Archaeobotany* 16:43-60
- Morales J, Pérez-Jordà G, Peña-Chocarro L, Zapata L, Ruíz-Alonso M, López-Sáez JA, Linstädter J (2013) The origins of agriculture in North-West Africa: macro-botanical remains from Epipalaeolithic and Early Neolithic levels of Ifri Oudadane (Morocco). *Journal of Archaeological Science* 40:2659-2669
- Nisbet R (1984) Vegetazione e agricoltura durante l'età del Bronzo al Riparo Gaban (Trento). *Preistoria Alpina* 20:301-310
- Orrù M, Grillo O, Lovicu G, Venora G, Bacchetta G (2013) Morphological characterisation of *Vitis vinifera* L. seeds by image analysis and comparison with archaeological remains. *Vegetation History and Archaeobotany* 22:231-242
- Peña-Chocarro L, González Urquijo JE, Ibáñez Estévez JJ, Moreno García M, Zapata Peña L (2005) An ethnoarchaeological project in the Western Rif (Northern Morocco): First results. *Quaderni del Laboratorio di Archeobiologia* 1:17-28

- Pignatti S, Anzalone B (1982) Flora d'Italia. vol 3. Edagricole
- Sadori L, Tanda G, Follieri M (1989) Macrofossili vegetali provenienti dalla necropoli neolitica a domus de jana di Molia Illorai (Sassari). *Giornale Botanico Italiano* 123:14
- Sebis S, Pau L (2012) L'insediamento nuragico di Sipoi (Baratili S. Pietro-OR). In: *Atti della XLIV Riunione Scientifica - La preistoria e la protostoria della Sardegna* (Cagliari, Barumini, Sassari 23-28 novembre 2009), vol IV-Posters. Firenze, pp 1393-1398
- Tanda G, Basciu V, Paglietti G, Peña-Chocarro L, Ucchesu M, Zedda M (2012) Grotta di Monte Meana (Santadi, Carbonia-Iglesias), campagne di scavo 2008-2009. Notizia preliminare In: *Atti della XLIV Riunione Scientifica - La preistoria e la protostoria della Sardegna* (Cagliari, Barumini, Sassari 23-28 novembre 2009), vol II- Comunicazioni. Firenze, pp 635-642
- Trump DH (1990) Nuraghe Noeddos and the Bonu Ighinu Valley: excavation and survey in Sardinia. *Oxbow Books in association with the Ministero per i Beni culturali e ambientali*
- Ucchesu M (in press) I resti vegetali del villaggio di Canelles (Zetadomus) – Selargius (Ca) Relazione preliminare. *Quaderni della Soprintendenza Archeologica di Cagliari e Oristano*
- Ugas G (2006) L'alba dei nuraghi. *Fabula*
- Usai A (2011) L'insediamento prenuragico e nuragico di Sa Osa-Cabras (OR). Topografia e considerazioni generali. In: Mastino A, Spanu PG, Usai A, Zucca R (eds) *Tharros Felix 4*. Carrocci, Dip. Storia Università di Sassari,. Sassari, pp 159-185
- Usai A, Sebis S, Depalmas A, Melis RT, Zedda M, Carenti G, Caruso S, Castangia G, Chergia V, Pau L, Sanna I, Sechi S, Serreli PF, Soro L, Vidili S, Zupancich A (2012) L'insediamento nuragico di Sa Osa (Cabras-OR). In: *Atti della XLIV Riunione Scientifica - La preistoria e la protostoria della Sardegna* (Cagliari, Barumini, Sassari 23-28 novembre 2009), vol II- Comunicazioni. Firenze, pp 771-782
- Zapata L (2000) La recolección de plantas silvestres en la subsistencia mesolítica y neolítica. *Datos arqueobotánicos del País Vasco*. *Complutum* 11:157-169
- Zapata L, Peña-Chocarro L (2003) Uso y gestión del bosque en la Euskal Herria atlántica: Aprovechamiento tradicional de los recursos forestales en Encartaciones y Gorbea. *Zainak* 22:201-215
- Zohary D, Hopf M, Weiss E (2012) *Domestication of Plants in the Old World. The Origin and Spread of Cultivated Plants in West Asia, Europe and the Nile Valley*. Oxford University Press, Oxford

Capitolo 5

Earliest evidence of primitive cultivar of *Vitis vinifera* L. during the Bronze Age in Sardinia (Italy)

Mariano Ucchesu^{1*}, Martino Orrù¹, Oscar Grillo², Gianfranco Venora², Gianluigi Bacchetta¹, Alessandro Usai³, Pietro Francesco Serreli⁴

¹Centro Conservazione Biodiversità (CCB), Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente (DISVA), Università degli Studi di Cagliari, V.le S. Ignazio da Laconi 11-13, 09123 Cagliari, Italy;

²Stazione Consorziale Sperimentale di Granicoltura per la Sicilia, Via Sirio 1, 95041 Borgo San Pietro - Caltagirone (CT), Italy;

³ Soprintendenza per i Beni Archeologici delle provincie di Cagliari e Oristano (MIBAC), Piazza Indipendenza 7 09124 – Cagliari, Italy;

⁴ Dipartimento di Storia, Beni Culturali e Territorio, Piazza Arsenale 1 - 09124 Cagliari, Italy;

Abstract

Genetic and archaeobotanical studies have suggested that western Mediterranean basin could be considered a secondary grapevine domestication center. Genetic analysis carried out on wild and cultivated Sardinian varieties indicate that this region could be a valid candidate as a place of secondary domestication, due to its state of isolation and the presence of ancient cultivars that still show phenotypic characteristics of wild grapes.

Thanks to the discovered an archaeological waterlogged Nuragic settlement of Sa Osa (Oristano) it has been possible to investigate about of the domestication status of grape seeds recovered from three wells dated between the Middle Bronze Age and the Late Bronze Age (ca. 1350-1150 BC).

The archaeo-seeds morphology, was compared with the modern wild and cultivated Sardinian grapevines, applying the Linear Discriminant Analysis method (LDA). Data highlighted a close similarity of the archaeo-seeds with modern wild and cultivars from Sardinia.

These results supporting the hypothesis that, during the Middle Bronze Age, the Nuragic society started a process of selection and cultivation of wild grapes, obtaining, in the Late Bronze Age, grapevine varieties close to some actual Sardinian cultivars. Our results provide the first evidence that during the Late Bronze Age (1286-1115 2σ cal. B.C.) in Sardinia grapevine cultivated were present.

Keywords: Archaeo-seeds, grape pips, secondary domestication, image analysis, Mediterranean basin, *Vitis vinifera*, EFDs

Introduction

Grapevine (*Vitis vinifera* ssp. *vinifera*) is one of the most ancient and precious fruit-bearing plants in the world, which have been playing a role of primary importance for the development of complex societies in the Mediterranean basin (Manen et al. 2003; Mangafa and Kotsakis 1996; Zohary et al. 2012). In 2010, FAOSTAT estimated that the grape is the most widespread crop with about eight million of cultivated hectares whose greater part (71%) is used for wine production, while the remaining is destined to other food purposes (<http://faostat.fao.org/default.aspx#ancor>).

Traces of tartaric acid have been detected in Neolithic ceramic vessels at Hajji Firuz Tepe (5400-5000 B.C.) in the northern Zagros Mountains of Iran (McGovern et al. 1996; Zohary et al. 2012). Other evidence of grape juice have been testified in Neolithic sites (Dikili Tash) in Greece during the 5th millennium B.C. (Valamoti et al. 2007). In eastern Mediterranean basin similar references about the winemaking and early viticulture have been recorded in ancient Egypt in Old Kingdom tombs (ca. 2700 B.C.) (McGovern et al. 1996). The evidence of the presence of traces of wine, it cannot be considered indicator of vine cultivation since even the wild vine may be used for the production of fermented juice (McGovern 2003; Miller 2008).

The first evidence of grape domestication has been documented from sites in the Levant (Zohary 2012), charred pips were recovered from Chalcolithic Tell Shuna North in the Jordan Valley (ca. 3700-3200 B.C.) and Early Bronze Age from Jerico (ca. 3200-1900 B.C.) (Zohary 1995). Archaeobotanical data about cultivated grapevine in Mediterranean basin seems support its appearance during the first half of the 3rd millennium B.C. in southern Greece and Cyprus, and then in the southern Balkans, during the 2nd millennium B.C. (Kroll 1991). Other archaeobotanical records provided information about gathering of grapes during the Early Neolithic in European context, collected from wild plants and used as food (Zohary et al. 2012).

Beginnings of viticulture in western Mediterranean basin during the Bronze Age has been debated (Stika and Heiss 2013). In Italy, archaeobotanical data from Middle Bronze Age testified the presence of grape domesticated forms and pollen of *Vitis* in Tuscany at San Lorenzo a Greve (Mariotti Lippi et al. 2009; Bellini et al. 2008). The increase in archaeobotanical records of grape seeds dated back to the Iron Age suggested this period as the beginning time of grape cultivation (Marvelli et al. 2013). Anyway, it is not yet clear if these data derive from the transmission of new knowledge and techniques of Phoenician and Aegean origin, or they come from local productions (Marvelli et al. 2013). Differently, the data available for Spain suggest a direct relation between the introduction of viticulture and the first contacts with Phoenicians and Greeks Phocaeans (Gómez-Bellard et al. 1993; Buxó 1997; Buxó and Piqué 2008). While, in Southern France the written sources and archaeobotanical remains have documented beginnings of cultivation grape with the

foundation of the Greek city of Massalia (600 B.C.) (Bouby et al. 2013; Brun 2011), later with the Roman colonization, slowly expanded adoption of viticulture from the coastal locations to the internal territory (Bouby and Marinval 2001; Figueiral et al. 2010; Bouby et al. 2013; Marinval 1997).

Today it is widely accepted that the modern cultivars of *V. vinifera* ssp. *vinifera* are the result of wild grape (*Vitis vinifera* ssp. *sylvestris*) domestication (Cunha et al. 2007; Olmo 1995). Wild grape is a heliophilous liana that grows in the riparian forest, currently its distribution range extends from the Atlantic coast to western Himalayas; it is thought that its range was not so different from the present (Arnold et al. 1998; Levadoux 1956; Zohary et al. 2012). The main feature useful to distinguish between wild and cultivated *Vitis* is the reproductive system: the wild grape is dioecious while the domesticated grapevine has hermaphroditic flowers (Zecca et al. 2010). Although it is possible to find a small percentage of hermaphroditism in the wild populations (Zecca et al. 2010). Hermaphroditism is an important attribute in cultivated grape, probably due to a genetic modification caused by the domestication process (Zecca et al. 2010; Zohary et al. 2012). The domestication process carried out by the early viticulturists, probably using the vegetative propagation of clones by cuttings, induced an important change in the reproductive biology of the grape, the self-pollination, that ensures a higher fruit production, with larger berries size and higher sugar content (Bacilieri et al. 2013; McGovern 2003; Zohary et al. 2012).

However, still today the location and the time of origin of the domesticated grape is under scientific debate. Several authors argue, on the basis of genetic tests carried out on plants of cultivated and wild grapevine, that may have occurred independent secondary domestication experiences in the western Mediterranean area, favoured by the widespread presence of wild grapevine (Arroyo-García et al. 2006; Grassi et al. 2003; Grassi et al. 2008; Rivera-Núñez and Walker 1989; Sefc et al. 2003). Genetic studies conducted by Arroyo-García et al. (2006) and De Mattia et al. (2008) suggested that Spain, Italy and France may be possible centers of secondary domestication, where a high level of genetic diversity among domesticated plants of western Europe and Near East was observed, due to an important contribution of *V. sylvestris* germplasm from western Europe. In western Europe, *V. vinifera* haplotype diversity is slightly reduced compared with eastern one, and the genetic evidence suggest that western European *V. vinifera* cultivars experienced introgression from local wild populations (Myles et al. 2011). Grassi et al. (2003) have suggested that Sardinia could be a valid candidate as a place of secondary domestication, thanks to its state of isolation and the presence of numerous wild populations and ancient cultivars that still show phenotypic characteristics of wild grapes, also the genetic analyses highlighted how the genetic patrimony of two autochthonous cultivars (Bovale Muristellu and Bovale Murru) share the 50% of the alleles

with the wild grapevine present in the same territory (Grassi et al. 2003). This result represented the first evidence of the possible presence of a secondary centre of grapevine domestication in Sardinia. In the last 10 years, many studies have been carried out for the identification and grouping of diasporas of *Vitis* on the basis of the morphometric features of grape seeds applying also the Elliptic Fourier Descriptors (EFDs); this method has proved to be a valuable tool to discriminate seeds between wild and cultivars using the Linear Discriminant Analysis (LDA) (Grillo et al. 2011; Kilic, et al. 2007; Venora et al. 2007, 2009a, b; Orrù et al. 2013; Orrù et al. 2012). Currently, this method is a valid non-destructive tool who it can be used to verify the state of grape seeds domestication in archaeobotanical studies (Bouby et al. 2013; Gong et al. 2010; Orrù et al. 2013; Terral et al. 2010). All these studies prove that the morphological traits of the seed, such as shape, size and external ornamentations, are very important diagnostic factors in plant taxonomy studies (Bacchetta et al. 2011a, 2011b; Grillo et al. 2010; Mattana et al 2008).

Recently, thanks to the discovered an archaeological waterlogged context of Sa Osa (Oristano) has allowed us to investigate about of the domestication status of grape seeds recovered from three wells dated between the Middle Bronze Age and the Late Bronze Age (ca. 1350-1150 B.C.). The archaeo-seeds was preserved uncharred waterlogged, this, has allowed to minimize discrimination errors as their does not show the distortions which appear in charred seeds (Smith and Jones 1990). The main goal of this paper is investigate on the domestication status of grape found in Sa Osa settlement and verify if in Sardinia, during the Bronze Age, it occurred the secondary process of grapevine domestication, through:

- (1) the evaluation of relationships between archaeo-seeds dated Middle Bronze Age and the Late Bronze Age with cultivars and wild populations by using Linear Discriminant Analysis (LDA); and
- (2) the comparison between archaeo-seeds from Middle Bronze and Late Bronze Age to verify the level of domestication grapes by Nuragic society in Sardinia.

The archaeological context

Sardinia, with an area of 24,089 km², is the second largest island of the Mediterranean Sea. The strategic position of island at the center of the western Mediterranean basin has facilitated trade with the civilizations of eastern origin (Usai and Lo Schiavo 2009).

Nuragic society has its roots in the Middle Bronze Age when communities started to mark territorial dominance with over 8000 cyclopean buildings (Nuraghes) (Ugas 2006). These massive buildings were elements of territorial control they could have had multiple roles, e.g. animal shelters, food and water storage areas, etc (Ugas 2006).

During the Bronze Age (ca. 2000-1100 B.C.) the Nuragic society kept commercial relations with the island of Cyprus, documented by the finding of numerous copper ingots (oxhide) (Begemann et al. 2001; Usai and Lo Schiavo 2009). During the Iron Age (ca. 900-200 B.C.) the island was visited by the Phoenicians and later by the Carthaginians, who founded several colonies along the coast. Later, in 238 B.C., the island became part of the Roman Empire (Barrecca 1986).

Archaeobotanical data showed an advanced development agriculture from Early Bronze Age (Ucchesu et al. in press). Cultivated species are based of four main cereal species: naked barley (*Hordeum vulgare* var. *nudum*), hulled barley (*Hordeum vulgare*), bread wheat (*Triticum aestivum*) and durum wheat (*Triticum durum*), which appear associated to three legumes, namely broad bean (*Vicia faba*), lentil (*Lens culinaris*) and pea (*Pisum sativum*) (Ucchesu et al. in press).

Carbonized grape seeds have been documented from Early Bronze Age (2017-1751 2σ cal. B.C.) at Monte Meana (Santadi - CI) (Tanda et al. 2012), from Late Bronze Age and Iron Age at Duos Nuraghes (Borore - SS) (1300-900 B.C.) (Bakels 2002; Webster and Webster 1998) and from Iron Age (900-500 B.C.) at Genna Maria (Villanovaforru-Cagliari) (Badas 1987) their domestication status is not certain (Bakels 2002; Ucchesu et al. in press).

The earliest evidences of winemaking in Sardinia have been documented in Monastir (Cagliari), this involves a Nuragic wine press dated back to Iron Age (900-800 B.C.) (Ugas 2001) and chemical traces of the winemaking found in ceramic vessel (“askoide” pitcher) at Bau Nuraxi from Triei (Ogliastra) (900-800 B.C.) (Sanges 2010). Several amphorae for the trade in wine dated to the Iron Age (800 cal. B.C.) have been found at the nuragic complex of Sant’Imbenia (Bernardini 2005). Recently the archaeologists were found a winemaking laboratory at Terralba (Oristano) dated back to late Punic (300 B.C.) (van Dommelen et al. 2010).

A recent archaeobotanical study, carried out in the archaeological context from Sa Osa, dated between the Middle Bronze Age and the Late Bronze Age (2000-1100 B.C.), allowed to recover a large amount of grape seeds associated to remains of fig (*Ficus carica*) (Usai et al. 2012). These data may indicate that during this period, a social interest, which goes beyond the consumption of grapes as food, could be plausible (Ucchesu et al. in press).

The archaeological complex of Sa Osa (39°54'51"N 8°32'32"E, 6 m a.s.l.) is located in the Gulf of Oristano (W Sardinia), 2 km away from the current coast line. The site is situated on the alluvial plain of the Tirso river, delimited by the pond of Cabras to the N and the pond of Santa Giusta to the S (Fig. 1).

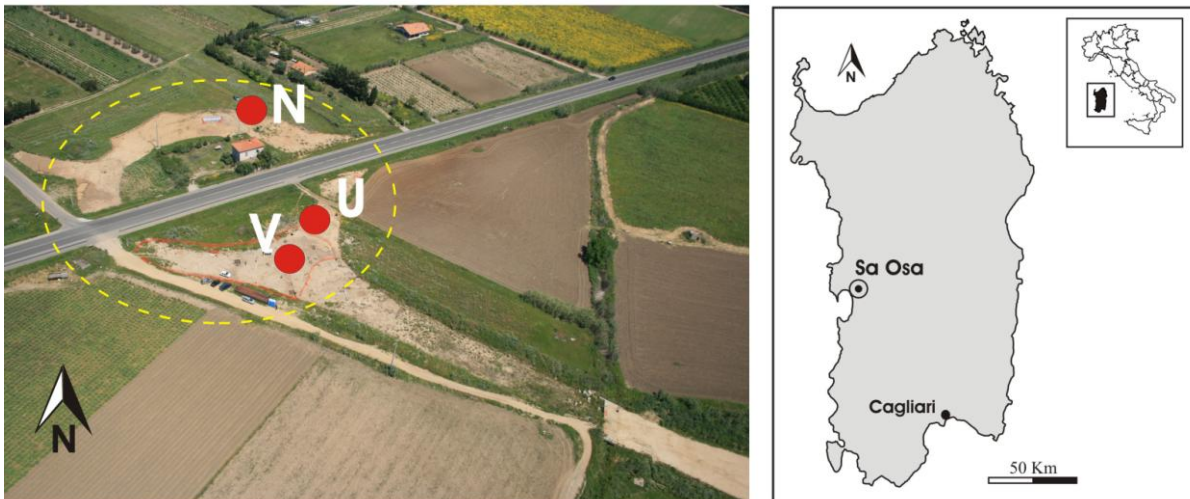


Fig. 1 - Location of the Sa Osa settlement and position of the investigated wells N, U and V.

The three field campaigns conducted, between 2008 and 2009, by the Soprintendenza Archeologica of Cagliari and Sassari University, allowed to attest the presence of several wells dug into the sandstone block, where a large amount of plant remains (anthropic origin), was found. The site is a Nuragic settlement, where there are several shallow pits, wells and archaeological structures related to living spaces dated between the Middle Bronze Age and the Iron Age (Usai et al. 2012).

For this study, the wells N, U and V, that have yielded the largest amount of remains of *V. vinifera*, were considered. The studied wells have an entrance circular ca. 1.2 m wide and 4-5 m deep. All the layers were consisted of damp sediment (Fig. 2). Well N, that has been investigated to a depth of 5 meters, shown inside two stratigraphic units (171 and 172), where a large amount of animal bones, pottery and plant remains were found. Wells U (S.U. 433) and V (S.U. 434) have been investigated to a depth of 4 meters for security reason, and also in these cases, has been found a conspicuous amounts of pottery, plant remains and animal bones (Fig. 2) (Usai et al. 2012).

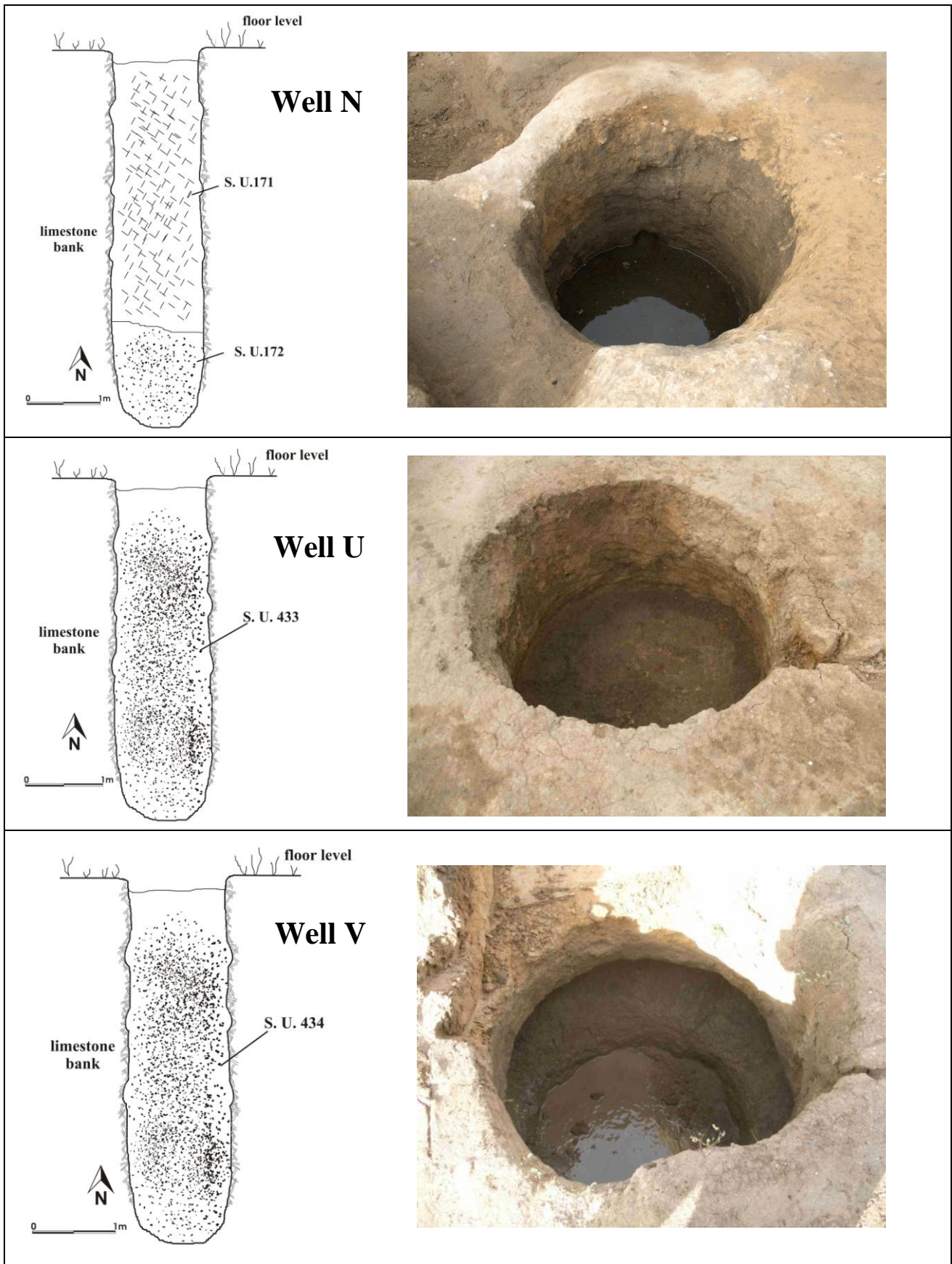


Fig. 2 - Wells section from N, U and V

Materials and Methods

Archaeo-seed materials

A total of 4.000 waterlogged grape seeds from Sa Osa context were retrieved. Pips of the well N were recovered from the S. U. 171 and 172 (Fig. 2, 3), while those of well U were recovered from the S.U. 433 and those of well V from the S.U. 434 (Fig. 2, 3).

The archaeo-seeds were extracted from the sediment through the wash-over technique, using a thin mesh (0.25 mm) (Kenward 1980). The clean material were preserved in distilled water and saved at +5 °C in the Germplasm Bank of Sardinia (BG-SAR) (Atzeri et al. 2012) of the Centre for Conservation of Biodiversity of the University of Cagliari (Bacchetta et al. 2004; Bacchetta et al. 2008a). For this study 100 seeds per stratigraphic unit were analyzed. The archaeo-seeds of each wells were subjected to radiometric dating. The ¹⁴C data achieved from two grape seeds dates the well N to the Late Bronze Age (1286-1115 2σ cal. B.C.; 1276-1088 2σ cal. B.C.) (Tab. 1). The radiocarbon data achieved from grape seeds found into the wells U (1391-1131 2σ cal. B.C) and V (1377-1126 2σ cal. B.C.), dated both contexts to the end of the Middle Bronze Age (Tab. 1).

Tab. 1 - AMS dates on macro-botanical remains from Sa Osa. Calibrated with OxCal v4.2.3 Bronk Ramsey (2013); r5; IntCal13 atmospheric curve (Reimer et al. 2013).

Context	Material	Ref. Laboratory	Conventional age BP	2σ cal B.C.	Archaeological phase
Well N (S.U. 171)	Grape seed	OxA-25106	2981±27	1286-1115	Late Bronze Age
Well N (S.U. 171)	Grape seed	OxA-25107	2968±27	1276-1088	Late Bronze Age
Well U (S.U. 434)	Grape seed	Beta-369366	3020±30	1391-1131	Middle Bronze Age
Well V (S.U. 433)	Grape seed	Beta-369365	3000±30	1377-1126	Middle Bronze Age

Well N S. U. 172
(1266-1115 2 σ cal. B.C.)



Well U S. U. 433
(1380-1130 2 σ cal. B.C.)



Well V S. U. 434
(1370-1130 2 σ cal. B.C.)



Fig. 3 - Waterlogged archaeological grape seeds from well N, U and V

Modern seed material

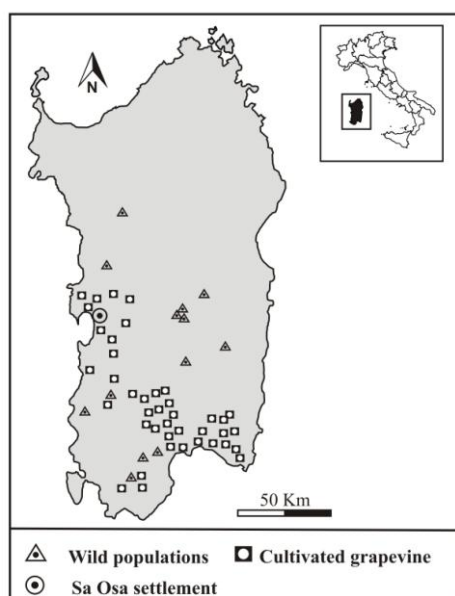


Fig. 4 - Distributions of wild and cultivars populations of *Vitis vinifera*

development, using seed color visual evaluation as index of maturity (Failla 2007; Ristic and Iland 2005). In order to obtain samples sufficiently representative of the morpho-colorimetric variability of the seeds lots, ten bunches, for each cultivar, were collected from ten different individuals (Guarino et al. 1995; Bacchetta et al. 2008a). Subsequently, berries were selected from the central part of each bunch in a number included between 10 and 30 depending on bunch and berries morphology (Orrù et al., 2013). According to the descriptor list for *Vitis* species and varieties founded on the (OIV, 2009) undeveloped seeds (stenospermocarpic) were rejected and not used for the analyses.

Seed image analysis

Digital images of the modern and archaeo-seeds samples, consisting of 100 seeds, were acquired using an Epson GT 15000 flatbed scanner with a digital resolution of 400 dpi and a scanning area not exceeding 1,024×1,024 pixel. Before image acquisition, the scanner was calibrated for colour matching following the protocol of Shahin and Symons (2003), as suggested by Venora et al. (2009b), and image acquisition was performed before drying the seeds at 15°C to 15% of R.H. to avoid spurious variation in dimension, shape and colour. In order to represent the whole variability of each of the modern seed lots, the seed samples were scanned three times, randomly disposing them each time on the flatbed tray. A total of over 102,190 statistical cases were analysed. The digital images of the seeds were processed and analysed using the software package KS-400 V 3.0 (Carl Zeiss Vision, Oberkochen, Germany). A macro specifically developed for the characterization of wild seeds (Mattana et al. 2008; Bacchetta et al. 2009) and later modified to measure a further 20

morpho-colorimetric seed features (Bacchetta et al. 2009) was adapted to perform automatically the whole analysis procedure, reducing the execution time and contextual mistakes in the analysis process (Grillo et al. 2010). This macro was further enhanced adding algorithms able to compute the Elliptic Fourier Descriptors (EFDs) for each analyzed seed, increasing the number of discriminant parameters (Orrù et al. 2012).

Statistical analysis

The obtained data from modern *V. vinifera* and *V. sylvestris*, and the archaeological *Vitis* sp. pl. seeds, were used to build up a database of morphometric seed features. The data were statistically elaborated applying the stepwise Linear Discriminant Analysis (LDA) method, using the SPSS software package release 15.0 (SPSS Inc. 2006), to compare the modern cultivars with the archaeological seeds considered as unidentified cases.

This approach is commonly used to classify/identify unknown groups characterized by quantitative and qualitative variables (Bacchetta et al. 2008b; 2009; 2010; 2011b; Grillo et al. 2010; Orrù et al. 2012; 2013; Venora et al. 2009a; 2009b) finding the combination of predictor variables with the aim of minimizing the within-class distance and maximizing the between-class distance simultaneously, thus achieving maximum class discrimination (Hastie et al. 2001; Holden et al. 2011).

On the basis of all measured features, the stepwise method identifies and selects the best of them to use for the seed sample identification, using three statistical variables, Tolerance, F-to-enter and F-to-remove. The Tolerance value indicates the proportion of a variable variance not accounted for by other independent variables in the equation. A variable with very low Tolerance values provides little information to a model. F-to-enter and F-to-remove values define the power of each variable in the model and they are useful to describe what happens if a variable is either inserted or removed from the current model (Bacchetta et al. 2010). This method starts with a model that does not include any of the variables. At each step, the variable with the largest F-to-enter value that exceeds the entry criteria chosen ($F \geq 3.84$) is added to the model. The variables left out of the analysis at the last step have F-to-enter values smaller than 3.84, so no more are added. The process was automatically stopped when no remaining variables increased the discrimination ability (Venora et al. 2009b). Finally, a cross-validation procedure was applied to verify the performance of the identification system, testing individual unknown cases and classifying them on the basis of all others.

Results

Each archeo-seed lot was compared with all the accession of cultivar and wild grapevine. From the comparison among the archaeo-seed lots, considered singularly and added to the classifier as unknown groups, and the *V. vinifera* and *V. sylvestris* seeds, an overall percentage of correct identification of 96.0% was reached, the seed lots of the well N was identified as *V. vinifera* in the 95.3% of the cases, the seed lots of the well U were equally distributed into the two categories of *V. vinifera*, and *V. sylvestris*; while those of the well V were identified as *V. sylvestris* in the 66.3% of the cases (Tab. 2, Fig. 5). A comparison among the archaeo-seeds collected from the wells U and V was executed, achieving an overall percentage of correct identification of 67.8%, revealing that these two seed lots are distinguishable although with difficulties (Tab. 3). Including the seeds found into the well N, it is possible to note a little improvement of the classification performance between the wells U and V, while the correct identification of the well N is perfect (Tab. 4). In this case the overall performance achieves 91.9%, but the influence of the great amount of seeds of the well N is relevant (Tab. 4).

Considering that only the U and V wells revealed similarity with the wild populations, archaeo-seeds lots, considered as unknown lots, were compared exclusively with the seeds of the wild grapevine populations. These two comparing analysis highlighted that the seed lots from well U shown similarity with the populations of Mandas and Giave in the 50% and 49.5% of the cases respectively (Tab. 5); and likewise, the seed lot from well V, considered one more time as unknown seeds, shown similarity with the populations of Mandas and Giave, in the 66,3% and 33,7% of the cases, respectively (Tab. 6).

Moreover, considering that only the archaeo-seeds from well N and U have been revealed close similarity with cultivars (Tab. 2), the seed lots of the well N and U were compared with those of *V. vinifera* grapevines, distinguishing between the two berry colour classes (Tab. 7 and 8). From well N the highest percentage of unknown seeds (61.2%) were identified as white grapevines and 38.8% were classified as black berries (Tab. 7). From well U the percentage of identification, showed that the 100% of the archaeo-seeds were identified as white berries (Tab. 8).

Finally, considering also the seeds of cultivated wild, including them in the database of wild populations, archaeo-seeds shown a strong relationship only with cultivated wild (Tab. 9). The comparison among the archaeo-seeds from well U indicated a relationship with the population 218 (Siliqua) in 50.0% of the cases, with the population G42 (Santadi) in 46.5% of the cases (Tab. 9). Similar results were achieved from the comparison among the seed lots from well V and the

cultivated wild populations, showing similarities with the population 218 in the 66.3% of the cases and with the population G42 in the 33,3% of the cases (Tab. 9).

Tab. 2 - Identification percentage among the three wells archaeo-seed lots (U, V and N) considered as unknown seeds, and *V. vinifera* ssp. *vinifera* and *V. sylvestris* ssp. *sylvestris*. In parenthesis, the number of analysed seeds.

	<i>V. vinifera</i> ssp. <i>vinifera</i>	<i>V. vinifera</i> ssp. <i>sylvestris</i>	Total
<i>V. vinifera</i> ssp. <i>vinifera</i>	90.1 (77,428)	9.9 (8,498)	100.0 (85,926)
<i>V. vinifera</i> ssp. <i>sylvestris</i>	20.3 (740)	79.7 (2,912)	100.0 (3,652)
Well N archaeo-seeds	95.3 (1,438)	4.7 (71)	100.0 (1,509)
Well U archaeo-seeds	50.0 (100)	50.0 (100)	100.0 (200)
Well V archaeo-seeds	33.7 (101)	66.3 (199)	100.0 (300)
Overall			96.0 (91,587)

Tab. 3 - Correct classification percentage between well U and well V of Sa Osa complex. In parenthesis, the number of analysed seeds.

	Well U	Well V	Total
Well U	59.0 (118)	41.0 (82)	100.0 (200)
Well V	26.3 (79)	73.7 (221)	100.0 (300)
Overall			67.8 (500)

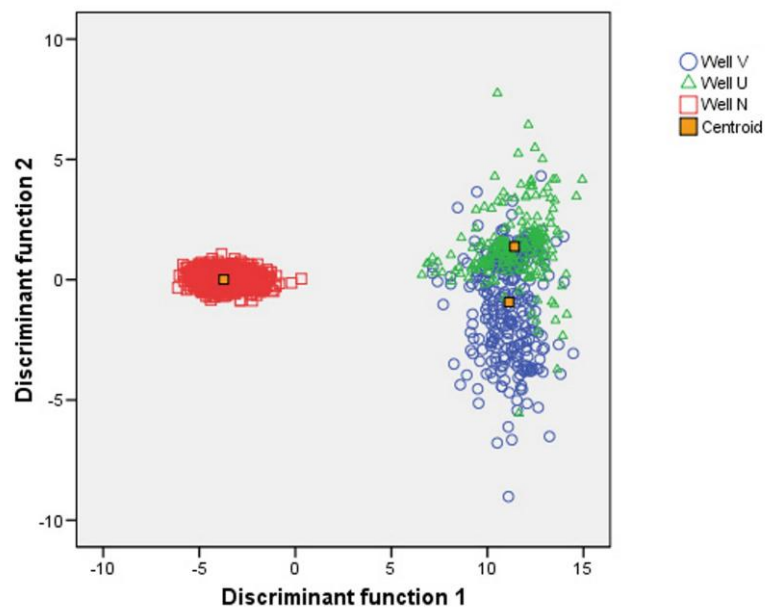


Fig. 5 - Graphic representation of the discriminating function scores from well N, U and V.

Tab. 4 - Correct classification percentage between well N, well U and well V of Sa Osa settlement. In parenthesis, the number of analysed seeds.

	Well N	Well U	Well V	Total
Well N	100.0 (1509)	-	-	100.0 (1509)
Well U	-	74.5 (149)	25.5 (51)	100.0 (200)
Well V	-	37.0 (111)	63.0 (189)	100.0 (300)
Overall				91.9 (2009)

Tab. 5 - Correct classification percentage between populations of *V. vinifera* ssp. *sylvestris* and archaeo-seed lots from well U (Sa Osa); in parenthesis the number of analysed seeds.

	Mandas 1	Laconi 1	Laconi 3	Siliqua 1	Santadi 2	Uta 3	Perdas	Fluminimaggiore	Sibiri	Sos Molinos	Giave	Laconi 2	Aritzo	Total
Mandas 1	63.3 (58)	1.1 (1)	2.2(2)	3.3 (3)	4.4 (4)	2.2 (2)	6.6 (6)	-	1.1 (1)	10 (9)	3.3 (2)	1.1 (1)	1.1 (1)	100 (90)
Laconi 1	-	64.5 (193)	6.6 (20)	5.3 (16)	0.3 (1)	2.6 (8)	4.0 (12)	3.3 (10)	-	0.6 (2)	0.6 (2)	7.3 (22)	4.3 (13)	100 (299)
Laconi 3	-	14.2 (42)	51.5 (152)	-	5.7 (17)	9.1 (27)	1.0 (3)	9.4 (28)	2.0 (6)	-	-	5.0 (15)	1.6 (5)	100 (295)
Siliqua 1	-	3 (9)	0.3 (1)	83.3 (250)	-	2 (6)	0.3 (1)	-	-	3.6 (11)	1.3 (4)	1.6 (5)	4.3 (13)	100 (300)
Santadi 2	0.3 (1)	1.3 (4)	5.0 (5)	0.3 (1)	51.6 (154)	13.7 (41)	1.0 (3)	9.0 (27)	13.7 (41)	2.6 (8)	1.0 (3)	-	-	100 (298)
Uta 3	-	2.0 (6)	8.0 (24)	1.0 (3)	16.4 (49)	54.2 (161)	2.0 (6)	5.3 (16)	4.7 (14)	1.0 (3)	0.3 (1)	4.0 (12)	0.6 (2)	100 (297)
Perdas	2.7 (8)	1.0 (3)	2.7 (8)	3.1 (9)	2.0 (6)	1.3 (4)	53.7 (156)	6.8 (20)	1.3 (4)	2.7 (8)	5.5 (16)	6.8 (20)	9.6 (28)	100 (290)
Fluminimaggiore	2.0 (6)	4.7 (14)	4.7 (14)	1.0 (3)	9.4 (28)	10.4 (31)	9.4 (28)	4- (119)	3.0 (9)	-	3.0 (9)	8.4 (25)	3.7 (11)	100 (297)
Sibiri	0.6 (2)	0.3 (1)	5.0 (15)	-	12.3 (37)	7.3 (22)	1.6 (5)	3.0 (9)	60.2 (180)	5.6 (17)	1.6 (5)	0.6 (2)	1.3 (4)	100 (299)
Sos Molinos	7.8 (23)	4.0 (12)	1.0 (3)	3.0 (9)	0.3 (1)	1.0 (3)	1.0 (3)	-	6.4 (19)	68.6 (201)	3.4 (10)	1.3 (4)	1.7 (5)	100 (293)
Giave	0.3 (1)	0.6 (2)	0.6 (2)	1.0 (3)	0.3 (1)	1.3 (4)	3.0 (9)	0.3 (1)	0.7 (2)	3.0 (9)	79.3 (237)	0.3 (1)	9.0 (27)	100 (299)
Laconi 2	1.0 (3)	10.4 (31)	6.4 (19)	2.7 (8)	0.7 (2)	2.4 (7)	10.4 (31)	4.4 (31)	-	0.7 (2)	1.7 (5)	51.9 (154)	7.4 (22)	100 (297)
Aritzo	-	6.4 (19)	2.0 (6)	4.0 (12)	1.0 (3)	1.0 (3)	10.1 (30)	3.0 (9)	-	1.3 (4)	10.1 (30)	8.1 (24)	53.0 (158)	100 (298)
Well U	50.0 (100)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49.5 (99)	-	0.5 (1)	100 (200)
Overall														57.3% (4,052)

Tab. 6 - Correct classification percentage between populations of *V. vinifera* ssp. *sylvestris* and archaeo-seed lots from well V (Sa Osa); in parenthesis the number of analysed seeds.

	Mandas 1	Laconi 1	Laconi 3	Siliqua 1	Santadi 2	Uta 3	Perdas	Fluminimaggiore	Sibiri	Sos Molinos	Giave	Laconi 2	Aritzo	Total
Mandas 1	64.4 (58)	1.1 (1)	2.2 (2)	3.3 (3)	4.4 (4)	2.2 (2)	6.6 (6)	-	1.1 (1)	10 (9)	2.2 (2)	1.1 (1)	1.1 (1)	100 (90)
Laconi 1	-	64.5 (193)	6.7 (20)	5.4 (16)	0.3 (1)	2.7 (8)	4.0 (8)	3.3 (10)	-	0.7 (2)	0.7 (2)	7.4 (22)	4.3 (13)	100 (299)
Laconi 3	-	14.2 (42)	51.5 (152)	-	5.8 (17)	9.2 (27)	1.0 (3)	9.5 (28)	2.0 (6)	-	-	5.0 (15)	1.7 (5)	100 (295)
Siliqua 1	-	3.0 (9)	0.3 (1)	83.3 (250)	-	2.0 (6)	0.3 (1)	-	-	3.7 (11)	1.3 (4)	1.7 (5)	4.3 (13)	100 (300)
Santadi 2	0.3 (1)	1.3 (4)	5.0 (15)	0.3 (1)	51.6 (154)	13.7 (41)	1.0 (3)	9.0 (279)	13.8 (41)	2.7 (8)	1.0 (3)	-	-	100 (298)
Uta 3	-	2.0 (6)	8.1 (24)	1.0 (3)	16.5 (49)	54.2 (161)	2.0 (6)	5.4 (16)	4.7 (14)	1.0 (3)	0.3 (1)	4.0 (12)	0.7 (2)	100 (297)
Perdas	2.8 (8)	1.0 (3)	2.8 (8)	3.1 (9)	2.1 (6)	1.4 (4)	53.8 (156)	6.9 (9)	1.4 (4)	2.8 (8)	5.5 (16)	6.9 (20)	9.7 (28)	100 (290)
Fluminimaggiore	2.0 (6)	4.7 (14)	4.7 (14)	1.0 (3)	9.4 (28)	10.4 (31)	9.4 (28)	40.1 (119)	3.0 (9)	-	3.0 (9)	8.4 (25)	3.7 (11)	100 (297)
Sibiri	0.7 (2)	0.3 (1)	5.0 (15)	-	12.4 (37)	7.4 (22)	1.7 (5)	3.0 (9)	60.2 (180)	5.7 (17)	1.7 (5)	0.7 (7)	1.4 (4)	100 (299)
Sos Molinos	7.8 (23)	4.1 (12)	1.0 (3)	3.1 (9)	0.3 (1)	1.0 (3)	1.0 (3)	-	6.5 (19)	68.6 (201)	3.4 (10)	1.4 (4)	1.7 (5)	100 (293)
Giave	0.3 (1)	0.7 (2)	0.7 (2)	1.0 (3)	0.3 (1)	1.3 (4)	3.0 (9)	0.3 (1)	0.7 (2)	3.0 (9)	79.3 (237)	0.3 (1)	9.0 (27)	100 (299)
Laconi 2	1.0 (3)	10.4 (31)	6.4 (19)	2.7 (8)	0.7 (2)	2.4 (7)	10.4 (31)	4.4 (13)	-	0.7 (2)	1.7 (5)	51.9 (159)	7.4 (22)	100 (297)
Aritzo	-	6.4 (19)	2.0 (6)	4.0 (12)	1.0 (3)	1.0 (3)	10.1 (30)	3.0 (9)	-	1.3 (4)	10.1 (30)	8.1 (24)	53.0 (158)	100 (298)
Well V	33.3 (100)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63.3 (190)	-	3.3 (10)	100 (300)
Overall														57.3% (3,952)

Tab. 7 - Identification percentage among the well N archaeological seed lot, *Vitis vinifera* ssp. *vinifera* and archaeo-seed lots distinguished for grape colour. In parenthesis, the number of analysed seeds.

	White grape	Black grape	Total
	<i>V. vinifera</i> ssp. <i>vinifera</i>	<i>V. vinifera</i> ssp. <i>vinifera</i>	
White grape <i>V. vinifera</i> ssp. <i>vinifera</i>	74.2 (34,941)	25.8 (12,173)	100.0 (47,114)
Black grape <i>V. vinifera</i> ssp. <i>vinifera</i>	56.9 (22,085)	43.1 (16,727)	100.0 (38,812)
Well N archaeo-seeds as unknown	61.2 (924)	38.8 (585)	100.0 (1,509)
Overall			60.1 (87,435)

Tab. 8 - Identification percentage among the well U archaeological seed lot and *Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera* and archaeo-seed lots distinguished for grape colour. In parenthesis, the number of analysed seeds.

	White grape <i>V. vinifera</i> ssp. <i>vinifera</i>	Black grape <i>V. vinifera</i> ssp. <i>vinifera</i>	Total
White grape <i>V. vinifera</i> ssp. <i>vinifera</i>	74.2 (34,941)	25.8 (12,173)	100.0 (47,114)
Black grape <i>V. vinifera</i> ssp. <i>vinifera</i>	56.9 (22,085)	43.1 (16,727)	100.0 (38,812)
Well U archaeological seeds as unknown	100.0 (200)	-	100.0 (200)
Overall			60.1 (86,126)

Tab. 9 - Correct classification percentage between wild cropped, wild population *V. vinifera* ssp. *sylvestris* and archaeo-seed lots U, V from Sa Osa; in parenthesis the numbers of analysed seeds.

	Wild cropped+wild populations	Archeo-seeds Sa Osa		Total
		Well U	Well V	
Wild cropped				100 (657)
G16	56.0 (368)	-	-	100 (300)
G21	48.3 (145)	-	-	100 (102)
G23	57.8 (59)	-	-	100 (709)
G29	65.6 (465)	-	-	100 (48)
G31	18.8 (9)	-	-	100 (300)
G36	81.7 (245)	-	-	100 (300)
G37	51.7 (155)	-	-	100 (108)
G39	12.0 (13)	-	-	100 (300)
G42 (Santadi)	80.0 (240)	46.5 (93)	33.3 (100)	100 (300)
G47	73.3 (220)	-	-	100 (126)
G49	38.89 (49)	-	-	100 (300)
213	29.7 (89)	-	-	100 (300)
214	35.3 (106)	-	-	100 (300)
215	38.7 (116)	-	-	100 (300)
216	48.3 (145)	-	-	100 (144)
217	13.9 (20)	-	-	100 (54)
218 (Siliqua)	87.0 (47)	50.0 (100)	66.3 (199)	100 (300)
219	58.3 (175)	-	-	100 (300)
220	55.0 (155)	-	-	100 (270)
221	61.5 (166)	-	-	100 (300)
222	53.0 (159)	-	-	100 (300)
223	58.0 (174)	-	-	100 (300)
224	74.3 (223)	-	-	100 (300)
225	53.0 (159)	-	0.3 (1)	100 (33)
226	90.9 (30)	3.5 (7)	-	100 (200)
Wild populations				
Mandas 1	37,8 (34)	-	-	100 (90)
Laconi 1	52,2 (156)	-	-	100 (299)
Laconi 3	35,6 (105)	-	-	100 (295)
Siliqua 1	69 (207)	-	-	100 (300)
Santadi 2	31,5 (94)	-	-	100 (298)
Uta 3	34,3 (102)	-	-	100 (297)
Perdas	28,3 (82)	-	-	100 (290)
Fluminimaggiore	27,3 (81)	-	-	100 (297)
Sibiri	40,8 (122)	-	-	100 (299)
Sos Molinos	53,6 (157)	-	-	100 (293)
Giave	72,9 (218)	-	-	100 (299)
Laconi 2	27,9 (83)	-	-	100 (297)
Aritzto	39,3 (117)	-	-	100 (298)
Overall				48.9% (10,603)

Discussions

The rich archaeobotanical data from western Mediterranean area during the Bronze Age testified an agriculture based on the different cultivation of cereals and legumes, but the fruits cultivation was still little documented and dubious (Stika and Heiss 2013).

Genetics study have suggested that Sardinia could be a valid candidate as a place of secondary domestication of *Vitis vinifera* (Grassi et al. 2003). In addition, the archaeobotanical record testified the presence of charcoals wood of grape (Celant 2010), grape pollens (Di Rita and Melis 2013) and grape seeds from the Middle Bronze Age sites in Sardinia (Bakels 2002; Celant 2010; Tanda et al. 2012; Uccesu et al. in press). Some authors have suggested that this evidences may represent indicators of grapevine cultivation (Bouby and Marinval 2001; Miller 2008). Thanks to previous work our research aims to contribute to investigated the presence of grape cultivated during the Bronze Age in Sardinia.

In this study, thanks to the exceptional discovery of large quantities of pips well-preserved from Sa Osa settlement, grapevine accessions, dated back to Middle Bronze and Late Bronze Age, it has been possible to discriminate of archaeo-seeds through the morphometric comparison with the modern seeds of *V. vinifera* and *V. sylvestris* from Sardinia. Morphometric analysis applied to archaeo-seeds from Sa Osa site shown affinity close to wild grape and *V. vinifera* cultivars. In the case of well N, greater affinity to grapevine cultivars was exhibited; the seeds from well U shown intermediate domesticated forms; while only the grapes found from well V highlighted higher similarity percentages with wild populations tested. The close similarity of archaeo-seeds with *V. vinifera* cultivars and wild *V. sylvestris* populations of Sardinia suggest a local production, though the cultivation grapevine techniques may have been transmitted by Cypriot populations. Morphological analysis showed similarity of archaeo-seeds from wells U and V, demonstrating that both wells contained grape seeds dated to the end of the Middle Bronze Age. Previous studies carried out by Orrù et al. (2013) on the seeds found in the well N from Sa Osa, demonstrated that they were assigned to white berry cultivated varieties, and in particular to the synonymy group of the Vernaccia. In addition, our analysis not only confirm that the seeds from well N resulted a greater relationship with the white berry cultivars, but also the seeds from well U showed the same characteristics. Many studies indicated that, during the domestication process, numerous genetic changes could be occurred, also affecting the variations in the berries colour (Fournier-Level et al. 2010; Hancock 2004; Brown et al. 2009; This et al. 2007). Genetic analysis have revealed that the appearance of white grapes is in fact related with the domestication process that would have triggered a mutation in the gene *VvMybA* for variation in anthocyanin content in the berries of cultivated grapevine (Cadle-Davidson and Owens 2008; Fournier-Level et al. 2010; Kobayashi et

al. 2005). In wild populations, even at the intraspecific genetic level, don't exist changes in the colour of the berries, so the current white grapes derive from domesticated wild progenitors (Cadle-Davidson and Owens 2008). When also the seeds of cultivated modern wild grapevines were considered for the morphological comparisons, only archaeo-seeds from Middle Bronze Age exhibited to be more similar to these accessions.

Probably wild plants cultivated by AGRIS through propagation by cuttings have produced seeds that have achieved a very similar morphology with the archaeo-seeds. It is possible to assume that the first vine-growers of the Middle Bronze Age have implemented the same cultivation technique (Bouby et al. 2013; Terral et al. 2010; This et al. 2006; Zohary et al. 2012). Based on our data, we hypothesize that the stage of seeds evolution in the Middle Bronze Age appears it belong an intermediate form between wild and cultivated plants maybe related to the process of domestication of grapevine still at an early stage. The results of the present study lead us to hypothesize that the selection and domestication processes of the wild grapevine could be started during the Middle Bronze Age. This theory seems to be supported also by the results of recent pollinic investigations carried out in the Lake of Mistras located 7 km from the site of Sa Osa (Di Rita and Melis 2013).

The pollinic spectrum from core MTR1-3 dated between the Middle Bronze Age and the Punic Period (3950-2050 cal. B.P.) has showed the highest percentages of *V. vinifera* pollen, this may represent evidence of a local exploitation of grapevine (Di Rita and Melis 2013). Considering that the grapevine pollen has a low dispersion (Turner and Brown 2004) and that the nearest wild grapevine populations are currently located 25 Km from the site of Mistras and of Sa Osa, it is possible to assume that the pollens found in the Lake of Mistras originate from cultivated grapevines that would have been planted in the areas facing the Gulf of Oristano. Other evidence of cultivated grapevine in Middle Bronze Age in Sardinia has been documented in a recent anthracological study carried out at the Domus de Janas IV, situated in the territory of Usini (Sassari) in northern Sardinia, this study revealed the presence of a large amount of *V. vinifera* charred wood associated to grape seed remains come from hearth dated back to the Middle Bronze Age (ca. 1780-1630 B.C.) (Celant 2010). Considering that the presence of charcoals of *V. vinifera* in the archaeological contexts is an enough rare event as shown by archaeobotanical studies carried out by Willcox (1991) from Neolithic sites in the Middle East where charcoals of grapevine have never been found in hearths of the, despite the abundance of wild grapevine in the near areas. The presence of charcoal of *Vitis* is recorded only beginning from the second half of the third millennium, a period in which the grapevine domestication is certainty documented, for this reason the presence of the charcoals of *V. vinifera* found in the archaeological sites can belong to the pruning brushwoods of the grapevine (Bouby and Marival 2001; Miller 2008; Thiébault 1989).

A recent study has provided numerous insights into the subsistence economy and agriculture practiced in Sardinia during the Bronze Age (Ucchesu et al. in press). Archaeobotanical data show the presence of cereals (*Hordeum vulgare*, *Hordeum vulgare* var. *nudum*, *Triticum monococcum* and free-threshing wheats (both the tetraploid *Triticum durum* and the hexaploid *T. aestivum*), legumes (*Lathyrus sativus/cicera*, *Lens culinaris*, *Pisum sativum* and *Vicia faba*), testifying of diversified agricultural practices by Nuragic communities (Ucchesu et al. in press). For this reason it is hardly surprising that the communities of the Bronze Age have also experimented with the cultivation of the grapevine maybe also supported by new agricultural techniques spread by external people. On the basis of these data we can affirmed that the Nuragic society started in the Middle Bronze Age the grapevine selection of wild plants and in the Late Bronze Age they have been an advanced development level of the grape cultivation and domestication status.

Conclusions

The discovery of a large amount of grapevine seeds preserved in the waterlogged contexts of Sa Osa allows us to understand domestication status of grape during the Bronze Age in Sardinia. The LDA analysis showed affinity close to wild grape and *V. vinifera* cultivars present in Sardinia, in particular, the archaeo-seeds from Late Bronze Age showed greater affinity to grapevine cultivars while the archaeo-seeds from Middle Bronze age revealed still intermediate domestication forms. Moreover, the analysis demonstrated that both archaeo-seed lots from Middle Bronze and Late Bronze Age belonged to white berry variety. This could be considered as evidence of a state of domestication due to the intentional selection of the grapes. We do not know if the cultivation techniques have been introduced from the outside but we can speculate that thanks to contacts with the Cypriot people this could be occurred. Our results provide anyway evidence that during the Late Bronze Age in Sardinia grapevine cultivated were present.

Many archaeobotanical and genetic evidence suggested that may have occurred independent secondary domestication experiences in the western Mediterranean area (Arroyo-Garcia et al. 2006; Grassi et al. 2003; Grassi et al. 2008; Rivera-Núñez and Walker 1989; Sefc et al. 2003), but the evidence of cultivated grapes is still elusive (Stika and Heiss 2013) .

Sardinia, thanks to the presence of numerous wild grapevine populations, could be a valid candidate as a place of secondary domestication, so we think that the Bronze Age agriculturists have been able to experiment the grapevine cultivation succeeding in getting varieties of grapes that can be related still today with the Sardinia autochthonous cultivars. Even if we are still far from the full understanding of the grapevine domestication phenomenon, we hope that this research represents a stimulating contribute to new investigations in this field.

Acknowledgments

authors thank the Soprintendenza per i Beni Archeologici per le province di Cagliari e Oristano, in particular Marco Edoardo Minoja, Alessandro Usai, Ignazio Sanna, P. Francesco Serreli. Special thank to AGRIS of Ussana for providing the *ex-situ* experimental fields. Many thank to Gianni Lovicu for providing a important information about *Vitis vinifera* collections. This work was funded by PhD grant from the Ministero dell'Università e della Ricerca (MIUR).

References

- Arnold C, Gillet F, Gobat J (1998) Situation de la vigne sauvage *Vitis vinifera* subsp. *silvestris* en Europe. *Vitis* 37:159-170
- Arroyo-Garcia R, Ruiz-Garcia L, Bolling L, Ocete R, Lopez M, Arnold C, Ergul A, Soylemezoglu G, Uzun H, Cabello F, Ibanez J, Aradhya M, Atanassov A, Atanassov I, Balint S, Cenis J, Costantini L, Goris-Lavets S, Grando M, Klein B, McGovern P, Merdinoglu D, Pejic I, Pelsy F, Primikiriou N, Risovannaya V, Roubelakis-Angelakis K, Snoussi H, Sotiri P, Tamhankar S, This P, Troshin L, Malpica J, Lefort F, Martinez-Zapater J (2006) Multiple origins of cultivated grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *sativa*) based on chloroplast DNA polymorphisms. *Mol Ecol* 15:3707-3714
- Atzeri P, Bacchetta G, Casti M, Fenu G, Mattana E, Meloni F, Mulè P, Orrù M, Pontecorvo C, Sarigu R (2012) La Banca del Germoplasma della Sardegna (BG-SAR). *Studi Trentini di Scienze Naturali, Acta Biologica* 88:69-75
- Bacchetta G, Demurtas A, Pontecorvo C, (2004) The Biodiversity Conservation Centre of Cagliari (CCB). *Scripta Botanica Belgica* 29:79-82
- Bacchetta G, Bueno Sánchez A, Fenu G, Jiménez-Alfaro B, Mattana E, Piotta B, Virevaire M (2008a) Conservación ex situ de plantas silvestres. Principado de Asturias. La Caixa, pp 1-378
- Bacchetta G, Grillo O, Mattana E, Venora G (2008b) Morpho-colorimetric characterization by image analysis to identify diaspores of wild plant species. *Flora* 203:669-682
- Bacchetta G, Farci M, Grillo O, Lovicu G, Orrù M, Venora G (2009) Image analysis a new tool for pips morpho-colorimetric measurements of the Sardinian landraces of *Vitis vinifera* L. subsp. *vinifera*. In: Proceedings of the 45th International Congress of SISV & FIP, June 2009, Cagliari, Italy, p. 47
- Bacchetta G, Grillo O, Lovicu G, Orrù M, Piazza G, Ravalli C, Venora G (2010) Pips image analysis to support cultivar identification of *Vitis vinifera* L. In: CIGR Workshop on Image Analysis in Agriculture, 26-27. August 2010, Budapest, pp 30-35
- Bacchetta G, Escobar García P, Grillo O, Mascia F, Venora G (2011a) Seed image analysis provides evidence of taxonomical differentiation within the *Lavatera triloba* aggregate (Malvaceae). *Flora* 206:468-472
- Bacchetta G, Fenu G, Grillo O, Mattana E, Venora G (2011b) Species identification by seeds image analysis of *Astragalus* sect. *Melanocercis* Bunge (Fabaceae) in Sardinia. *Annales Botanici Fennici* 48:449-454
- Bacilieri R, Lacombe T, Le Cunff L, Di Vecchi-Staraz M, Laucou V, Genna B, Peros J-P, This P, Boursiquot J-M (2013) Genetic structure in cultivated grapevines is linked to geography and human selection. *BMC Plant Biology* 13:25
- Badas U (1987) Genna Maria-Villanovaforru (Cagliari). I vani 10/18. Nuovi apporti allo studio delle abitazioni a corte centrale. *Atti Selargius II*, pp 133-146
- Bakels C (2002) Plant remains from Sardinia, Italy with notes on barley and grape. *Vegetation History and Archaeobotany* 11:3-8
- Barreca F (1986) La civiltà fenicio-punica in Sardegna. Carlo Delfino, Sassari
- Begemann F, Schmitt-Strecker S, Pernicka E, Schiavo FL (2001) Chemical Composition and Lead Isotopy of Copper and Bronze from Nuragic Sardinia. *European Journal of Archaeology* 4:43-85
- Bellini C, Mariotti-Lippi M, Mori Secci M, Aranguren B, Perazzi P (2008) Plant gathering and cultivation in prehistoric Tuscany (Italy). *Vegetation History and Archaeobotany* 1:103-112
- Bernardini P (2005) Bere vino in Sardegna: il vino dei Fenici, il vino dei Greci. In: Bondi SF, Vallozza M (eds) *Greci, Fenici, Romani: interazioni culturali nel Mediterraneo antico*, vol 7. Daidalos, Viterbo, pp 1-15

- Bouby L, Marinval P (2001) La vigne et les de buts de la viticulture en France: apports de l'archéobotanique. *Gallia* 58:13-28
- Bouby L, Figueiral I, Bouchette A, Rovira N, Ivorra s, Lacombe T, Pastor T, Picq S, Marinval P, Terral J (2013) Bioarchaeological insights into the process of domestication of grapevine (*Vitis vinifera* L.) during Roman times in Southern France. *PLoS ONE* 8 (5)
- Bronk Ramsey C, Lee S (2013) Recent and Planned Developments of the Program OxCal. *Radiocarbon* 2-3:720-730
- Brown TA, Jones MK, Powell W, Allaby RG (2009) The complex origins of domesticated crops in the Fertile Crescent. *Trends in Ecology & Evolution* 24:103-109
- Brun J (2011) Viticulture et oléiculture en Gaule. In: Ouzoulias P, Tranoy L (eds) Comment les Gaules devinrent romaines. La Découverte, Paris, pp 231-253
- Buxó R (1997) Arqueología de las plantas: la explotación económica de las semillas y los frutos en el marco mediterráneo de la Península Ibérica. Crítica, Grijalbo Mondadori, Barcelona
- Buxó R, Piqué R (2008) Arqueobotánica: los usos de las plantas en la península Ibérica. Ariel Prehistoria, Barcelona
- Cadle-Davidson M, Owens C (2008) Genomic amplification of the Gret1 retroelement in white-fruited accessions of wild *Vitis* and interspecific hybrids. *Theor Appl Genet* 116 :1079-1094
- Celant A (2010) Analisi dei macroresti vegetali provenienti dalla domus de janas IV della necropoli di S'Elighe Entosu (Usini, Sassari). In: Melis MG (ed) Usini. Ricostruire il passato Una ricerca internazionale a S'Elighe Entosu. Sassari, pp 161-164
- Cunha J, Baleiras-Couto M, Cunha J, Banza J, Soveral A, Carneiro L, Eiras-Dias J (2007) Characterization of Portuguese populations of *Vitis vinifera* L. ssp. *sylvestris* (Gmelin) Hegi. *Genetic Resources and Crop Evolution* 54:981-988
- De Mattia F, Imazio S, Grassi F, Lovicu G, Tardaguila J, Failla O, Maitt C, Scienza A, Labra M (2008) Genetic characterization of Sardinia grapevine cultivars by SSR markers analysis. *Journal international des sciences de la vigne et du vin* 41:175-184
- Di Rita F, Melis RT (2013) The cultural landscape near the ancient city of Tharros (central West Sardinia): vegetation changes and human impact. *Journal of Archaeological Science* 40:4271-4282
- Failla O (2007) Botany: Morphology and physiology, pp. 20-32 in Bayern Crop Science (Ed.) The vine and wine. Botany, Cultivation, History and Art, Research, Supply, Use, Landscape, World market
- Food and Agriculture Organization (2007) FAO website. Available at: <http://faostat.fao.org>. Accessed 01/07/2011
- Figueiral I, Bouby L, Buffat L, Petitot H, Terral JF (2010) Archaeobotany, vine growing and wine producing in Roman Southern France: the site of Gasquinoy (Béziers, Hérault). *Journal of Archaeological Science* 37:139-149
- Fournier-Level A, Lacombe T, Le Cunff L, Boursiquot JM, This P (2010) Evolution of the *VvMybA* gene family, the major determinant of berry colour in cultivated grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Heredity* 104:351-362
- Gómez-Bellard C, Guérin P, Pérez-Jordá G (1993) Témoignage d'une production de vin dans l'Espagne préromaine. In: Amouretti MC, Brun P (eds) La production du vin et de l'huile en Méditerranée. École Française d'Athènes, Athens, pp 95-379
- Gong F, Karsai I, Liu Y-S (2010) *Vitis* seeds (Vitaceae) from the late Neogene Gray Fossil Site, northeastern Tennessee, U.S.A. *Review of Palaeobotany and Palynology* 162:71-83
- Grassi F, De Mattia F, Zecca G, Sala F, Labra M (2008) Historical isolation and Quaternary range expansion of divergent lineages in wild grapevine. *Biological Journal of the Linnean Society* 95:611-619
- Grassi F, Labra M, Imazio S, Spada A, Sgorbati S, Scienza A, Sala F (2003) Evidence of a secondary grapevine domestication centre detected by SSR analysis. *Theor Appl Genet* 107:1315-1320

- Grillo O, Mattana E, Venora G, Bacchetta G (2010) Statistical seed classifiers of 10 plant families representative of the Mediterranean vascular flora. *Seed Science and Technology* 38:455-476
- Grillo O, Miceli C, Venora G (2011) Computerised image analysis applied to inspection of vetch seeds for varietal identification. *Seed Science and Technology* 39:490-500
- Guarino L, Rao VR, Reid R (1995) *Collecting plant genetic diversity: technical guidelines*. CAB International
- Hancock JF (2004) *Plant Evolution and the Origin of Crop Species*. CABI Pub
- Hastie T, Tibshirani R, Friedman J (2001) *The elements of statistical learning: Data mining, inference, and prediction*. New York, USA, Springer
- Holden JE, Finch WH, Kelley K (2011) A comparison of two-group classification methods. *Educational and Psychological Measurement* 71:870-901
- Kenward HK, Hall AR, Jones AKG (1980) A tested set of techniques for the extraction of plant and animal macrofossils from waterlogged archaeological deposits. *Science and Archaeology* 22:3-15
- Kilic K, Boyaci IH, Köksel H, Küsmenoglu I (2007) A classification system for beans using computer vision system and artificial neural networks. *J Food Eng* 78:897-904
- Kobayashi S, Goto-Yamamoto N, Hirochika H (2005) Association of *VvMybA1* gene expression with anthocyanin production in grape (*Vitis vinifera*) skin-color mutants. *J Jap Soc Hortic Sci* 74:196-203
- Kroll H (1991) Südosteuropa. In: Van Zeist W, Wasylikowa K, Behre K (eds) *Progress in old world palaeoethnobotany*. Rotterdam-Brookfield, Balkema, pp 161-177
- Levadoux L (1956) Les populations sauvages et cultivées des *Vitis vinifera* L. Institut national de la recherche agronomique. *Annales de l'amélioration des plantes* 6:59-118
- Manen JF, Bouby L, Dalnoki O, Marinval P, Turgay M, Schlumbaum A (2003) Microsatellites from archaeological *Vitis vinifera* seeds allow a tentative assignment of the geographical origin of ancient cultivars. *Journal of Archaeological Science* 30:721-729
- Mangafa M, Kotsakis K (1996) A new method for the identification of wild and cultivated charred grape seeds. *Journal of Archaeological Science* 23:409-418
- Marinval P (1997) Vigne sauvage et Vigne cultivée dans le Bassin méditerranéen. Emergence de la viticulture. Contribution archéo-botanique. In: Frissant P (ed) *L'histoire du vin, une histoire de rites*. Office International de la Vigne et du Vin, Paris, pp 137-172
- Mariotti Lippi M, Bellini C, Secci MM, Gonnelli T (2009) Comparing seeds/fruits and pollen from a Middle Bronze Age pit in Florence (Italy). *Journal of Archaeological Science* 36:1135-1141
- Marvelli S, Dé Siena S, Rizzoli E, Marchesini M (2013) The origin of grapevine cultivation in Italy: the archaeobotanical evidence. *Annali di Botanica* 3:155-163
- Mattana E, Grillo O, Venora G, Bacchetta G (2008) Germplasm image analysis of *Astragalus maritimus* and *A. verrucosus* of Sardinia (subgen. *Trimeniaeus*, Fabaceae). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 65:149-155
- McGovern P, Glusker D, Exner L, Voigt M (1996) Neolithic resinated wine. *Nature* 381:480-481
- McGovern PE (2003) *Ancient wine: the search for the origins of viniculture*. Princeton: Princeton University Press
- McGovern PE, Hartung U, Badler VR, Glusker D, Exner L (1997) The Beginnings of Winemaking and Viniculture in the Ancient Near East and Egypt Expedition 39:3-21
- Miller NF (2008) Sweeter than wine? The use of the grape in Early Western Asia. *Antiquity* 82:937-946

Myles S, Boyko AR, Owens CL, Brown PJ, Grassi F, Aradhya MK, Prins B, Reynolds A, Chia J-M, Ware D, Bustamante CD, Buckler ES (2011) Genetic structure and domestication history of the grape. *Proc Natl Acad Sci* 9: 1-6

OIV (2009) Descriptor list for grape varieties and *Vitis* species (third ed.), <http://www.oiv.int>

Olmo H (1995) The origin and domestication of the *Vinifera* grape. In: McGovern P (ed) *The Origins and Ancient History of Wine*. Gordon and Breach, Amsterdam, pp 31-43

Orrù M, Grillo O, Lovicu G, Venora G, Bacchetta G (2013) Morphological characterisation of *Vitis vinifera* L. seeds by image analysis and comparison with archaeological remains. *Vegetation History and Archaeobotany* 22:231-242

Orrù M, Grillo O, Venora G, Bacchetta G (2012) Computer vision as a method complementary to molecular analysis: Grapevine cultivar seeds case study. *Comptes Rendus Biologies* 335:602-615

Reimer PJ, Bard E, Bayliss A, Beck JW, Blackwell PG, Bronk Ramsey C, Grootes PM, Guilderson TP, Haflidason H, Hajdas I, Hattz C, Heaton TJ, Hoffmann DL, Hogg AG, Hughen KA, Kaiser KF, Kromer B, Manning SW, Niu M, Reimer RW, Richards DA, Scott EM, Southon JR, Staff RA, Turney CSM, van der Plicht J (2013) IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0-50,000 Years cal BP. *Radiocarbon* 4:1869-1887

Ristic R, Iland PG (2005) Relationships between seed and berry development of *Vitis Vinifera* L. cv Shiraz: Developmental changes in seed morphology and phenolic composition. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 11:43-58

Rivera-Núñez DR, Walker MJ (1989) A review of palaeobotanical findings of early *Vitis* in the Mediterranean and of the origins of cultivated grape-vines, with special reference to new pointers to prehistoric exploitation in the western mediterranean. *Review of Palaeobotany and Palynology* 61:205-237

Sanges M (2010) La vite e il vino in Sardegna dalla preistoria alla fine del mondo antico. In: Saderi A (ed) *Il vino in Sardegna-3000 anni di storia, cultura, tradizione e innovazione*. Ilisso, Nuoro, pp 13-20

Sefc KM, Steinkellner H, Lefort F, Botta R, Machado AdC, Borrego J, Maletić E, Glössl J (2003) Evaluation of the genetic contribution of local wild vines to European grapevine cultivars. *American Journal of Enology and Viticulture* 54:15-21

Shahin M.A. and Symons, S.J. (2003) Colour calibration of scanners for scanner independent grain grading. *Cereal Chemistry* 80:285-289

Smith H, Jones G (1990) Experiments on the effects of charring on cultivated grape seeds. *Journal of Archaeological Science* 17:317-327

SPSS, Base 15.0 (2006) Application Guide. Prentice Hall, USA, New Jersey.

Stika H-P. and Heiss A (2013) Plant cultivation in the Bronze Age. In: Fokkens H, Harding A (eds) *The European Bronze Age*. Oxford: University Press, Oxford, pp 348-369

Tanda G, Basciu V, Paglietti G, Peña-Chocarro L, Uccesu M, Zedda M (2012) Grotta di Monte Meana (Santadi, Carbonia-Iglesias), campagne di scavo 2008-2009. Notizia preliminare In: *Atti della XLIV Riunione Scientifica - La preistoria e la protostoria della Sardegna (Cagliari, Barumini, Sassari 23-28 novembre 2009)*, vol II- Comunicazioni. Firenze, pp 635-642

Terral J-F, Tabard E, Bouby L, Ivorra S, Pastor T, Figueiral I, Picq S, Chevance J-B, Jung C, Fabre L, Tardy C, Compan M, Bacilieri R, Lacombe T, This P (2010) Evolution and history of grapevine (*Vitis vinifera*) under domestication: new morphometric perspectives to understand seed domestication syndrome and reveal origins of ancient European cultivars. *Annals of Botany* 105:443-455

Thiébaud S (1989) A note on the ancient vegetation of Baluchistan based on charcoal analysis of the latest periods from Mehrgarh, Pakistan. In: Frifelt K, Sørensen P (eds) *South Asian Archaeology 1985*. Scandinavian Institute of Asian Studies, pp 186-188

This P, Lacombe T, Cadle-Davidson M, Owens C (2007) Wine grape (*Vitis vinifera* L.) color associates with allelic variation in the domestication gene *VvmybA1*. *Theor Appl Genet* 114:723-730

- This P, Lacombe T, Thomas MR (2006) Historical origins and genetic diversity of wine grapes. *Trends in Genetics* 22:511-519
- Turner SD, Brown AG (2004) *Vitis* pollen dispersal in and from organic vineyards: I. Pollen trap and soil pollen data. *Review of Palaeobotany and Palynology* 129:117-132
- Ucchesu M, Peña-Chocarro L, Sabato D, Tanda G (in press) Bronze Age subsistence in Sardinia (Italy): cultivated plants and wild resources. *Vegetation History and Archaeobotany*
- Ugas G (2001) Torchio nuragico per il vino dall'edificio-laboratorio n. 46 di Monte Zara in Monastir. In: *Architettura arte e artigianato nel Mediterraneo dalla Preistoria all'Alto Medioevo in Atti della Tavola Rotonda Int. in memoria di Giovanni Tore: Cagliari, 17-19 dicembre 1999, S'Alvure, Oristano*, pp 77-112
- Ugas G (2006) *L'alba dei nuraghi. Fabula, Cagliari*
- Usai A, Lo Schiavo F (2009) Contatti e scambi. In: *Atti della XLIV Riunione Scientifica dell'IIPP La preistoria e la protostoria della Sardegna (Cagliari-Barumini-Sassari, 23-28 novembre 2009)*, vol I. IIPP, Firenze, pp 271-286
- Usai A, Sebis S, Depalmas A, Melis RT, Zedda M, Carenti G, Caruso S, Castangia G, Chergia V, Pau L, Sanna I, Sechi S, Serreli PF, Soro L, Vidili S, Zupancich A (2012) L'insediamento nuragico di Sa Osa (Cabras-OR). In: *IIPP (ed) Atti della XLIV Riunione Scientifica - La preistoria e la protostoria della Sardegna (Cagliari, Barumini, Sassari 23-28 novembre 2009)*, vol II- Comunicazioni. Firenze, pp 771-782
- van Dommelen P, Gómez Bellard C, Pérez Jordà G (2010) Produzione agraria nella Sardegna punica fra cereali e vino. In: *Milanese M, Ruggeri P, Vismara C, Zucca R (eds) L'Africa Romana. I Luoghi e le Forme dei Mestieri e della Produzione nelle Province Africane (Atti del XVIII Convegno di Studio, Olbia, 11-14 Dicembre 2008)*, vol 18. Carocci, Roma, pp 1187-1202
- Valamoti S, Mangafa M, Koukouli-Chrysanthaki C, Malamidou D (2007) Grape-pressings from northern Greece: the earliest wine in the Aegean? *Antiquity* 81:54-61
- Venora G, Grillo O, Ravalli C, Cremonini R (2007) Tuscany beans landraces, on-line identifications from seeds inspection by image analysis and Linear Discriminant Analysis. *Agrochimica* 51:254-268
- Venora G, Grillo O, Ravalli C, Cremonini R (2009a) Identification of Italian landraces of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) using an image analysis system. *Scientia Horticulturae* 121:410-418
- Venora G, Grillo O, Saccone R (2009b) Quality assessment of durum wheat storage centres in Sicily: Evaluation of vitreous, starchy and shrunken kernels using an image analysis system. *Journal of Cereal Science* 49:429-440
- Webster GS, Webster MR (1998) The Duos Nuraghes Project in Sardinia: 1985-1996 Interim Report. *Journal of Field Archaeology* 2:183-201
- Willcox G (1991) Exploitation des espèces ligneuses au Proche-Orient: données anthracologiques. *Paléorient* 17:117-126
- Zecca G, De Mattia F, Lovicu G, Labra M, Sala F, Grassi F (2010) Wild grapevine: *silvestris*, hybrids or cultivars that escaped from vineyards? Molecular evidence in Sardinia. *Plant Biology* 12:558-562
- Zohary D (1995) The domestication of the grapevine *Vitis vinifera* L. in the Near East. In: *McGovern PE (ed) The Origins and Ancient History of Wine*. Gordon and Breach, Amsterdam, pp 23-30
- Zohary D, Hopf M, Weiss E (2012) *Domestication of Plants in the Old World. The Origin and Spread of Cultivated Plants in West Asia, Europe and the Nile Valley*. Oxford University Press, Oxford