



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II
DIPARTIMENTO DI AGRARIA**

**DOTTORATO DI RICERCA IN
VALORIZZAZIONE E GESTIONE DELLE RISORSE AGRO-FORESTALI
XXV CICLO**

**EVOLUZIONE DEL PAESAGGIO AGRO-FORESTALE
NELL'ITALIA MEDIO TIRRENICA TRA ETÀ ROMANA E
BASSO MEDIOEVO**

CANDIDATO

MAURO PAOLO BUONINCONTRI

TUTOR

CHIAR.MO PROFESSORE

GAETANO DI PASQUALE

COORDINATORE DEL CORSO

CHIAR.MO PROFESSORE

GUIDO D'URSO

Alla mia famiglia.

E a Serena.

Dovrebbe essere l'ultima.

INDICE

CAPITOLO 1	Introduzione generale	2
CAPITOLO 2	Human-derived landscape changes on the northern Etruria (western Italian coast) between Ancient Roman times and the Late Middle Ages G. Di Pasquale, M. Buonincontri, E. Allevato, A. Saracino <i>The Holocene</i> (sottomesso)	14
CAPITOLO 3	Farming in a rural settlement in central Italy: cultural and environmental implications of crop production through the transition from Lombard to Frankish influence (8th-11th centuries A.D.) M. Buonincontri, D. Moser, E. Allevato, B. Basile, G. Di Pasquale <i>Vegetation History and Archaeobotany</i> (pubblicato)	41
CAPITOLO 4	Reworking the history of chestnut cultivation in western Mediterranean: charcoal data from a rural settlements of central Italy (7th - mid-14th c. AD) .. G. Di Pasquale, M. Buonincontri, A. Saracino <i>Vegetation History and Archaeobotany</i> (manoscritto)	73
CAPITOLO 5	Conclusioni	99
Ringraziamenti		

CAPITOLO 1

Introduzione generale

Clima e uomo: il *mélange* del Mediterraneo

Raccontare l'evoluzione della vegetazione forestale di una regione costiera del Mediterraneo centrale, per quanto geograficamente (ca. 1660 km²) e temporalmente limitata (1600 anni), significa muoversi in un ecosistema caratterizzato da una ricchissima biodiversità floristica, su cui hanno agito circa 12000 anni di eventi climatici e 8000 di attività antropiche. Dopo l'ultimo ritiro dei ghiacci per il progressivo riscaldamento del clima, con l'inizio dell'Olocene da ca. 11,500 cal. yr BP si creano le condizioni infatti per cui si diffonde il mosaico degli habitats forestali mediterranei (Roberts et al., 2011). Circa 3000 anni dopo, tra 8500 e 8200 cal. yr BP, le popolazioni umane dei territori che si affacciano sul Mediterraneo dalla Mesopotamia e dal Levante concludono il lungo percorso della scoperta dell'agricoltura e dell'allevamento (Hughes, 2005). Questo periodo dell'evoluzione della cultura materiale umana, il Neolitico, ha significato il progressivo avvio di una più stabile occupazione delle terre e di un'intensa azione su territori più o meno ampi. Questa "rivoluzione" si è estesa gradualmente dal bacino mediterraneo orientale a quello occidentale definendo il passaggio da un modello di formazione degli ecosistemi dominato dalla natura ad uno dominato dall'uomo (Messerli et al., 2000; Roberts et al., 2011).

I millenni successivi al Neolitico hanno visto l'avvicinarsi di numerose civiltà che hanno profondamente influenzato l'equilibrio ecologico naturale con un progressivo e continuo sfruttamento e forgiatura del paesaggio mediterraneo tale da modificare i sistemi biotici e abiotici, anche drammaticamente, così che gli ecologi hanno parlato di "coevoluzione" clima e uomo (Quézel e Médail, 2003; Blondel, 2006), mentre geologi e climatologi hanno proposto una nuova epoca definita "Antropocene" (Ruddiman et al., 2011; Zalasiewicz et al., 2011). L'azione antropica è stata così determinante nel progettare e disegnare intenzionalmente il paesaggio del mediterraneo che ha condotto all'espansione di ecosistemi, definiti "paesaggi culturali", nati dall'interazione di elementi sia naturali che espressioni delle culture delle popolazioni umane (Grove e Rackham, 2001; Berglund, 2003).

Un lungo periodo di impatto umano, il ruolo intrinseco delle azioni di disturbo e una riorganizzazione climatica postglaciale hanno creato quella che è stata definita dai ricercatori paleoambientali come "*mélange*" dell'Olocene mediterraneo (Roberts et al., 2011; Mercuri e Sadori, 2014). In sostanza gli ecosistemi del Mediterraneo sono il risultato sinergico della relazione tra popolazioni, animali, piante, clima e altri componenti naturali. I tentativi di spiegare i cambiamenti del paesaggio dell'Olocene in termini di cause puramente naturali o puramente antropiche possono essere quindi fuori luogo. La questione non è se le popolazioni hanno alterato

gli ecosistemi del Mediterraneo durante l'Olocene, ma a che punto questo impatto è rilevabile e quale forma prende.

Possibilità e limiti della ricerca paleoambientale nel Mediterraneo

Per l'area mediterranea i principali strumenti impiegati per ricostruire le variazioni che hanno caratterizzato la vegetazione dall'inizio dell'Olocene sono le analisi paleoambientali che fanno capo alla palinologia ed antracologia.

La palinologia si basa sulla possibilità di identificare i taxa vegetali in base alle caratteristiche morfologiche dell'involucro esterno del polline prodotto dalle piante. La pioggia pollinica è dispersa anche a grandi distanze da acqua e vento, per cui restituisce informazioni sul paesaggio vegetale a livello sub regionale. Con questo tipo di materiale la nascita e l'evoluzione dei paesaggi forestali viene letta attraverso i cambiamenti di composizione floristica. La conservazione dei pollini può avere luogo quasi esclusivamente in ambienti poveri di ossigeno e di agenti decompositori, per cui contesti umidi e anaerobici come i sedimenti lacustri sono i contesti ideali per uno studio pollinico. Negli ultimi 30 anni le ricerche polliniche sono state condotte in numerosi bacini lacustri dei territori circum-mediterranei tracciando per l'Olocene una dettagliata storia della vegetazione (Sadori et al., 2011; Mercuri e Sadori., 2014). Per spiegare ed interpretare le dinamiche di trasformazione della copertura vegetale, le sequenze polliniche sono solitamente lette in chiave deterministico-climatica. Nel Mediterraneo centrale, in particolare, le analisi hanno suggerito che i cambiamenti climatici hanno favorito l'espansione e il cambiamento di composizione delle foreste lungo la regione peri-Adriatica, con pattern differenti e un gradiente nord-sud. Nel nord (Italia centrale e Balcani settentrionale) *Quercus ilex* ha sostituito le foreste decidue quando le condizioni climatiche sono divenute più aride; nel sud (Sicilia) *Q. ilex* ha preso il posto della macchia o della vegetazione di steppa quando le condizioni sono diventate più umide (Colombaroli et al., 2009).

Questo tipo di ricerca si è rivelata utile per il periodo fino a Metà Olocene (ca. 4000 cal. yr BP) quando gli ecosistemi del Mediterraneo erano un misto tra condizioni naturali e attività antropiche (Sadori et al., 2011; Mercuri e Sadori, 2014). Per periodi molto recenti dell'Olocene, invece, il metodo palinologico ha dimostrato grossi limiti. Uno dei punti deboli riguarda l'andamento asincrono delle successioni di vegetazione che difficilmente può essere associato a fenomeni di tipo esclusivamente climatico (Vernet e Thiebault, 1987). In secondo luogo, studi di ecologia sugli ecosistemi forestali attuali del Mediterraneo centro-occidentale, hanno evidenziato come gli incendi, strumenti antropici principali per diradare le foreste e rendere disponibili nuove porzioni di

territorio da coltivare, e il taglio del legname, per attività industriali ed artigianali, fossero i veicoli dell'espansione del *Q. ilex* abile a ricrescere dopo il passaggio del fuoco e le attività di ceduo (Barbero et al., 1990; Pons e Quezel, 1998; Quezel, 1999). Infine, le analisi polliniche intercettano con difficoltà le piccole popolazioni (Ravazzi, 2002) e risulta grande l'influenza nella scala di risoluzione spaziale la dimensione del bacino di sedimentazione e i meccanismi di dispersione delle diverse specie (Conedera et al., 2004).

La presenza antropica da ca. 3000 cal. yr BP (fine Metà Olocene – inizio Tardo Olocene) impatta sull'ambiente a tal punto che nei records palinologici distinguere il ruolo del clima e dell'uomo nei cambiamenti del paesaggio vegetale è dunque molto difficile (Mercuri e Sadori, 2014). Durante le culture materiali umane che hanno caratterizzato il Tardo Olocene (Età del Ferro, Età Romana, Medioevo, ecc.), in numerose sequenze polliniche, gli ultimi 2500 anni di storia della vegetazione sono scarsamente interpretati o commentati solo quando nei dati è indiscutibile l'apporto antropico nella messa a coltura di piante erbacee o arboree da frutto. Eppure gli ultimi 2000 anni di storia ambientale sono fondamentali per valutare il concatenamento e la reazione degli ecosistemi alla variabilità del clima in un contesto di paesaggi e attività umane in scenari antropici simili al presente (Henne et al., 2012; Zanchetta et al. 2013; Mercuri e Sadori, 2014). Per esempio ignoriamo cosa è accaduto durante fasi climatiche prolungate di periodo freddi, come la Little Ice Age (LIA), o caldi come la Medieval Climatic Anomaly (MCA). Poco si sa sulla struttura e la composizione delle foreste mediterranee che potrebbero esistere in assenza di disturbo antropico, come in fasi storiche di depopolamento ed abbandono degli spazi antropici. Se prendiamo in considerazione la corologia delle principali specie forestali che caratterizzano oggi il Mediterraneo, vediamo che esiste inoltre una carenza di informazioni di dettaglio. Per molte specie agrarie, come ad esempio *Castanea sativa*, *Olea europaea*, *Vitis vinifera*, *Ceratonia siliqua*, o più propriamente forestali come *Abies alba*, *Pinus pinea* e *Cupressus sempervirens*, i meccanismi che hanno definito la loro attuale distribuzione sono legati maggiormente a fattori economici piuttosto che ecologici, come nei casi più noti dell'olivo, del castagno e dell'abete (Quézel e Médail, 2003; Conedera et al., 2004; Di Pasquale et al., in press).

Per la corrente attuale delle ricerche paleoambientali solo un approccio multidisciplinare può aiutare a distinguere fra cambiamenti climatici ed attività antropiche nella dinamica della vegetazione. Nel primo caso, i proxies climatici considerati affidabili sono i livelli dei laghi e delle espansioni glaciali ricavabili dalla stratigrafia dei depositi sedimentari, perché mostrano un quadro completo delle condizioni climatiche passate dato che riflettono cambiamenti risultanti dall'interazione tra precipitazioni ed evaporazione (Magny et al. 2013). A questi dati spesso sono

affiancati la frequenza diacronica degli incendi, basata sull'analisi dell'accumulo di microcarboni nei depositi lacustri. La frequenza naturale degli incendi è legata a condizioni idrologiche e di stagionalità che sono a loro volta collegate ai grandi modelli di circolazione atmosferica (Heyerdahl et al., 2002; Veblen e Kitzberger, 2002; Vannièrè et., 2008). Fasi di alta frequenza degli incendi spesso coincide con i livelli lacustri molto bassi suggerendo e confermando condizioni climatiche aride.

L'intenzione tuttavia è di porre l'attività antropica al centro del dibattito. Già nel 1974, Pons et al. affermavano che lo storico della vegetazione nel suo lavoro dipende dagli archivi disponibili; in questa ottica l'azione dell'uomo olocenico, inteso come fattore geologico o ambientale, ha lasciato testimonianze in un numero di archivi che sono sempre più numerosi allorché ci si avvicina all'attuale, ma il loro studio richiede competenze specifiche. Occorre quindi necessariamente una metodologia di studio che consenta di interpretare gli ecosistemi sia in chiave ecologica che archeologica (Roberts et al., 2011; Zanchetta et al., 2013; Mercuri e Sadori, 2014). L'approccio archeologico tende a recuperare anche la dimensione temporale, lo spazio viene percepito come un insieme di stratificazioni complesse, strettamente collegate al tempo e si studiano “i rapporti tra le persone e l'ambiente nell'antichità, e i rapporti tra la gente, e la gente nel contesto dell'ambiente in cui si abitava” (Barker, 1986).

Occorre dunque un approccio metodologico che combini l'uso di tecniche di ricerca diverse, tale da restituire una informazione spazio-temporale più puntuale e adatte a comprendere e valutare le interazioni uomo-ambiente. Recentemente Harris (2013) ha riunito in un volume contributi di varia natura sulla base di paleoecologia, storia e modelli matematici per studiare l'impatto delle attività umane sull'ambiente naturale e far luce su questioni ambientali di uso del suolo e la deforestazione durante il periodo romano. L'esperimento ha rivelato differenze di finalità e metodo, ma in fondo ha lasciato aperta la strada a nuove possibilità di approfondimento (Wilson, 2013).

I reperti botanici in contesti archeologici consentono di studiare in maniera molto più precisa le interazioni che intercorrono tra uomo e ambiente; forniscono informazioni sulla disponibilità delle risorse, sulle attività umane e sui criteri di selezione delle specie vegetali per differenti tipi di uso, legati alle capacità tecnico cognitive dell'epoca. In questo senso un'alternativa all'analisi palinologica è quella antracologica dell'analisi del carbone dai sedimenti archeologici. La disciplina rappresenta uno strumento preciso per indagare la copertura vegetale antica perché i carboni rappresentano la vegetazione locale e, in quanto prodotti intenzionali dell'uomo, sono immediatamente correlabili alle fasi temporali e alle attività antropiche documentate dal sito archeologico (Chabal, 1994, 1997; Asouti e Austin, 2005). Pertanto, durante il periodo di vita del

sito archeologico, i dati antracologici permettono la ricostruzione dettagliata dell'uso del suolo legata alle condizioni socio-economiche dell'insediamento. Nelle aree circum-mediterranee, studi antracologici hanno indagato la dinamica della vegetazione da 8,700 cal. yr BP a 1,200 cal. yr BP principalmente nella Penisola iberica (i.e. Badal et al., 1994; Allué et al 2009), nel Mediterraneo nord-occidentale (Heinz et al., 2004; Henry et al., 2012) e nel Levante (Willcox, 1999; Asouti e Hather, 2001; Asouti e Kabukcu, 2014). Molti autori sono dunque d'accordo nel proporre un approccio multidisciplinare che combini l'uso della palinologia e dei proxies climatici con quello dello studio dei carboni e/o dei macroresti, per avere informazioni su scala locale (i.e. Hoffstetter et al. 2006; Zanchetta et al., 2013).

Spesso gli studi archeobotanici consentono di inquadrare le problematiche relative alla dinamica della vegetazione non solo sotto un punto di vista strettamente biogeografico. Offrono, infatti, l'opportunità di approfondire le modalità e l'intensità dello sfruttamento delle risorse anche da un punto di vista paleo etnologico e di ricostruzione della storia dell'agricoltura, dell'alimentazione e dell'economia dei commerci. Per queste finalità, gli studi condotti nei siti archeologici si avvalgono anche delle analisi carpologiche, ovvero delle ricerche condotte sul rinvenimento di semi e frutti. Anche in questo caso, l'informazione restituita è senz'altro definita su scala temporale e spaziale.

Curiosamente l'abbondanza di siti archeologici in Italia non sembra aver favorito nel tempo la nascita di un esteso filone di studi di storia della vegetazione: a fronte di un grande numero di siti archeologicamente indagati, solo pochi sono stati botanicamente esaminati (Hopf, 1991) e un numero ancora minore di lavori risulta adeguatamente pubblicato su riviste scientifiche di valenza internazionale. I motivi sono diversi, ma si possono senz'altro evidenziare almeno due fattori principali: la tradizionale marginalità attribuita a questi studi dall'archeologia classica, e, un'altrettanto scarsa importanza attribuita all'azione dell'uomo da coloro che si occupano di ecologia vegetale, soprattutto in area mediterranea. E' stato così lasciato agli archeologi, i quali considerano spesso esaustive le fonti scritte degli autori classici, il compito di studiare e documentare i contesti naturali dei siti archeologici

Domande della ricerca e approccio

La principale domanda di questa tesi è: *quali processi e dinamiche hanno trasformato il paesaggio del Tardo Olocene nel Mediterraneo centrale?* Per rispondere sono stati affrontati i seguenti temi:

A. Come si è evoluta nel passato la vegetazione forestale?

- B. I cambiamenti della vegetazione quanto sono dipesi dagli eventi climatici?
- C. Si possono valutare e “quantificare” gli effetti dell’attività umana sulla vegetazione del passato?
- D. Come ha reagito l’ecosistema al depopolamento e abbandono di un territorio?
- E. La risposta della vegetazione è stata sincronica con queste forze di cambiamento?
- F. Come nasce e si evolve un paesaggio culturale?
- G. Quali condizioni sociali e ambientali lo avviano?

L’approccio usato ha scelto in primo luogo un’area campione individuata sulla costa medio-tirrenica dell’Italia centrale, sponda settentrionale dell’*Etruria* nell’antichità e della *Tuscia* dal Medioevo. Si tratta di un contesto favorevole per lo studio della complessa relazione fra clima, ambiente e uomo durante lo sviluppo delle società umane per la lunga storia dell’occupazione antropica. Qui la ricerca ha individuato 4 siti archeologici compresi in un arco temporale tra il III sec. a.C. e il XIV sec. d.C. che sono stati campionati per le analisi paleoambientali. I metodi scelti per questo studio sono alternativi a quello pollinico, si è preferito infatti usare l’antracologia e la carpologia.

I records di vegetazione riconosciuti nei dati sono stati poi confrontati coi dati paleoambientali disponibili per questo territorio, ricavati dai sedimenti del Lago dell’Accesa. In questo sito sono state condotte tutte una serie di indagini sui sedimenti per riportarne la storia olocenica. E’ stata identificata la serie degli eventi climatici che hanno caratterizzato il bacino lacustre, basata sull’analisi delle fluttuazioni temporali del livello del lago, e valutato l’impatto antropico sul paesaggio, indagando con le analisi polliniche la dinamica della vegetazione e con lo studio dei microcarboni la frequenza degli incendi (Drescher-Schneider et al., 2007; Magny et al., 2007; Vanni re et al., 2008). A riprova di quanto riportato precedentemente, queste analisi dell’Accesa affrontano gli ultimi 15000 anni, ma i dati sono commentati e discussi fino a ca. 2600 cal. yr BP, pur proseguendo i records fino al tempo presente. Dunque, questa mia ricerca va a colmare in primo luogo un vuoto temporale e geografico che caratterizza il Tardo Olocene dell’Italia centrale tirrenica.

L’*Etruria* settentrionale, in virt  della lunga occupazione antropica,   oggetto da almeno 30 anni di indagini archeologiche condotte da diverse istituzioni che hanno indagato sequenza, entit  e tipologia degli insediamenti umani. Questo mi ha dato la possibilit  di inserire ed inquadrare la dinamica della vegetazione nei contesti culturali e socio-economici che si sono susseguiti nei 1600 anni analizzati.

Struttura della tesi

Lo scopo di questa tesi è comprendere i processi che hanno formato il paesaggio dell'*Etruria* settentrionale nell'antichità e della *Tuscia* nel Medioevo, e gli effetti di questi processi sulla dinamica della vegetazione.

Il **Capitolo 2** descrive l'evoluzione e la storia della vegetazione forestale dalla Romanizzazione dell'*Etruria* (III sec. a.C) alla diffusione dell'Età Comunale nella *Tuscia* medievale (XIII sec. d.C.). Analizzando i dati antracologici di tre siti archeologici, l'indagine evidenzia le cause dei cambiamenti nel paesaggio forestale, valuta il ruolo del clima e dell'impatto antropico. Ampia discussione è data al ritorno alle condizioni ecologiche naturali, osservando la reazione della vegetazione nelle fasi di depopolamento ed abbandono territoriale e determinando così un modello per il Mediterraneo centrale. Inoltre, la ricerca si sofferma sull'uso degli spazi agrari e delle risorse forestali, datando la nascita di alcuni tipici paesaggi culturali dell'Italia centrale, come quello dell'olivo e del castagno.

Il **Capitolo 3** si concentra sulla storia del paesaggio agrario del quarto sito archeologico analizzato, Miranduolo, un insediamento rurale medievale, tra il VIII e il XIV sec. d.C. Qui la ricerca si avvale del metodo carpologico per raccontare l'uso degli spazi agrari in termini di tipologia e qualità della produzione e descrivere l'evoluzione di un paesaggio agrario medievale, rispondendo col dato materiale a domande storiche ed archeologiche.

Il **Capitolo 4** specifica, invece, la storia del paesaggio forestale di Miranduolo. Con uno stretto confronto tra dato storico-archeologico e dato carpologico (Capitolo 3), la ricerca, approfondendo un'intuizione del capitolo 1, descrive e racconta i dettagli della nascita di un importante paesaggio culturale dell'Italia centrale, quello del castagno, e le condizioni socio-economiche che lo hanno originato.

Infine, nel **Capitolo 5** sono sintetizzati i risultati da tutti i precedenti capitoli, alcune conclusioni generali sono delineate e sono suggerite proposte per ulteriori ricerche.

Bibliografia

Allue E, Vernet JL, Cebria A (2009). Holocene vegetational landscapes of NE Iberia: charcoal analysis from Cova de la Guineu, Barcelona, Spain. *The Holocene*, 19(5), 765–773. doi:10.1177/0959683609105301

- Asouti E, Austin P (2005) Reconstructing woodland vegetation and its exploitation by past societies, based on the analysis and interpretation of archaeological wood charcoal macroremains. *Environmental Archaeology* 10: 1–18.
- Asouti E, Hather J (2001) Charcoal analysis and the reconstruction of ancient woodland vegetation in the Konya Basin, south-central Anatolia, Turkey: results from the Neolithic site of Çatalhöyük East. *Vegetation History and Archaeobotany* 10(1): 23–32. doi:10.1007/PL00013369
- Asouti E, Kabukcu C (2014) Holocene semi-arid oak woodlands in the Irano-Anatolian region of Southwest Asia: natural or anthropogenic? *Quaternary Science Reviews* 90: 158–182. doi:10.1016/j.quascirev.2014.03.001
- Badal E, Bernabeu J, Vernet J (1994) Vegetation changes and human action from the Neolithic to the Bronze Age (7000-4000 B.P.) in Alicante, Spain, based on charcoal analysis. *Vegetation History and Archaeobotany*, 3(3), 155–166. doi:10.1007/BF00202023
- Barbero M, Bonin G, Loisel R, Quézel P (1990) Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of the mediterranean basin. *Vegetatio* 87: 151–173.
- Barker G (1986) Archeologia del paesaggio italiano: nuovi orientamenti e recenti esperienze. *Archeologia Medievale* XIII: pp. 7-30.
- Berglund BE (2003) Human impact and climate changes e synchronous events and a causal link? *Quaternary International* 105: 7-12.
- Blondel J (2006) The ‘design’ of Mediterranean landscapes: a millennial story of humans and ecological systems during the historic period. *Human Ecology* 34: 713–729.
- Chabal L (1994) Apports de l’antracologie à la connaissance des paysages passés: performances et limites. *Histoire et Mesure* IX(3/4): 317–338.
- Chabal L (1997) *Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive). L’antracologie, méthode et paléoécologie*. DAF 63, Paris: Editions de la Maison des Sciences de l’Homme.
- Colombaroli D, Tinner W, Van Leeuwen J, Noti R, Vescovi E, Vannièrè B, Magny M, Schmidt R, Bugmann H (2009) Response of broadleaved evergreen Mediterranean forest vegetation to fire disturbance during the Holocene: insights from the peri-Adriatic region. *Journal of Biogeography* 36(2): 314–326.

- Conedera M, Krebs P, Tinner W, Pradella M, Torriani D (2004) The cultivation of *Castanea sativa* (Mill.) in Europe, from its origin to its diffusion on a continental scale. *Vegetation History and Archaeobotany* 13(3): 161–179.
- Di Pasquale G, Allevato E, Cocchiararo A, Moser D, Pacciarelli M, Saracino A, accepted. Late Holocene persistence of *Abies alba* in low-mid altitude deciduous forests of central and southern Italy: new perspectives from charcoal data. *Journal of Vegetation science*.
- Drescher-Schneider R, De Beaulieu JL, Magny M, Walter-Simonnet AV, Bossuet G, Millet L, Brugiapaglia E, Drescher A (2007) Vegetation history, climate and human impact over the last 15,000 years at Lago dell'Accesa (Tuscany, Central Italy). *Vegetation History and Archaeobotany* 16: 279–299.
- Grove AT, Rackham O (2001) *The Nature of Mediterranean Europe. An Ecological History*. New Haven: Yale Univ. Press.
- Heinz, C., Figueiral, I., Terral, J.-F., & Claustre, F. (2004). Holocene vegetation changes in the northwestern Mediterranean: new palaeoecological data from charcoal analysis and quantitative eco-anatomy. *The Holocene*, 14(4), 621–627. doi:10.1191/0959683604hl739rr
- Henry, A., Valdeyron, N., Bouby, L., & Thery-Parisot, I. (2012). History and evolution of Mesolithic landscapes in the Haut-Quercy (Lot, France): New charcoal data from archaeological contexts. *The Holocene*, 23(1), 127–136. doi:10.1177/0959683612455547
- Harris VW (2013) What kind of environmental history for Antiquity? In: Harris VW (ed) *The Ancient Mediterranean Environment between Science and History*. Boston: Leiden, pp.1-10.
- Henne PD, Elkin C, Colombaroli D, Samartin S, Bugmann H, Heiri O, Tinner W (2012) Impacts of changing climate and land use on vegetation dynamics in a Mediterranean ecosystem: insights from paleoecology and dynamic modeling. *Landscape Ecology*, 28(5), 819–833. doi:10.1007/s10980-012-9782-8
- Heyerdahl E, Brubaker L, Agee JK (2002) Annual and decadal climate forcing of historical fire regimes in the interior Pacific Northwest, USA. *The Holocene* 12(5): 597–604
- Hopf M (1991) South and Southwest Europe. In: Van Zeist W, Wasylikowa K, Behre KE (eds) *Progress in Old World palaeoethnobotany*. Rotterdam: Balkema, pp. 241–277.
- Hofstetter S, Tinner W, Valsecchi V, Carraro G, Conedrea M (2006) Lateglacial and Holocene vegetation history in the Insubrian Southern Alps e new indications from a small-scale site. *Vegetation History and Archaeobotany* 15: 87-98.

- Hughes JD (2005) *The Mediterranean: an environmental history*. Santa Barbara: ABC-CLIO.
- Magny M, Combourieu-Nebout N, De Beaulieu JL, Bout-Roumazeilles V, Colombaroli D, Desprat S, Francke A, Joannin S, Ortu E, Peyron O, Revel M, Sadori L, Siani G, Sicre MA, Samartin S, Simonneau A, Tinner W, Vanni re B, Wagner B, Zanchetta G, Anselmetti F, Brugiapaglia E, Chapron E, Debret M, Desmet M, Didier J, Essallami L, Galop D, Gilli A, Haas JN, Kallel N, Millet L, Stock A, Turon JL, Wirth S (2013) North–south palaeohydrological contrasts in the central Mediterranean during the Holocene: tentative synthesis and working hypotheses. *Climate of the Past* 9(5): 2043–2071.
- Magny M, De Beaulieu JL, Drescher-Schneider R, Vanni re B, Walter-Simonnet AV, Miras Y, Millet L, Bossuet G, Peyron O, Brugiapaglia E, Leroux A (2007) Holocene climate changes in the central Mediterranean as recorded by lake-level fluctuations at Lake Accessa (Tuscany, Italy). *Quaternary Science Reviews*, 26(13-14): 1736–1758.
- Mercuri AM, Sadori L (2014) Mediterranean Culture and Climatic Change: Past Patterns and Future Trends. In: Goffredo S and Dubinsky Z (eds) *The Mediterranean Sea*. Dordrecht: Springer Netherlands, pp.507-527.
- Messerli B, Grosjean N, Hoefler T, Pfister C (2000) From nature-dominated to human-dominated environmental changes. *Quaternary Science Reviews* 19: 459–479.
- Pons A, Quézel P (1998) A propos de la mise en place du climat méditerranéen. *Comptes Rendus de l'Académie Des Sciences, Paris* 327: 755–760.
- Pons A, Reille M, Triat H, Couteaux M, Jalut G, Oner S, Planchais N, Vernet JL (1974) Les données historiques et l'étude de la flore méditerranéenne. In: *La flore du bassin méditerranéen: essai de systématique synthétique. Colloques Internationaux du CNRS no. 235*, Montpellier, 4–8 Juin, pp. 305–326. Paris: CNRS.
- Quézel P (1999) Les grandes structures de la végétation en région méditerranéenne: Facteurs déterminants dans leur mise en place postglaciaire. *Geobios* 32: 19–32.
- Quézel P, Médail F (2003) *Ecologie et biogéographie des forêts du bassin Méditerranéen*. Paris: Elsevier.
- Ravazzi C (2002) Late Quaternary history of spruce in southern Europe. *Review of Palaeobotany and Palynology* 120: 131–177.
- Roberts N, Brayshaw D, Kuzucuoglu C, Perez R, Sadori L (2011) The mid-Holocene climatic transition in the Mediterranean: Causes and consequences. *The Holocene* 21(1): 3–13.

- Ruddiman WF, Crucifix MC, Oldfield FA (2011) Introduction to the early-Anthropocene special issue. *The Holocene* 21: 713. doi: 10.1177/0959683611398053
- Sadori L, Jahns S, Peyron O (2011) Mid-Holocene vegetation history of the central Mediterranean. *The Holocene* 21(1): 117–129. doi:10.1177/0959683610377530
- Sadori L, Zanchetta G, van Welden A, Baneschi I, Drysdale R, Giardini M, Gliozzi E, Mazzini I, Roberts N (2012) Climate changes at Lake Shkodra (Albania): the last 4500 years. *ROL Società Geologica Italiana* 18: 35–38. doi: 10.1016/j.quaint.2007.02.024
- Vanni re B, Colombaroli D, Chapron E, Leroux A, Tinner W, Magny M (2008) Climate versus human-driven fire regimes in Mediterranean landscapes: the Holocene record of Lago dell'Accesa (Tuscany, Italy). *Quaternary Science Reviews* 27(11-12): 1181–1196.
- Veblen T, Kitzberger T (2002) Inter-hemispheric comparison of fire history: the Colorado Front Range, USA, and the Northern Patagonian Andes, Argentina. *Plant Ecology* 163 (2), 187–207.
- Vernet JL, Thiebault S (1987) An approach to northwestern Mediterranean recent prehistoric vegetation and ecologic implications. *J Biogeogr* 14:117-127
- Willcox, G. (1999). Charcoal analysis and Holocene vegetation history in southern Syria. *Quaternary Science Reviews*, 18(4-5), 711–716. doi:10.1016/S0277-3791(98)00106-1
- Wilson A (2013) The Mediterranean environment in ancient history: perspectives and prospects. In: Harris VW (ed) *The Ancient Mediterranean Environment between Science and History*. Boston: Leiden, pp. 259-276.
- Zanchetta G, Bini M, Cremaschi M, Magny, M, Sadori L (2013) The transition from natural to anthropogenic-dominated environmental change in Italy and the surrounding regions since the Neolithic: An introduction. *Quaternary International* 303: 1–9.

CAPITOLO 2

Human-derived landscape changes on the northern Etruria (western Italian coast) between Ancient Roman times and the Late Middle Ages

Gaetano Di Pasquale, Mauro Buonincontri, Emilia Allevato, Antonio Saracino

Sottomesso a:

The Holocene

Human-derived landscape changes on the northern Etruria (western Italian coast) between Ancient Roman times and the Late Middle Ages

Gaetano Di Pasquale, Mauro Buonincontri, Emilia Allevato, Antonio Saracino

Department of Agriculture, University of Naples “Federico II”, Italy

Corresponding author:

Mauro Buonincontri, Department of Agriculture, University of Naples “Federico II”, via Università 100, I-80055, Portici (NA), Italy. Email: mauropalo.buonincontri@unina.it

Keywords

Archaeology, charcoal analysis, deciduous vs evergreen vegetation, late Holocene, macchia vegetation, *Olea* and *Castanea* cultivation

Abstract

Anthracological analysis has been carried out in three sites located on the Tyrrhenian coast of central Italy (ancient northern Etruria: the castle of Donoratico, the town of Populonia, and the port of Alberese, spanning between the Roman Republican period and the Late Middle Ages (3rd century BC - 13th century AD).

A multiproxy - multisite approach based on the integrated comparison of archaeological charcoal with the regional pollen and microcharcoal data available from Northern Etruria (refe) well showed that vegetation changes are completely independent of climate and strictly connected to economic and social dynamics characterising the history of this part of central Italy. Indeed, *Q. ilex* forests progressively retracted from the 3rd century BC in favour of open macchia formations just during the growing human impact of the Romanization when intensive agriculture and livestock grazing characterized the economic system. The transition from macchia to deciduous *Quercus* forest at the end of the Roman Period from the mid-4th to the mid-5th centuries AD and long lasting until the 9th - 10th centuries AD, was related to economic and cultural factors which led to a phase of land abandonment. Finally, between the 11th and 13th centuries AD the vegetation cover shifted

again towards an open macchia environment at the same time of a re-settlement phase well evidenced also by intensive orcharding.

Charcoal data also showed that the expansion of olive and chestnut in central Italy only began in the Late Medieval period (11th century AD) and not in the Roman period. This means that the custom of consuming chestnuts and olive oil has very recent origins and should be attributed to one and the same macro-factor such as the set-up of the economic establishment of the feudal system and the later political organism of the Medieval town.

Introduction

The Mediterranean is a complicated mosaic in which the evolution and dynamics of the natural environment were first profoundly affected by the climatic events of the Early Holocene (Vanniere et al., 2011; Zanchetta et al., 2011, 2013; Magny et al., 2013) and then, from 5000 BP onwards, by human activity (Horden and Purcell, 2000; Hughes, 2005; Roberts et al., 2011). In particular, the last 3000 years are considered the period most subject to human impact, especially following the spread of Roman civilisation (Mercuri and Sadori, 2014). The Roman economy was mainly based on agriculture, grazing and artisanal activities, with great exploitation of raw materials such as timber (Hughes and Thirgood, 1982; Erdkamp, 2005; Hughes, 2005).

While human impact on the natural environment is undeniable, the issue is at what point this impact became detectable, and what form it took (Roberts et al., 2011). Recently Harris (2013) gathered in a volume contributions of a varied nature based on palaeoecology, history and mathematical models in order to investigate the impact of human activity upon the natural environment and shed light on environmental questions of land use and deforestation during the Roman period. The experiment revealed differences in purpose and method, but basically left ‘... new possibilities for profoundly deepening, and perhaps even transforming, our understanding’ (Wilson, 2013).

The pollen data on their own, especially for the last 2500 years, are insufficient to interpret the changes in plant cover as the effect of climate or of man (Di Pasquale et al., in press). Charcoal analysis from archaeological contexts is a good tool to reconstruct vegetation changes linked to human activity given the directly connection of charcoal to such activity (Chabal, 1994, 1997; Asouti and Austin, 2005; Di Pasquale et al., in press). However, a multiproxy approach which considers together with charcoal also proxies unambiguously attributed to climatic forcing, such as lake levels and glacial records (Allevato et al., 2012; Magny et al., 2013), geoarchaeological and

pedological data (Pelle et al., 2013a, 2013b), can be a powerful method for better interpretation of cause-effect processes.

In this study our charcoal analysis focuses on the vegetation changes for a period between 2250 cal. yr BP (start 3rd century BC) and 650 cal. yr BP (end 13th century AD) in three archaeological sites of northern Etruria (central Italy) on the Tyrrhenian coast between the lower valley of the River Cecina and the mouth of the River Ombrone.

Holocene pollen data for this area show that forest cover was characterised by alternating dominance of deciduous and evergreen oaks caused by climatic changes (Drescher-Schneider et al., 2007; Magny et al., 2007). Human impact started c. 8000 cal yr. BP and greatly increased at c. 4300 cal. yr BP. Subsequently, although the last 2500 years are not discussed in depth, the decline of deciduous oak forest and the spread of evergreen vegetation is evident (Biserni and van Geel, 2005; Drescher-Schneider et al., 2007).

In this study, our aim was to understand the evolution of the plant landscape between the beginning of Roman civilisation and the late Middle Ages. The precise objectives were as follows:

- to reconstruct the changes in the forest and agricultural landscape as regards tree species;
- to characterise human activity in terms of the chief production activity which has led to changes in the vegetation cover, using a rigorous comparison with the archaeological evidence, hence with a detailed chronological reconstruction;
- to gain new insights into the history of some of the most important arboreal landscapes in the Mediterranean, such as those with olive and chestnut.

Study area

The study area consists of the stretch of the alluvial plain between the Ligurian Sea and the southwestern area of the so-called Metalliferous Hills (*Colline Metallifere*), including the Cecina Valley, the promontory of Piombino and the Ombrone valley (Figure 1). Three archaeological sites were chosen for sampling for anthracological analysis (Figure 1): the hilltop settlement of Donoratico (2nd, 3rd and 10th centuries AD; 166 m a.s.l.), the town of Populonia (between the 3rd and 1st centuries BC and between the 11th and 13th centuries AD; 164 m a.s.l.) and the river site of Alberese (between the 4th and mid-5th centuries AD; 4 m a.s.l.).

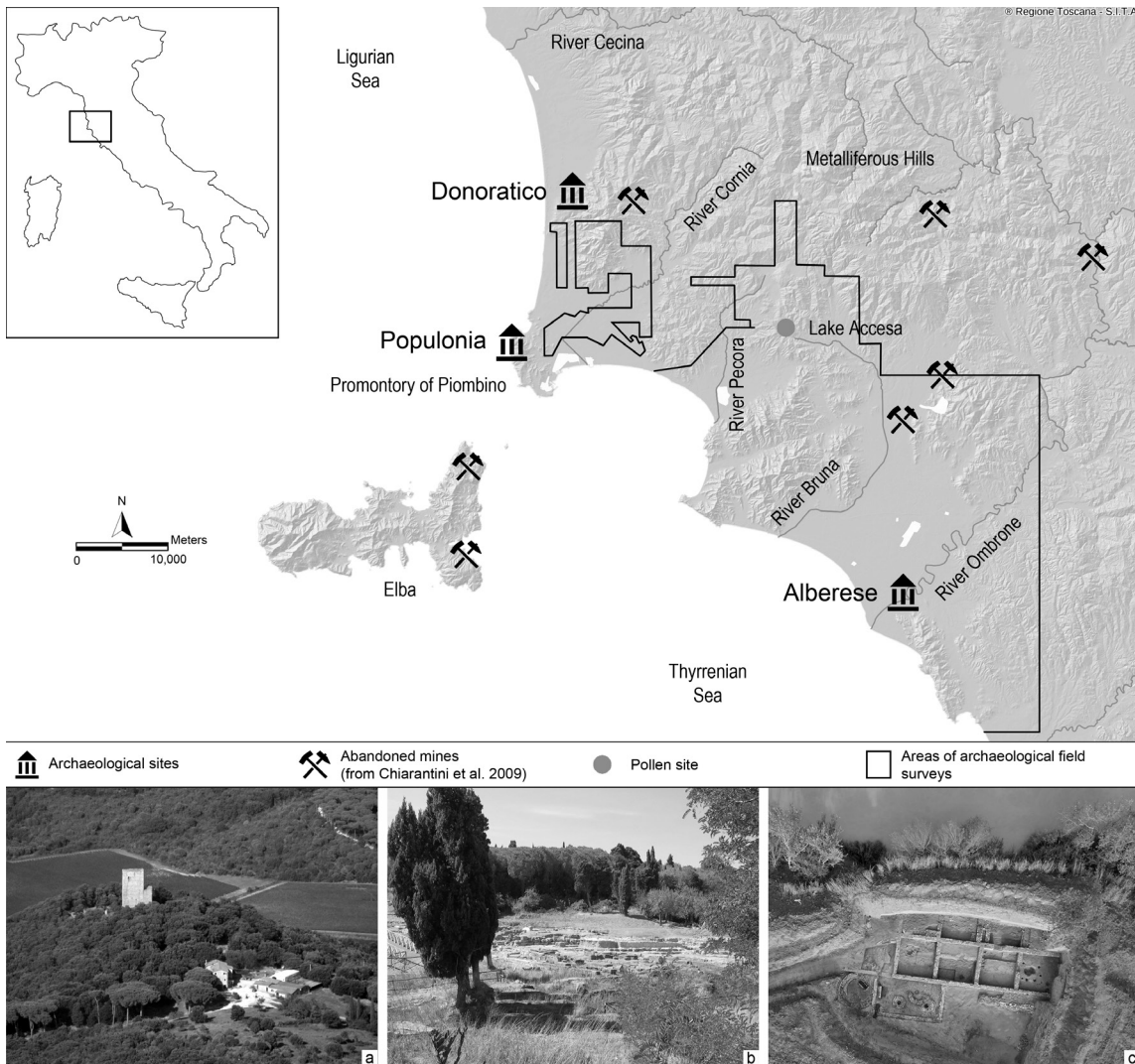


Figure 1. Study area in the Tyrrhenian central Italy a) aerial view of the Medieval castle of Donoratico b) the archaeological area of Roman Populonia c) aerial view of the Late Roman port of Alberese.

The area has a Mediterranean climate; data from the weather stations (Donoratico, Venturina and Alberese) closest to the archaeological sites show that the minimum average temperatures of the coldest month (February) are between 2.9 and 3.3 C° and annual precipitation is between 700 and 800 mm. The present-day vegetation consists of stone pine woods (*Pinus pinea* L.) planted along the coast, while inland, arable crops are present on deep soils in the alluvial plain. The vegetation on the hills consists of evergreen sclerophyllous forest dominated by *Quercus ilex* L., with *Arbutus unedo* L., *Viburnum tinus* L. and *Phillyrea latifolia* L. Small stands with deciduous species, such as *Q. pubescens* Willd., *Q. cerris* L., *Ulmus minor* Mill. and *Acer monspessulanum* L., are found on the cooler slopes.

Our analysis covers the period between the 3rd century BC and the 13th century AD, from the Roman period to the Late Middle Ages, with a brief hiatus in the 1st and 2nd centuries AD and a longer break of 500 years between the mid-5th and the entire 9th centuries AD. For this area the archaeological evidence testifies to intense human presence especially in the last 3000 years gravitating around the copper, iron and lead mines of the Metalliferous Hills and the island of Elba (Corretti and Benvenuti 2001). With the spread of Etruscan civilisation in the 9th and 8th centuries BC the coastal strip became the main metal-working area in Etruria (Acconcia and Milletti, 2009; Chiarantini et al., 2009). Roselle, Vetulonia and Populonia were the main Etruscan settlements (Vander Poppen, 2008); Populonia, thanks to its coastal location soon became the centre for smelting iron ore (Cambi and Botarelli, 2004; Cambi and Acconcia, 2011).

In the 3rd century BC the Romans started to extend their control to northern Etruria (Harris, 1971); in the territory of Populonia the activity of metal working reached its zenith (Dallai, 2000), after which, during the Civil Wars, it came to a definitive halt in the 1st century BC (Cambi and Acconcia, 2011). With the decline of Populonia, the network of settlements was re-organised and, between the 1st century BC and 1st century AD, archaeological evidence shows the maximum development of rural settlements in the valleys from Cecina to the River Ombrone (Citter, 1996; Dallai, 2003b; Cambi and Botarelli, 2004; Vaccaro, 2008). In the following century, however, the re-organisation of the Roman economy resulted in a new distribution of industrial activity which led to a sharp decrease in settlement population size (Citter, 1996; Dallai, 2003b; Vaccaro, 2008). Between the end of the 1st and the whole of the 3rd centuries AD, Donoratico belonged to this Roman system of settlements (Bianchi, 2005).

The Late Roman Age experienced a further decline in settlements (Dallai, 2003b; Vaccaro, 2008). In this context between the 4th and mid-5th centuries AD, Alberese became a commercial port at the ancient mouth of the River Ombrone (Cygielman et al., 2013).

The collapse of the Roman Empire marks the end of settlements on the plains, and at the start of the Middle Ages the settlements mainly consist of hilltop villages (Bianchi et al., 2004). Between the 7th and 9th centuries AD, Donoratico was one such village (Dallai, 2003b). From the mid-9th century AD to the 11th century AD, the spread of the feudal system forced the construction of hilltop manors, castles and monasteries and encouraged the resumption of mining, which would continue until the end of the Middle Ages (Grassi, 2013). However, already in the 10th century AD there began a progressive re-settlement of the lowland areas, especially on the Populonia promontory (Ceccarelli Lemut, 2003; Dallai, 2003a).

Materials and methods

For the period of time dated archaeologically between the 3rd century BC and 13th century AD, from the three sites of Donoratico, Populonia and Alberese, samples were taken from 29 stratigraphic levels (herein Stratigraphic Units-SUs, or Activities-A). The chronological details and types of context are reported in Table 1. In order to reconstruct the local vegetation cover, the contexts were carefully selected among those containing scattered charcoal, resulting from long-term activities and processes (Chabal, 1997; Figueral and Mosbrugger, 2000). The breaks in the 1st century AD and between the mid-5th and the whole of the 9th centuries AD are due to abandonment of the three sites and the consequent lack of charcoal samples.

Time interval (cal. yr BC/AD)	Archaeological sites	Sampled layers A=activities; SU=stratigraphical unit	Archaeological context	Charcoal
1200-1300	Populonia	A 71, A 314, A 426, A515	Inhabited layer	51
1000-1200	Populonia	A 511, A 512, A 513, A 514	Inhabitation of a structure	248
900-1000	Donoratico	SU 7468, SU 7500, SU 10784	Floor of the hut	386
~				
300-450	Alberese	SU 118, SU 177, SU 157, SU 109	Metal workshop	328
100-300	AD Donoratico	SU 10091	Inhabited layer	529
~				
50-0	BC Populonia	A 84	Re-habitation of Room D3	195
100-50	Populonia	SU 12285, SU 12286, SU 12287, SU 12289	Abandonment of the cistern	150
100-50	Populonia	A 81, A 86	Abandonment of Rooms D2 and D3	26
150-100	Populonia	A 79	Inhabitation of Rooms D3 and D4	51
200-150	Populonia	A 900	Building of Temple C	155
300-200	Populonia	A 326, A 504, A 504	Building of the cistern	258
300-200	Populonia	A 502	Inhabitation of Room A1	79

Table 1. Chronological sequence of the sampled layers at each of the archaeological sites examined. Labelling of the layer follows archaeological documentation. For each level the type of archaeological context and number of charcoals studied are shown.

The samples were floated and sieved with 4 mm, 2 mm and 0.5 mm meshes. Charcoal fragments over 4.0 mm were identified by an incident light microscope working between 100x and 1000x magnification, referring both to wood atlases (Greguss, 1955, 1959; Schweingruber, 1990; Abbate Edlmann et al. 1994; Vernet et al. 2001) and to our reference collection (Laboratory of Vegetation History and Wood Anatomy – University of Naples Federico II).

For each time interval of the stratified sequence (Table 1), the percentages of each taxon were calculated over the sum total of charcoal samples analysed (Figure 2). In order to better highlight the vegetation changes in our record, we selected key taxa and grouped some of them on the basis of their

ecological significance; then recalculating the percentages of each group from the total of charcoals considered (Figure 3, column ‘Charcoal data’). The evergreen sclerophyllous shrubs (*Arbutus unedo*, *Rhamnus/Phillyrea*, *Erica*, *Cistus*, *Myrtus*, *Juniperus*, *Viburnum*) were considered overall as macchia; similarly, the deciduous taxa (*Acer*, *Cornus*, *Fraxinus ornus*, *Ostrya/Carpinus*, *Ostrya carpinifolia* and *Ulmus*) were aggregated; evergreen *Quercus*, deciduous *Quercus*, *Castanea sativa* and *Olea* were considered on their own.

For comparison with a more regional scale, significant taxa (deciduous *Quercus*, *Quercus ilex*, *Erica*, *Castanea sativa* and *Olea europaea*) were selected from the pollen record of Lake Accessa (157 m asl about 20 km inland) for the period between 2250 to 750 cal yr BP (zones AC17 - core AC3/4). The pollen diagram was plotted against the calibrated age scale by using the software C2 (Juggins, 2003) with raw data kindly provided by Dr Ruth Drescher-Schneider (Figure 3, column ‘Pollen data’).

The intensity of soil use was tentatively determined by simply summing the number of settlements detected by archaeological field surveys in the last 30 years (Figure 3, column ‘Archaeological sites’) between the southwestern slopes of the Metalliferous Hills and the alluvial plains of the River Cornia (Fedeli, 1983; Cambi et al., 1994; De Tommaso, 1998; Dallai, 2003b; Botarelli, 2004; Casini, 2004), River Pecora (Cambi et al. 1994), River Bruna and the River Ombrone (Cambi et al., 1994; Vaccaro, 2008; Marasco, 2013), amounting to a total area of about 1660 km² (Figure 1).

Results

In all, 2456 charcoal samples were detected; analysis provided the identification of 25 taxa (Figure 2). Fourteen taxa are common to all three sites.

Roman period (between the 3rd and the end of the 1st centuries BC)

For this historical phase, the charcoal data concern the site of Populonia, and 914 samples were analysed (Figure 2): the 337 charcoal samples dating to the 3rd century BC indicate that evergreen *Quercus* (40.9%) was the most common taxon at the time, together with *Arbutus unedo* (22.8%) and *Erica* (11.3%). None of the deciduous taxa exceed 2%. *Laurus nobilis* (1.8%) and *Abies alba* (1.2%) were also found.

The first half of the 2nd century BC is represented by 155 charcoal samples: evergreen *Quercus* is still the dominant taxon (61.9%), while among the shrubs the most common taxon is *Rhamnus/Phillyrea* (12.9%). Of the deciduous taxa, only *Ostrya carpinifolia* is recorded (<1%).

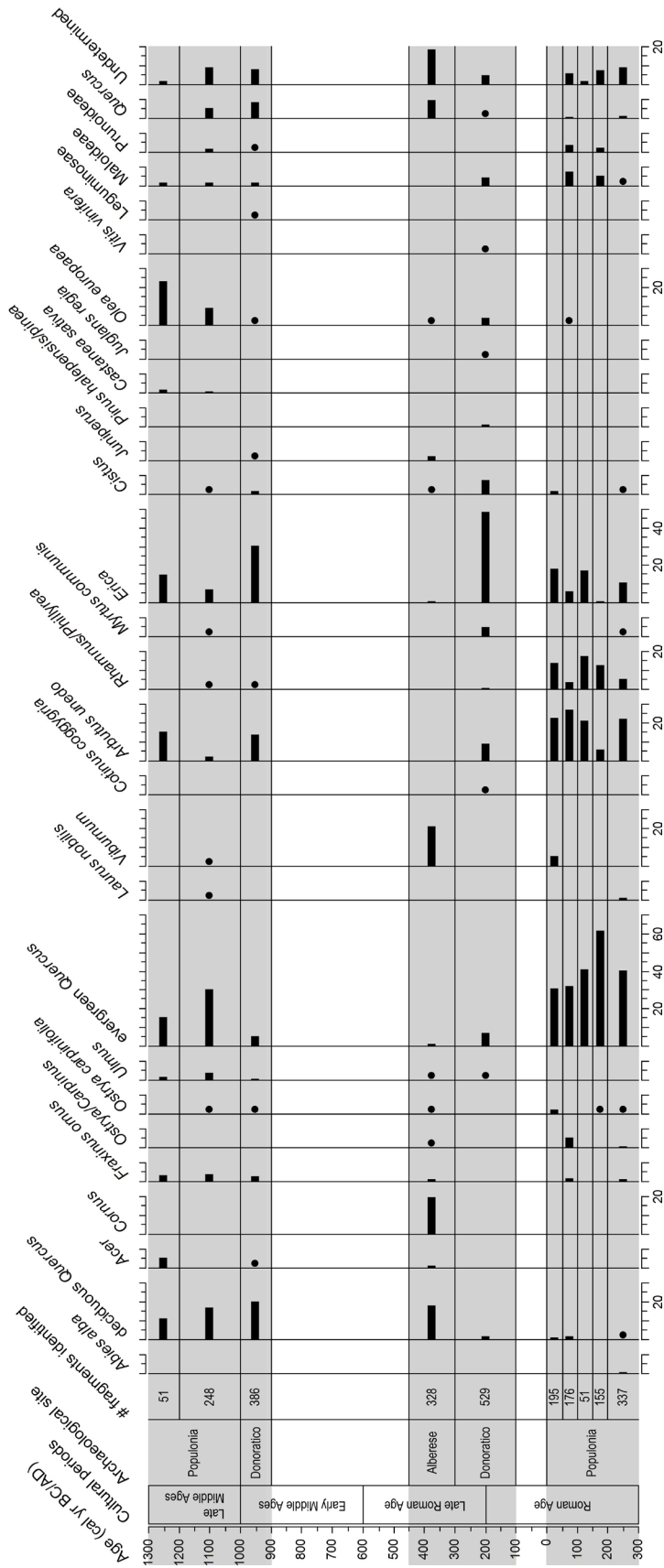


Figure 2. Charcoal analysis diagram of northern coastal Etruria from the archaeological sites of Donoratico, Populonia and Alberese. Small dots represent relative percentages < 1%.

The second half of the 2nd century BC yielded 51 samples, confirming the presence of the same taxa, with the predominance of evergreen *Quercus*.

The period from 100 to 50 BC yielded 176 samples. Sclerophyllous evergreens are always dominant in this period: evergreen *Quercus* accounts for 32.4% while shrubs reach as high as 37.6%, with *A. unedo* being dominant (27.3%). In this interval of time, deciduous taxa as a whole reach 10.3%: of the latter, *Ostrya/Carpinus* is the best represented (5.7%), while deciduous *Quercus* slightly exceeds 2%. *Olea europea* is below 1%. In the latter half of the 1st century BC, 195 charcoal samples were analysed. Shrub taxa broadly dominate (63.7%), with *A. unedo* accounting for 23.1% and *Erica* 18.5%, while evergreen *Quercus* accounts for 31.3%. Deciduous taxa are poorly represented, with only *O. carpinifolia* (2.6%) and deciduous *Quercus* (1.5%).

Late Roman Period (between the 2nd and mid-5th centuries AD)

For this period, 857 charcoal samples from the sites of Donoratico and Alberese were analysed (Figure 2). The Donoratico data fall between the Roman and Late Roman period. The archaeological dating is not precise, with dates spanning the period between the 2nd and the end of the 3rd centuries AD. The 529 samples analysed show low values of evergreen *Quercus* (7.2%) and a more marked presence of evergreen sclerophyllous shrubs dominated by *Erica* (49%). The only deciduous trees recorded are *Quercus* (2.3%) and *Ulmus* (<1%). *Pinus halepensis-pinea* (1.3%) is also present. *O. europaea* does not exceed 5%, while *Juglans regia* and *Vitis vinifera* are both <1%. By contrast, the Alberese data span the 4th and mid-5th centuries AD. The 328 charcoal samples analysed show a completely different situation: deciduous taxa exceed 40% overall, including *Cornus* (19.8%) and deciduous *Quercus* (18.6%). Evergreen vegetation chiefly consists of *Viburnum* (21.6%), while evergreen *Quercus* and *Erica* are both below 2% and *O. europaea* <1%.

Early Middle Ages (10th century AD)

For this historical phase, charcoal data (386 samples) come from the Donoratico site (Figure 2). They indicate the strong presence of *Erica* (31.1%), followed by *A. unedo* (14%). Evergreen *Quercus* accounts for 5.7%. Deciduous taxa total 31.7%, with deciduous *Quercus* (20.7%) dominating. *O. europaea* is recorded (<1%).

Late Middle Ages (between the 11th and 13th centuries AD)

For this historical phase, the charcoal data concern the site of Populonia and overall 299 samples were analysed (Figure 2). The first sequence of data concerns a settlement phase dating between the 11th and 12th centuries AD. The 248 samples analysed indicate the strong presence of evergreen *Quercus* (30.6%), while shrubs account for 12.1% overall, with *Erica* reaching 7.3%. The deciduous taxa account for 26.5%, with deciduous *Quercus* dominant (17.3%); other deciduous tree taxa, such as *Ulmus*, *Fraxinus ornus* and *O. carpinifolia* are also identified. *O. europaea* reaches appreciable values for the first time (9.7%) while *Castanea sativa* first appears in the anthracological record, slightly exceeding 1%. The 13th-century data concern sporadic frequentation of the ruins of the Roman city. The few samples analysed (51) show the presence of evergreens: evergreen *Quercus*, *Erica* and *A. unedo* are all found with at least 15%. The deciduous taxa, including *Quercus* (11.8%), reach 23.2% overall. Finally, it is worth noting that *O. europaea* exceeds 20% and *C. sativa* reaches 2%.

Discussion

The landscape of the Roman Period

This part of ancient Etruria became Roman in the 3rd century BC; the main economic activity distinguishing the area throughout the previous Etruscan phase was that of mining and metal-working which began in the 8th century BC, peaked under Romanisation, and then momentarily stopped in the 1st century AD. Several archaeologists have suggested that this period of intense mining activity caused major deforestation throughout the coastal area (Hughes, 2005; Corretti, 2009).

The samples from the settlement of Populonia date to the 3rd, 2nd and 1st centuries BC, while those from the hilltop of Donoratico are dated between the 2nd and the end of the 3rd centuries AD. Between the 3rd and 1st centuries BC, the anthracological record shows the dominant evergreen *Quercus*, which in this area essentially consists in *Q. ilex*, with several sclerophyllous macchia shrubs; deciduous taxa are very poorly represented (Figure 3). From the 2nd c. AD to the end of the 3rd c AD, evergreen macchia shrubs were abundant (c. 84%), while *Q. ilex* stood at c. 8%. Deciduous taxa compared with the previous phase are even less represented (Figure 3).

Overall, during these 600 years, *Q. ilex* forest initially seems to dominate the landscape. The forest then seems to contract appreciably, indicating a change to more open macchia formations in which *Erica* is dominant. Interestingly, the pollen sequence of Lake Accesa showed the same dynamic (Figure 3).

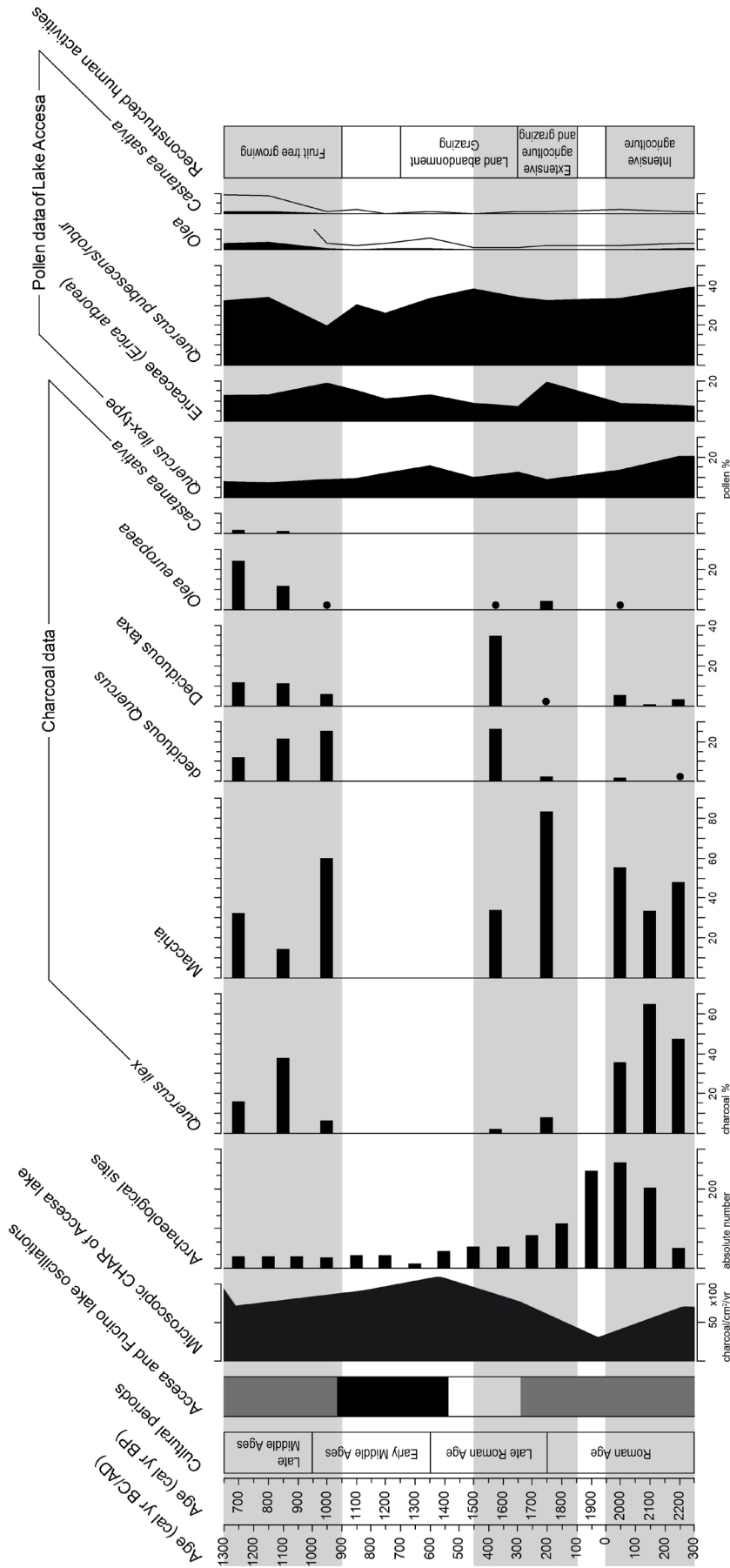


Figure 3. Comparison of key proxies from northern Etruria. Main climatic events in central Italy indicated by the coincidences of low (dark grey squares) and high (light grey squares) Fucino and Accesa lake levels (from Giraudi et al., 2011); microscopic charcoal accumulation rate (CHAR, #/cm²/yr) from Lake Accesa (from Vanniere et al., 2008); settlement density indicated by the number of archaeological sites (absolute count); charcoal data (%) of selected key taxa and ecological groups (macchia is the sum of *Arbutus unedo*, *Rhamnus/Phillyrea*, *Erica*, *Cistus*, *Myrtus*, *Juniperus*, *Viburnum*; deciduous taxa is the sum of *Acer*, *Cornus*, *Fraxinus ornus*, *Ostrya/Carpinus*, *Ostrya carpinifolia* and *Ulmus*); selected key taxa from the Lake Accesa pollen record - zones AC17 - core AC3/4 - (% , 10x exaggeration is shown by line).

Ericaceae start to increase at *c.* 2000 cal. yr BP (mid-1st century BC) and culminate at *c.* 1750 cal. yr BP (start 3rd century AD), while *Q. ilex* declined. The expansion of the macchia might have been triggered by a widespread climatic event; indeed, the period in question is characterised by dry conditions as shown by low lake levels both at Lake Accessa and Fucino, recorded also on a wider scale in the central Mediterranean and Anatolian lakes, corresponding to the warm Bond interval at *c.* 2700-1800 cal. yr BP (Dermody et al., 2012).

Between the 3rd century BC and 3rd century AD evergreen shrublands increased in several regions: from *c.* 2100 cal. yr BP (mid-2nd century BC), pollen data indicate the spread of macchia in south-eastern Italy, including the Gargano peninsula (Caroli and Caldara, 2006) and Salento (Di Rita and Magri, 2009), as well as in central Sicily (Sadori et al., 2013) and in western and south-eastern coastal Sicily (Noti et al., 2009; Tinner et al., 2009; Calò et al., 2012). On the other hand, pollen data also indicate for the same period a substantial stability in the forest cover, as in the case of the Versilia Plain on the Tyrrhenian coast 100 km further north of our study area (Colombaroli et al., 2007; Bellini et al., 2009) and around Naples in southern Italy (Allevato et al., 2010; Russo Ermolli et al., 2014). Also outside Italy, some areas like the southern Balkan peninsula on the coasts of Acarnania (Jahns, 2004) and Attiki (Kouli, 2012) were unaffected by any forest decline. The evidence of different dynamics in a uniform climatic phase could suggest that changes in the vegetation cover may have been induced by non-climatic factors.

Closer analysis of the historical context may be able to supply a different interpretation. Archaeological evidence concerning the Romanisation of coastal northern Etruria indicates a period of intense human activity (Dallai, 2000; Cambi and Botarelli, 2004; Cambi and Acconcia, 2011), thanks to the number of archaeological sites discovered (Figure 3): from the 2nd century BC onwards there emerges a complex network of settlements consisting of villas and farms which increased three-fold compared with the previous century, reaching its maximum expansion between the 1st century BC and 1st century AD (Dallai, 2003b; Botarelli, 2004; Vaccaro, 2008). In our opinion, our data essentially reflect growing human impact along the northern Etrurian coast: this major presence in the area coincides with the minimum frequency of forest fires testified by microcharcoal in the record at Lake Accessa throughout the whole study period (Figure 3). This may be ascribed to greater area control and land management whereby accumulation of dead biomass is prevented, thereby reducing the fire risk (Tinner et al., 1998).

Between the 2nd and 3rd centuries AD, the charcoal data indicate a forest landscape around Donoratico in which macchia vegetation prevails while *Q. ilex* drops to fairly low values (Figure 3). Both these data coincide with what is indicated in the pollen diagram (peak of Ericaceae associated with a minimum of *Q. ilex* type; Figure 3). Deciduous *Quercus* and deciduous trees generally reach the

minimum in the anthracological diagram, while they appear more stable in the Lake Accesa pollen diagram which may be affected by the fact that the lake is further inland and higher above sea level. According to the census of the archaeological sites, in the above two centuries there is a decline in the number of settlements, with fewer than half the number active in the previous century (Figure 3). However, for this period the archaeologists speak of a new form of land management in Etruria, called *latifundium*, which concentrates extensive landed property in the hands of a few landowners (Cambi, 1993; Citter, 1996; Vaccaro, 2008) who manage from their farmsteads extensive production based on cereals and livestock (Carandini, 1985; Regoli, 2002). Thus the great development of macchia and the contraction of tree species can well be interpreted as the effect of overgrazing. The microscopic charcoal accumulation rate in the sediment of Lake Accesa indicates an increase in fires from the mid-1st century AD, which could be interpreted as evidence for the use of fire related to pasturage. It is worth noting that, on the basis of these data, it seems evident that during the time interval between the 2nd and 3rd centuries AD there was greater impact on the forest cover, even compared with the Etruscan period in which the area's economy was based on mining and metal-working (Botarelli, 2004; Cambi and Botarelli, 2004; Cambi and Acconcia, 2011).

For the final part of the Roman period, between the 4th and mid-5th centuries AD, the anthracological record comes from the river port of Alberese and shows deciduous *Quercus* as the dominant tree (*c.* 27%) with other deciduous taxa such as *Cornus* (Figure 3). The percentage of macchia shrubs halved compared to the previous phase; of these only *Viburnum* reached appreciable values, while *Q. ilex* continued to be scarce. The importance of deciduous vegetation which reached *c.* 60% overall is in agreement once again with the vegetation picture shown by the pollen sequences of Lake Accesa (Figure 3), which indicates after *c.* 1750 cal. yr BP (start 3rd century AD) the increase in deciduous *Quercus* until *c.* 1500 cal. yr BP (mid-5th century AD) when it reached its maximum percentage in the time span considered.

The expansion of deciduous species is also recorded in Etruria, 100 km further north, at Lake Massaciuccoli (Colombaroli et al., 2007) between the 3rd and 5th centuries AD. The deciduous forest cover also increased in central Sicily (Sadori et al., 2013), in the Salento peninsula (Di Rita and Magri, 2009) and along the South Dalmatian coast (Jahns and Van den Bogaard, 1998). The expansion of deciduous vegetation to the detriment of evergreens in the Mediterranean during the Holocene has often been explained climatically with humid peaks in the cooler climatic phases (Colombaroli et al., 2009). However, in this case, the spread of deciduous vegetation falls within a dry phase detected in various European and Mediterranean regions (Magny et al., 2013; Peyron et al., 2013) which corresponds locally to the lowest level at Lake Accesa in the last 2500 years (Magny et al., 2007; Figure 3). Therefore, a causal relationship with climate being behind the expansion of deciduous species detected by our charcoal

data at the end of the Roman Age should be excluded. A possible cause is suggested by the trend in the number of settlements which continued to fall between the 4th and mid-5th centuries AD (Figure 3) due to progressive depopulation (Vaccaro 2008). This abandonment could have triggered the forest cover change.

In the Mediterranean, the record of successional processes in progress in the abandoned fields during the second half of the previous century indicates the key role played by deciduous oaks (Quézel and Médail, 2003). The phenomenon of recent rural depopulation has led to the development of deciduous oaks in formerly cultivated lands. This process has been described in the northern areas of the Mediterranean basin, especially in Provence (Barbero et al., 1990; Tatoni et al., 2004), but this is also happening at lower latitudes such as in south-eastern Sicily (Di Pasquale et al., 2004). Deciduous oaks have in fact a greater competitive potential than evergreen oaks in the processes of spatial occupation in abandoned fields (Barbero et al. 1990; Di Pasquale and Garfi, 1998). The deciduous expansion phase which characterises the Late Roman Age may thus have been caused in Etruria, as in other regions of the Mediterranean, by rural depopulation at the end of the Roman Empire and, more generally, by the abandonment of areas hitherto cultivated. The appreciable presence of *Cornus* in the anthracological diagram is in this sense important because it is an endozoochorous species which characterises the intermediate phases of forest succession in abandoned areas (Quezèl and Médail, 2003). This hypothesis may be useful to account for other periods as well, varying in settlement intensity and human impact from c. 5000 cal. yr BP.

Finally, it should be pointed out that the increase in frequency of fires recorded at Lake Accessa also shows in this case a negative relationship with the number of settlements; this could be interpreted as the effect of the increase in potentially combustible biomass caused by a lack of farm management practices being applied to agro-forestry spaces (Tinner et al., 1998).

The landscape of the Middle Ages

The hiatus between the 6th and 10th centuries AD is due to the absence of samples: Populonia shows no regular human frequentation from the end of the 1st century BC to the 11th century AD; the hilltop of Donoratico was abandoned between the mid-4th and 7th centuries AD and sufficient material for analysis is dated from the 9th century AD; the site of Alberese after the 5th century AD was abandoned and covered with alluvial deposit.

At the end of the Early Medieval Period, between the 9th and 10th centuries AD, in the vegetation at Donoratico there was a considerable presence of macchia, while deciduous *Quercus* was the dominant

arboreal taxon to the detriment of *Q. Ilex* (Figure 3). The landscape around Donoratico continued to be dominated by deciduous oaks which characterised the previous centuries, and which still remain the dominant trees.

As regards Late Medieval times the Populonia data show a progressive reduction in the forest component and a shift towards a more open macchia environment (Figure 3). The stability of the forest which may be inferred from the Accesa data suggests a change in the vegetation on a local scale (Figure 3). The most interesting information in this last phase concerns olive (*O. europaea*) and chestnut (*C. sativa*).

Olive charcoal data are scarce from the Roman period to the end of the Early Middle Ages and increase significantly only from the Late Middle Ages onwards (11th and 12th centuries AD), doubling their frequencies in the 13th century AD (Figure 3). Pollen data from Lake Accesa are yet again consistent with our findings and show a percentage constantly below 0.5% until 1000 cal. yr BP (mid-10th century AD), when they increase moderately to a maximum of 5% (Figure 3). On the whole, these data indicate that, before the Late Middle Ages, olive growing did not belong to the landscape of northern coastal Etruria, but it constituted only small and scattered plots probably located close to farmsteads. This evidence conflicts with the traditional idea of archaeologists and historians who point to widespread olive cultivation in Etruria between the 3th century BC and 1st century AD during the Roman Republic and Early Empire (Carandini, 1985; Barbieri, 2010; Brun, 2011). On a broader spatial scale, the Italian pollen data seem to confirm a scant presence of olive in the Roman period in many areas which are today given over to olive-growing, both in central Italy (Mercuri, 2002; Colombaroli et al., 2007; Bellini et al., 2009), southern Italy (Russo Ermolli and Di Pasquale, 2002; Caroli and Caldara 2006; Di Rita and Magri, 2009) and Sicily (Noti et al., 2009; Tinner et al., 2009; Calò et al., 2012; Sadori et al., 2013). Medieval historians also partly confirm our findings: for central Italy, in particular, the documents demonstrate that only from the end of the 14th century AD was there a major, definitive development of olive farming (Cortonesi, 2005). It has to be stressed that olive farming in central Italy became established precisely in the centuries of the Little Ice Age: this would confute the hypothesis posited by several researchers who tentatively explained the scant presence of olive farming in the Roman period with the recurrence of cold climatic phases (Di Rita and Magri, 2009).

Chestnut shows a very similar trend to that of olive: it appears in the 11th century AD in very low percentages and again closely matches the data from Lake Accesa which show that chestnut begins to spread a little before, starting from c. 1000 cal. yr BP (mid-10th century AD). Both proxies yield an extremely weak signal, even if we know that in the immediate neighbourhood on the Metalliferous Hills,

less than 100 km from our study area, chestnut was present at least from the 7th century AD, where it was essentially used for timber (Di Pasquale et al., 2008).

Various pollen sequences up and down peninsular Italy document, from *c.* 1000 cal. yr BP onwards, a great expansion of chestnut (Tinner et al., 1999; Noti et al., 2009; Vescovi et al., 2010; Branch and Marini, 2013; Mercuri et al. 2013; Sadori et al., 2013), contradicting the theory of the spread of this plant between the Late Roman Age and the Early Middle Ages (Conedera et al., 2004; Rottoli, 2014). The extremely low value yielded by charcoal analysis and the slight rise in chestnut pollen from Lake Accesa would constitute evidence, in this case, of a landscape in expansion, and probably dates the time in which chestnut becomes a food crop “globally” (Quiròs Castillo, 1998). As in the case of olive, the emergence of such landscapes is thus Late Medieval and may well be attributed to the set-up of a new economic organisation with the establishment of the feudal economic system (Wickham, 2005) and later to the establishment of the political system of the *Communi* (Wickam, 1988; Cortonesi, 2005) which led to the need to satisfy a rising demand for food and luxury products (Bosi et al., 2009).

Conclusion

Archaeological charcoal data proved a useful proxy for the reconstruction of the history of vegetation in relation to human activities, both in their exceptional space-time definition and because they allow greater integration with human history. This work highlighted the contribution of a multiproxy approach. The potential shown by the integrated comparison of archaeological charcoal and pollen suggests that this type of approach should be systematically used where possible since it allows the data to be interpreted much more precisely and effectively.

As regards the changes in the forest cover and landscape in this part of central Italy facing the Tyrrhenian coast, our data were able to shed light on the following points:

- metallurgy which was the hallmark of our study area for about eight centuries (between the 8th and 1st centuries BC) appears to have had less impact on the woody vegetation than that attributed to an economy essentially based on livestock grazing over two centuries (2nd and 3rd centuries AD);
- the transition from sclerophyllous to deciduous experienced by Etruria starting from the end of the Roman period (4th and mid-5th centuries AD) was not caused by climate but by economic and cultural factors which led to a long phase of land abandonment;

- the expansion of olive and chestnut in the landscapes of central Italy along the Tyrrhenian seaboard only began in the Late Medieval period (from the 11th century AD) and not in the Roman period. This means that the custom of consuming chestnuts and olive oil has very recent origins and should be attributed to one and the same macro-factor.

In general, the changes in vegetation cover which we found all appear independent of climate and strictly connected to economic and social dynamics characterising the history of this part of Etruria. This interpretation appears applicable to various changes in vegetation occurring at the same time and in the same fashion in other regions of the central Mediterranean, and thus may be seen to have more than mere local validity.

Acknowledgements

We are indebted to Dr Ruth Drescher Schneider for providing raw pollen data from Lake Accesa. We wish to express our gratitude to the archaeologists for providing us with botanical materials, documentation and information about the archaeological stratigraphy: Dr A. Sebastiani of the University of Sheffield (Alberese), Prof. G. Bianchi (Donoratico) and Dr C. Mascione (Populonia) of the University of Siena. Part of this work was carried out in the framework of the project “Vegetation history of the Maremma Regional Park” in cooperation with the Maremma Regional Park. This work was partially funded by the NURSE project granted to A. S. at the Department of Agriculture, University of Naples Federico II.

References

- Abbate Edlmann ML, De Luca L, Lazzeri S (1994) *Atlante anatomico degli alberi e arbusti della macchia mediterranea*. Relazioni e monografie agrarie subtropicali e tropicali 114, Florence: Istituto Agronomico per l’Oltremare.
- Acconcia V and Milletti M (2009) Pratiche metallurgiche e circolazione di saperi all’origine di Populonia. In: Cambi F, Cavari F, Mascione C (eds) *Materiali da costruzione e produzione del ferro. Studi sull’economia popoloniese fra periodo etrusco e romanizzazione*. Bari: Edipuglia, pp.141–147.
- Allevato E, Impagliazzo S, Passariello I, Marzaioli F, Terrasi F, Di Pasquale G, (2012) Holocene palaeofires in tropical alpine environments of northern Andes: climate relations by soil charcoal analysis. *Quaternary International* 289: 71-77.

- Allevato E, Russo Ermolli E, Boetto G, Di Pasquale G (2010) Pollen-wood analysis at the Neapolis harbour site (1st–3rd century AD, southern Italy) and its archaeobotanical implications. *Journal of Archaeological Science* 37(9): 2365–2375.
- Asouti E and Austin P (2005) Reconstructing woodland vegetation and its exploitation by past societies, based on the analysis and interpretation of archaeological wood charcoal macro-remains. *Environmental Archaeology* 10: 1–18.
- Barbero M, Bonin G, Loisel R, Quézel P (1990) Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of the mediterranean basin. *Vegetatio* 87: 151–173.
- Barbieri G (2010) Frantoi romani fra Toscana e Lazio. Un caso singolare di impianto produttivo nei pressi di Viterbo. In: *Eleiva Oleum Olio. Le origini della viticoltura in Toscana: nuovi percorsi di ricerca tra archeologia, botanica e biologia molecolare. Atti della Giornata di Studi* (eds G Barbieri, A Ciacci, A Zifferero), S. Quirico d’Orcia (Siena), Italy, 8 December 2007, pp.71-84. San Quirico d’Orcia: Editrice DonChisciotte.
- Bellini C, Mariotti Lippi M, Montanari C (2009) The Holocene landscape history of the NW Italian coasts. *The Holocene* 19(8): 1161–1172.
- Bianchi G (2005) Castello di Donoratico (LI). In: Francovich R and Valenti M (eds) *Archeologia dei Paesaggi Medievali. Relazione progetto 2000-2004*. Florence: All’Insegna del Giglio, pp.128-138.
- Biserni G and Van Geel B (2005) Reconstruction of Holocene palaeoenvironment and sedimentation history of the Ombrone alluvial plain (South Tuscany, Italy). *Review of Palaeobotany and Palynology* 136(1-2): 16–28.
- Bosi G, Mercuri AM, Guarnieri C, Bandini Mazzanti M (2009) Luxury food and ornamental plants at the 15th century a.d. Renaissance court of the Este family (Ferrara, northern Italy). *Vegetation History and Archaeobotany* 18(5): 389–402.
- Botarelli L (2004) La ricognizione archeologica nella bassa Val di Cornia. In: Gualandi ML and Mascione C (eds) *Materiali per Populonia 3*. Florence: All’Insegna del Giglio, pp.223–235.
- Branch NP, Marini NAF (2013) Mid-Late Holocene environmental change and human activities in the northern Apennines, Italy. *Quaternary International*. doi:10.1016/j.quaint.2013.07.053

- Brun JP (2011) L'oléiculture en Italie durant l'Antiquité. In: *L'olivier en Méditerranée, entre histoire et patrimoine. Actes du colloque* (eds A Largueche and S Ben Baaziz), Sousse, Tunisia, 6- 10 February 2007, p.87-111. Tunis: Centre de Publications Universitaires.
- Calò C, Henne PD, Curry B, Magny M, Vescovi E, La Mantia T, Pasta S, Vannièrè B, Tinner W (2012) Spatio-temporal patterns of Holocene environmental change in southern Sicily. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 323-325: 110–122.
- Cambi F (1993) Paesaggi d'Etruria e di Puglia. In: Giardina A and Schiavone A (eds) *Storia di Roma. III.2*. Torino: Einaudi, pp.229–254.
- Cambi F and Acconcia V (2011) A hidden urban landscape: Populonia between survey and excavations. In: *Hidden Landscapes of Mediterranean Europe: cultural and methodological biases in Pre- and Protohistoric landscape studies: Proceedings of the International Meeting* (eds M Van Leusen, G Pizziolo, L Sarti), Siena, Italy, 25-27 May 2007, pp.255-264. British Archaeological Reports, Oxford: Archaeopress.
- Cambi F and Botarelli L (2004) Il territorio di Populonia fra il periodo etrusco tardo ed il periodo romano: la ricognizione archeologica. *Rassegna di Archeologia: classica e postclassica* sez. B(21/B): 159–169.
- Cambi F, Citter C, Guider S, Valenti M (1994) Etruria, Tuscia, Toscana: la formazione dei paesaggi altomedievali. In: *La storia dell'Alto Medioevo italiano (VI-X secolo) alla luce dell'archeologia. Convegno Internazionale* (R Francovich R and G Noyé eds), Siena, Italy, 2-6 December 1992, pp.183-215. Florence: All'Insegna del Giglio.
- Carandini A (1985) Racconto di una villa. In: Carandini A (ed) *Settefinestre. Una villa schiavistica nell'Etruria romana. Vol. I*. Modena: Edizioni Panini, pp.138-186.
- Caroli I and Caldara M (2006) Vegetation history of Lago Battaglia (eastern Gargano coast, Apulia, Italy) during the middle-late Holocene. *Vegetation History and Archaeobotany* 16(4): 317–327.
- Casini A (2004) L'indagine archeologica nel territorio campigliese. In: Bianchi G (ed) *Campiglia: un castello ed il suo territorio. II*. Florence: All'Insegna del Giglio, pp.141-166.
- Ceccarelli Lemut ML (2003) La Maremma popoloniese nel Medioevo. In: G Bianchi (ed) *Campiglia. Un castello ed il suo territorio. I*. Florence: All'Insegna del Giglio, pp.1-126.
- Chabal L (1994) Apports de l'anthracologie à la connaissance des paysages passés: performances et limites. *Histoire et Mesure* IX(3/4): 317–338.

- Chabal L (1997) *Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive). L'anthracologie, méthode et paléoécologie*. DAF 63, Paris: Editions de la Maison des Sciences de l'Homme.
- Chiarantini L, Benvenuti M, Costagliola P, Fedi ME, Guideri S, Romualdi A (2009) Copper production at Baratti (Populonia, southern Tuscany) in the early Etruscan period (9th–8th centuries BC). *Journal of Archaeological Science* 36(7): 1626–1636.
- Citter C (1996) Il territorio di Roselle-Grosseto: occupazione del suolo e forme insediative dalla preistoria al medioevo. In: Citter C (ed) *Grosseto, Roselle e il Prile. Note per la storia di una città e del territorio circostante*. Documenti di Archeologia 8, Mantova: Società Archeologica Padana, pp.25–45.
- Colombaroli D, Marchetto A, Tinner W (2007) Long-term interactions between Mediterranean climate, vegetation and fire regime at Lago di Massaciuccoli (Tuscany, Italy). *Journal of Ecology* 95(4): 755–770.
- Colombaroli D, Tinner W, Van Leeuwen J, Noti R, Vescovi E, Vannièrè B, Magny M, Schmidt R, Bugmann H (2009) Response of broadleaved evergreen Mediterranean forest vegetation to fire disturbance during the Holocene: insights from the peri-Adriatic region. *Journal of Biogeography* 36(2): 314–326.
- Conedera M, Krebs P, Tinner W, Pradella M, Torriani D (2004) The cultivation of *Castanea sativa* (Mill.) in Europe, from its origin to its diffusion on a continental scale. *Vegetation History and Archaeobotany* 13(3): 161–179.
- Corretti A (2009) Siderurgia in ambito elbano e popoloniese: un contributo dalle fonti letterarie. In: F Cambi, F Cavari, C Mascione (eds) *Materiali da costruzione e produzione del ferro. Studi sull'economia popoloniese fra periodo etrusco e romanizzazione*. Bari: Edipuglia, pp.133–139.
- Corretti A and Benvenuti M (2001) The beginning of iron metallurgy in Tuscany, with special reference to “Etruria mineraria”. *Mediterranean Archaeology* (14): 127–145.
- Cortonesi A (2005) L'olivo nell'Italia medievale. *Reti Medievali Rivista* 6(2): 2–29.
- Cygielman M, Chirico E, Colombini M, Sebastiani A (2013) River Port Trade, Luxury Glass Working and Temple Dedications along the via Aurelia vetus: New Excavations in Roman Tuscany. In: *SOMA 2012. Identity and Connectivity: Proceedings of the 16th Symposium on Mediterranean Archaeology. Volume II* (eds L Bombardieri, A D'Agostino, G Guarducci, V

- Orsi, S Valentini), Florence, Italy, 1–3 March 2012, pp.877–885. BAR International Series 2581 (II), Oxford: Archaeopress.
- Dallai L (2000) Opifici metallurgici sul promontorio di Piombino: primi dati topografici. In: *II Congresso Nazionale di Archeologia Medievale* (ed GP Brogiolo), Brescia, Italy, 28 September-1 October 2000, pp.194–198. Florence: All’Insegna del Giglio.
- Dallai L (2003a) Indagini archeologiche sul territorio dell’antica diocesi di Massa e Populonia: insediamento monastico e produzione del metallo fra XI e XIII secolo. In: *Monasteri e castelli fra X e XII secolo: il caso di San Michele alla Verruca e le altre ricerche storico-archeologiche nella Tuscia occidentale. Atti del convegno* (ed R Francovich), Vicopisano (Pisa), Italy, 17-18 November 2000, pp.113–124. Florence: All’Insegna del Giglio.
- Dallai L (2003b) Prospezioni archeologiche sul territorio della diocesi di Massa e Populonia. L’evoluzione del sistema insediativo fra la tarda antichità ed il medioevo; alcune proposte interpretative. In: *III Congresso Nazionale di Archeologia Medievale* (eds R Fiorillo and P Peduto), Salerno, Italy, 2-5 October 2003, pp.337–343. Florence: All’Insegna del Giglio.
- Dermody BJ, De Boer HJ, Bierkens MFP, Weber SL, Wassen MJ, Dekker SC (2012) A seesaw in Mediterranean precipitation during the Roman Period linked to millennial-scale changes in the North Atlantic. *Climate of the Past* 8(2): 637–651.
- De Tommaso G (1998) La villa romana di Poggio del Molino (Piombino, LI). Lo scavo e i materiali. *Rassegna di Archeologia* 15: 119-347.
- Di Pasquale G., Allevato E., Cocchiararo A., Moser D., Pacciarelli M., Saracino A., accepted. Late Holocene persistence of *Abies alba* in low-mid altitude deciduous forests of central and southern Italy: new perspectives from charcoal data. *Journal of Vegetation science*.
- Di Pasquale G, Di Falco G, Moser D (2008) Analisi archeobotaniche. In: Valenti M (ed) *Miranduolo in Alta Val di Merse (Chiusdino – SI). Archeologia su un sito di potere del Medioevo toscano*. Florence: All’Insegna del Giglio, pp.323-348.
- Di Pasquale G and Garfi G (1998) Analyse comparée de l’évolution et de la régénération de *Quercus suber* et *Q. pubescens* après élimination du pâturage en forêt de Pisano (Sicile sud-orientale). *Ecologia Mediterranea* 24: pp.15-25.
- Di Pasquale G, Garfi G, Migliozi A (2004) Landscape Dynamics in South-Eastern Sicily in the Last 150 Years: The Case of the Iblei Mountains. In: Mazzoleni S, Di Pasquale G, Mulligan

- M, Di Martino P, Rego F (eds) *Recent Dynamics of the Mediterranean Vegetation and Landscape*. John Wiley & Sons: Chichester, pp.73–80.
- Di Rita F and Magri D (2009) Holocene drought, deforestation and evergreen vegetation development in the central Mediterranean: a 5500 year record from Lago Alimini Piccolo, Apulia, southeast Italy. *The Holocene* 19(2): 295–306.
- Drescher-Schneider R, De Beaulieu JL, Magny M, Walter-Simonnet AV, Bossuet G, Millet L, Brugiapaglia E, Drescher A (2007) Vegetation history, climate and human impact over the last 15,000 years at Lago dell'Accesa (Tuscany, Central Italy). *Vegetation History and Archaeobotany* 16: 279–299.
- Erdkamp P (2005) *The grain market in the Roman Empire: a social, political and economic study*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Fedeli F (1983) *Populonia. Storia e territorio*. Florence: All'Insegna del Giglio.
- Figueiral I and Mosbrugger V (2000) A review of charcoal analysis as a tool for assessing Quaternary and Tertiary environments: achievements and limits. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 164(1-4): 397–407.
- Giraudi C, Magny M, Zanchetta G, Drysdale RN (2011) The Holocene climatic evolution of Mediterranean Italy: a review of the continental geological data. *The Holocene* 21(1): 105–115.
- Grassi F (2013) Insediamenti e risorse minerarie nelle Colline Metallifere alla luce delle ricerche archeologiche. Il Medioevo (VIII-XIV secolo). In: Grassi F (ed) *L'insediamento medievale nelle Colline Metallifere (Toscana, Italia). Il sito minerario di Rocchette Pannocchieschi dall'VIII al XIV secolo*. BAR International Series 2532, Oxford: Archaeopress, pp.28-35.
- Greguss P (1955) *Identification of living gymnosperms on the basis of xylotomy*. Budapest: Akademiai Kiado.
- Greguss (1959) *Holzanatomie der Europäischen Laubhölzer und Straucher*. Budapest: Akademiai Kiado.
- Harris VW (1971) *Rome in Etruria and Umbria*. Oxford: The Clarendon Press.
- Harris VW (2013) What kind of environmental history for Antiquity? In: Harris VW (ed) *The Ancient Mediterranean Environment between Science and History*. Boston: Leiden, pp.1-10.

- Holden P and Purcell N (2000) *The corrupting sea: a study of Mediterranean history*. Oxford: Blackwell.
- Hughes JD (2005) *The Mediterranean: an environmental history*. Santa Barbara: ABC-CLIO.
- Hughes JD and Thirgood V (1982) Deforestation, erosion, and forest management in Ancient Greece and Rome. *Journal of Forest History* 26(2): 60–75.
- Jahns S (2004) The Holocene history of vegetation and settlement at the coastal site of Lake Voukaria in Acarnania, western Greece. *Vegetation History and Archaeobotany* 14(1): 55–66.
- Jahns S and Van den Bogaard C (1998) New palynological and tephrostratigraphical investigations of two salt lagoons on the island of Mljet, south Dalmatia, Croatia. *Vegetation History and Archaeobotany* 7(4): 219–234.
- Juggins S (2003) C2 User Guide. Software for Ecological and Palaeoecological Data Analysis and Visualisation. Available at: www.staff.ncl.ac.uk/staff/stephen.juggins/software/code/C2.pdf (accessed 18 March 2014).
- Kouli K (2012) Vegetation development and human activities in Attiki (SE Greece) during the last 5,000 years. *Vegetation History and Archaeobotany* 21(4-5): 267-278.
- Magny M, Combourieu-Nebout N, De Beaulieu JL, Bout-Roumazielles V, Colombaroli D, Desprat S, Francke A, Joannin S, Ortu E, Peyron O, Revel M, Sadori L, Siani G, Sicre MA, Samartin S, Simonneau A, Tinner W, Vanni ere B, Wagner B, Zanchetta G, Anselmetti F, Brugiapaglia E, Chapron E, Debret M, Desmet M, Didier J, Essallami L, Galop D, Gilli A, Haas JN, Kallel N, Millet L, Stock A, Turon JL, Wirth S (2013) North–south palaeohydrological contrasts in the central Mediterranean during the Holocene: tentative synthesis and working hypotheses. *Climate of the Past* 9(5): 2043–2071.
- Magny M, De Beaulieu JL, Drescher-Schneider R, Vanni ere B, Walter-Simonnet AV, Miras Y, Millet L, Bossuet G, Peyron O, Brugiapaglia E, Leroux A (2007) Holocene climate changes in the central Mediterranean as recorded by lake-level fluctuations at Lake Accesa (Tuscany, Italy). *Quaternary Science Reviews*, 26(13-14): 1736–1758.
- Mercuri AM and Sadori L (2014) Mediterranean Culture and Climatic Change: Past Patterns and Future Trends. In: Goffredo S and Dubinsky Z (eds) *The Mediterranean Sea*. Dordrecht: Springer Netherlands, pp.507-527.

- Mercuri AM, Accorsi CA, Bandini Mazzanti M (2002) The long history of Cannabis and its cultivation by the Romans in central Italy, shown by pollen records from Lago Albano and Lago di Nemi. *Vegetation History and Archaeobotany* 11(4): 263–276.
- Mercuri AM, Bandini Mazzanti M, Florenzano A, Montecchi MC, Rattighieri E (2013) *Olea*, *Juglans* and *Castanea*: the OJC group as pollen evidence of the development of human-induced environments in the Italian peninsula. *Quaternary International* 303: 24–42.
- Noti R, Leeuwen JFN, Colombaroli D, Vescovi E, Pasta S, Mantia T, Tinner W (2009) Mid- and late-Holocene vegetation and fire history at Biviere di Gela, a coastal lake in southern Sicily, Italy. *Vegetation History and Archaeobotany* 18(5): 371–387.
- Pelle T, Scarciglia F, Allevato E, Di Pasquale G, La Russa MF, Marino D, Natali E., Robustelli G, Tiné V (2013a) Reconstruction of Holocene environmental changes in two archaeological sites of Calabria (Southern Italy) using an integrated pedological and anthracological approach. *Quaternary International* (288): 206–214.
- Pelle T, Scarciglia F, Di Pasquale G, Allevato E, Marino D, Robustelli G, La Russa M, Pulice I (2013b) Multidisciplinary study of Holocene archaeological soils in an upland Mediterranean site: natural versus anthropogenic environmental changes at Cecita Lake, Calabria, Italy. *Quaternary International* (303): 163–179.
- Peyron O, Magny M, Goring S, Joannin S, De Beaulieu JL, Brugiapaglia E, Sadori L, Garfi G, Kouli K, Ioakim C, Combourieu-Nebout N (2013) Contrasting patterns of climatic changes during the Holocene across the Italian Peninsula reconstructed from pollen data. *Climate of the Past* 9(3): 1233–1252.
- Quézel P and Médail F (2003) *Ecologie et biogéographie des forêts du bassin Méditerranéen*. Paris: Elsevier.
- Quirós Castillo JA (1998) Cambios y transformaciones en el paisaje del Apenino Toscano entre la Antigüedad Tardía y la Edad Media. El castaño. *Archeologia Medievale* 25: 177–197.
- Regoli E (2002) La Media e la Tarda Età Imperiale. In: Carandini A, Cambi F, Celuzza MG, Fentress E (eds) *Paesaggi d'Etruria. Valle dell'Albegna, Valle d'Oro, Valle del Chiarone, Valle del Tafone*. Roma: Edizioni di Storia e Letteratura, pp.218-245.
- Roberts N, Brayshaw D, Kuzucuoglu C, Perez R, Sadori L (2011) The mid-Holocene climatic transition in the Mediterranean: Causes and consequences. *The Holocene* 21(1): 3–13.

- Rottoli M (2014) Reflections on Early Medieval resources in northern Italy: the archaeobotanical and archaeozoological data. *Quaternary International*. doi:10.1016/j.quaint.2014.01.014
- Russo Ermolli E and Di Pasquale G (2002) Vegetation dynamics of south-western Italy in the last 28 kyr inferred from pollen analysis of a Tyrrhenian Sea core. *Vegetation History and Archaeobotany* 11(3): 211–220.
- Russo Ermolli E, Romano P, Ruello MR, Barone Lumaga MR (2014) The natural and cultural landscape of Naples (southern Italy) during the Graeco-Roman and Late Antique periods. *Journal of Archaeological Science* (42): 399–411.
- Sadori L, Ortu E, Peyron O, Zanchetta G, Vannière B, Desmet M, Magny M (2013) The last 7 millennia of vegetation and climate changes at Lago di Pergusa (central Sicily, Italy). *Climate of the Past* 9(4): 1969–1984.
- Schweingruber F H (1990) *European Wood Anatomy*. Bern: Paul Haupt.
- Tatoni T, Medail F, Roche P, Barbero M (2004) The impact of changes in land use on ecological patterns in Provence (Mediterranean France). In: Mazzoleni S, Di Pasquale G, Mulligan M, Di Martino P, Rego F (eds) *Recent Dynamics of the Mediterranean Vegetation and Landscape*. John Wiley & Sons: Chichester, pp.107–120.
- Tinner W, Ammann B, Conedera M, Gaggeler HW, Sagesser B, Gedye S, Jones R (1998) Pollen and charcoal in lake sediments compared with historically documented forest fires in southern Switzerland since AD 1920. *The Holocene* 8(1): 31–42.
- Tinner W, Hubschmid P, Wehrli M, Ammann B, Conedera M (1999) Long-term forest fire ecology and dynamics in southern Switzerland. *Journal of Ecology* 87: 273–289.
- Tinner W, Van Leeuwen JFN, Colombaroli D, Vescovi E, Van der Knaap WO, Henne PD, Pasta S, D'Angelo S, La Mantia T (2009) Holocene environmental and climatic changes at Gorgo Basso, a coastal lake in southern Sicily, Italy. *Quaternary Science Reviews* 28(15-16): 1498–1510.
- Vaccaro E (2008) An overview of rural settlement in four river basins in the province of Grosseto on the coast of Tuscany. *Journal of Roman Archaeology* 21: 225–247.
- Vander Poppen RE (2008) *Rural change and continuity in Etruria: a study of village communities from the 7th century BC to the 1st century AD*. PhD Thesis, University of North Carolina.

- Vanni re B, Colombaroli D, Chapron E, Leroux A, Tinner W, Magny M (2008) Climate versus human-driven fire regimes in Mediterranean landscapes: the Holocene record of Lago dell'Accesa (Tuscany, Italy). *Quaternary Science Reviews* 27(11-12): 1181–1196.
- Vanni re B, Power MJ, Roberts N, Tinner W, Carrion J, Magny M, Bartlein P, Colombaroli D, Daniau AL, Finsinger W, Gil-Romera G, Kaltenrieder P, Pini R, Sadori L, Turner R, Valsecchi V, Vescovi E (2011) Circum-Mediterranean fire activity and climate changes during the mid-Holocene environmental transition (8500-2500 cal. BP). *The Holocene* 21(1): 53–73.
- Vernet JL (2001) *Guide d'identification des charbons de bois pr historiques et recents*. Paris: Editions du CNRS.
- Vescovi E, Kaltenrieder P, Tinner W (2010) Late-Glacial and Holocene vegetation history of Pavullo nel Frignano (Northern Apennines, Italy). *Review of Palaeobotany and Palynology* 160(1-2): 32–45.
- Wickham C (1988) *The mountains and the city. The Tuscan Apennines in the Early Middle Ages*. Oxford: The Clarendon Press.
- Wickham C (2005) *Framing the Early Middle Ages. Europe and the Mediterranean. 400–800*. New York: Oxford University Press.
- Wilson A (2013) The Mediterranean environment in ancient history: perspectives and prospects. In: Harris VW (ed) *The Ancient Mediterranean Environment between Science and History*. Boston: Leiden, pp. 259-276.
- Zanchetta G, Bini M, Cremaschi M, Magny M, Sadori L (2013) The transition from natural to anthropogenic-dominated environmental change in Italy and the surrounding regions since the Neolithic: An introduction. *Quaternary International* 303: 1–9.
- Zanchetta G, Sulpizio R, Roberts N, Cioni R, Eastwood WJ, Siani G, Caron B, Paterne M, Santacroce R (2011) Tephrostratigraphy, chronology and climatic events of the Mediterranean basin during the Holocene: An overview. *The Holocene* 21(1): 33–52.

CAPITOLO 3

Farming in a rural settlement in central Italy: cultural and environmental implications of crop production through the transition from Lombard to Frankish influence (8th-11th centuries A.D.)

Mauro Buonincontri, Daniela Moser, Emilia Allevato, Boris Basile,
Gaetano Di Pasquale

Pubblicato in:

Vegetation History and Archaeobotany

Farming in a rural settlement in central Italy: cultural and environmental implications of crop production through the transition from Lombard to Frankish influence (8th-11th centuries A.D.)

MAURO BUONINCONTRI*, DANIELA MOSER, EMILIA ALLEVATO, BORIS BASILE, GAETANO DI PASQUALE

Laboratory of Vegetation History and Wood Anatomy. Department of Agriculture, University of Naples "Federico II", Via Università, 100, I-80055 Portici, Italy

*e-mail: mauropaolo.buonincontri@unina.it

Abstract

Plant macrofossil (carpological) and morphometric analyses were carried out on plant remains from the medieval castle of Miranduolo, Siena, a rural settlement in central Italy with a long sequence of occupation between the 8th and the 11th centuries A.D. The presence of *Triticum aestivum/durum* and *Vicia faba* var. *minor* from the first phase of the Lombard farming village suggests continuity with the agricultural tradition of the preceding Roman world, and the use of good cultivation techniques that allowed quality yields to be obtained from rather poor soils. At the same time, the significant presence of the primitive cereal *T. monococcum*, compared with the archaeobotanical literature of north-central Italy, allows to us consider it as a “cultural” element of Lombard farming. In the next cultural phases, with the Carolingian manor and then with the feudal castle, the stable presence of *T. aestivum/durum* and the reduction of *T. monococcum* in favour of more productive cereals such as *Secale cereale* and *Hordeum vulgare* indicate a further improvement in productivity. This is also confirmed by the appearance of fruits and nuts such as *Castanea sativa*, *Vitis vinifera* and *Prunus persica*. The increase in caryopsis sizes of *T. monococcum* and *T. aestivum/durum* in the transition from the village to the manorial phase is a consequence of the improvements in farming. The decrease in caryopsis size of *T. monococcum* from the manor phase to that of the castle testifies the decreasing importance of this cereal. The good date resolution of this research allows us to detect the crops, the storage and the processing practices, as well as the changing role of crop plants in the rural economy. This highlights the geographical, historical-cultural and political factors of the medieval transition from the Lombard to the Carolingian and then to the feudal period in central Italy.

Keywords *Farming history · Middle Ages · Seeds/fruits · Morphometric analysis · Triticum aestivum/durum · Triticum monococcum*

Introduction

Since 2001 the castle of Miranduolo, 40 km from Siena, southern Tuscany, Italy, has been the focus of archaeological investigations by the University of Siena (Fig. 1A; Valenti 2006, 2009, 2011). This excavation belongs to a wider research programme which has been carried out for decades on the settlement history of west-central Italy between the end of the late Roman period and the middle centuries of the medieval period. In the province of Siena, archaeological investigations have shown that after a first phase of spontaneous occupation of the hilltops during the 7th century A.D., a reorganization of settlements started from the 8th century A.D., due to the presence of the Lombard and Carolingian aristocracies (Augenti 2000; Francovich and Hodges 2003; Valenti 2004; Bianchi 2010), which held their power by land ownership and management.

For central Italy, historians have always considered the medieval farming economy as backward in comparison with the preceding Roman economy. Medieval farming was characterized by subsistence agriculture, mainly aiming to diversify farming to avoid the consequences of poor harvests (Montanari 1979). Even though the medieval agricultural system was characterized by a surprising variety of crops, historians consider it inadequate because of the decline of wheat cultivation and the predominance of minor cereals and small grains (Montanari 1979, 2002; Andreolli 1981; Cortonesi 2002). In spite of the great potential for archaeobotanical analysis, the data relevant to the Italian peninsula are mostly published in grey literature, which is often difficult to trace (for a review of archaeobotanical studies in the Middle Ages, see Grasso and Fiorentino 2009).

The archaeobotanical data from northern Italy show an agricultural world in crisis both in urban and rural sites (Castelletti and Maspero 1988; Castelletti and Motella De Carlo 1999; Castiglioni et al. 1999; Nisbet 1999; Augenti et al. 2006). Only from the 10th c. A.D. did farming again become rich and diverse, reaching the quality of the Roman period, and supplying food to urban markets in Firenze (Florence) (Buonincontri et al. 2007a; Mariotti Lippi et al. 2013), Ferrara (Bandini Mazzanti et al. 2005; Bosi et al. 2009) and Parma (Bosi et al. 2011) between the Communal Age, based on allegiances between city states, and the Renaissance.

The geographical distribution of cultivated cereals does not fully agree with those reported by historical sources. Indeed, the high spatial resolution of archaeobotanical data detects the peculiarity related to local environmental conditions such as climate and soils, and to different socio-cultural factors. Archaeobotanical research shows that crops of the Roman period persisted in those areas subjected to strong political-ecclesiastical controls, where the climate was favourable and soils were fertile (Castelletti 1977; Costantini et al. 1983; Van der Veen 1985; Bakels 2002; Caracuta and Fiorentino 2009). The analysis of the botanical remains from Miranduolo provides a special opportunity to improve our knowledge of plant husbandry during the Middle Ages in central Italy, providing information about the crops, the storage and the processing practices. One particular feature of interest, due to the long time span covered, is to detect the roles and the changes of crop plants in the economic agrarian system.

Study area

The territory of Miranduolo is located on the eastern slopes of the hilly area of the Colline Metallifere, between 350 and 750 m a.s.l., 40 km southwest of Siena (Fig. 1 A), and it is crossed by the river Merse on the plain located to the north. The closest meteorological station of Pentolina (450 m a.s.l.) indicates minimum average temperatures of the coldest month (February) of 2°C and maximum average temperatures of the hottest month (August) of 29°C; rainfall is around 1000-1100 mm/year.

Mixed deciduous woodlands, mainly of *Quercus cerris* L. (turkey oak) and *Q. pubescens* Willd. (downy oak), cover the surrounding area; abandoned *Castanea sativa* Miller (chestnut) stands with several ancient trees are also present. On the tops of the hills, evergreen vegetation is dominated by *Q. ilex* L. (holly oak). In the plain close to the river Merse, natural vegetation is represented by isolated trees of downy oak and *Fraxinus oxycarpa* Bieb. (ash), as well as by riparian vegetation with *Populus nigra* L. (poplar), *Salix alba* L., *S. caprea* L. and *S. eleagnus* L. (willows).

The soils on the hillsides are rather infertile; the plains consist of fluvial deposits (Fig. 1C) and locally of sandy and clay soils, with some chalk, which are a limiting factor for the yields of crops (Costantini et al. 2006; Regione Toscana unpublished).

The presence of the castle, located on a hill at 411 m a.s.l. (Fig. 1B), is attested by historical sources from the end of the 10th century A.D., but archaeological excavation has shown that there



Figure 1. The archaeological site of Miranduolo. A, Location map of the site; B, Aerial view of the castle of Miranduolo (Source: <http://archeologiamedievale.unisi.it/miranduolo>); C, The landscape surrounding the site: arable field along the river Merse and hills of the Colline Metallifere; D, Plan of the archaeological features of the village phase, second half of the 8th century A.D. to first half of the 9th century A.D. (Source modified: <http://arceogis.archeo.unisi.it:8080/pmapper/map.phtml>); E, Plan of the archaeological features of the manor phase, second half of the 9th century A.D. to last quarter of the 10th century A.D.; F, Plan of the archaeological features of the castle phase, last quarter of the 10th century A.D. to first quarter of the 11th century A.D.

had been three earlier phases of settlement (Valenti 2006). Miranduolo was firstly settled in the Lombard period in the 7th century A.D. as a mining village of huts with a church. In the second half of the 8th century A.D. it became a farming village, consisting of peasants' huts with silo pits for crop storage (Fig. 1D). From the second half of the 9th century A.D., during the Carolingian period, the village developed into a manor (Fig. 1E). In this phase, the top of the hill became the manorial court, defended by two ditches and a fence, with several barns and other buildings related to crop processing. This area was controlled by a lord who directed agricultural production. The village was

located on the lower part of the hill (Fig. 1E). The stone castle was built from the last quarter of the 10th century; in this phase, the settlement arrangement did not change. The defended area of the hilltop was still used for food processing and storage (Fig. 1F). Several fires affected the site and these caused charring and the preservation of a great quantity of botanical material in the stores.

Materials and methods

Samples were taken from 20 archaeological layers which are referred to here as stratigraphic units (SUs), consisting of fills of silo pits and occupation surfaces, related to ten archaeological structures and 13 contexts (Table 1). With the term “archaeological structure” we indicate the presumed function of the features, such as storehouses, huts or silos, in each phase of the settlement. Every archaeological structure includes a “context”, consisting of various SUs, showing the activities and events there. The remains from SUs relating to floors, storage areas and the collapsed remains of the same archaeological structures (hut C24, storehouse C01, ditch F06 and storehouse C12) were analyzed together. In the silo pits, only sediments from the bottom were sampled.

Sediment samples were labelled according to the SU. Structure identification follows the same numbering system as the excavation webgis (<http://arceogis.arceo.unisi.it:8080/pmapper/map.phtml>). SUs cover three chronological ranges: the village, the manor, and the castle phases (Table 1). The total volume of the treated sediment was 408 l and the volume per sample ranged from 2-60 l (Table 1).

The samples were processed with an “Ankara” type flotation machine equipped with a 0.5 mm mesh in the floating tank. Floated-out macroremains were recovered from mesh sizes 4.00, 2.00, 1.00, 0.50 and 0.25 mm. After the flotation, the heavier residues were screened for other organic remains. All recovered plant remains were observed; subsamples were analysed only in five cases

(50% of each fraction from SUs 320, 1215 and 1228; 75% from SUs 1103 and 1193). Seeds and fruits were separated into “individuals” and “fragments” and then counted. We use the term

Chronology	Archaeological structure	Context	SU	Sample vol. (l)
Village phase (s.h. 8th - f.h. 9th c.)	Hut C24	Living surface	95	2
		Living surface	97	2
	Hut C26	Fill of the silo pit	320	* 20
Manor phase (s.h. 9th - l.q. 10th c.)	Hut C28	Fill of the silo pit	125	4
	Warehouse C01	Living surface	150	60
		Living surface	162	24
		Living surface	238	12
		Living surface	239	12
		Living surface	400	24
	Ditch F06	Living surface	211	24
		Living surface	212	12
	Warehouse C12	Living surface	1215	* 12
	Storage area SF11	Fill of the silo pit A	1228	5
		Fill of the silo pit B	1344	* 40
		Fill of the silo pit C	1361	* 9
		Fill of the silo pit D	1364	29
Castle phase (l.q. 10th - f.q. 11th)	Warehouse EDM04	Living surface	558	24
	Warehouse C12	Living surface	1103	24
		Living surface	1193	* 60
	Crop processing area SF08	Living surface	1153	9

Table 1. List of samples from Miranduolo. Sequence of the stratigraphic units (SU) sampled, grouped by archaeological context of provenance and chronological phase of settlement. The volume of sediment sampled is indicated for each sample. The asterisks indicate the SU of provenance of caryopses submitted for biometric analysis: with regard to the village phase the caryopses come from the silo pit of hut C26; with regard to the manor phase they come from the silo pits B and C of the storage area SF11 and from the surface of storehouse C12; with regard to the castle phase, they come from the surface of the warehouse C12.

“individual” when the fragments had diagnostic features that allowed us to count them as entire, following the principle of the “minimum number of individuals” (Jones 1990; Antolin and Buxò 2011): for cereals this was when the embryo end of the grain was preserved, for pulses when the hilum was preserved, and for grape pips when the stalk was preserved. Identified fragments without these characteristics were counted and named as fragments.

The taxonomical identification was carried out by comparing with a reference seed collection, atlases and specialist literature (Renfrew 1973; Schoch et al. 1988; Viggiani 1991; Hubbard 1992;

Maier 1996; Sadori and Susanna 2005). Since grain remains of naked wheat cannot be identified to species (Maier 1996; Alonso Martinez 2005; Ruas et al. 2005; Jacomet 2008), the term *Triticum aestivum/durum* is used in accordance with Jacomet (2008).

All percentages and frequencies were calculated for each taxon considering only the individuals and excluding the fragments; rachis forks were included in percentage calculations for cereals; similarly grape pedicels were considered in the calculations for fruits. When only fragments were available for specific taxa, these were considered as individuals.

The archaeobotanical record is an obvious source of data for examining changes in plant morphology associated with the cultivation process (Lepofsky et al. 1998). For each studied settlement phase, the length, the width, and the thickness of 50 caryopses belonging to *T. aestivum/durum* and *T. monococcum* were measured following Van Zeist (1970) and Hubbard (1992). Caryopses from central Florence dated to the 13th-14th c. were also measured, so as to provide an external comparison (Buonincontri et al. 2007a; Buonincontri unpublished data). The comparison with remains from a different chrono-cultural context provided the opportunity to obtain important information about the capabilities and the changes in medieval crop growing. For these measurements we used only intact caryopses without any deformation or protrusions deriving from charring. The length, the width and the thickness data were used to estimate the volume of each caryopsis, assuming their shape as an ellipsoid. The significance of differences between settlement phases was assessed by one-way analysis of variance (ANOVA) using the Duncan test ($P \leq 0.05$) as a *post-hoc* test for separation of means. One-way ANOVA is a statistical tool that examines the significance of difference in the means of a quantitative parameter among two or more groups defined by a categorical variable (treatment). In our study the quantitative parameters were the caryopsis length, width, thickness and volume, and the categorical variable was the “settlement phase” that divided our individuals into four groups (village, manor, castle and Florence). The term “one-way” refers to the fact that only one categorical variable was included in the analysis. Since ANOVA does not provide information about the significance of the difference between specific couples of means, we used the Duncan’s multiple range to test the significance of the difference between any pair of means. All the statistical analyses were performed using the SPSS statistical software package (IBM SPSS Statistics, IBM Corporation, Somers, NY, USA).

Archaeological structure	Hut C24	Hut C26	Hut C28	Warehouse C01	Ditch F06	Warehouse C12	Storage area SF11					Warehouse EDM04	Warehouse C12	Crop proc. area SF08
Context	living surface	silopit	silopit	living surface	living surface	living surface	silopit SU1228	silopit SU1344	silopit SU1361	silopit SU1364		living surface	living surface	living surface
Samples (n)	2	1	1	5	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1
Age	Village		Manor									Castle		
Crops														
Cereals - 10 taxa														
<i>Avena</i> sp.	3	44	6	4		9	1	49	10	9			189	7
<i>Avena</i> sp. fragm			1					18	1				5	
cf. <i>Avena</i>			2			7		3	10	6			96	
cf. <i>Avena</i> fragm								1						
<i>Hordeum vulgare</i>	4	12	11	1031		10	5	25	46	110		907	2070	17
<i>Hordeum vulgare</i> fragm				1				2		17			86	
cf. <i>Hordeum vulgare</i>			4			1		7	6	22			154	
<i>Panicum miliaceum</i>		28	3			8		222	4	15			904	2
cf. <i>Panicum miliaceum</i>								48		6			27	
<i>Panicum/Setaria</i>			4											
<i>Secale cereale</i>		2	8	856				871		3	1	641	8138	3
<i>Secale cereale</i> fragm								8						
cf. <i>Secale cereale</i>								58						
<i>Setaria italica</i>			113						64	9	1		1029	
cf. <i>Setaria italica</i>			2					2	2	29			193	
cf. <i>Sorghum bicolor</i>								2						
<i>Setaria/Sorghum</i>								3						
<i>Triticum aestivum/turgidum</i>	28	172	872	8527	3615	489	3	188	52	134		643	10740	169
<i>Triticum aestivum/turgidum</i> fragm								1						
<i>Triticum</i> cf. <i>aestivum/turgidum</i>	5	1	84			126		24	9	1			253	
<i>Triticum</i> cf. <i>aestivum/turgidum</i> fragm			2											
<i>Triticum dicoccum</i>		1	15	1		37		32	2	27			282	18
<i>Triticum dicoccum</i> fragm								1						
<i>Triticum dicoccum</i> fork								28					43	
<i>Triticum dicoccum</i> fork fragm								5					29	
<i>Triticum</i> cf. <i>dicoccum</i>	5	6	4			12		11		6			185	
<i>Triticum monococcum</i>	41	68	15	1		51		125	42	90			1591	66
<i>Triticum monococcum</i> fragm	1							1						
<i>Triticum monococcum</i> fork	1		1			6		30	6	9			356	
<i>Triticum monococcum</i> fork fragm								42	3				146	
<i>Triticum</i> cf. <i>monococcum</i>	2	4	2			8		10	7	10			167	
<i>Triticum monococcum/dicoccum</i>													212	8
<i>Triticum spelta</i>			4			1								
<i>Triticum</i> cf. <i>spelta</i> fragm								1						
<i>Triticum dicoccum/spelta</i>						3				1			18	7
<i>Triticum</i> sp.	8	36	115			15	4	84	22	30			673	26
<i>Triticum</i> sp. fragm		1												
<i>Triticum/Secale</i>						26							1487	
Cereals undiff.		11		249	703	27		39	106				3123	24
Cereals undiff. fragm	50	65	534	22		1282	11	922		496				
Pulses - 8 taxa														
<i>Cicer arietinum</i>													22	
<i>Lathyrus cicera</i>													33	
<i>Lathyrus</i> cf. <i>cicera</i>			4					1		7		41	72	1
<i>Lathyrus sativus</i>														6
<i>Lathyrus</i> cf. <i>sativus</i>						1								
<i>Lathyrus</i> sp.	4	1		29547	2019			10	1	1			19	1
<i>Lathyrus</i> sp. fragm								1						
cf. <i>Lathyrus</i> sp.								1						
cf. <i>Lathyrus</i> sp. fragm								1						
<i>Lens culinaris</i>						1		1						
cf. <i>Pisum</i>	1		1	1						1			4	
<i>Vicia ervilia</i>		1	3					6		7			32	1
<i>Vicia faba</i> var. <i>minor</i>		7	1	2932	249	2		1298	10	1	5	1562	406	5
<i>Vicia faba</i> var. <i>minor</i> fragm				1		1		162		4			55	
<i>Vicia</i> cf. <i>faba</i> var. <i>minor</i> fragm								191						
<i>Vicia</i> cf. <i>sativa</i>									2		2		107	3
<i>Vicia</i> sp.						2								
Pulses undiff.		2	11	2		6		14	2				96	
Pulses undiff. fragm			7			1		7	4				143	
Fruits - 7 taxa														
<i>Castanea sativa</i> seed				16	3								9	1
<i>Castanea sativa</i> seed fragm			1										4	
cf. <i>Ficus carica</i> syconium			3											
<i>Juglans regia</i> fragm								1					3	
cf. <i>Malus</i> sp.													4	
<i>Prunus avium/cerasus</i>													13	
<i>Prunus persica</i>				1	2					1			3	
<i>Prunus persica</i> fragm			1										2	2
<i>Vitis vinifera</i>			9	22	2							15	19	
<i>Vitis vinifera</i> fragm			18											
<i>Vitis vinifera</i> stalk			63											

ESM1, part 1. Seed remains from Miranduolo. Absolute values grouped by archaeological context and chronological phase of settlement. Silo pits are kept separate to show information about storage techniques.

Archaeological structure	Hut C24	Hut C26	Hut C28	Warehouse C01	Ditch F06	Warehouse C12	Storage area SF11				Warehouse EDM04	Warehouse C12	Crop proc. area SF08	
Context	living surface	silopit	silopit	living surface	living surface	living surface	silopit SU1228	silopit SU1344	silopit SU1361	silopit SU1364	living surface	living surface	living surface	
Samples (n)	2	1	1	5	2	1	1	1	1	1	1	2	1	
Age	Village		Manor									Castle		
Weeds and wilds														
Weeds - 13 taxa														
<i>cf. Agrostemma githago</i>						1								
<i>Atriplex</i> sp.						1								
<i>Bromus</i> sp.						5		10		1		4		
<i>cf. Galega officinalis</i>										1		3		
<i>Galium cf. aparine</i>						1				1		5		
<i>Galium cf. tricornutum</i>												8		
<i>Lolium</i> sp.			62			32		39	10	28		705		
<i>Medicago</i> sp.						1								
<i>cf. Papaver somniferum</i>								1						
<i>Poa</i> sp.		4				1			1			3		
<i>Silene</i> sp.												2		
<i>Silene cf. dioica</i>						1								
<i>cf. Solanum</i>									2			9		
<i>Vicia cf. eracca</i>												235		
<i>Vicia</i> sp.												18		
Fabaceae undiff.													2	
Fabaceae undiff. fragm												4		
Poaceae undiff.	12	13	37	8				16	11	14		349	8	
Poaceae undiff. fragm								2						
Weeds undiff.						4								
Wild woody plants - 1 taxon														
<i>Quercus</i> sp.				2								2	4	
Indetermined														
Indetermined fragm	19	9	1090	33	178		1420	266	1185	156			889	
Total	184	486	3117	43435	6593	4536	1942	3297	532	1088		3811	35480	377
Sampled sediment (l)	4	20	4	132	36	12	5	40	9	29		24	84	9
Density (remains/l)	46.0	24.3	779.3	329.1	183.1	378.0	388.4	82.4	59.1	37.5		158.8	422.4	41.9

ESM1, part 2. Seed remains from Miranduolo. Absolute values grouped by archaeological context and chronological phase of settlement. Silo pits are kept separate to show information about storage techniques.

Results

The results are given as absolute counts and grouped by archaeological structures and related contexts in ESM 1; silo pits were kept separate to show information about storage techniques.

A total of 104,878 charred remains were recovered; a total of 39 taxa were identified and these included 25 cultivated or cultivable taxa, 13 weed taxa and one taxon of woody wild plants (ESM 1). Crop plants were the most common remains found in all the studied phases. In the 8th-9th century A.D. village, crops represented 94.7% of the remains (Fig. 2), 99.5% in the 9th-10th century A.D. manor (Fig. 3) and 95.8% in the 10th-11th century A.D. castle (Fig. 4).

Crop plants

The village phase: from the 2nd half of the 8th century A.D. to the 1st half of the 9th century A.D.

Eleven taxa, all crop plants, including seven cereal taxa were identified (ESM 1, Fig. 2). The data from the floor represent what was used during the period of occupation of the hut: cereals were

predominant, but only three taxa were present. *Triticum monococcum* was the most represented cereal (46.8%) followed by *T. aestivum/durum* (35.1%), whereas hulled *Hordeum vulgare* (4.3%) and *Avena* sp. (3.2%) were less abundant. In the silo, where all seven taxa were found, *T. aestivum/durum* was most common (51.2%), followed by *T. monococcum* (20.2%), *Avena* sp. (13.1%), *Panicum miliaceum* (8.3%) and hulled *H. vulgare* (3.6%); *Secale cereale* and *T. dicoccum* were less than 1%.

Four taxa were identified among pulses (Fig. 2). Sporadic remains of seeds of *Lathyrus* sp. were found in both the contexts. *Vicia faba* var. *minor* and *V. ervilia* were found only in the silo pit, whereas cf. *Pisum* was found only in the hut.

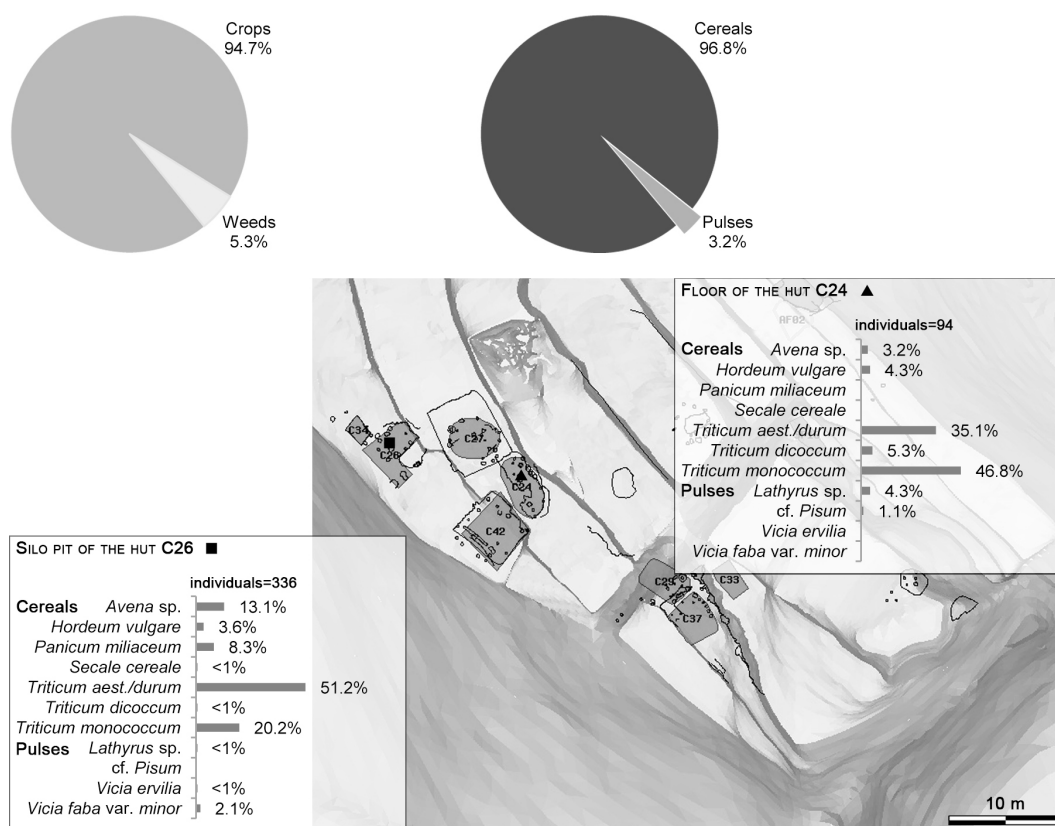


Figure 2. Crop plants from the village phase (second half of the 8th century A.D. to first half of the 9th century A.D.): graphs by phase and archaeological context. The pie graphs show the percentages of each taxonomic group out of the total individuals recovered; the bar graphs show the percentages of the individuals of the taxa from the total sum of cereals and legumes; for raw data see ESM 1 (Plan: <http://arceogis.archeo.unisi.it:8080/pmapper/map.phtml>).

The manor phase: from the 2nd half of the 9th century A.D. to the last quarter of the 10th century A.D.

Preliminary results from the storehouse C12 and the floor in SF08 have already been reported by Buonincontri et al. (2007b); in this study we are presenting the complete dataset. Twenty-one taxa among the 33 identified were crop plants (ESM 1, Fig. 3). Cereals predominate in the seed assemblage with ten taxa (Fig. 3). In the silo pits located in the storage area, *Triticum aestivum/durum*, *T. monococcum*, hulled *Hordeum vulgare* and *Panicum miliaceum* were the most common cereals, followed in percentage by *Avena* sp., *Setaria italica*, and *T. dicoccum*. *Secale cereale* and cf. *Sorghum bicolor* were also present in small amounts. In the storehouse C01, cereals represented less than 25% of the seed assemblage, which was mostly *T. aestivum/durum* (19.9%), followed by hulled *H. vulgare* (2.4%) and *S. cereale* (2.0%). In the storehouse C12, *S. cereale* (54.7%) was the predominant species, followed by *T. aestivum/durum* (36.2%). In both storehouses, *Avena* sp., *T. monococcum*, *T. dicoccum* and *P. miliaceum* were also found in low percentages, whereas *T. spelta* was sporadic. In the silo pit of hut C28, *T. aestivum/durum* (77.6%) predominated, followed by *S. italica* (9.3%); *T. dicoccum*, *T. monococcum*, *Avena* sp., *S. cereale* and hulled *H. vulgare* also appeared. The collapse of the C01 on the ditch F06 yielded only *T. aestivum/durum* (61.4%).

Six pulse taxa were identified (ESM 1, Fig. 3). *Vicia faba* var. *minor* and *Lathyrus* were the most common remains; in details (Fig. 3), in the storage area SF11, *V. faba* var. *minor* (99.2%) was the only taxon in the filling of silo pit A, whereas *L. cicera* and *L. sativus* were the most represented in C01 (54.8% and 13.4%, respectively) and in the collapse on the ditch F06 (26.7% and 6.2%, respectively). The remaining taxa, such as cf. *Pisum* and *V. ervilia*, were present in more than half of the sampled contexts, although they were found in very small amounts. Four fruit taxa appeared in this phase, including mainly *Vitis vinifera*. *Castanea sativa*, *Juglans regia*, *Prunus persica* and *Ficus carica* were also present (ESM 1, Fig. 3).

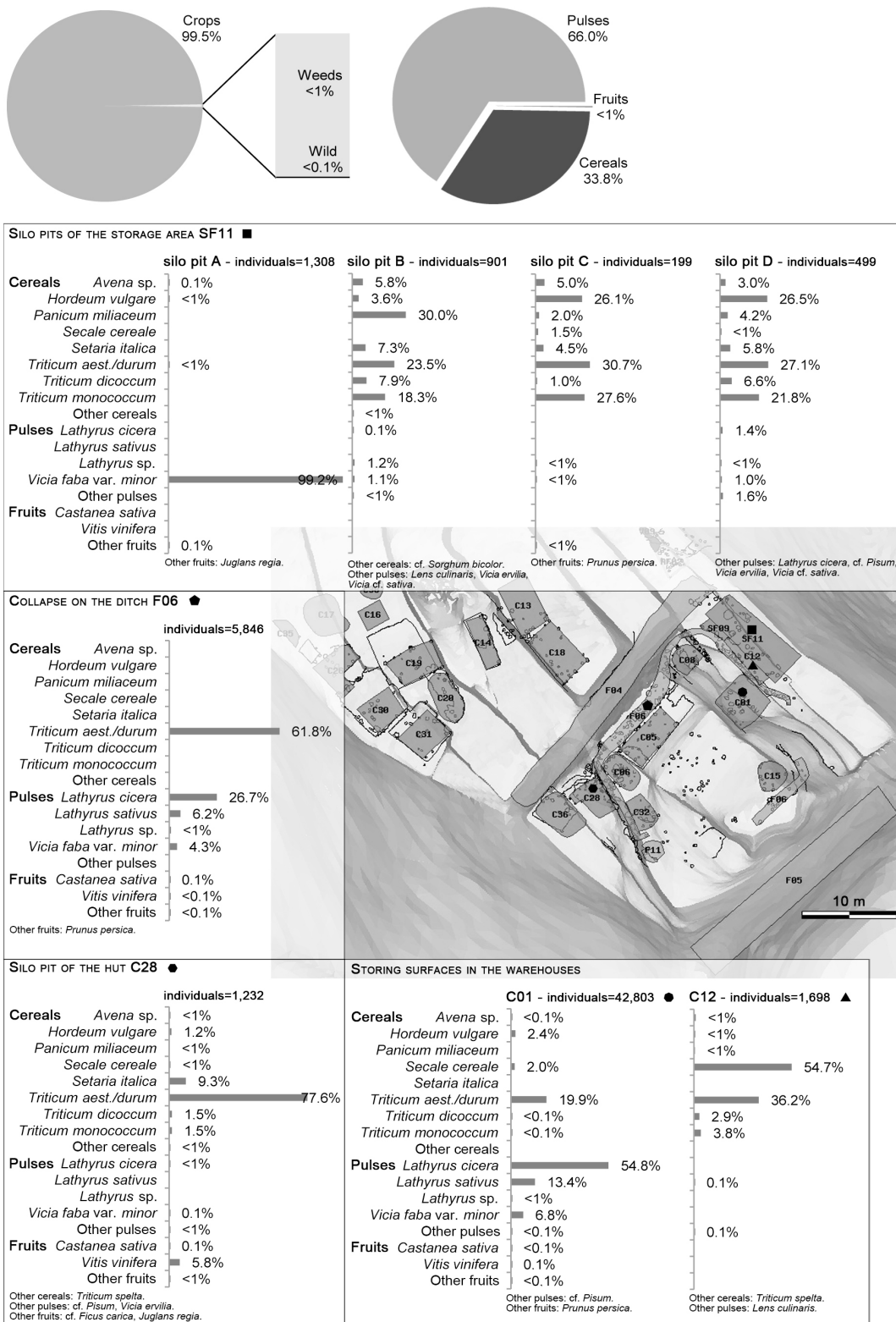


Figure 3. Crop plants from the manor phase (second half of the 9th century A.D. to last quarter of the 10th century A.D.): graphs by phase and archaeological context; silo pits were kept separate to collect information about storage techniques. The pie graphs show the percentages of each taxonomic group out of the total individuals recovered; the bar graphs show the percentages of the individual taxa from the total sum of cereals, legumes and fruits. In contexts where only fragments of a taxon were found, these specimens have been included, for raw data see ESM 1 (Plan: <http://archeogis.archeo.unisi.it:8080/pmapper/map.phtml>).

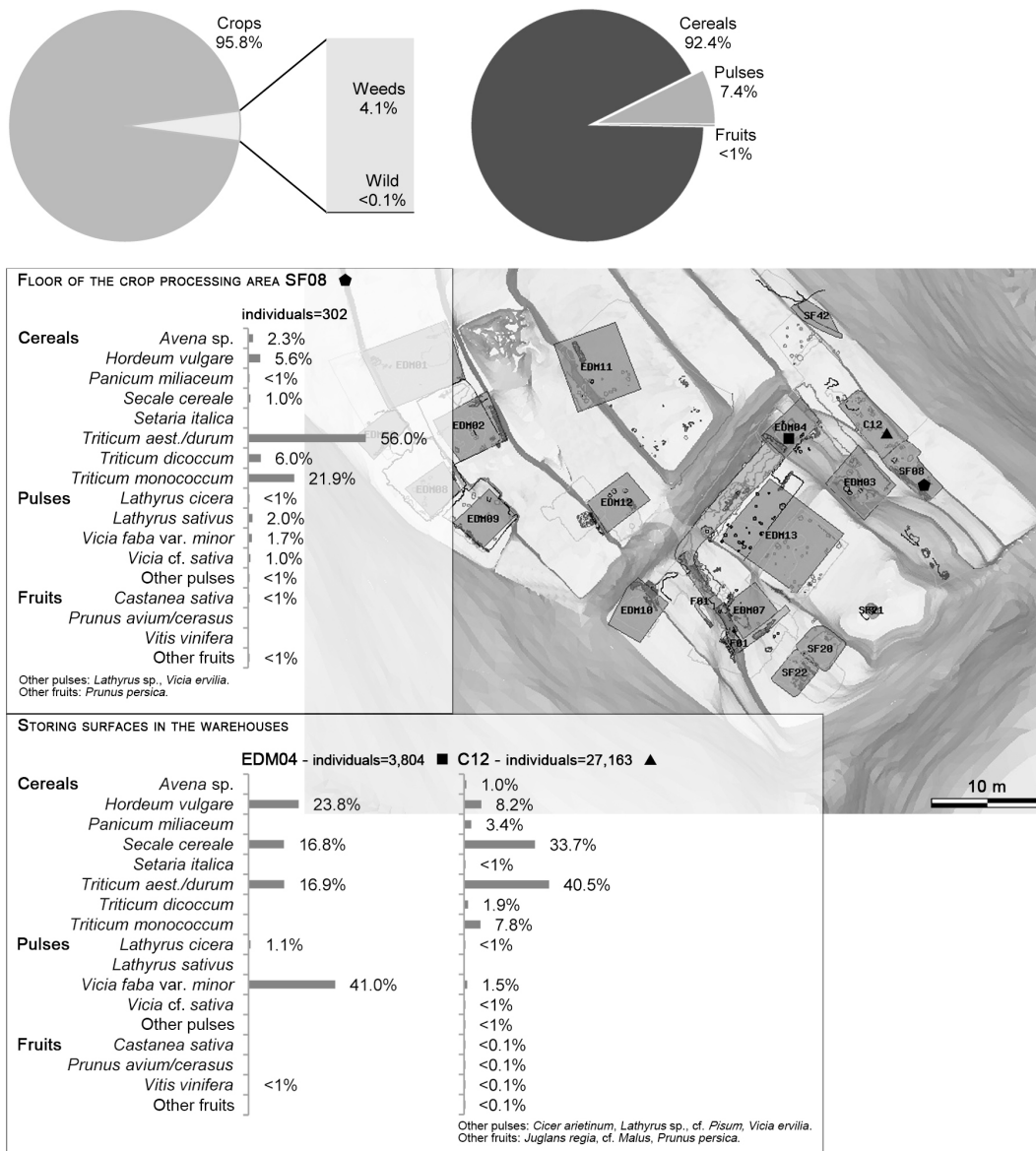


Figure 4. Crop plants from the castle phase (last quarter of the 10th century A.D. to first quarter of the 11th century A.D.): graphs by phase and archaeological context. The pie graphs show the percentages of each taxonomic group out of the total individuals recovered; the bar graphs show the percentages of the individuals of the taxa from the total sum of cereals and legumes and fruits. In contexts where only fragments of a taxon were found, these specimens have been included; for raw data, see ESM 1 (Plan: <http://archeogis.archeo.unisi.it:8080/pmapper/map.phtml>).

The castle phase: last quarter of the 10th century A.D. to first quarter of the 11th century A.D.

There were 31 identified taxa, including 21 crop plants (ESM 1, Fig. 4). Cereals dominated the seed assemblage and eight taxa were identified among them (Fig. 4). Only three cereal taxa were

present in the storehouse EDM04: hulled *H. vulgare* (23.8%) was most abundant, followed by *Triticum aestivum/durum* (16.9%) and *Secale cereale* (16.8%). Seven cereal taxa were identified in the storehouse C12: *T. aestivum/durum* (40.5%) was the main taxon, followed by *S. cereale* (33.7%); hulled *Hordeum vulgare* and *T. monococcum* appeared below 10%; finally, *Avena* sp. and the minute grains of *Panicum miliaceum* and *Setaria italica* were present in very low percentages. Seven cereal taxa were found in samples from the floor of the crop processing area SF08, where *T. aestivum/durum* (56.0%) and *T. monococcum* (21.9%) were most abundant, followed by *T. dicoccum*, hulled *H. vulgare* and *Avena* sp.

Seven pulse taxa were identified (ESM 1, Fig. 4). *V. faba* var. *minor* was the main one, especially in EDM04 (41.0%). *V. cf. sativa* and *Lathyrus*, with *L. sativus* and *L. cicera*, were found in more than half of the contexts; *Cicer arietinum*, *V. ervilia* and cf. *Pisum* were present only in the assemblage from the storehouse C12.

Weeds and wild plants

Thirteen wild plant taxa were identified (ESM 1). Caryopses of Poaceae were found in the village phase, while in the manor and castle phases, 11 and 13 taxa were found, respectively. The identified taxa belonged mainly to ruderals and weeds of cultivated fields and among cereals. The only taxon belonging to wild woodland vegetation was *Quercus* sp.

Caryopsis size of *T. aestivum/durum* and *T. monococcum*

Caryopsis length, width, thickness and volume of *T. aestivum/durum* from the village phase were significantly smaller compared to both the other settlement phases and the caryopses from Florence dated to the 13th-14th century A.D. (Table 2, Fig. 5). No significant difference was found in the caryopsis size of *T. monococcum* between the village and the manor phases (Table 2, Fig. 5), whereas the length, width, thickness and volume of *T. monococcum* caryopses decreased significantly passing from these phases to the castle phase and from this to the 13th-14th century A.D. in Florence (Table 2, Fig. 5).

Discussion

The village

The samples from the floor levels of hut C24 indicate what was cultivated during the period of its occupation (Fig. 2), thus they can provide a good idea of the agricultural economy of the village.

The storage silo pit in hut C26 had a very low concentration of plant remains (24.3 per litre) and the finds were not homogeneous. Thus we can suppose that the seeds were probably related to residues of the products stored during its use, from the

Phase	Species					
	<i>Triticum aestivum</i>			<i>Triticum monococcum</i>		
	Caryopsis length (mm)	Caryopsis width (mm)	Caryopsis thickness (mm)	Caryopsis length (mm)	Caryopsis Width (mm)	Caryopsis thickness (mm)
Village	2.67b	4.70b	3.30b	5.40ab	2.68ab	2.83ab
Manor	2.90a	5.12a	3.58a	5.55a	2.83a	2.91a
Castle	2.86a	5.02a	3.56a	5.27b	2.53b	2.73b
Florence	2.94a	5.00a	3.52a	5.15b	2.22c	2.54c

Table 2. Length (L), width (W) and thickness (T) of caryopses of *Triticum aestivum/durum* and *T. monococcum* (in mm) collected at three settlement phases of Miranduolo and at Florence. Within columns, any couple of means followed by different letters are significantly different according to the Duncan test ($P \leq 0.05$). This means, for instance, that the length of *T. aestivum/durum* caryopses was significantly smaller in the village phase (mean value followed by the letter “b”) than in the other two phases and Florence (mean values followed by the letter “a”). Similarly, the length of *T. monococcum* caryopses in the village phase (mean value followed by the letters “ab”) was not different from those in the manor phase (mean value followed by the letter “a”) and, at the same time, it did not differ from those from the castle phase and Florence (mean values followed by the letter “b”).

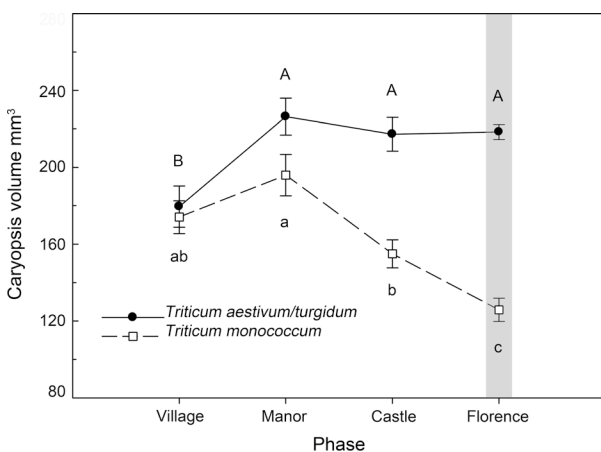


Figure 5. Changes in caryopsis volume of *Triticum aestivum/durum* and *T. monococcum* between the 8th and the 11th century A.D. at Miranduolo, compared with the 14th century caryopses from Florence (grey area). Vertical bars represent standard errors of the means. Different letters indicate means significantly different according to the Duncan test ($P \leq 0.05$). Upper case and lower case letters were used for *T. aestivum/durum* and *T. monococcum*, respectively.

bottom of the pit. However these data were very similar to those from the floor of hut C24. All the identified crops were cultivated in Italy during the Roman period (Castelletti et al. 2001; Forni 2002), thus we can hypothesize that there was high quality farming in this phase; the noticeable presence of *Triticum monococcum* (einkorn) represents an element of discontinuity with Roman agriculture (Fig. 6).

According to historians, agriculture in the High Middle Ages experienced difficulties because of the collapse of Roman agrarian organisation together with incapacity and technical deficiency (Montanari 1979, 2002; Sadori and Susanna 2005). However, our data suggest a good knowledge about both crop requirements and soil properties. Indeed, although soils were not very fertile, because of the presence of sand, clay and chalk, farming was mainly based on the cultivation of cereals and also of naked wheats (*T. aestivum/durum*), which represented the best choice for achieving good crop yields and quality from the farming of the settlement (Fig. 6). Furthermore, farmers used crops which were more resistant to environmental adversities. Indeed, *Hordeum vulgare* (barley) and *Panicum miliaceum* (common millet) are suitable for growing on poor soils and under severe drought, completing their life cycle in a short time. Einkorn adapts better than naked wheats to poor soils because of its hardiness (Zohary and Hopf 2004).

Morphological features did not allow differentiation between *Avena fatua* (wild oat) and *A. sativa* (cultivated oat), but we hypothesize that these caryopses can be attributed to the cultivated species because it was present with high frequency and percentages (Fig. 6) especially in the silo destined for domestic foodstuffs (Fig. 2). In this phase, *Triticum dicoccum* (emmer) and *Secale cereale* (rye) were present only in the silo pit (Fig. 2) and in amounts that were too small to infer their cultivation and deliberate storage (Fig. 6). Indeed, it was reported that low levels of minor cereals can contaminate the dominant cultigens because of their similar growing habitat and harvest time (Jones and Halstead 1995). Similarly, some Fabaceae found in the silo pit, *Vicia ervilia* (bitter vetch) and *Lathyrus* sp. (grass/red pea), and on the floor surface, *Pisum sativum* (pea), could be contaminating taxa (Fig. 2). However, at Miranduolo, grass/red pea was found on the floor surface in the same amounts as the hulled barley (Fig. 2), and thus it can be hypothesized that it was also cultivated, and it could have been grown on the poorest soils thanks to its hardiness.

Even *Vicia faba* var. *minor* (broad bean, horse bean) was found in the silo pit in sufficient quantity to be considered a cultivated plant (Fig. 2). According to Castelletti et al. (2001), in Italy during the High Middle Ages, bitter vetch lost its importance and horse bean predominated together with pea and grass/red pea.

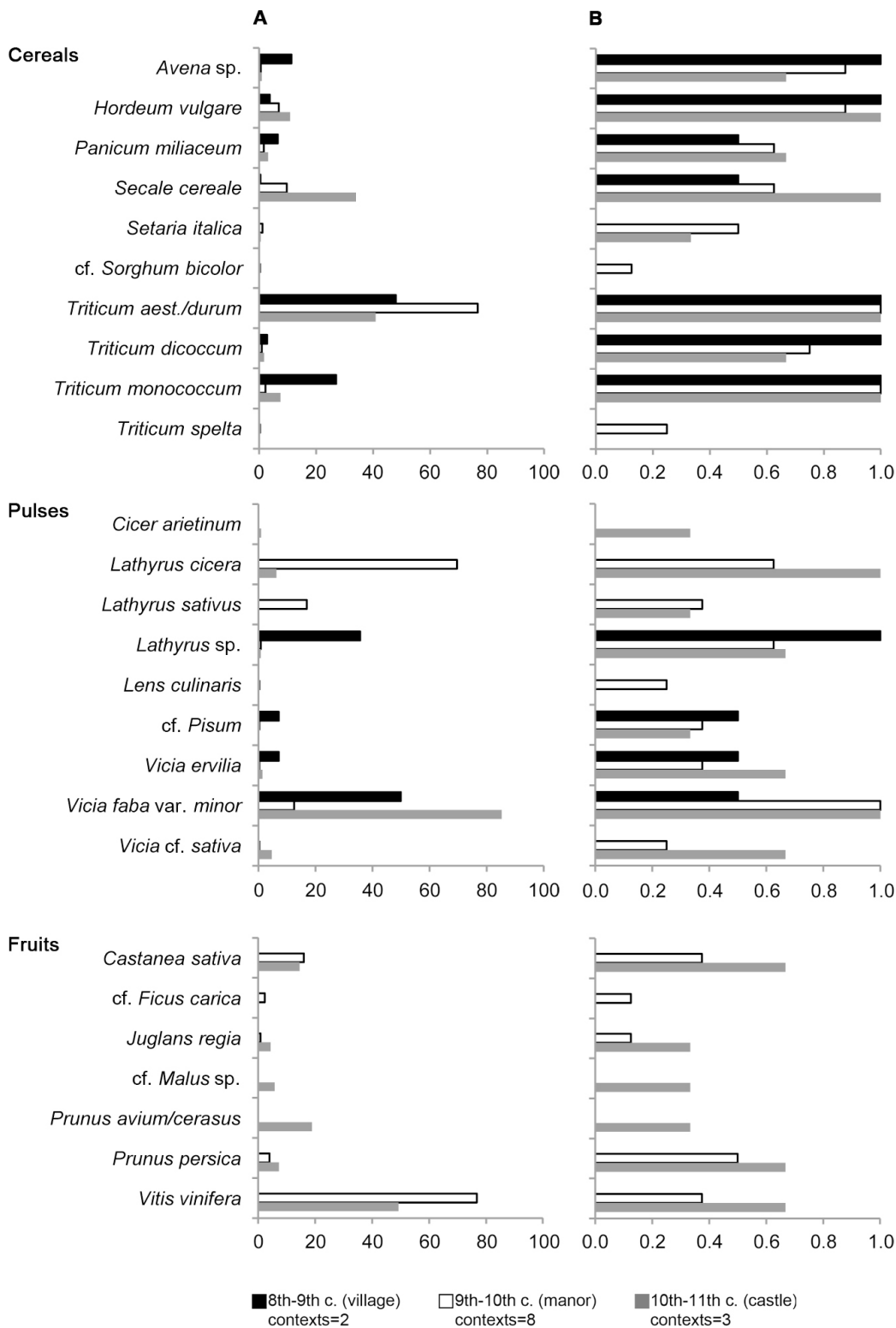


Figure 6. Column A, Comparison of the percentages of cereals, legumes and fruits out of the total of the reference group, in the three chronological phases between the second half of the 8th century A.D. and the first quarter of the 11th; Column B, comparison of the frequency index of cereals, legumes and fruits out of the total of the reference group, by archaeological contexts in the three chronological phases between the second half of the 8th century A.D. and the first quarter of the 11th. The percentages and the frequencies are calculated on the basis of the individuals found, but in the contexts where only fragments of a taxon have been found, these have been included.

In general in this phase, we observed that the crops were carefully processed before storage, since small amounts of spikelet forks and glume caryopses were found (Fig. 2). Seed sizes of Poaceae and Fabaceae weeds or contaminants are generally very similar to those of cultivated cereals, and this complicates their elimination from the grain during both sieving and hand cleaning (Hillman 1981, 1984; Jones 1984).

The discontinuity with the Roman world was shown by the important role of einkorn, and although it produces bread with characteristics comparable to the best wheat breads, it is rarely found in remains from the Roman period and always in smaller amounts than emmer (Castelletti et al. 2001). At Miranduolo, in addition to einkorn, we found crops such as rye, emmer and barley which are more productive under adverse growing conditions and also easier to process than wheats. Thus it becomes important to understand the role of einkorn. Between the 6th and 10th centuries A.D., einkorn characterized the cereal assemblages both in urban and rural sites in northern and central Italy, often being more abundant than naked wheats, rye and barley. In the north, this was observed in the towns of Brescia (Castelletti and Maspero 1988; Castiglioni et al. 1999), Alba (Castelletti and Motella De Carlo 1999) and Parma (Bosi et al. 2011); in central Italy, in the village of Montarrenti, a site 20 km from Miranduolo (Cantini 2003). It is interesting to note that these areas of northern Italy and Colline Metallifere were mainly settled by Lombards (Brogiolo 1993; Micheletto 2000; Azzara 2004; Valenti 2012), a Scandinavian population found in Italy from A.D. 569 until 774. Thus we wonder whether einkorn should be considered a cereal cultivated by the Lombard people for cultural reasons and/or eating preference. This possibility has an interesting parallel in the Iberian Peninsula where einkorn was used for making bread during the time of Arabian dominance (Peña-Chocarro and Zapata Peña 1998). On the other hand, archaeological sources suggest a domestic and subsistence crop production in the High Middle Ages, as indicated by the absence of buildings for crop storage in the settlements (Bianchi and Grassi 2012). The historical sources show that the local aristocracy did not interfere with the economic choices and the management of agricultural resources of the villages (Wickham 2005). Thus, the low productivity of *T. monococcum* does not disagree with these low-income economic contexts; in fact, the agrarian economy during the village phase of Miranduolo had a domestic and subsistence character, as suggested by the storage in silo pits for the needs of single family units.

The manor

The assemblages from the manorial phase, between the 9th and 10th centuries A.D., showed that the farming of the settlement was intended to produce valuable crops (Fig. 6). The fillings of silo A

and the remains in hut C28 mainly contained single stored crops, horse bean and naked wheats, respectively (Fig. 3). According to historical sources, these crops were sown, harvested and stored separately from other cereals and legumes (Montanari 1979). As in the previous phase, the fills of silo pits B, C and D consisted of pit bottom residues from several goods successively stored during their use, mainly naked wheat, einkorn, hulled barley and common millet (Fig. 3). These cereals were the same as those of the previous phase, thus the manor continued and stabilized crop production in the village.

The storehouses were the most important structures for storage in the manorial court: the differences between the records from the silo pits and the storehouses were significant (Fig. 3). The similarity among the layers of ditch F06 and storehouse C01 (Fig. 3) is explained by the fact that the layer sampled in the ditch was located close to the storehouse and it was therefore affected by the scattering of seeds caused by fire and the collapse of this building. In fact, in the storehouses, the predominance of large seeds and free-threshing grains (grass/red pea, naked wheats, rye and horse bean), suggests that they had probably been selected before being stored in the manorial court. In late medieval Ferrara, the archaeobotanical record suggests that some taxa with unusually large seeds or fruits were considered to be better quality foods for the table of the Este family court (Bosi et al. 2009). For Miranduolo, our hypothesis is that the lord asked for grains of quality not only for food, but also to be marketed elsewhere. The small percentage of other crops (hulled barley, common millet and einkorn) could be interpreted as contaminants as suggested by Jones and Halstead (1995).

Our data show that among pulses, horse bean was common in all the contexts and held a major role in farming (Fig. 6). Among the species within the genus *Lathyrus*, *L. sativus* (grass pea) is very similar to *L. cicera* (red pea), a weed of cereals. The character used to differentiate between the two species in the charred seeds of Miranduolo was the position of the small oval hilum as previously described (Helbæk 1969; Renfrew 1973; Sadori and Susanna 2005). In medieval sites the role of grass pea and red pea as crops is often ambiguous (Ruas 2005). Sadori and Susanna (2005) indicated the use of grass pea in a poor late Roman settlement, suggesting either poor cultivation techniques or the harvesting of wild plants. In Miranduolo, grass pea and red pea can be interpreted as cultivated because they were found in large amounts in the storehouse (Fig. 3). These pulses could be grown on the poorest soils and this indicates the will to cultivate even the most difficult soils. Grass pea is currently cultivated in central Italy and in Spain both as fodder and as food (Peña-Chocarro and Zapata Peña 1999).

Other minor cereals found in this phase were emmer and oat, and these could be considered as contamination of the cereal crops, where they were tolerated by farmers (Fig. 6; Castelletti et al. 2001). In general, our data confirmed the lack of interest in emmer and oat cultivation as inferred from both historical sources and previous archaeobotanical studies in Italy (Montanari 1979; Costantini et al. 1983; Castelletti et al. 2001).

Other pulses were found in so low percentages that our data cannot certainly support the hypothesis of their cultivation (Fig. 6); nevertheless, because of their characteristics, it is also conceivable that they were probably sown on the poorest soils. It is noteworthy that until few decades ago in central Italy, the “*Mociarino*” (the local name of bitter vetch) was often considered the only alternative to growing rye. It was still sown between the ditches and on the trampled borders of the fields.

Remains of charred fruit came from several contexts related to the manorial court (Fig. 3); this evidence suggests that their consumption was probably reserved for the leading social class. Fruit and nut growing appears in this phase; *Juglans regia* (walnut) and *Prunus persica* (peach) are sporadic in the manor as well as in the castle, but in this latter phase they were present in more than half of the contexts (Fig. 6); the presence of luxury foods confirms the abandonment of subsistence farming. Peach stones from the early Middle Ages are very rare in Italy and mainly linked to urban sites (Sadori et al. 2009). Our data show that during the High Middle Ages, peach trees were even cultivated far from the towns. *Castanea sativa* (chestnut) finds follow a similar pattern to peach and walnut; however, the charcoal analyses carried out on material from the site revealed that chestnut was widely used as timber in the village phase (Di Pasquale, unpublished data). This indicates a change in the management of chestnut which leads us to suppose that chestnut growing started locally in the second half of the 9th century A.D. These data disagree with the idea that chestnut cultivation developed in the Roman period, and highlights the fact that in central-southern Italy chestnut was used mainly for timber until the early Middle Ages (Di Pasquale et al. 2010; Allevato et al. 2012). In wider terms, the quality of the fruit taxa seems to show awareness of good cultivation practices, and this does not support the common hypothesis that during the Middle Age the gathering of wild plants was more common than cultivation (Montanari 2002). Only a few seeds and pedicels of *Vitis vinifera* ssp. *vinifera* (grapevine) were found, and we hypothesize that its cultivation was limited to the production of the wine required for church purposes at the site.

In this phase the amount of weed seeds was larger than in the previous periods even though it remained low (Fig. 3). In addition, a small number of spikelet forks were found and this allows us

to suggest that careful cleaning operations were carried out before storage. In addition, the presence of rye, barley and the dominant naked wheats shows the selection of productive crops, suggesting an improvement in farming management and in resource selection (Fig. 6). Einkorn cultivation did not disappear, but cereals with better yields and easier processing were preferred at that time. The low productivity of einkorn and the difficulty in dehusking it probably conflicted with the new economic system.

The Lombard dominion in Italy was ended in central-northern Italy by the Franks of Charlemagne in A.D. 774; the transition from the village to the manorial court coincided with the diffusion of the Carolingian feudal economic system, when the great landlords began to control the economies of the villages (Wickham 2005). In the Colline Metallifere, archaeological sources show that storehouses were built in the settlements between the 9th and the 10th century A.D., in parallel with the new farming system (Bianchi and Grassi 2012). In Miranduolo, a clear-cut change in crop management happened: at this time the largest pulses and the most productive and free-threshing of the cereals were selected to be stored in the barns of the manor court; this centralization of the best products was part of the manorial economy.

The castle

The transition from manorial court to the castle coincided with the establishment of the feudal economic system (Wickham 2005). Cereals and pulses kept in storehouses were analogous to the previous phase (Fig. 4), confirming the preference for keeping stocks of major economic importance in barns, and this is in agreement with this new economic system. In one of the storehouses, horse bean was the predominant pulse; red/grass pea, common vetch, pea and bitter vetch continued to be present, while *Cicer arietinum* (chick pea) appeared (Fig. 4). These pulses were often present in more than half of the contexts, but their small percentages cannot fully support their cultivation in this phase (Fig. 6).

The data from the floor of the crop processing area show that cereals were processed there (Fig. 4). The role of einkorn in local farming is evident, but it was absent from the storehouse.

Grapevine was indicated by grape pips and also by charred pruning remains (Di Pasquale, unpublished data), confirming the presence of a vineyard. The use of fruit and nuts increased; chestnut and peach remains were present in more than half of the contexts (Fig. 6).

In this phase, the presence of weeds was greater than in the preceding phase (Fig. 4) and clearly this was due to less care in the post-harvest cleaning. We wonder whether this could be interpreted

as the consequence of the new economic structure in this area, which led to the necessity to satisfy quickly and abundantly the rising demand from the markets for agricultural products.

Dimensional variation of caryopsis size of *T. aestivum/durum* and *T. monococcum*

The analysis of the size changes variation of the grains of naked wheat and einkorn reinforces the interpretative picture already discussed. A significant increase in caryopsis length, width and thickness of naked wheats was found in the transition from the village to the manorial phase, whereas from the manorial to the castle phase the caryopsis size remained similar (Table 2, Fig. 5). This size increase can be considered a consequence of improvements in farming. This improvement in grain quality, since large fruit size is among the most desirable traits, could be the result of human selection for specific plant attributes (Lepofsky et al. 1998), by the intentional harvesting of the best quality wheats to satisfy the lord's request (Bosi et al. 2009). Furthermore, the size of naked wheat grains from Miranduolo was even similar to those found at Florence from the Communal Age (13th-14th century A.D.) (Table 2, Fig. 5). This similarity is especially noteworthy because it is known that in this period, Florence had an advanced urban structure and thus excellent food resources (Buonincontri et al. 2007a; Mariotti Lippi et al. 2013). This indicates that the selection of wheats with larger grains took place in the rural settlements of the manors and castles before the Communal Age. Production surplus and trade were probably possible because of the use of these crops; caryopsis sizes between the 9th and the 11th centuries A.D. were probably the most which could be achieved, at least until the 13th-14th centuries A.D.

On the contrary, grains of einkorn significantly decreased in size from the beginning of the manor phase, with values similar to those from Florence in the 13th-14th century (Table 2, Fig. 5). Size reduction suggests a change in the role of this cereal, which became more marginal, starting from the Carolingian phase. On the other hand, its continued presence in the assemblages shows continuity in the choice of this cereal. Thus, this size reduction could be a further confirmation of the cultural significance of einkorn during the Lombard period.

Between the 9th and the 11th century A.D. and then during the whole late Middle Ages in central Italy, einkorn appears in such small quantities that it is considered to have been a weed (Costantini et al. 1983; Clark et al. 1989; Castiglioni and Rottoli 1997; Buonincontri et al. 2007a), or it is absent from the archaeobotanical records (Nisbet 1999; Bandini Mazzanti et al. 2005; Fiorentino et al. 2007). The range of einkorn has receded to such a point since then, that today in Italy it is grown only in tiny areas of the Daunian Apennines as a local crop, often for bulgur or as

animal feed (Perrino and Hammer 1982; Hammer and Perrino 1984). These lands belonged to the Duchy of Benevento, which survived as Lombard up to the Norman conquest in the 11th century A.D. A decrease in einkorn was also found in the southwest French Massif Central, where from the 9th century A.D., einkorn was found in such small quantities that it was considered as a subsidiary crop or even a tolerated weed (Ruas 2007).

Conclusion

This study has allowed us, for the first time in central Italy, to understand from a deep and detailed time sequence, from the middle of the 8th to the first quarter of the 11th century A.D., the cultivation of crops by a rural settlement during its transition from a Lombard farming village to a Carolingian manorial court, and finally to a feudal castle under the strong control of a landlord.

The presence of valuable crops such as naked wheats and horse bean suggests continuity with the agricultural tradition of the Roman world. Already from the 8th century A.D. the inhabitants were able to produce good quality yields on unfavourable soils, thanks to careful cultivation techniques.

The constant presence of hardier cereals such as einkorn, barley, rye and millets shows the will to grow a wide range of crops in order to manage any bad harvests, and it indicates the inhabitants' awareness of the low agricultural potential of the land. Einkorn can be considered a "cultural" element of Lombard crops.

In the Carolingian period, the reduction of einkorn in favour of more productive crops such as rye and barley indicates a further improvement of productive capacity as also confirmed by the appearance of luxury fruit trees. The final phase of the Carolingian empire and of the period under a feudal economic system is characterized by greater attention to an economy devoted to achieving a production surplus.

Morphometric analysis validated the supposed improvements of the productive processes from the village to the manorial phase and the following significant loss of importance of einkorn. This confirmed the cultural significance of this crop in the Lombard period.

Acknowledgements

This research was funded by the “Archeologia dei Paesaggi Medievali” Project. The authors dedicate this work to the memory of Professor Riccardo Francovich. We are grateful to the referees for their helpful and constructive suggestions through the paper.

References

- Allevato E, Buonincontri MP, Vairo MR, Pecci A, Cau MA, Yoneda M, De Simone GF, Aoyagi M, Angelelli C, Matsuyama S, Takeuchi K, Di Pasquale G (2012) Persistence of the cultural landscape in Campania (Southern Italy) before the A.D. 472 Vesuvius eruption: archaeoenvironmental data. *J Archaeol Sci* 39:399-406. doi:10.1016/j.jas.2011.09.026
- Alonso Martinez N (2005) Agriculture and food from the Roman to the Islamic Period in the North-East of the Iberian peninsula: archaeobotanical studies in the city of Lleida (Catalonia, Spain). *Veget Hist Archaeobot* 14:341-361. doi: 10.1007/s00334-005-0089-4
- Andreolli B (1981) I prodotti alimentari nei contratti agrari toscani dell’Alto Medioevo. *Archeol Mediev* 8:117-126
- Antolin F, Buxò R (2011) Proposal for the systematic description and taphonomic study of carbonized cereal grain assemblages: a case study of an early Neolithic funerary context in the cave of Can Sadurni (Begues, Barcelona province, Spain). *Veget Hist Archaeobot* 20:53-66. doi:10.1007/s00334-010-0255-1
- Augenti A (2000) Dai castra tardoantichi ai castelli del secolo X: il caso della Toscana. In: Francovich R, Ginatempo M (eds) *Castelli, storia e archeologia del potere nella Toscana medievale*. Volume I. All’Insegna del Giglio, Firenze, pp 25-66
- Augenti A, Bondi M, Carra M, Cirelli E, Malaguti C, Rizzi M (2006) Indagini archeologiche a Classe (scavi 2004): primi risultati sulle fasi di età altomedievale e dati archeobotanici. In: Francovich R, Valenti M (eds) *IV Congresso Nazionale di Archeologia Medievale*. All’Insegna del Giglio, Firenze, pp 153-161
- Azzara C (2004). Parma nell’Emilia longobarda. *Reti Mediev Riv* 5:1-11
- Bakels CC (2002) Plant remains from Sardinia, Italy, with notes on barley and grape. *Veget Hist Archaeobot* 11:3-8

- Bandini Mazzanti M, Bosi G, Mercuri AM, Accorsi CA, Guarnieri C (2005) Plant use in a city in Northern Italy during the late Mediaeval and Renaissance periods: results of the archaeobotanical investigation of “The Mirror Pit” (14th-15th century A.D.) in Ferrara. *Veget Hist Archaeobot* 14:442-452. doi:10.1007/s00334-005-0082-y
- Bianchi G (2010) Dominare e gestire un territorio. Ascesa e sviluppo delle ‘signorie forti’ nella Maremma toscana del Centro Nord tra X e metà XII secolo. *Archeol Mediev* 37:93-104
- Bianchi G, Grassi F (2012) Sistemi di stoccaggio nelle campagne italiane (secc. VII-XIII): l'evidenza archeologica dal caso di Rocca degli Alberti in Toscana. In: Vigil-Escalera Guirado A, Bianchi G, Quirós Castillo JA (eds) *Horrea, barns and silos. Storage and incomes in Early Medieval Europe*. Servicio editorial de la UPV/EHU, Bilbao, pp 58-77
- Bosi G, Mercuri AM, Guarnieri C, Bandini Mazzanti M (2009) Luxury food and ornamental plants at the 15th century A.D. Renaissance court of the Este family (Ferrara, northern Italy). *Veget Hist Archaeobot* 18:389-402. doi:10.1007/s00334-009-0220-z
- Bosi G, Mazzanti MB, Florenzano A, N’siala Massamba I, Pederzoli A, Rinaldi R, Torri P, Mercuri AM (2011) Seeds/fruits, pollen and parasite remains as evidence of site function: piazza Garibaldi - Parma (N Italy) in Roman and Mediaeval times. *J Archaeol Sci* 38:1,621-1,633. doi:10.1016/j.jas.2011.02.027
- Brogiolo GP (1993) *Brescia altomedievale: urbanistica ed edilizia dal IV al IX secolo*. (Documenti di Archeologia 2) Società Archeologica Padana, Mantova
- Buonincontri MP, Corbino CA, Di Pasquale G, Donnini D, Mori Secci M, Pecci A, Salvini L, Pignattelli S, Terzani M (2007a) Alimentazione e ambiente a Firenze nel XIII secolo: un approccio integrato. In: Cantini F, Cianferoni C, Francovich R, Scampoli E (eds) *Firenze prima degli Uffizi. Lo scavo di via de’ Castellani: contributi per un’archeologia urbana fra tardo antico ed età moderna*. All’Insegna del Giglio, Firenze, pp 662-682
- Buonincontri MP, Di Falco G, Moser D, Donnini D, Di Pasquale G (2007b) Il castello di Miranduolo (Siena): dati archeobotanici per il X-XI secolo. *Atti Soc Nat Mat Modena* 137:355-372
- Cantini F (2003) *Il Castello di Montarrenti. Lo scavo archeologico (1982-1987). Per la storia della formazione del villaggio medievale in Toscana (secc. VII-XV)*. All’Insegna del Giglio, Firenze
- Caracuta V, Fiorentino G (2009) L’analisi archeobotanica nell’insediamento di Faragola (FG): il paesaggio vegetale tra spinte antropiche e caratteristiche ambientali tra Tardoantico e

- Altomedioevo. In: Volpe G, Favia P (eds) V Congresso Nazionale di Archeologia Medievale. All'Insegna del Giglio, Firenze, pp 371-377
- Castelletti L (1977) Legni carbonizzati e altri resti vegetali macroscopici. In: Frova A (ed) Scavi di Luni II. Relazione delle campagne di scavo 1972-74. Bretschneider, Roma, pp 736-741
- Castelletti L, Maspero A (1988) Analisi di resti vegetali macroscopici. In: Panazza G, Brogiolo GP (eds) Ricerche su Brescia altomedioevale. Vol. 1. Lo scavo di via Alberto Mario. Ateneo di Brescia Accademia di Scienze Lettere ed Arti, Brescia, pp 125-132
- Castelletti L, Motella De Carlo S (1999) Il paesaggio nel Medioevo attraverso lo studio dei resti vegetali. In: Micheletto E (ed) Una città nel Medioevo. Archeologia e architettura ad Alba dal VI al XV secolo. Omega, Alba, pp 291-301
- Castelletti L, Castiglioni E, Rottoli M (2001) L'agricoltura dell'Italia settentrionale dal Neolitico al Medioevo. In: Failla O, Forni G (eds) Le piante coltivate e la loro storia. FrancoAngeli, Milano, pp 33-84
- Castiglioni E, Rottoli M (1997) I macroresti vegetali. In: Molinari A (ed) Segesta II. Il castello e la Moschea. Scavi 1989-1995. Palermo, pp 235-257
- Castiglioni E, Cottini M, Rottoli M (1999) I resti botanici di Santa Giulia a Brescia. In: Brogiolo GP (ed) S. Giulia di Brescia, gli scavi dal 1980 al 1992. Reperti preromani, romani e altomedievali. All'Insegna del Giglio, Firenze, pp 401-424
- Clark G, Costantini L, Finetti A, Giorgi J, Jones A, Reese D, Sutherland S, Whitehouse D (1989) The food refuse of an affluent urban household in the late fourteenth century: faunal and botanical remains from Palazzo Vitelleschi, Tarquinia (Viterbo). *Pap Br Sch Rome* 57:200-321
- Cortonesi A (2002) Agricoltura e tecniche nell'Italia medievale. I cereali, la vite, l'olivo. In: Cortonesi A, Pasquali G, Piccinni G (eds) Uomini e campagne nell'Italia medievale. Laterza, Roma-Bari, pp 190-270
- Costantini L, Costantini L, Napolitano G, Whitehouse D (1983) Cereali e legumi medievali provenienti dalle mura di Santo Stefano, Anguillara Sabazia (Roma). *Archeol Mediev* 10:393-414
- Costantini EAC, Barbetti R, Bucelli P, Cimato A, Franchini E, L'Abate G, Pellegrini S, Storchi P, Vignozzi N (2006) Zonazione viticola ed olivicola della provincia di Siena. Grafiche Boccacci Editore, Colle val d'Elsa (SI)

- Di Pasquale G, Allevato E, Russo Ermolli E, Coubray S, Lubritto C, Marzaioli F, Yoneda, M, Takeuchi K, Kano Y, Matsuyama S, De Simone GF (2010) Reworking the idea of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) cultivation in Roman times: New data from ancient Campania. *Plant Biosyst* 144:865-873. doi:10.1080/11263504.2010.491974
- Fiorentino G, Colaianni G, Novellis D (2007) Analisi archeobotaniche al Monastero medievale di Jure Vetere: ricostruzione ambientale e uso delle risorse vegetali. In: Fonseca C, Roubis D, Sogliani F (eds) *Jure Vetere. Ricerche archeologiche nella prima fondazione monastica di Giacchino da Fiore (indagini 2001-2005)*. Catanzaro, pp 243-267
- Forni G (2002) Colture, lavori, tecniche, rendimenti. In: Forni G, Marcone A (eds) *Storia dell'agricoltura italiana*. 1. L'Italia antica. 2. Età romana. Accademia dei Georgofili, Firenze, pp 63-156
- Francovich R, Hodges R (2003) *Villa to village*. Bristol Classical Press, London
- Grasso AM, Fiorentino G (2009) Studi archeobotanici per l'Italia medievale: una sintesi. In: Volpe G, Favia P (eds) *V Congresso Nazionale di Archeologia Medievale. All'Insegna del Giglio*, Firenze, pp 120-125
- Hammer K, Perrino P (1984) Further information on farro (*Triticum monococcum* L. and *T. dicoccon* Schrank) in South Italy. *Kulturpflanze* 32:143-151
- Helbæk H (1969) Plant collecting, dry-farming and irrigation agriculture in prehistoric Deh Luran. In: Hole F, Flannery KV, Neely JA (eds) *Prehistory and human ecology of Deh Luran Plain*. (Memoirs of the Museum of Anthropology, vol. 1) University of Michigan, Ann Arbor, 383-426
- Hillman GC (1981) Reconstructing crop husbandry practices from charred remains of crops. In: Mercer R (ed) *Farming practice in British prehistory*. Edinburgh University Press, Edinburgh, pp 123-162
- Hillman GC (1984) Interpretation of archaeological plant remains: the application of ethnographic models from Turkey. In: Van Zeist W, Casparie WA (eds) *Plants and Ancient Man: Studies in the Palaeoethnobotany*. Balkema, Rotterdam, pp 1-42
- Hubbard RNLB (1992) Dichotomous keys for the identification of the major Old World crops. *Rev Palaeobot Palynol* 73:105-115. doi: 10.1016/0034-6667(92)90049-M

- Jacomet S (2008) Identification of cereal remains from archaeological sites, 2nd edn. IPNA Basel, <http://ipna.unibas.ch/archbot/pdf/>
- Jones G (1984) Interpretation of archaeological plant remains: ethnographic models from Greece. In: Van Zeist W, Casparie WA (eds) *Plants and ancient man: studies in palaeoethnobotany*. Balkema, Rotterdam, pp 43-61
- Jones G (1990) The application of present-day cereal processing studies to charred archaeobotanical remains. *Circaea* 6:91-96
- Jones G, Halstead P (1995) Maslins, mixtures and monocrops: on the interpretation of archaeobotanical crop samples of heterogeneous composition. *J Archaeol Sci* 22:103-114. doi: 10.1016/S0305-4403(95)80168-5
- Lepofsky D, Kirch PV, Lertzman KP (1998) Metric analyses of prehistoric morphological change in cultivated fruits and nuts: An example from island Melanesia. *J Archaeol Sci* 25:1,001-1,014
- Maier U (1996) Morphological studies of free-threshing wheat ears from a Neolithic site in southwest Germany, and the history of the naked wheats. *Veget Hist Archaeobot* 5:39-55. doi: 10.1007/BF00189434
- Mariotti Lippi M, Bellini C, Mori Secci M, Gonnelli T, Pallecchi P (2013) Archaeobotany in Florence (Italy): landscape and urban development from the late Roman to the Middle Ages. *Plant Biosyst* 2013:1-12. doi:10.1080/11263504.2013.822433
- Micheletto E (2000) Il quartiere di San Lorenzo ad Alba (secoli V-XIII). In: Brogiolo GP (ed) *II Congresso Nazionale di Archeologia Medievale. All'Insegna del Giglio, Firenze*, pp 60-66
- Montanari M (1979) *L'alimentazione contadina nell'alto Medioevo*. Liguori, Napoli
- Montanari M (2002) Colture, lavori, tecniche, rendimenti. In: Pinto G, Poni C, Tucci U (eds) *Storia dell'agricoltura italiana. 2. Il medioevo e l'età moderna*. Accademia dei Georgofili, Firenze, pp 59-81
- Nisbet R (1999) I macroresti vegetali. In: Negro Ponzi Mancini MM (ed) *San Michele di Trino (VC). Dal villaggio romano al castello medievale. All'Insegna del Giglio, Firenze*, pp 621-630
- Peña-Chocarro L, Zapata Peña L (1998) Hulled wheats in Spain: history of minor cereals. In: Jaradat AA (ed) *Triticeae III*. Science Publishers, New Hampshire, pp 45-52

- Peña-Chocarro L, Zapata Peña L (1999) History and traditional cultivation of *Lathyrus sativus* L. and *Lathyrus cicera* L. in the Iberian peninsula. *Veget Hist Archaeobot* 8:49-52. doi: 10.1007/BF02042842
- Perrino P, Hammer K (1982) *Triticum monococcum* L. and *T. dicoccon* Schrank are still cultivated in Italy. Presence, collecting and actions. *Genet Agrar* 36:343-352
- Renfrew JM (1973) *Palaeoethnobotany*. Columbia University Press, New York
- Ruas MP (2005) Aspects of early medieval farming from sites in Mediterranean France. *Veget Hist Archaeobot* 14:400-415. doi: 10.1007/s00334-005-0069-8
- Ruas MP (2007) La parole des grains: enquête archéobotanique sur l'engrain (*Triticum monococcum* L.) au Moyen en France méridionale. In: Durand A (ed) *Plantes exploitées, plantes cultivées. Cultures, techniques et discours. Etudes offertes à Georges Comet*. Publications de l'Université de Provence, Aix-en-Provence, pp 149-170
- Ruas MP, Bouby L, Py V, Cazes JP (2005) An 11th century A.D. burnt granary at La Gravette, south-western France: preliminary archaeobotanical results. *Veget Hist Archaeobot* 14:416-426. doi: 10.1007/s00334-004-0057-4
- Sadori L, Susanna F (2005) Hints of economic change during the late Roman Empire period in central Italy: a study of charred plant remains from "La Fontanaccia", near Rome. *Veget Hist Archaeobot* 14:386-393. doi: 10.1007/s00334-005-0010-1
- Sadori L, Allevato E, Bosi G, Caneva G, Castiglioni E, Celant A, Di Pasqual, G, Giardini M, Mazzanti M, Rinaldi R, Rottoli M, Susanna F (2009) The introduction and diffusion of peach in ancient Italy. In: Morel JP, Mercuri AM (eds) *Plants and culture: seeds of the cultural heritage of Europe*. Edipuglia, Bari, pp 45-61
- Schoch WH, Pawlik B, Schweingruber FH (1988) *Botanische Makroreste*. Paul Haupt, Bern
- Valenti M (2004) L'insediamento altomedievale nelle campagne toscane. *Paesaggi, popolamento e villaggi tra VI e X secolo*. All'Insegna del Giglio, Firenze
- Valenti M (2006) Miranduolo (Chiusdino, SI). Dal villaggio di capanne al castello in materiali misti. In: Francovich R, Valenti M (ed) *IV Congresso Nazionale di Archeologia Medievale*. All'Insegna del Giglio, Firenze, pp 257-262
- Valenti M (2009) Chiusdino (SI). Miranduolo. *Not Soprintend Beni Archeol Toscana* 4:530-548

- Valenti M (2011) Miranduolo (Chiusdino – SI). Campagna 2011. (FOLD&R Italy Series 241)
<http://www.fastionline.org/docs/FOLDER-it-2011-241.pdf>
- Valenti M (2012) Villaggi e comunità nella Toscana tra VII e X secolo: la ricerca archeologica. In: Galetti P (ed) Paesaggi, Comunità, Villaggi. Fondazione Centro italiano di Studi sull'Alto Medioevo, Spoleto, pp 477-504
- Van der Veen M (1985) An Early Medieval hilltop settlement in Molise: the plant remains from D85. *Pap Br Sch Rome* 53:211-224
- Van Zeist W (1970) Prehistoric and early historic food plants in the Netherlands. *Palaeohist* 14:41-173
- Viggiani P (1991) Erbe spontanee e infestanti: tecniche di riconoscimento. Edagricole, Milano
- Wickham C (2005) Framing the Early Middle Ages: Europe and the Mediterranean, 400-800. Oxford University Press, New York
- Zohary D, Hopf M (2004) Domestication of plants in the Old World, 3rd edn. Oxford University Press, Oxford

CAPITOLO 4

Reworking the history of chestnut cultivation in western Mediterranean: charcoal data from a rural settlements of central Italy (7th - mid-14th c. AD)

Gaetano Di Pasquale, Mauro Buonincontri, Antonio Saracino

Manoscritto per:

Vegetation History and Archaeobotany

Reworking the history of chestnut cultivation in western Mediterranean: charcoal data from a rural settlements of central Italy (7th - mid-14th c. AD)

GAETANO DI PASQUALE, MAURO BUONINCONTRI*, ANTONIO SARACINO

Laboratory of Vegetation History and Wood Anatomy. Department of Agriculture, University of Naples "Federico II", Via Università, 100, I-80055 Portici, Italy

*e-mail: mauropaolo.buonincontri@unina.it

Keywords *Castanea sativa · Charcoal analysis · Cultural landscapes · Middle Ages · Timber*

Introduction

Ad oggi i boschi di castagno rappresentano uno degli ecosistemi forestali più comuni nei paesaggi d'Europa. La gestione da parte dell'uomo ne ha consentito la diffusione ben oltre i confini del loro potenziale range ecologico. Attualmente i castagneti in Europa si estendono su una superficie di circa 2 milioni di ettari e l'Italia, con circa 800,000 ettari di boschi di castagno, rappresenta il 40% di questa area (INFC 2005).

L'analisi delle fonti storiche e della cultura materiale hanno dimostrato che lo sfruttamento dei castagneti ha rappresentato per secoli un'importante fonte di reddito per le popolazioni di molti territori europei (Pitte 1986). In Italia centrale in particolare, le fonti storiche hanno evidenziato come i frutti del cosiddetto "albero del pane" siano stati un alimento importante, quando non esclusivo, per le popolazioni degli Appennini dal Medioevo e successivamente durante l'Età Moderna, mentre legna e prodotti forestali minori erano i pilastri su cui si basava l'attività economica di queste terre (Cherubini 1981). Questa dipendenza del sistema produttivo dal castagneto ha portato alla coniazione del termine di "civiltà del castagno", che esprime la pienezza della relazione culturale di queste popolazioni col castagno, ma anche l'autonomia e la competenza rispetto ad altri sistemi di produzione che caratterizzavano le pianure.

L'eredità di questa tradizione secolare oggi è misurabile in termini di estensione del castagneto in Italia centrale che ricopre una superficie pari a circa 245,000 ettari (INFC 2005), un quarto di quella nazionale, e nella produzione di castagne e marroni certificata dalla EU da tre marchi PDO (Protected Designation of Origin) e due PGI (Protected Geographical Indication) nella promozione

e protezione dei prodotti agricoli e alimentari di qualità (DOOR 2014).

Nonostante la sua ampia diffusione e ruolo socio-economico, la storia del castagno è ancora poco conosciuta, sia per quanto riguarda le origini, sia i tempi e le modalità di diffusione della sua coltivazione. Nei trattati di botanica (Pignatti 1982; Gellini and Grossoni 1997; Bernetti 1995), di paleoetnobotanica e di biogeografia (van Zeist 1991; Zohary & Hopf 2000; Forni 2002; Quézel, Médail 2003) è ampiamente accettato che questo albero sia stato coltivato e diffuso dai Romani nelle due forme di castagneto da frutto o ceduo. Sulla base delle fonti storiche e dei records pollinici, Conedera et al. (2004) hanno suggerito che nessuna prova di coltivazione sistematica di castagno esiste nelle regioni controllate dai Romani e che i romani potrebbero aver introdotto l'idea della coltivazione sistematica e dell'utilizzo di castagno. Più di recente, Di Pasquale et al. 2010, comparando i carboni archeologici con le sequenze polliniche nella Campania di età romana, ha suggerito che i Romani non diffusero la coltivazione del castagno nella regione, ma che la specie era localmente sfruttata per il legno; alla fine del periodo romano, tra 5th e 6th centuries AD, il legno di castagno diventa invece un materiale d'opera comune e ampiamente diffuso nel territorio.

Il grande interesse per la gestione dei castagneti per la produzione di frutti più probabilmente si è sviluppato dopo il periodo romano e può essere associato con le strutture socio-economiche di epoca medievale (Conedera et al. 2004). Nei record pollinici in effetti i valori più alti di polline di castagno si registrano durante l'età medievale (Mercuri et al. 2013) e il confronto col dato archeobotanico dell'Italia settentrionale ha indicato che la presenza del castagno incrementa nel 5th e 6th centuries AD, perché i suoi frutti diventano una componente essenziale nella dieta (Rottoli 2014).

Sembra logico che la diffusione del castagno nel paesaggio forestale sia stata incoraggiata da un importante cambiamento nelle abitudini alimentari, con un uso maggiore del castagno per l'alimentazione umana. Questo processo è stato chiaramente guidato da profondi cambiamenti socio-economici. Tuttavia, nell'Alto Medioevo, dopo il 6th century AD risulta difficile quantificare o avvalorare il ruolo del bosco di castagno negli insediamenti dell'Italia centrosettentrionale, per la carenza di dati archeobotanici significativi e lunghe cronologie indagate. In questo caso le fonti storiche non sono di aiuto perché registrano una significativa presenza del castagno solo a partire dal 10th century AD quando il frutto diventa rendita feudale; la castanicoltura a questo punto è stata però messa in relazione con la diffusione dei castelli e il controllo dei territori delle famiglie feudali (Quiròs Castillo 1998). Solo nel tardo Medioevo la documentazione diventa sufficientemente esplicita e significativa per valutare il peso e l'impatto dell'economia dei boschi di castagno nei territori dell'Italia centrosettentrionale. Numerosi scrittori dei secoli 13th e 15th AD descrivono il

grande peso raggiunto dai castagneti per la produzione di cibo, la fornitura di legname e tutte le attività collaterali che hanno specializzato la cosiddetta “civiltà del castagno” (Cherubini 1981). A quel punto i boschi di castagno saranno estesi in un areale più o meno simile a quello all'inizio del secolo attuale.

L'analisi dei resti antracologici dall'insediamento rurale di Miranduolo fornisce una speciale opportunità di arricchire le conoscenze sul castagno durante il Medioevo nell'Italia centrale, grazie alla lunga diacronia affrontata (fra 7th e mid-14th centuries AD), per la grande quantità di campioni analizzati e la possibilità di comparare strettamente il record antracologico con i dati archeologici e l'evoluzione culturale dell'insediamento. Inoltre, l'occasione di confrontare i risultati antracologici con la corrispettiva lunga sequenza di dati carpologici (Buonincontri et al. 2014) permette di delineare nel dettaglio l'uso delle risorse agrarie e forestali. Gli obiettivi di questo lavoro dunque sono:

1. determinare gli ambiti di uso del legno di castagno nelle diverse fasi culturali dell'insediamento;
2. evidenziare le peculiarità e le differenze nello sfruttamento della pianta lungo la diacronia insediativa;
3. verificare l'avvio della castanicoltura da frutto;
4. comprendere il peso economico del castagneto nell'economia delle varie fasi dell'insediamento.

Study area

Il territorio di Miranduolo è situato sulle pendici orientali della zona collinare delle Colline Metallifere, nella Toscana centrale, tra 350 e 750 m s.l.m., a 40 km a sud ovest di Siena (Fig. 1a), ed è attraversato a nord dal fiume Merse. La stazione meteorologica più vicina di Pentolina (450 m s.l.m.) indica temperature minime medie del mese più freddo (Febbraio) di 2° C e temperature medie massime del mese più caldo (Agosto) di 29° C; le precipitazioni sono di circa 1,000-1,100 mm/anno.

Boschi misti di latifoglie, in prevalenza di *Quercus cerris* L. (cerro) e *Q. pubescens* Willd. (roverella), coprono l'area circostante; piccoli nuclei di boschi di *Castanea sativa* Miller (castagno) sono anche presenti, caratterizzati da parecchi alberi secolari. La vegetazione sempreverde, dominata da *Q. ilex* L. (leccio) è presente sulle cime delle colline. Nella pianura, vicino al fiume Merse, la vegetazione naturale è rappresentata da alberi isolati di roverella e *Fraxinus oxycarpa*

Bieb . (frassino meridionale), nonché da vegetazione ripariale con *Populus nigra* L. (pioppo), *Salix alba* L., *S. caprea* L. e *S. eleagnus* L. (salici).

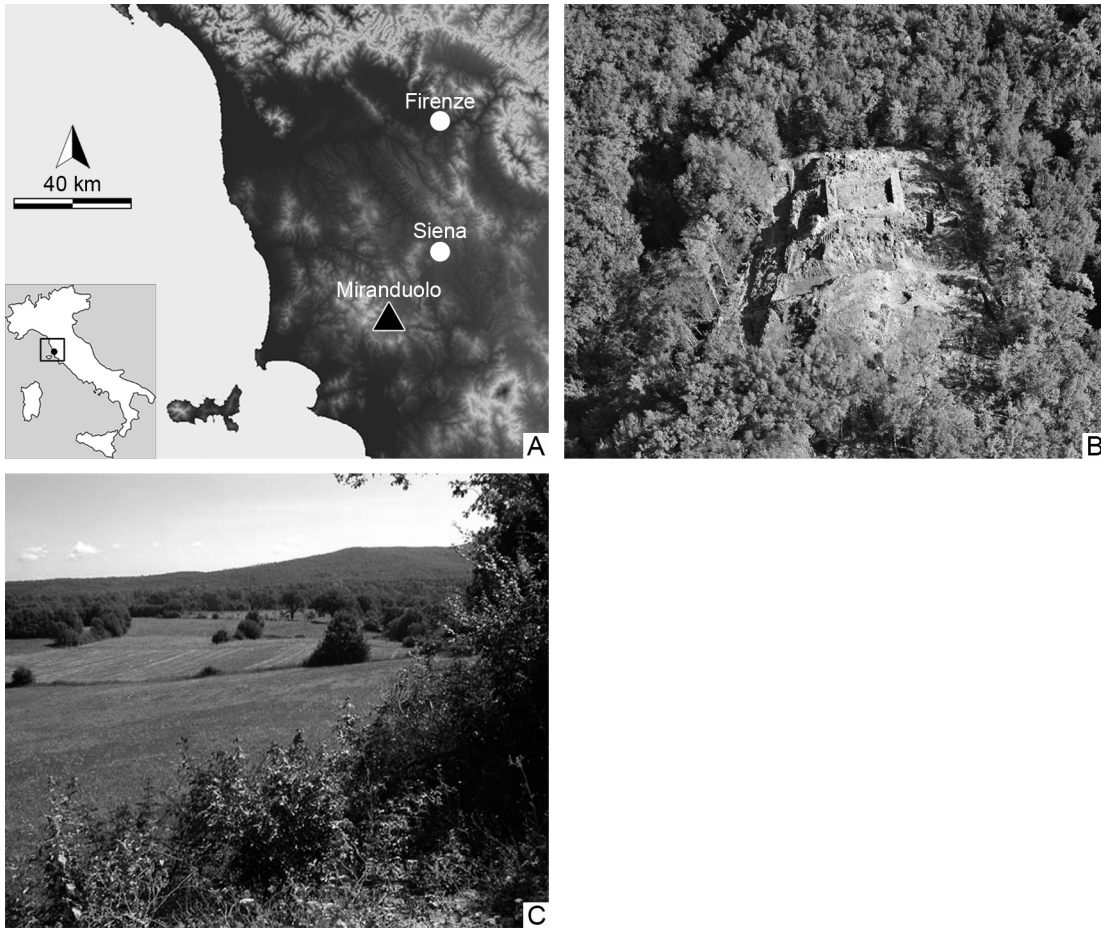


Figure 1. The archaeological site of Miranduolo. A, Location map of the site; B, Aerial view of the castle of Miranduolo (Source: <http://archeologiamedievale.unisi.it/miranduolo>); C, The landscape surrounding the site: arable field along the river Merse and hills of the Colline Metallifere.

I terreni sulle colline sono piuttosto sterili; le pianure sono costituite da depositi fluviali e localmente di terreni sabbiosi e argillosi, con depositi di gesso che rappresentano un fattore limitante per i rendimenti delle colture (Costantini et al. 2006; Carta dei Suoli della Regione Toscana, 2002).

Archaeological settings

Dal 2001 il castello di Miranduolo è stato al centro delle indagini archeologiche da parte dell'Università di Siena (Valenti 2006, 2009, 2011). La presenza del castello (Fig. 1b) è attestata da fonti storiche a partire dalla fine del 10th century AD, ma gli scavi archeologici hanno dimostrato 7

fasi dell'insediamento (Valenti 2006).

La prima fase corrisponde alla fondazione del villaggio ed è datata al 7th century AD: la collina viene insediata per volontà di una famiglia aristocratica longobarda per sfruttare le risorse minerarie del territorio. Dalla mid-8th century AD (seconda fase) il villaggio diventa un centro agricolo costituito da capanne dei contadini con silos per lo stoccaggio delle colture. Con la diffusione del sistema feudale carolingio, nella terza fase, il villaggio per volontà di un signore si sviluppa in un maniero (mid-9th – ultimo quarto 10th centuries AD): la cima della collina diventa la corte feudale, difesa da due fossati e un recinto, con diversi magazzini per lo stoccaggio dei prodotti agricoli come rendite feudali per il signore. Dall'ultimo quarto del 10th century AD (quarta fase), viene realizzato il castello di pietra per difendere il territorio, le sue risorse agricole e l'area della collina che continua ad essere utilizzata per l'accentramento delle rendite feudali. Nella quinta fase (primo quarto 11th – mid-12th centuries AD) il castello viene ulteriormente fortificato e ingrandito, ma viene comunque distrutto e tra mid-12th e mid-13th centuries AD (sesta fase) è in rovina e frequentato sporadicamente. Nell'ultima fase (mid 13th – mid-14th century AD) una famiglia aristocratica locale restaura il palazzo signorile collocato nel cassero. Diversi incendi hanno colpito il sito e hanno causato la carbonizzazione e la conservazione di una grande quantità di materiale botanico nei contesti archeologici indagati.

Materials and methods

Complessivamente sono stati campionati 81 livelli di sedimenti stratigrafici archeologici (herein Stratigraphic Units-SUs) correlati a 41 strutture archeologiche (Tab. 1). Con il termine “archaeological structures” indichiamo la presunta funzione dei contesti scavati in ciascuna fase dell'insediamento, come magazzini, capanne, edifici. L'identificazione dei campioni segue la numerazione delle SUs e delle strutture archeologiche segue il sistema usato nella documentazione di scavo. I campioni coprono l'intero intervallo cronologico, ad esclusione della sesta fase della distruzione tra mid-12th e mid-13th centuries AD; per questo periodo non sono stati rinvenuti materiali sufficienti.

Il metodo di campionamento è stato attento a separare le SUs di provenienza del materiale. Con lo scopo di ricostruire la copertura vegetale locale, le SUs interpretate come “inhabited layers” (45 SUs in 23 strutture) sono state selezionate in un gruppo in quanto contenenti carboni diffusi e dispersi da attività e processi a lungo termine (Chabal 1997; Figueral and Mosbrugger 2000). I campioni provenienti da SUs interpretate come “collapses of structure” (18 SUs in 13 strutture) o

“postholes” (18 SUs in 8 strutture) hanno costituito a loro volta due gruppi considerati comunque separatamente per specificare l’uso del legno nella carpenteria e nella messa in opera delle strutture.

Chronology	Archaeological structure	SU	Charcoal	
Palace	1250 - 1350 AD	EDM01c Palazzo nobiliare	2008 Collapses of structures 422	
Castle II	1025 - 1150 AD	ED08 building	12, 18, 15 Inhabited layers 30	
		ED10 house	9 Inhabited layers 5	
		ED10 house	6,32 Collapses of structures 60	
		ED11 building	257, 327 Inhabited layers 60	
		ED11 building	235 Collapses of structures 3	
		ED12 building	275 Inhabited layers 4	
		ED12 building	260 Collapses of structures 30	
		EDM01 building	10 Collapses of structures 6	
		EDM01 building	23 Postholes 30	
		EDM05 building	89 Inhabited layers 18	
		EDM05 building	85 Collapses of structures 90	
		open space	67, 79, 57, 87, 13	Inhabited layers 57
		GL02 leveling	73, 84, 89, 95	Inhabited layers 81
		F01 palisade	90	Inhabited layers 4
Castle	975 - 1025 AD	C12 warehouse	1103, 1193 Inhabited layers 228	
		EDM02 hut	21, 36, 63 Inhabited layers 17	
		EDM02 hut	20 Collapses of structures 31	
		EDM04 warehouse	558 Collapses of structures 304	
		EDM11 building	43, 130 Collapses of structures 30	
		EDM 11 building	133 Postholes 30	
		SF08 crop processing area	1155 Collapses of structures 30	
		SF24 crop processing area	1188, 1191, 1210	Postholes 64
		F06 palisade	81	Inhabited layers 22
Manor	850 - 975 AD	C01 warehouse	211, 150, 400 Inhabited layers 431	
		C01 warehouse	162, 238 Collapses of structures 304	
		C13 hut	136, 138, 165 Postholes 70	
		C14 hut	14 Collapses of structures 30	
		C14 hut	28, 36, 38, 43, 51, 53 Postholes 77	
		C17 hut	66, 89, 155 Inhabited layers 50	
		C19 hut	39 Inhabited layers 30	
		C20 hut	55 Inhabited layers 8	
		C28 hut	165 Inhabited layers 6	
		open space	212 Inhabited layers 75	
		open space	103 Inhabited layers 23	
		SF11 silo pit	1228, 1259, 1364, 1361	Inhabited layers 102
		SF23 silo pit	1344	Inhabited layers 40
		F06 palisade	99	Collapses of structures 4
		F06 palisade	1143	Postholes 4
F08 palisade	1236	Postholes 4		
Village II	750 - 850 AD	AF2b crop processing area	1330 Inhabited layers 17	
		C26 hut	320 Inhabited layers 7	
Village	600 - 700 AD	C23 hut	42, 54, 105 Inhabited layers 71	
		C23 hut	123, 126	Postholes 18

Table 1. List of samples from Miranduolo. Sequence of the stratigraphic units (SU) sampled, grouped by archaeological structure of provenance and chronological phase of settlement..

I campioni di sedimento sono stati flottati e setacciati con maglie da 4 mm, 2 mm and 0.5 mm. I frammenti di carbone sopra i 4.0 mm sono stati identificati al microscopio a luce riflessa con ingrandimenti fra 100x and 1000x, consultando sia atlanti di anatomia (Greguss, 1955, 1959; Schweingruber, 1990; Abbate Edlmann et al. 1994; Vernet et al. 2001) che la collezione di confronto di anatomia del legno del laboratorio (Laboratory of Vegetation History and Wood Anatomy – University of Naples Federico II).

Per ciascun intervallo temporale della sequenza stratigrafica nei tre gruppi di provenienza dei campioni (Table 1), le percentuali di ciascun taxon sono stati calcolati sulla somma totale dei reperti

antracologici analizzati (Figures 2, 3, 4). In Figure 5 sono confrontate le percentuali del castagno e della quercia decidua come legname da opera o combustibile; le percentuali sono state calcolate sulla somma totale dei frammenti identificati in ciascun gruppo.

Results

Complessivamente sono stati analizzati 3037 carboni che hanno permesso l'identificazione di 27 taxa.

Inhabited layers

Nella Figura 2 sono riportati i dati provenienti dai livelli di frequentazione antropica nelle attività dell'insediamento. Sono stati analizzati 1396 carboni e determinati 24 taxa relativi alle prime cinque fasi cronologiche.

Dalla fase del villaggio di 7th century AD sono stati analizzati 71 carboni relativi ad una capanna; la specie percentualmente più presente è *Castanea sativa* (59.2%) seguita da *Quercus deciduous type* (32.4%). Un taxa deciduo, *Ostrya carpinifolia*, è pure presente (1.4%).

C. sativa è il taxa più attestato (41.7%) anche nella seconda fase del villaggio tra mid-8th e mid-9th centuries AD (24 carboni), sempre seguito da *Quercus deciduous type* (20.8%); un taxa deciduo, *Sorbus*, è presente a 4.2%.

Dalla fase del manor compresa tra la mid-9th e il terzo quarto del 10th centuries AD sono stati analizzati 765 carboni relativi a 9 strutture, capanne ed aree adibite alla lavorazione e stoccaggio dei prodotti agricoli. Il taxa più attestato è *Quercus deciduous type* (63.1%) seguito da *C. sativa* a 14.5%. Numerosi taxa decidui sono stati anche determinati; tra questi *O. carpinifolia* è il più presente (5.8%) e *Fraxinus ornus* raggiunge 1.4%; gli altri, tra cui *Acer*, *Fagus sylvatica* e *Ulmus*, non superano uno a uno 1%. Con la stessa percentuale <1% sono stati identificati pure alcuni arbusti sempreverdi di macchia, come *Arbutus unedo*, *Erica* e *Cistus*, e un taxa arboreo da frutto *Juglans regia*.

Dalle tre strutture relative alla prima fase del castello (ultimo quarto 10th – primo quarto 11th centuries AD) sono stati analizzati 267 carboni. *Quercus deciduous type* rappresenta ancora il taxa più frequente (61.4%) seguito da *C. sativa* (11.2%) e diversi taxa decidui di cui il più presente è *F. ornus* (5.8%), mentre gli altri singolarmente non superano 1%. Sono stati identificati anche alcuni taxa sempreverdi come *Cotinus coggygria* (2.2%) e un taxa da frutto, *Vitis vinifera* (0.4%).

Dalla seconda fase del castello compresa tra il secondo quarto 11th e mid-12th centuries AD

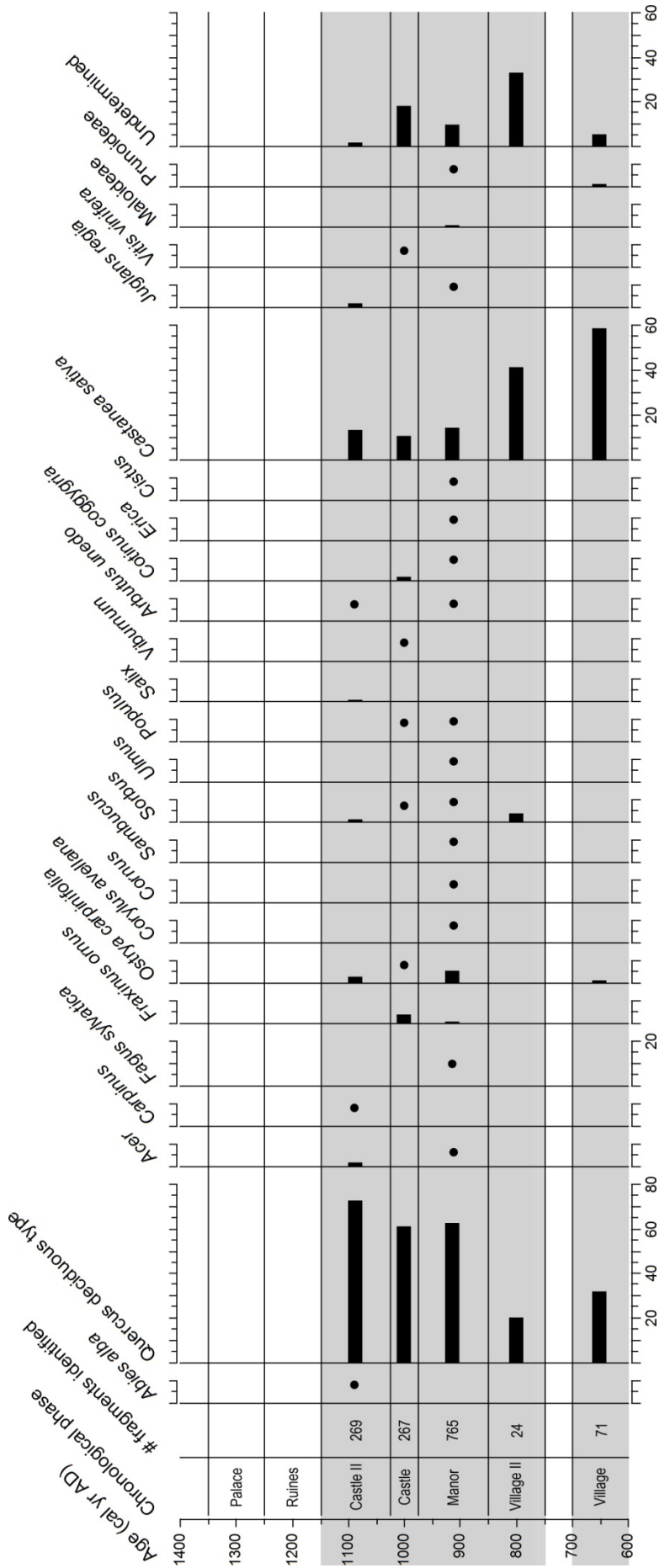


Figure 2. Charcoal analysis diagram of inhabited layers from the archaeological sites of Miranduolo. Small dots represent relative percentages < 1%.

sono stati analizzati 269 carboni relativi a otto strutture, soprattutto edifici. *Quercus deciduous type* domina l'assemblaggio carpologico (72.9%) sempre seguito da *C. sativa* a 13.8%. Alcuni taxa decidui sono stati anche determinati, soprattutto *O. carpinifolia* (3.3%), *Acer* (1.9%) e *Sorbus* (1.5%). Tra gli arbusti sempreverdi, *A. unedo* è segnalato (<1%) e tra le specie da frutto *J. regia* (2.2%).

Collapses of structures

Nella Figura 3 sono riportati i dati provenienti dai livelli di crollo delle strutture archeologiche. Sono stati analizzati 1344 carboni e determinati 21 taxa relativi alle ultime quattro fasi cronologiche dell'insediamento.

338 carboni sono stati analizzati tra mid-9th e terzo quarto 10th centuries AD provenienti da una capanna, un magazzino e la palizzata a difesa del manor. *Quercus deciduous type* (76.3%) è il taxa più attestato, seguito da *C. sativa* (10.4%) e numerosi taxa decidui e sempreverdi presenti con percentuali tuttavia molto basse (<1.5%); i decidui più presenti sono *Cornus*, *Ulmus* e *F. ornus*, mentre tra gli arbusti sempreverdi *C. coggygria* e *A. unedo*.

Dalle quattro strutture relative alla prima fase del castello (ultimo quarto 10th – primo quarto 11th centuries AD) sono stati analizzati 395 carboni. *Quercus deciduous type* è il taxa più frequente (37.2%) seguito da *C. sativa* (16.2%) e numerosi taxa decidui di cui i più presenti sono *Populus* (22.8%), *Sambucus* (6.6%) e *O. carpinifolia* (3%). Alcuni taxa sempreverdi come *A. unedo* ed *Erica* (<1%) sono stati pure identificati. *V. vinifera* è l'unica specie da frutto presente (3.5%).

Dalla seconda fase del castello compresa tra il secondo quarto 11th e mid-12th centuries AD sono stati analizzati 189 carboni relativi a cinque strutture, quattro edifici ed una casa. *C. sativa* domina in questa fase l'assemblaggio antracologico (55.6%) seguito da *Quercus deciduous type* a 38.1%. Alcuni taxa decidui sono stati anche determinati, come *O. carpinifolia* e *Sorbus*, in percentuali molto basse (<1.1%). Tra le specie da frutto è attestata *J. regia* (<1%).

Dell'ultima fase dell'insediamento (mid-13th – mid-14th centuries AD) sono stati analizzati 422 carboni relativi al crollo del solaio del palazzo nel cassero del castello. Il taxa dominante è *C. sativa* (89.1%) cui segue *Quercus deciduous type* (7.6%) e altri taxa decidui come *Populus* (3.1%).

Postholes

La Figura 4 mostra i dati delle campionature relative agli alloggiamenti di pali lignei a sostegno delle strutture dell'insediamento. Sono stati analizzati 297 carboni e determinati 5 taxa relativi a quattro fasi cronologiche dell'insediamento.

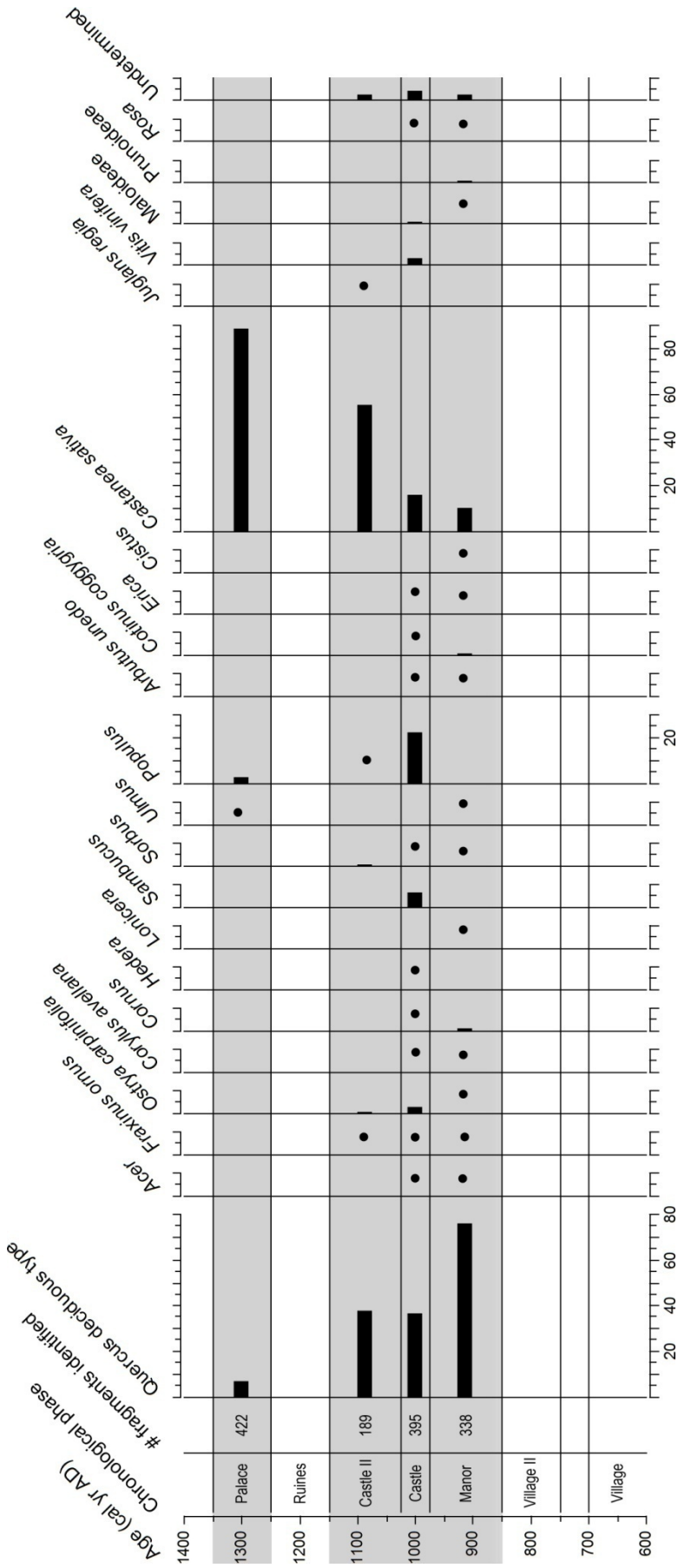


Figure 3. Charcoal analysis diagram of collapses of structures from the archaeological sites of Miranduolo. Small dots represent relative percentages < 1%.

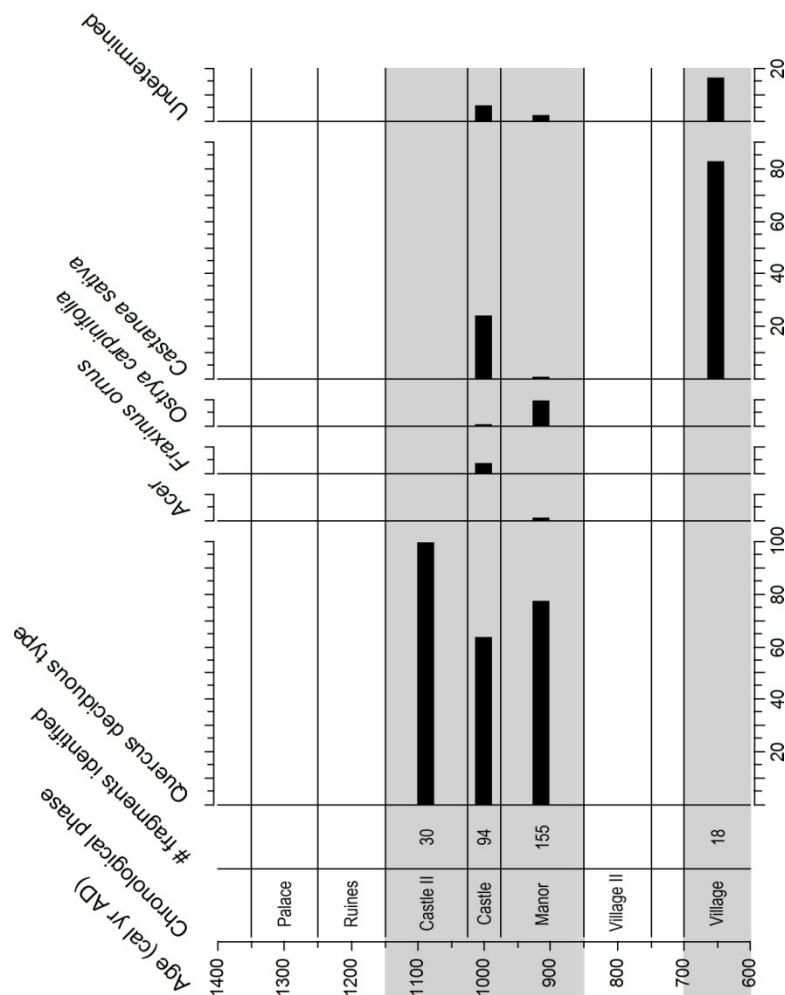


Figure 4. Charcoal analysis diagram of postholes from the archaeological sites of Miranduolo. Small dots represent relative percentages < 1%.

18 carboni provengono da una capanna del villaggio datato al 7th century AD. *C. sativa* è l'unico taxa attestato.

Dalle quattro strutture relative al manor (mid-9th – terzo quarto 10th centuries AD) sono stati analizzati 155 carboni dalla palizzata e da due capanne. *Quercus deciduous type* domina il record antracologico con valori di poco inferiori a 80%, seguito da *O. carpinifolia* a 20%. *C. sativa* e *Acer* sono pure attestati, ma con percentuali molto basse <2%.

Dalla fase del castello (ultimo quarto 10th – primo quarto 11th centuries AD) sono stati analizzati 94 carboni da due edifici. *C. sativa* mostra una percentuale più alta (24.5%), ma *Quercus deciduous type* prevale nel record (63.8%). *F. ornus* è pure presente (4.3%).

Dalla seconda fase del castello compresa tra il secondo quarto 11th e mid-12th centuries AD provengono 30 carboni relativi ad un unico edificio. L'unico taxa individuato è *Quercus deciduous type*.

Discussion

Fra 7th e 9th centuries AD: le due fasi del villaggio

La prima sequenza di dati antracologici disponibili è compresa tra 7th e metà 9th centuries AD ed è relativa ai due periodi del villaggio di età longobarda. Dal primo villaggio datato al 7th century AD, che rappresenta l'inizio dell'insediamento, il record antracologico è relativo ai pali di fondazione, in buche di diametro tra i 20 e i 40 cm, di una capanna circolare di circa 17 m². L'unico materiale utilizzato nella realizzazione della struttura è il legno di castagno (Figura 3); assortimenti di legname per usi strutturali dal castagno si ottengono in un arco di tempo superiore ai 30 anni (Mondino e Bernetti, 1998), per cui la presenza di tronchi per pali dalle primissime attività dell'insediamento suggerisce l'uso di una risorsa già presente sul territorio al momento della fondazione del sito. I dati antracologici relativi ai livelli di frequentazione antropica e derivanti dall'insieme delle attività che hanno usato legna come combustibile, mostrano un uso intenso del castagno anche per la legna da ardere (Figura 3). Evidentemente i boschi con castagno dovevano ben contraddistinguere il paesaggio forestale di Miranduolo e rappresentavano una risorsa ampiamente disponibile nel territorio. Il dato antracologico indicano anche la presenza di altri taxa decidui tipici della foresta mesofila, principalmente quercia decidua.

Il secondo periodo del villaggio longobardo (mid-8th – mid-9th centuries AD) non ha restituito campioni attribuibili ad elementi strutturali, ma solo relativi alle attività antropiche impieganti combustibile: anche in questi contesti il legno di castagno rimane il materiale più usato con frequenze molto simili al periodo precedente (Figura 3). Dunque il dato conferma l'ampia disponibilità della specie nel territorio di Miranduolo durante l'Alto Medioevo, ma soprattutto ne suggerisce la continuità d'uso (250 anni) da parte degli abitanti in numerose attività sia come legno da opera che combustibile e la sua scelta preferenziale anche rispetto al legno di quercia decidua.

L'uso di legno di castagno è già attestato in diverse aree della penisola italiana tra il 4th e il 6th centuries AD. Nei record antracologici dell'Italia centro-settentrionale il castagno è presente in numerosi insediamenti con frequenza variabile; nell'Italia nord-orientale è attestato nel Garda (Castiglioni 2007; Castiglioni e Rottoli 2007), nella Bassa Pianura Padana (Marchesini e Forlani 2002) e ad occidente nelle Alpi Marittime (Motella De Carlo 1996); il taxa è dominante negli insediamenti dell'Italia nord-occidentale nell'Alta Pianura Padana (Castelletti e Maspero 1988; Castiglioni e Rottoli 2012), nell'Insubria (Castelletti e Castiglioni 1991), nel Verbano (Rottoli 1995) e nei siti dell'alto Tirreno in Lunigiana (Castelletti 1977; Castelletti 1986; Rottoli e Negri 1998; Terzani 2010). In Italia centro-meridionale domina gli assemblaggi antracologici nella Tolfa (Sadori

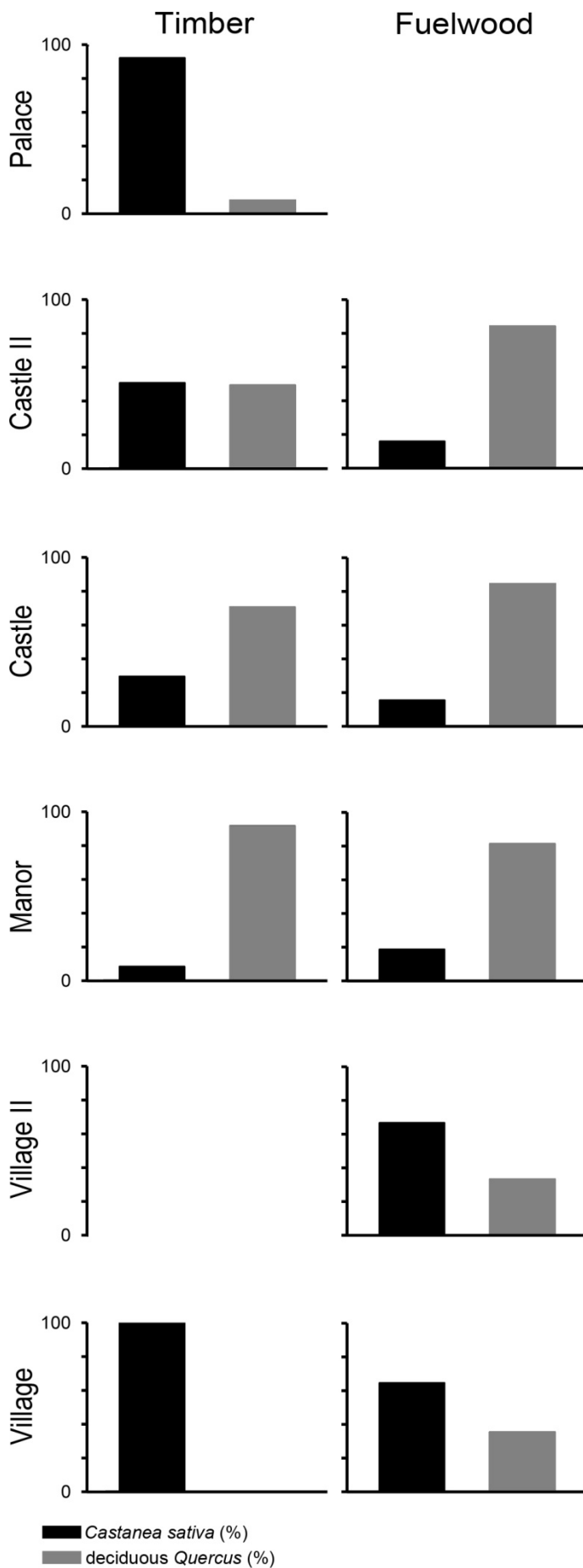


Figura 5. Percentages of *Castanea sativa* charcoals vs. deciduous *Quercus* as timber and fuelwood in the the archaeological site of Miranduolo. In both groups, percentages were calculated from the total sum of identified fragments in each chronological phase.

et al. 2005) e nei Campi Flegrei (Di Pasquale et al. 2010). I rinvenimenti fanno riferimento sia all'uso come combustibile che legno d'opera. Castelletti e Castiglioni (1991) analizzando 940 carboni e 42 strutture dell'insediamento di Monte Barro nell'Insubria hanno evidenziato l'uso preponderante del castagno nella carpenteria e nell'edilizia ipotizzando la presenza di cedui per la fornitura di legname. Laddove le analisi antracologiche sono state condotte su grandi quantità di materiali, come a Filattiera in Lunigiana (Rottoli e Negri 1998; Terzani 2010) e a Cuma nei Campi Flegrei (Di Pasquale et al. 2010), e per una diacronia che inizia almeno dal 1st c. AD, è stato notato che il castagno diventa un legno comune a partire da 5th–6th century AD. Alcuni autori hanno interpretato questa evidenza come maggiore presenza della specie nel paesaggio tra Età Romana e Medioevo per la messa a coltura del castagno come pianta da frutto in ampie zone prima occupate dal querceto (Rottoli 1995; Rottoli e Negri 1998; Rottoli 2014).

Le analisi carpologiche condotte a Miranduolo hanno indicato l'assenza di castagne dai carporesti analizzati per il periodo longobardo (Buonincontri et al. 2014). Ciò suggerisce che in quest'area dell'Italia centrale il castagno non è coltivato per il frutto, ma sfruttato esclusivamente per la produzione di legno da opera e combustibile.

Nonostante l'elevata presenza di siti con attestazioni dell'uso del legno di castagno, i rinvenimenti di castagne sono invece segnalati in pochi siti dell'Italia settentrionale. Un frutto è stato rinvenuto a Peveragno nelle Alpi Marittime (Motella De Carlo 1996), 5 frutti a Brescia nell'Alta Padana (Castelletti e Maspero 1988), diverse decine a Monte Barro nell'Insubria (Castelletti e Castiglioni 1991). In questi ultimi due insediamenti i frutti sono stati interpretati per le loro dimensioni come provenienti da individui selvatici. In base ai dati archeobotanici, è evidente quindi tra 5th e 6th centuries AD la poca attenzione verso il castagno come pianta da frutto, mentre, al contrario, è ben documentato l'uso sistematico del legno e in particolare di legname da opera. Inoltre, l'espansione del castagno per la coltivazione da frutto non sembra avvalorata dalle sequenze polliniche; anzi, i dati sono tra loro discordanti suggerendo condizioni molto variabili da territorio a territorio. Nella Toscana, il record del Lago dell'Accesa, a 40 km a sud est di Miranduolo, indica il castagno scarsamente attestato da ca 2600 cal yr BP e nell'intervallo temporale corrispondente a 5th-6th centuries AD la curva non mostra alcun aumento percentuale (Drescher-Schneider pers. comm.). Nell'Insubria la curva del taxa è in calo da ca 1600 cal yr BP (mid-4th century AD; Tinner et al., 1999), quando è attestato l'intenso uso a ceduo dei boschi di castagno (Castelletti e Castiglioni, 1991); nella zona di Napoli e dei Campi Flegrei, il castagno è invece assente nel 5th century AD (Russo Ermolli et al., 2014), nonostante a Cuma ne sia ampiamente documentato l'uso come legno da opera (Di Pasquale et al. 2010). Le uniche regioni che mostrano un aumento della

presenza del castagno in base al polline è la Lunigiana da ca 1600 cal yr BP (mid-4th century AD; Guido et al., 2013) e i Colli Albani, a sud della Tolfa, da 1400 cal yr BP (mid-6th century AD; Mercuri et al., 2002). In entrambi questi ultimi casi tuttavia, i dati archeobotanici hanno mostrato l'uso del castagno esclusivamente per il legno (Rottoli e Negri, 1998; Sadori et al., 2005). I polloni di castagno fioriscono entro 8-10 anni, qualche volta dopo 3-4 anni (De Filippis 1957–1958); l'aumento del polline di castagno nei record della Lunigiana e dei Colli Albani potrebbe allora essere interpretato come il risultato di una gestione lunga dei turni di taglio nella ceduzione.

Riepilogando, i dati materiali di un'area compresa tra l'Insubria e la Campania sono concordi con le evidenze di Miranduolo e rivelano che il castagno tra la fine dell'Età Romana e l'inizio del Medioevo non è coltivato per il frutto, ma sfruttato principalmente per la produzione di legname, soprattutto da opera, e che l'interesse verso questa risorsa si intensifica dal 5th century AD. Qualora una maggior presenza della specie sia stata registrata dalle sequenze polliniche, questa non è di certo da porre in relazione con la diffusione della castanicoltura.

Il ruolo del castagno come produttore di legname è stato enfatizzato dagli scrittori romani a partire dal 1st century AD ed informazioni utili ad una gestione dei boschi di castagno a ceduo cominciano ad essere riportate (Conedera et al. 2004). Per la sua caratteristica di produrre polloni molto dritti dopo il taglio, la specie serviva a produrre paleria agricola, per costruzioni e tutta una varietà di tronchi per lavori di carpenteria e artigianato. Diversi dati antracologici su materiali datati tra 1st e 3rd centuries AD hanno permesso di indicare che il castagno quando domina negli insediamenti archeologici di età romana è spesso legato al legno d'opera, così nell'Insubria in Italia nord-occidentale (Madella, 1991) e nella Lunigiana nell'alto Tirreno (Rottoli e Negri, 1998). In Campania, alle pendici del Somma-Vesuvio l'analisi di 2848 carboni provenienti da 29 contesti archeologici di due ville romane hanno mostrato ininterrottamente l'ampio e dominante uso del legno di castagno come materiale da costruzione dall'inizio del 1st alla fine del 5th centuries AD (Di Pasquale et al. 2010; Allevato et al. 2012). E' interessante notare che la Lunigiana e i Colli Albani a sud della Tolfa sono stati indicati come area rifugio glaciale del castagno (Krebs et al., 2004) e le sequenze polliniche hanno mostrato con una certa continuità la presenza del castagno nella vegetazione forestale almeno da ca 3,000 cal. yr BP (Guido et al., 2013; Mercuri et al., 2002). L'area del Somma-Vesuvio, invece, è stata di recente indicata da Di Pasquale et al. (2010) come possibile area rifugio glaciale del castagno. Dell'introduzione del castagno nell'Insubria come pianta da legno e della diffusione del materiale nell'Alta Pianura Padana durante l'Età Romana ne hanno invece ben discusso diversi autori (Tinner et al. 1999; Conedera et al. 2004). Ciò che emerge da questi dati è che il castagno come albero da legno venga usato in età romana soprattutto in

territori in cui era già naturalmente presente nella vegetazione naturale, da popolazioni che probabilmente ne conoscevano l'ecologia e le caratteristiche tecnologiche.

Il dato di Miranduolo ha indicato che i settlers longobardi che fondano il sito preferiscono di gran lunga il castagno rispetto ad altri taxa come la quercia decidua. E' perfettamente in accordo coi dati dell'Italia nord-occidentale e dell'alto Tirreno di 5th e 6th centuries AD che mostrano l'uso intensivo del legno di castagno in insediamenti della fine dell'età romana attribuiti nell'Insubria a popolazioni dei Goti (Castelletti e Castiglioni, 1991) e nell'Alta Pianura Padana e in Lunigiana a popolazioni longobarde (Castelletti e Maspero, 1988; Rottoli e Negri, 1998; Terzani, 2010; Castiglioni e Rottoli, 2012). Il dato di Miranduolo testimonia dunque che questa pratica entra abbondantemente nell'Alto Medioevo, ma pone un'ulteriore osservazione: l'uso del legno di castagno potrebbe essere stato ampliato dall'apporto di popolazioni alloctone non romane? In verità i coevi dati della Tolfa (Sadori et al., 2005), del Somma-Vesuvio (Di Pasquale et al. 2010; Allevato et al. 2012) e dei Campi Flegrei (Di Pasquale et al. 2010) sono riferiti ad insediamenti di popolazioni autoctone romane. Dunque, la presenza del legno di castagno nei siti archeologici è svincolato dagli ambiti culturali di appartenenza suggerendo che la pianta è ormai correntemente considerata vantaggiosa e produttiva per un legno ampiamente idoneo alla carpenteria.

Lo scarso uso della quercia decidua potrebbe essere giustificato anche da una scelta economica dettata dall'allevamento del bestiame nell'Alto Medioevo. Secondo le fonti storiche (Montanari, 1979) ed archeozoologiche (Salvadori, 2006, 2011) in questo periodo storico si diffonde infatti l'allevamento allo stato brado dei suini, anche a seguito dell'avvicendamento culturale di popolazioni longobarde nella penisola, più legate ad un tradizionale sistema silvopastorale. La scelta di sfruttare a ceduo i boschi di castagno potrebbe dunque suggerire la volontà di preservare i boschi di quercia ben più utili con la produzione di ghiande per l'allevamento dei suini.

Fra mid-9th e fine 10th centuries AD: la fase del manor

A partire dalla metà del 9th secolo e fino alla fine del 10th c. AD, con la trasformazione dell'insediamento a manor i dati antracologici mostrano il brusco calo della presenza del legno di castagno (Figura 3). Nel dettaglio, i dati provenienti dai crolli degli elevati e dunque relativi al legno d'opera utilizzato per realizzare le strutture mostrano un uso superiore a 70% del legno di quercia decidua, seguito dal castagno (Figura 3), suggerendo la preferenza verso il legno di quercia decidua per la carpenteria. I campioni provenienti dalle buche di palo delle capanne e della palizzata mostrano ugualmente un uso quasi esclusivo della quercia decidua ed altri taxa arborei; il castagno rispetto al periodo precedente denota una frequenza inferiore di 80% (Figura 4). Dunque a partire

dal periodo del manor la scelta degli abitanti di Miranduolo per recuperare gli assortimenti di legname di grosse dimensioni per la fondazione degli edifici e la realizzazione della palizzata difensiva ricade principalmente sulle querce decidue. I dati mostrano anche un ampio spettro di taxa arborei decidui e arbustivi sempreverdi, scarsamente rappresentati (Figura 3); nel complesso probabilmente sono relativi ad assortimenti di piccole dimensioni (paleria) e ramaglia impiegati nelle coperture degli edifici. I dati antracologici dai livelli di frequentazione antropica mostrano un uso intenso della quercia decidua anche come combustibile e solo secondario del castagno (Figura 2) suggerendo l'uso dominante del legno di quercia in ogni attività. In questo caso il dato antracologico riflette anche un uso più ampio della risorsa forestale, indicando la presenza di altri taxa decidui e sempreverdi riconducibili sempre ad un ambiente di foresta mista decidua.

Rispetto ai due periodi precedenti del villaggio, i dati mostrano nel complesso un importante cambio di strategia nella scelta del legname. Questo potrebbe in primo luogo essere la conseguenza di una riduzione della presenza e della disponibilità di castagno nel territorio di Miranduolo a vantaggio delle querce decidue.

In Lunigiana, a Filattiera, dal 9th century AD i dati antracologici indicano il calo dell'uso del legno di castagno (Terzani, 2010), tuttavia le attestazioni del legno della specie nella carpenteria e come combustibile sono rilevate in un numero maggiore di insediamenti rispetto ai secoli precedenti e soprattutto in aree dell'Italia nord-occidentale e tirrenica in cui il castagno non era attestato, come nelle Langhe (Castelletti e Motella De Carlo, 1999), nella Riviera ligure di Ponente (Arobba et al., 2003) e nella Tuscia settentrionale (Quiròs Castillo, 1998). Le sequenze polliniche iniziano ad attestare una più generale diffusione del castagno in Italia centro-settentrionale da ca 1000 cal yr BP (mid-10th century AD; Tinner et al., 1999; Mercuri et al., 2002). Il record pollinico del Lago dell'Accesa registra nello stesso momento temporale un trend in aumento della presenza di polline di castagno (Drescher-Schneider pers. comm.). Quindi i dati materiali nel complesso suggeriscono che da questi secoli il castagno è più presente nel paesaggio dell'Italia centro-settentrionale, ma è meno usato per la produzione di legname. Dunque il drastico calo dell'uso del legno di castagno a Miranduolo piuttosto che ad un esaurimento della specie potrebbe essere allora imputabile ad un cambio di strategia di sfruttamento.

In questa fase temporale, dopo la fine del regno longobardo e la conquista franca della penisola, si diffonde il sistema economico feudale: nella Tuscia le evidenze archeologiche hanno mostrato che i precedenti villaggi sono fortificati e riorganizzati in manor con un rinnovamento degli spazi e del territorio sotto il controllo delle famiglie aristocratiche (Wickham, 2005). Nelle Colline Metallifere gli insediamenti sono caratterizzati da un cambiamento della gestione dei prodotti

agricoli con la costruzione all'interno delle cinte fortificate di strutture per la conservazione delle derrate e l'accumulo di surplus della tassazione feudale (Bianchi e Grassi, 2012). I dati carpologici relativi alla fase del manor di Miranduolo hanno indicato la presenza di castagne in questi contesti di immagazzinamento delle derrate suggerendo che anche questi prodotti sono oggetto della tassazione feudale. Nell'ampio uso della quercia decidua possiamo intravedere quindi la volontà dei feudatari di preservare dal taglio i boschi di castagno per avviarli alla produzione di castagne, in quanto ora considerate beni di natura economica. L'insieme dei dati archeobotanici di Miranduolo suggerisce il passaggio del castagno da risorsa per il legno a pianta da frutto. Conedera et al. (2004) avevano ipotizzato che il grande interesse nella gestione dei castagneti per la produzione da frutto si sviluppasse dopo il periodo romano. Il dato di Miranduolo consente di datare con precisione questo evento nelle Colline Metallifere a partire dalla metà del 9th c. AD.

In Italia settentrionale le fonti storiche riportano tra 9th e 10th centuries AD la presenza delle castagne nei rendiconti dei canoni feudali (Montanari, 1979; Quiròs Castillo 1998) e il dato materiale antracologico registra effettivamente la presenza del castagno in nuovi territori con la progressiva espansione del sistema feudale. A Finalborgo, nella Riviera Ligure di Ponente, la specie compare con la costruzione dei castelli della famiglia aristocratica dei Del Carretto (Arobba et al., 2003); ad Alba, nelle Langhe, il castagno è attestato nel passaggio tra dominio longobardo e la diffusione dei castelli carolingi (Micheletto, 1999). La presenza subordinata del castagno rispetto agli altri taxa registrata dai records antracologici è probabilmente il segnale di una progressiva affermazione della castanicoltura da frutto e conseguentemente di una protezione della pianta che ora è fonte di alimentazione umana. Laddove diverse decine di castagne sono state rinvenute, come a Castelaz nel Sud Tirolo, il castagno non è stato segnalato né come legno d'opera né come combustibile (Castiglioni, 1999), mostrando un'interessante corrispondenza coi dati di Miranduolo.

A Miranduolo i dati carpologici hanno suggerito nel passaggio all'età feudale un cambio di strategia con la scelta di colture produttive e un ulteriore miglioramento della capacità produttiva volta ad ottenere un surplus di produzione (Buonincontri et al., 2014). La specializzazione del castagno come pianta da frutto nelle Colline Metallifere è allora da porre in relazione con una fase in cui si cerca di ottenere il massimo come rendita economica da un territorio anche in termini di produzione dello spazio occupato dal bosco.

Fra end 10th e mid-14th centuries AD: le due fasi del castello e del palazzo

Dalla fine del 10th century AD l'insediamento subisce un'ulteriore evoluzione fortificandosi in

castello. Complessivamente i records relativi al legno d'opera mostrano la ripresa dell'uso del legno di castagno, soprattutto nella seconda fase del castello (Figura 3). Nel dettaglio, i dati provenienti dai crolli degli edifici indicano che il legno d'opera nelle strutture è nella prima fase del castello principalmente di quercia decidua e di taxa arborei e arbustivi decidui, come *Populus e Sambucus*, per assortimenti di piccole dimensioni e ramaglia (Figura 3). Il legno di castagno torna ad essere invece ampiamente usato in carpenteria nella seconda fase di riqualificazione del castello (Figura 3). Nel record antracologico, relativo ai pali di fondazione degli edifici del castello, il legname di quercia decidua rimane il materiale più utilizzato in entrambe le fasi, ma nel primo castello tra fine 10th c. AD e inizi 11th centuries AD si assiste ad una ripresa dell'uso del legno di castagno (Figura 4). I dati antracologici relativi ai livelli di frequentazione antropica continuano invece a mostrare un uso intenso della quercia decidua per la legna da ardere in entrambi le fasi del castello (Figura 2). Quindi, quanto appare dall'analisi del record antracologico è che dalla fine del 10th century AD sia presente nuovamente un uso del legno di castagno, ma limitato al recupero di assortimenti di grosse dimensioni inizialmente per la fondazione degli edifici e successivamente per gli elevati di edifici e magazzini; il ritorno dell'uso del legno di castagno nella carpenteria è in ogni modo limitata in entrambe le fasi del castello a strutture dell'area signorile, suggerendo un uso del legno esclusivamente per le strutture del potere feudale.

Confrontando questi dati con la precedente fase del manor nell'inizio dell'età feudale, il legno di castagno torna ad essere quindi utilizzato principalmente nella carpenteria. Non è un nuovo cambio nella strategia di gestione dei boschi di castagno. Il dato carpologico coevo a questa fase ha mostrato la presenza di castagne nei contesti di immagazzinamento delle rendite feudali suggerendo continuità dell'uso del castagno come specie da frutto. E' interessante notare che un secolo corrisponde al periodo di entrata in produzione di un castagneto da frutto (Mondino, Bernetti 1998); probabilmente quando il sistema di produzione è ben avviato e i boschi di castagno sono sufficientemente diffusi, la specie torna anche ad essere sfruttata per il legno.

In questa fase i dati archeologici hanno ben evidenziato come il controllo capillare ed esclusivo della famiglie feudali nelle Colline Metallifere si rafforzi con la costruzione dei castelli (Bianchi, 2005). I dati carpologici di Miranduolo hanno suggerito che l'affermazione e il consolidamento del sistema feudale dei castelli ha proseguito il precedente sistema economico rurale basato sulla maggiore attenzione alle risorse agro-forestali più produttive (Buonincontri et al., 2014). Il legno di castagno comincia ad essere attestato in altri siti di questo territorio, nell'interno (Buonincontri et al., 2013), ma soprattutto verso la costa (Di Pasquale et al., submitted), suggerendo la progressiva diffusione di questa specie. In Italia centro-settentrionale simili contesti culturali e situazioni socio-

economiche mostrano la stessa dinamica di aumento della presenza del legno e dei frutti di castagno negli insediamenti urbani e rurali feudali (Castelletti e Maspero, 1988; Motella De Carlo, 1996; Castelletti e Motella De Carlo, 1999; Arobba et al., 2003). In Italia centrosettentrionale le sequenze polliniche mostrano il polline di castagno sugli stessi livelli percentuali del periodo precedente (Tinner et al., 1999; Guido et al., 2013), mentre altre ne registrano un'ulteriore espansione (Colombaroli et al., 2007; Vescovi, 2010; Branch e Marini, 2013). Complessivamente il dato materiale suggerisce quindi che dal 11th c. AD il castagno caratterizza il paesaggio forestale dell'Italia centro-settentrionale e questa sua più estesa presenza indica che ormai la castanicoltura da frutto è una risorsa affermata negli insediamenti medievali.

Dopo la fase di distruzione e abbandono (tra mid-12th e mid-13th centuries AD), tra mid 13th e mid-14th centuries AD una famiglia aristocratica restaura ed abita il palazzo signorile collocato nel castello. I dati antracologici sono relativi solo al crollo di un solaio ed indicano la scelta di usare principalmente legno di castagno per realizzare la struttura portante. E' evidente che i nuovi nobili proprietari sfruttano i boschi di castagno per uso esclusivo e personale del legname; a Miranduolo, scomparso il villaggio rurale dei contadini e la precedente rete di controllo feudale su cui si basava il sistema economico, si avvia una nuova fase della storia del castagno.

Conclusioni

L'analisi antracologica condotta sui carboni dell'insediamento rurale di Miranduolo nelle Colline Metallifere ha permesso di indagare 750 anni d'uso della risorsa forestale del territorio. L'attenzione in fase di scavo e l'ampia campionatura, nonché la lunga diacronia affrontata, hanno permesso di individuare e discriminare il materiale proveniente da legno d'opera, dal materiale sfruttato come combustibile, restituendo importanti informazioni sulla scelta delle specie arboree, evidenziando differenze d'uso anche lungo l'intera vita dell'insediamento.

Tra 7th e mid-9th centuries AD, il castagno è risultato essere la specie preferita per la produzione di legname da carpenteria, anche con assortimenti di grandi dimensioni nella fase di vita del villaggio longobardo. L'uso a ceduo dei boschi di castagno, per la produzione di legno all'inizio del Medioevo, è documentato in buona parte dell'Italia nord occidentale e tirrenica e si pone in continuità con la tradizione carpentieristica romana, confutando l'idea di una maggiore presenza del castagno nei siti archeologici a seguito della diffusione della castanicoltura alla fine dell'età romana.

Dalla mid-9th century AD con l'avvio del sistema feudale dei manor e dei castelli il castagno cessa di essere usato come legno e viene preferita la quercia decidua in tutti i campi, come legno

d'opera e da ardere. A Miranduolo le castagne sono raccolte e conservate nei magazzini di accentrimento delle rendite agricole feudali a disposizione del feudatario. La castanicoltura da frutto si diffonde in Italia centro-settentrionale in concomitanza con la diffusione del sistema socio-economico che riorganizza i territori e la produzione agraria per ottenere un surplus utile ad un profitto di mercato. Il paesaggio culturale del castagno in Italia centrale è quindi un paesaggio di circa 1000 anni che ha le sue origini nei secoli feudali del Medioevo, quando si diffonde evidentemente l'intenzione di mettere a profitto anche i terreni incolti del bosco.

References

- Allevato E, Buonincontri MP, Vairo MR, Pecci A, Cau MA, Yoneda M, et al. (2012) Persistence of the cultural landscape in Campania (Southern Italy) before the AD 472 Vesuvius eruption: archaeoenvironmental data. *Journal of Archaeological Science* 39(2):399–406. doi:10.1016/j.jas.2011.09.026
- Arobba D, Caramiello R, Palazzi P (2003) Ricerche archeobotaniche nell'abitato medievale di Finalborgo (Savona): primi risultati. *Archeologia Medievale* 30:247-258.
- Bernetti G (1995) *Selvicoltura Speciale*. Utet, Torino.
- Bianchi G (2005) Tecniche costruttive e forme di potere nella Toscana sud-occidentale (secc. VIII-XIV). *Arqueología de La Arquitectura* 4:47–60.
- Bianchi G, Grassi F (2012) Sistemi di stoccaggio nelle campagne italiane (secc. VII-XIII): l'evidenza archeologica dal caso di Rocca degli Alberti in Toscana. In: Vigil-Escalera Guirado A, Bianchi G, Quirós Castillo JA (eds) *Horrea, barns and silos. Storage and incomes in Early Medieval Europe*. Servicio editorial de la UPV/EHU, Bilbao, pp 58-77
- Branch NP, Marini NAF (2013) Mid-Late Holocene environmental change and human activities in the northern Apennines, Italy. *Quaternary International*. doi:10.1016/j.quaint.2013.07.053
- Buonincontri M, Di Falco G, Di Pasquale G (2013) Boschi e coltivi: la gestione delle risorse agroforestali. In: Grassi F (ed) *L'insediamento medievale nelle Colline Metallifere (Toscana, Italia)*. Il sito minerario di Rocchette Pannocchieschi dall'VIII al XIV secolo. Archaeopress, Oxford, pp.161-164
- Buonincontri M, Moser D, Allevato E, Basile B, Di Pasquale G (2014) Farming in a rural settlement in central Italy: cultural and environmental implications of crop production through

the transition from Lombard to Frankish influence (8th–11th centuries a.d.). *Vegetation History and Archaeobotany*. doi:10.1007/s00334-013-0429-8

Carta dei Suoli della Regione Toscana (2002) Progetto Carta dei Suoli in scala 1:250.000 Regione Toscana. <http://sit.lamma.rete.toscana.it/websuoli/> (accessed 27 March 2014)

Castelletti L (1977) Legni carbonizzati e altri resti vegetali macroscopici. In: Frova A (ed) *Scavi di Luni II. L'Erma di Bretschneider*, Roma, pp. 736- 741.

Castelletti L (1986) Ricerche sui carboni provenienti da scavi archeologici nel bacino del fiume Magra (province di La Spezia, Lucca e Massa Carrara) In: AA.VV. *Scritti in ricordo di Graziella Massari Gaballo e di Umberto Tocchetti Pollini*. Utet, Milano, pp. 41-45

Castelletti L, Maspero A (1988) Analisi di resti vegetali macroscopici. In: Panazza G, Brogiolo GP (eds) *Ricerche su Brescia altomedioevale. Lo scavo di via Alberto Mario*, vol. 1, pp. 125-132.

Castelletti L, Motella De Carlo S (1999) Il paesaggio nel medioevo attraverso lo studio dei resti vegetali. In: Michelletto E (ed) *Una città nel Medioevo. Archeologia e architettura ad Alba dal VI al XV secolo*. Alba, pp. 291–301.

Castiglioni E (2007) Resti botanici dai contesti dell'età del Ferro. In: Ciurletti G (ed) *Fra il Garda e le Alpi di Ledro. Monte S. Martino, Il luogo di culto (ricerche e scavi 1969-1979)*. Trento, pp. 195-207.

Castiglioni E (2009) I resti botanici dall'abitato altomedievale di San Bartolomeo. In: Brogiolo GP, Mariotti V (eds) *San Martino di Serravalle e San Bartolomeo de Castelàz. Due chiese di Valtellina: scavi e ricerche*. Silvana Editoriale, Milano, pp. 93-105.

Castiglioni E, Rottoli M (2007) Resti botanici dagli strati tardoantichi e altomedievali. In: Roffia E (ed) *Dalla villa romana all'abitato altomedievale. Scavi archeologici in località Faustinella-S. Cipriano a Desenzano*. Edizioni ET, Milano, pp. 79-85.

Castiglioni E, Rottoli M, (2012) I resti botanici dalla cisterna romana e da altre strutture. In: Lusuardi Siena S, Giostra C (eds) *Archeologia medievale a Trezzo sull'Adda. Il sepolcreto longobardo e l'oratorio di San Martino. Le chiese di Santo Stefano e San Michele in Sallianense*. Vita e Pensiero, Milano, pp. 144-151.

Cherubini G (1981) La «civiltà» del castagno in Italia alla fine del Medioevo. *Archeologia Medievale* 8:247–280.

- Colombaroli D, Marchetto A, Tinner W (2007) Long-term interactions between Mediterranean climate, vegetation and fire regime at Lago di Massaciuccoli (Tuscany, Italy). *Journal of Ecology* 95(4):755–770. doi:10.1111/j.1365-2745.2007.01240.x
- Conedera M, Krebs P, Tinner W, Pradella M, Torriani D. 2004. The cultivation of *Castanea sativa* (Mill.) in Europe, from its origin to its diffusion on a continental scale. *Vegetation History Archaeobotany* 13:161–179.
- Costantini EAC, Barbetti R, Bucelli P, Cimato A, Franchini E, L'Abate G, Pellegrini S, Storchi P, Vignozzi N (2006) Zonazione viticola ed olivicola della provincia di Siena. Grafiche Boccacci Editore, Siena.
- De Filippis A (1957–1958) *Lezioni di Selvicoltura Speciale*. Università di Firenze, Facoltà Agraria e Forestale. Centro Stampa Palagi, Firenze.
- Di Pasquale G, Buonincontri M, Allevato E, Saracino A (submitted) Human-derived landscape changes on the northern Etruria (western Italian coast) between Ancient Roman times and the Late Middle Ages. *The Holocene*.
- Di Pasquale G, Allevato E, Russo Ermolli E, Coubray S, Lubritto C, Marzaioli F, et al. (2010) Reworking the idea of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) cultivation in Roman times: new data from ancient Campania. *Plant Biosystems* 144(4):865–873. doi:10.1080/11263504.2010.491974
- DOOR (2014) - EU agricultural product quality policy - Agriculture and rural development. <http://ec.europa.eu/agriculture/quality/door/list.html> (accessed 27 March 2014)
- Forni G (2002) *Storia dell'agricoltura italiana, I–II*. Polistampa, Firenze.
- Gellini R, Grossoni P (1997) *Botanica Forestale, II*. Cedam, Padova.
- Guido M, Menozzi BI, Bellini C, Placereani S, Montanari C (2013) A palynological contribution to the environmental archaeology of a Mediterranean mountain wetland (North West Apennines, Italy). *The Holocene* 23(11):1517–1527. doi:10.1177/0959683613496294
- Inventario Nazionale delle Foreste e del Carbonio (2005) *Corpo Forestale dello Stato*. <http://www.sian.it/inventarioforestale/jsp/home.jsp> (accessed 27 March 2014)
- Krebs P, Conedera M, Pradella M, Torriani D, Felber M, Tinner W (2004) Quaternary refugia of the sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.): an extended palynological approach. *Vegetation History and Archaeobotany* 13(3):145–160. doi:10.1007/s00334-004-0041-z

- Madella M (1991) I macroresti vegetali. Soprintendenza Archeologica della Lombardia, Notiziario 1:44–45.
- Marchesini M, Forlani L (2002) I legni del pozzo di Cognento (Modena) dal periodo tardo romano all'età moderna. *Archeologia dell'Emilia Romagna* 3: 229-242.
- Mercuri AM, Accorsi CA, Bandini Mazzanti M (2002) The long history of *Cannabis* and its cultivation by the Romans in central Italy, shown by pollen records from Lago Albano and Lago di Nemi. *Vegetation History and Archaeobotany* 11(4):263–276. doi:10.1007/s003340200039
- Mercuri AM, Bandini Mazzanti M, Florenzano A, Montecchi MC, Rattighieri E (2013) *Olea*, *Juglans* and *Castanea*: The OJC group as pollen evidence of the development of human-induced environments in the Italian peninsula. *Quaternary International* 303:24–42. doi:10.1016/j.quaint.2013.01.005
- Mondino GP, Bernetti G (1998) Serie Boschi e Macchie di Toscana. 2. I tipi forestali. Edizioni Regione Toscana, Firenze.
- Micheletto E (1999) Archeologia medievale ad Alba: note per la definizione del paesaggio urbano (V-XIV secolo). In: Micheletto E (ed) Una città nel medioevo. Archeologia e architettura ad Alba dal VI al XV secolo. Torino, pp. 31-60.
- Montanari M., 1979. L'alimentazione contadina nell'alto Medioevo. Liguori, Napoli
- Motella De Carlo (1996) Sui cereali nel contesto agroforestale subalpino dei secoli II-XIII: nuovi dati dalle ricerche di Peveragno-Castelvecchio e di Cherasco-Manzano. In: Comba R (ed) Montagne e pianure, Atti del Convegno, Rocca de' Baldi. Cuneo.
- Pignatti S (1982) Flora d'Italia, I. Utet, Torino.
- Pitte JR (1986) Terres de castanide. Homme et paysage du chataignier de l'Antiquité à nos jours. Librairie A Fayard, Paris.
- Rottoli M (1995) Analisi dei resti vegetali. In: Sena Chiesa G, Lavizzari Pedrazzini MP (eds) Angera romana. Scavi nell'abitato 1980-1986. Giorgio Bretschneider Editore, Roma, pp. 499-506.
- Quézel P, Médail F (2003) Ecologie et biogéographie des forêts du bassin Méditerranéen. Elsevier, Paris.
- Quirós Castillo, J. A. (1998). Cambios y transformaciones en el paisaje del Apenino toscano entre la Antigüedad Tardía y la Edad Media. El castaño. *Archeologia Medievale*, 25, 177–197.

- Rottoli M, Negri S (1998) I resti vegetali carbonizzati. In: Giannichedda E (ed) Filattiera-Sorano: l'insediamento di età romana e tardo antica e scavi 1986-1995. Firenze, pp. 198-212.
- Rottoli, M. (2014). Reflections on Early Medieval resources in northern Italy: the archaeobotanical and archaeozoological data. *Quaternary International*. doi:10.1016/j.quaint.2014.01.014
- Russo Ermolli E, Romano P, Ruello MR, Barone Lumaga MR (2014) The natural and cultural landscape of Naples (southern Italy) during the Graeco-Roman and Late Antique periods. *Journal of Archaeological Science* 42:399–411. doi:10.1016/j.jas.2013.11.018
- Salvadori F (2006) Resti osteologici animali: elementi di continuità e discontinuità tra tardoantico ed altomedievale. In: Francovich R, Valenti M (eds) IV Congresso Nazionale di Archeologia Medievale, Chiusdino e Siena, 26-30 settembre 2006. All'Insegna del Giglio, Firenze, pp. 520-524.
- Salvadori F (2011) Zooarcheologia e controllo delle risorse economiche locali nel medioevo. *Post Classical Archaeologies* 1:195-244.
- Sadori L, Susanna F (2005) Hints of economic change during the late Roman Empire period in central Italy: a study of charred plant remains from “La Fontanaccia”, near Rome. *Vegetation History and Archaeobotany* 14(4):386–393. doi:10.1007/s00334-005-0010-1
- Terzani M (2010) I resti vegetali carbonizzati (PV e FS). In: Giannichedda E (ed) Filattiera-Sorano: gli insediamenti sul dosso della Pieve e altre ricerche. All'Insegna del Giglio, Firenze, pp. 197-206.
- Tinner W, Hubschmid P, Wehrli M, Ammann B, Conedera M (1999) Long-term forest fire ecology and dynamics in southern Switzerland. *Journal of Ecology* 87:273–289.
- Valenti M (2006) Miranduolo (Chiusdino, SI). Dal villaggio di capanne al castello in materiali misti. In: Francovich R, Valenti M (eds) IV Congresso Nazionale di Archeologia Medievale. All'Insegna del Giglio, Firenze, pp 257–262.
- Valenti M (2009) Chiusdino (SI). Miranduolo. *Not Soprintend Beni Archeol Toscana* 4:530–548.
- Valenti M (2011) Miranduolo (Chiusdino, SI). Campagna 2011. (FOLD&R Italy Series 241) <http://www.fastionline.org/docs/FOLDER-it-2011-241.pdf>. Accessed 27 March 2014
- Vescovi E, Kaltenrieder P, Tinner W (2010) Late-Glacial and Holocene vegetation history of Pavullo nel Frignano (Northern Apennines, Italy). *Review of Palaeobotany and Palynology* 160(1-2):32–45. doi:10.1016/j.revpalbo.2010.01.002

- Wickham C (2005) *Framing the Early Middle Ages. Europe and the Mediterranean. 400–800.* Oxford University Press, New York.
- Van Zeist W (1991) Economic aspects. In: Van Zeist W, Wasylikowa K, Behre KE (eds) *Progress in old world palaeoethnobotany.* Balkema, Rotterdam, pp. 109–130.
- Zohary D, Hopf M (2000) *Domestication of plants in the old world.* Clarendon Press, Oxford.

CAPITOLO 5

Conclusioni

I vari step di questa ricerca rappresentati dai capitoli della tesi hanno provato a chiarire quali sono state le successioni, le tappe e le cause nella dinamica della vegetazione nell'Italia medio-tirrenica in un intervallo di tempo compreso tra il III sec. a.C. e la metà del XIV sec. d.C. La scelta di operare con l'archeobotanica, ovvero con lo studio dei resti vegetali dagli strati archeologici come carboni e semi, si è rivelata determinante grazie all'intrinseco legame con la cultura materiale e all'evoluzione storica degli insediamenti.

Una nuova chiave di lettura della vegetazione nel Mediterraneo centrale

Nei 1600 anni indagati è emerso il ruolo determinante dell'uomo nell'evoluzione della vegetazione. Le cause climatiche sono apparse infatti ininfluenti, confutando quanto ipotizzato dai palinologi che ipotizzavano una serie di concause tra uomo e clima per il Tardo Olocene. La ricerca multiproxies e multisito ha evidenziato come la seconda metà dell'Olocene è esclusivamente infatti campo d'azione dell'uomo.

Nel capitolo 2 i dati antracologici di tre siti archeologici, Donoratico, Populonia e alberese, hanno mostrato che i cambiamenti nella vegetazione sono connessi alle dinamiche sociali ed economiche che caratterizzano quest'area dell'Italia medio-tirrenica tra Età Romana e Medioevo. Dal confronto serrato tra dati paleoclimatici, paleovegetazionali e archeologici è emerso che in periodi di depopolamento e ritorno a condizioni naturali, la vegetazione che riprende il sopravvento negli spazi antropici abbandonati è quella decidua, indipendente dalle caratteristiche della fase climatica. Questa evidenza ha confutato l'idea tradizionale, deterministica climatica delle sequenze polliniche, che propone la quercia sempreverde come climax degli ambienti mediterranei (Colombaroli et al., 2009; Sadori et al., 2011), e suggerisce una nuova chiave di lettura della dinamica della vegetazione mediterranea e della sua vegetazione potenziale. In questo senso, la ricerca antracologica ha mostrato che quanto sta accadendo oggi nel Mediterraneo centro occidentale, cioè l'ingresso di specie decidue negli spazi coltivati abbandonati (Mazzoleni et al., 2004), poteva essere già accaduto in passato.

Nel capitolo 2 emerge inoltre che la pressione antropica sulla vegetazione nell'Italia mediotirrenica è sì direttamente proporzionale al numero di insediamenti sul territorio, ma innanzitutto dipende dalle scelte economiche delle civiltà. Otto secoli di attività metallurgica etrusca per la lavorazione del ferro, con fornaci a carbone, è stata meno impattante di pochi secoli di agricoltura estensiva e pascolo in età Tardo Romana.

Storia, economia ed affermazione dei paesaggi agro-forestali

Nel capitolo 2, 3 e 4 è emerso che la storia di importanti paesaggi oggi tipici e tradizionali del Mediterraneo centrale sono molto recenti.

Nel capitolo 3 e 4 è stata analizzata la nascita e l'evoluzione di un paesaggio agrario medievale. Il capitolo 3 ha raccontato con la carpologia l'uso degli spazi agrari dell'insediamento rurale di Miranduolo in termini di tipologia e qualità delle produzioni erbacee. E' emerso che nel passaggio tra Età Romana e Alto Medioevo (VII – VIII sec. d.C.) non si perdono le conoscenze agronomiche dell'antichità, così come supposto dalle fonti storiche (Montanari, 1979), mentre entrano invece nell'alimentazione nuove componenti culturali a seguito delle genti longobarde; in questo senso è stata interpretata l'importante presenza del farricello nei contesti abitativi e di immagazzinamento del villaggio longobardo di Miranduolo. La produzione mantiene comunque caratteri di autosufficienza, venendo meno le esigenze del mercato globale mediterraneo.

Il proseguo della tradizione culturale romana è apparso anche nel capitolo 4. In base all'analisi dei dati antracologici dal sito di Miranduolo, è la tradizione carpentieristica e l'uso del castagno come legno da opera a rappresentare il legame con l'antichità nell'Alto Medioevo.

Il rinnovamento delle condizioni socio-economiche è alla base dei cambiamenti nel paesaggio agrario e forestale individuati dalla metà del IX sec. d.C. Nel capitolo 3 emerge che la qualità della produzione agraria migliora con l'ingresso di specie cerealicole più produttive e facili da lavorare, come orzo e segale, in conseguenza della diffusione del sistema feudale nelle campagne dell'Italia medio-tirrenica. I feudatari riorganizzano insediamenti e paesaggi con l'obiettivo di creare un surplus di produzione da destinare ai mercati. In questo senso abbiamo letto ed interpretato il passaggio del castagno da pianta da legno a pianta da frutto in base ai dati carpologici ed antracologici (capitolo 4). Il paesaggio del castagno in Italia centrale ha circa 1000 anni e inizia quando i feudatari decidono che i boschi di castagno rendono economicamente di più con la produzione di frutti da destinare ai mercati.

Infine, l'olivo, che si ritiene essere una pianta ampiamente coltivata e diffusa nel paesaggio dell'Italia medio tirrenica dagli Etruschi e dai Romani, vede l'inizio della sua coltivazione estensiva solo alla fine del Medioevo. Nel capitolo 2 è emerso come l'oliveto estensivo sia un paesaggio dell'Italia centrale che ha circa 700 anni ed è riconducibile all'affermazione della civiltà comunale, quando le città impongono alle campagne le proprie scelte e decisioni economiche con la richiesta di nuovi prodotti agroalimentari.

Bibliografia

- Colombaroli D, Tinner W, Van Leeuwen J, Noti R, Vescovi E, Vanni re B, Magny M, Schmidt R, Bugmann H (2009) Response of broadleaved evergreen Mediterranean forest vegetation to fire disturbance during the Holocene: insights from the peri-Adriatic region. *Journal of Biogeography* 36(2): 314–326.
- Mazzoleni S, Di Pasquale G, Mulligan M (2004) Conclusion: reversing the consensus in Mediterranean Desertification. In: Mazzoleni S, Di Pasquale G, Mulligan M, Di Martino P, Rego F (eds) Recent dynamics of the Mediterranean vegetation and landscape. Chichester: Wiley, pp. 281-286.
- Montanari M (1979) L'alimentazione contadina nell'alto Medioevo. Napoli:Liguori.
- Sadori L, Jahns S, Peyron O (2011) Mid-Holocene vegetation history of the central Mediterranean. *The Holocene* 21(1): 117–129. doi:10.1177/0959683610377530

RINGRAZIAMENTI

Il tutor non si ringrazia. Dicono. Comunque c'è stato un tale che mi ha seguito nel bene e nel male. ..azie.

Poi è arrivato Antonio (S.) che ha deciso che in qualche modo andavo premiato. Anche se secondo me mi ha miracolato. Non ci sono e non ci saranno ringraziamenti a sufficienza.

Ci sono 4 anni di laboratorio: Emilia Allevato è la mia mentore dei carboni e della vita di Dipartimento. In verità ormai è una specie di sorella... Un grazie è riduttivo. Ci vuole un GRAZIE più grosso. Poi un abbraccio.

Poi ci sono stati e ci sono: Federico, Riccardo, Chiara, Filomena, Alessia, Daniela, Anna. Per avere sopportato e supportato: grazie. Ma anche a voi probabilmente ci vuole un GRAZIE più grosso. E un abbraccio. E forse una cena.

Poi si sono aggiunti negli ultimi tempi: Francesco, Maurizio e Luigi... Beh... un pensiero va anche a voi. Grazie. E anche una cena.

Un grazie dal profondo del cuore agli amici della Cooperativa Ichnos per il supporto morale e gli incoraggiamenti a non mollare. Sempre presenti, anche se loooooontani: Lorenzo, Francesco, Andrea e gli altri. Spero di potervi essere ancora utile.

Infine, un profondo e sincero grazie ai miei genitori, papà Giacomo e mamma Claudia, che mi hanno permesso di “soggiornare” ancora nel mondo dell'Università. A mia sorella Silvia che mi è mancata in questi ultimi anni. A loro va questo lavoro.

E in conclusione, un tenero, affettuoso ed innamorato grazie alla mia dolce Serena che ha subito due lauree e un dottorato e non ha mai mollato. Nei momenti di sconforto ha aiutato, consigliato e coccolato. E strigliato. Confermo: sono stato e sono ancora davvero fortunato ad averla al mio fianco.

