



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

Dottorato in Scienze Agrarie e Forestali  
Dipartimento Scienze Agrarie e Forestali  
Settore Scientifico Disciplinare AGR/05

## ANALISI DENDROCRONOLOGICA PER LO STUDIO DELL'ECOLOGIA DI ALCUNE SPECIE ARBOREE ED ARBUSTIVE IN SICILIA

IL DOTTORE  
GIOVANNA SALA

IL COORDINATORE  
CHIAR.MO PROF. STEFANO COLAZZA

IL TUTOR  
PROF. TOMMASO LA MANTIA

CICLO XXVI  
ANNO CONSEGUIMENTO TITOLO 2016

## INDICE

1. INTRODUZIONE.....	3
1.1 L'uso della dendrocronologia a fini ambientali .....	3
1.2 Il legno siciliano cenerentola o tesoro dimenticato (e nascosto) .....	8
2. OBIETTIVI E FASI DELLA RICERCA.....	10
3. RISULTATI .....	12
3.1 Usi del legno in Sicilia .....	12
3.2 La datazione .....	35
3.2.1 Introduzione .....	35
3.2.2 Studi sulla autoctonia della <i>Quercus trojana</i> in Sicilia.....	36
3.2.3 Una recente scoperta a Ficuzza: il carpino nero.....	61
3.2.4 Recente immigrazione o antica presenza: il caso studio di <i>Nicodemia</i> <i>madagascariensis</i> .....	66
3.2.5 Datazioni di piante di vite ( <i>Vitis vinifera</i> ) in Sicilia .....	84
3.2.6 Metodi per la datazione delle specie pluriennali della macchia mediterranea: il Lentisco.....	94
3.3 Cambiamenti climatici ed effetti sulla vegetazione .....	99
3.3.1 Introduzione .....	99
3.3.2 Il cerro di Gussone ( <i>Quercus gussonei</i> ): prossimo estinto della flora endemica siciliana?.....	100
3.3.3 Il pino marittimo di Pantelleria una specie relitta? .....	119
5 LISTA DELLE PUBBLICAZIONI .....	131
RINGRAZIAMENTI .....	132

### **1. INTRODUZIONE**

#### ***1.1 L'uso della dendrocronologia a fini ambientali***

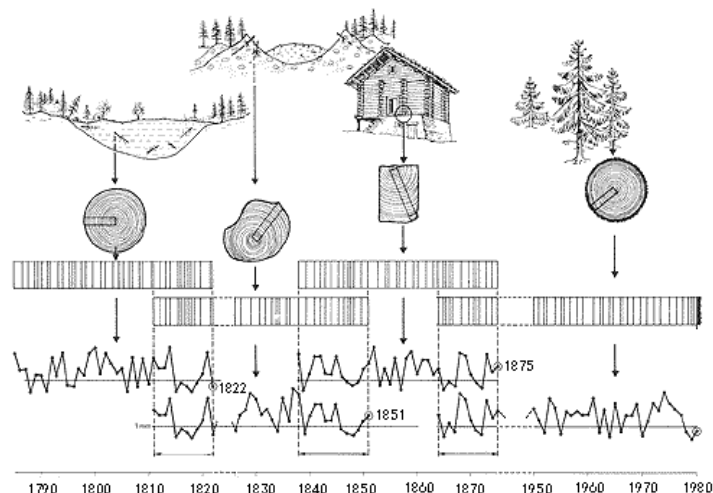
In natura nessun processo di crescita è continuo e nessun organismo cresce senza interruzioni, la crescita è limitata sia da fattori esterni che fattori interni. Nel caso degli alberi la crescita è controllata da fattori interni quali l'espressione genica e i segnali ormonali, e da fattori esterni quali il fotoperiodo, l'intensità luminosa, la lunghezza stagionale e dei giorni, le precipitazioni e le temperature (Piermattei *et al.*, 2014).

Gli alberi, come ogni organismo vivente, rispondono ai cambiamenti ambientali con variazioni che si riscontrano nel loro accrescimento. Durante la loro vita le specie legnose dei climi a stagioni differenziate producono anelli di accrescimento seguendo le fasi legate all'attività vegetativa. Osservando la sezione trasversale di un fusto si riconoscono una serie di anelli concentrici, uno per ogni anno solare, composti a loro volta da legno primaverile e legno estivo. Nelle regioni temperate, la stagione vegetativa di una pianta è limitata al periodo primaverile ed estivo; il periodo di crescita si arresta, infatti, al sopraggiungere dei primi freddi autunnali. Durante il periodo primaverile si ha la produzione di legno primaverile o primaticcio (*earlywood*), caratterizzato da una colorazione chiara, formato da cellule con parete sottile e lume ampio. Il tardo periodo estivo porta invece alla produzione di legno autunnale o tardivo (*latewood*), legno denso, scuro, formato da cellule con lume piccolo e parete cellulare spessa. Una volta terminato il periodo di crescita annuale è quindi visibile nell'albero un anello formato da una parte chiara in sequenza ad una parte scura. L'anno successivo all'arrivo della stagione propizia, si avrà la formazione di nuovo legno primaticcio. La differenza tra i due tipi di legno è generalmente ben distinguibile ad occhio nudo nella caratteristica successione degli anelli sui tronchi degli alberi tagliati.

La dendrocronologia si basa sullo studio degli incrementi annuali di legno prodotto durante le fasi di accrescimento della pianta. Lo studio degli anelli degli alberi è ampiamente applicato negli studi ecologici in primo luogo per determinare l'età degli alberi e successivamente per indagare le modifiche nella crescita delle piante e chiarire le loro cause.

Il primo impiego della dendrocronologia per la datazione del legno viene definito come "tradizionale" da Romagnoli e Colleghi (2008), infatti viene impiegato principalmente per la datazione di reperti lignei e per definire l'età degli alberi in bosco. Il procedimento che sta alla base delle operazioni di datazione è la sincronizzazione. Tale processo permette di confrontare gli andamenti anulari di più curve dendrocronologiche, attraverso un'osservazione visiva o

grafica degli andamenti anulari con sovrapposizione dei grafici dendrocronologici, e successivamente attraverso una sincronizzazione di tipo statistico (Fig.1.1).



**Figura 1.1** - Sincronizzazione ottica e grafica di campioni lignei provenienti da alberi, manufatti e reperti lignei. Le sequenze di anelli ampi e stretti trovano corrispondenza otticamente. I grafici dendrocronologici, derivanti dalla misura delle ampiezze anulari, si sovrappongono con massimi e minimi di accrescimento (da SCHWEINGRUBER, 1983, modificata).

La determinazione accurata dell'età degli alberi risulta molto utile per gli studi sulla dinamica delle popolazioni (Rozas, 2013), per studiare la risposta delle piante dopo un fattore di disturbo e per poter quantificare temporalmente gli aspetti delle variazioni nelle dinamiche forestali dovute all'impatto antropico.

Grazie alle capacità di stratificare ogni anno le risposte dell'albero alle condizioni ambientali, gli anelli legnosi costituiscono un esempio di memoria naturale. Infatti l'ampiezza ( $R$ ) di un anello legnoso nell'anno  $t$  può essere considerata, in maniera semplificata, come una combinazione lineare degli effetti di diverse componenti (Cook e Kariukstis, 1990):

$$R_t = G_t + C_t + \delta D1_t + \delta D2_t + E_t$$

dove ( $G$ ) rappresenta il trend di crescita legato all'aumento dell'età dell'albero e delle dimensioni del fusto; ( $C$ ) il clima, con la sua variabilità di breve, medio e lungo periodo; ( $D1$ ) i disturbi endogeni o localizzati, interessanti uno o pochi alberi (ad esempio morte per senescenza); ( $D2$ ) i disturbi esogeni o diffusi, estesi a gran parte del popolamento (ad esempio tempeste, valanghe, epidemie, incendi e attività antropiche) e, infine, ( $E$ ) la variabilità interannuale non spiegata dai precedenti fattori. Da questo modello teorico, notevolmente semplificato, si capisce che una serie dendrocronologica può essere scomposta in un trend biologico di lungo termine, due segnali comuni agli alberi dell'ecosistema, dovuti all'azione del

## *Introduzione*

---

clima e dei disturbi esogeni diffusi, e due segnali individuali, legati ai disturbi localizzati ed alla casualità. La lettera  $\delta$  associata a D1 e D2 indica la presenza ( $\delta = 1$ ) o assenza ( $\delta = 0$ ) del fattore di disturbo. Per estrarre il segnale ambientale desiderato è necessario ridurre al minimo gli altri fattori. Per esempio l'identificazione del segnale climatico  $C_t$  richiede l'eliminazione dalla serie cronologica degli effetti indotti dagli altri fattori di accrescimento degli anelli, in primo luogo di quello identificato dall'età degli individui, che si manifesta attraverso un trend di crescita negativo.

Negli anelli legnosi sono presenti anche altre informazioni che possono essere interpretate retroattivamente per studi ecofisiologici. Nel nostro caso abbiamo utilizzato gli isotopi stabili. L'analisi degli isotopi stabili del carbonio permette di ottenere informazioni sulle risposte fisiologiche delle piante a stress ambientali. Gli isotopi stabili sono presenti in natura secondo proporzioni specifiche e la loro concentrazione nei composti chimici è soggetta a variazioni (frazionamenti isotopici) in dipendenza dei processi chimico-fisici in cui sono coinvolti. Questo insieme di proprietà fa degli isotopi stabili dei validi marcatori naturali per lo studio dei processi biogeochimici.

Il carbonio ha due isotopi stabili,  $^{12}\text{C}$  e  $^{13}\text{C}$ ; per convenzione l'abbondanza relativa di  $^{13}\text{C}$  su  $^{12}\text{C}$  di un campione è espressa come composizione isotopica ( $\delta$ ) con riferimento a un materiale standard (standard internazionale per il C è il VPDB – *Vienna Pee Dee Belemnite*) per cui è noto il rapporto isotopico ( $R$ ). La composizione isotopica del carbonio,  $\delta^{13}\text{C}$ , è espressa in parti per mille (‰):

$$\delta = (R_{\text{sample}} / R_{\text{standard}} - 1)1000$$

dove  $R_{\text{sample}}$  e  $R_{\text{standard}}$  sono i rapporti  $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$  rispettivamente in un campione e nello standard. L'effetto isotopico o di frazionamento ( $\alpha$ ) è ciò che si verifica durante un qualsiasi processo fisico-chimico capace di modificare il rapporto isotopico  $R$  (rapporto tra le concentrazioni dell'isotopo raro e dell'isotopo più abbondante) di un prodotto ( $R_{\text{prod}}$ ) rispetto a quello del reagente ( $R_{\text{rea}}$ ):

$$\alpha = R_{\text{prod}} / R_{\text{rea}}$$

Si definisce discriminazione isotopica  $\Delta$  lo scostamento di  $\delta$  dall'unità:

$$\Delta = \delta - 1$$

Le piante, durante la fotosintesi, discriminano contro l'isotopo pesante  $^{13}\text{C}$ , pertanto i prodotti fotosintetici risultanti sono alleggeriti isotopicamente rispetto alla  $\text{CO}_2$  atmosferica. Questo processo di discriminazione isotopica ( $\Delta$ ) avviene in due fasi, durante la diffusione di  $\text{CO}_2$  dall'atmosfera fino ai cloroplasti e durante la carbossilazione enzimatica (Farquhar *et al.*, 1982). Il processo di discriminazione isotopica può essere espresso con la seguente formula:

$$\Delta = \frac{\delta^{13}\text{C}_a - \delta^{13}\text{C}_p}{1 + \delta^{13}\text{C}_p}$$

dove  $\delta^{13}\text{C}_a$  indica la composizione isotopica della  $\text{CO}_2$  atmosferica e  $\delta^{13}\text{C}_p$  quella delle piante. Durante la diffusione delle molecole di diossido di carbonio attraverso gli stomi, le molecole più leggere sono in grado di diffondere più facilmente di quelle pesanti, in virtù del minore ingombro e della minore massa. L'effetto netto è che la  $\text{CO}_2$  intercellulare è impoverita in  $^{13}\text{C}$  rispetto a quella atmosferica di un fattore a pari a 4.4‰. L'altra fase di frazionamento avviene quando la  $\text{CO}_2$  è coinvolta nelle carbossilazioni enzimatiche, il processo biologico tende a preferire  $^{12}\text{C}$  rispetto a  $^{13}\text{C}$  (McCarroll e Loader, 2004) secondo un coefficiente di frazionamento  $b$  pari al 27‰ ( $b$  riassume l'effetto conglobato della carbossilazione cloroplastica e di quelle anapleurotiche). Nelle piante a metabolismo  $\text{C}_3$ , il processo di discriminazione isotopica ( $\Delta$ ), quindi, avviene in due fasi principali, durante la diffusione di  $\text{CO}_2$  dall'atmosfera fino ai cloroplasti (principalmente  $a$ ) e durante le carbossilazioni enzimatiche ( $b$ ; principalmente Rubisco ma anche PEP-carbossilasi) e può essere descritta dall'equazione:

$$\Delta\text{‰} = a + (b - a)(C_i/C_a)$$

dove  $C_i/C_a$  è il rapporto delle concentrazioni, intercellulare e atmosferica di  $\text{CO}_2$  (Farquhar *et al.*, 1982). Dunque il valore di  $\Delta$  è fortemente influenzato da variazioni della capacità fotosintetica e della conduttanza stomatica nonché da tutte le variabili climatiche che influenzano il rapporto  $C_i/C_a$ .

La discriminazione isotopica del carbonio può essere vista in termini di cambiamenti dell'efficienza d'uso dell'acqua, poiché il rapporto del carbonio fissato su l'acqua traspirata è controllato dalla conduttanza stomatica e dalla velocità fotosintetica (Farquhar *et al.*, 1982). L'efficienza intrinseca d'uso dell'acqua  $i\text{WUE}$ , è definita come:

$$i\text{WUE} = A/g_s = C_a(1 - C_i/C_a) 0.625$$

## **Introduzione**

---

dove A è il rapporto dell'assimilazione di CO<sub>2</sub>, g<sub>s</sub> la conduttanza stomatica e (C<sub>i</sub>/C<sub>a</sub>) il rapporto delle concentrazioni, intercellulare e atmosferica di CO<sub>2</sub>. Il rapporto C<sub>i</sub>/C<sub>a</sub> può essere ottenuto dalla formula:

$$C_i/C_a = (\delta^{13}C_{\text{pianta}} - \delta^{13}C_{\text{aria}} + a)/(b - a)$$

Quindi nelle piante a fotosintesi C<sub>3</sub> la discriminazione dipende linearmente dal rapporto delle concentrazioni di CO<sub>2</sub> intercellulare e atmosferica ed è determinata dalla capacità fotosintetica e dal grado di apertura stomatica. Dallo studio della discriminazione isotopica del carbonio è possibile stimare il bilancio delle limitazioni stomatiche e biochimiche della fotosintesi e gli effetti esercitati da stress ambientali sulla produttività delle piante.

La discriminazione isotopica del carbonio ( $\Delta$ ) nelle piante a metabolismo C<sub>3</sub> è, dunque, correlata inversamente con l'efficienza d'uso idrico (WUE) e può essere utilizzata per studiare le interazioni pianta-ambiente e per individuare genotipi tolleranti/resistenti a carenza idrica (Brugnoli e Farquhar, 2000).

Come facilmente intuibile in un'area considerata ad alto rischio a causa dei cambiamenti climatici qual è il Mediterraneo, la dendrocronologia diventa uno strumento potente per valutare questi effetti. Alcune difficoltà nell'applicazione di questa tecnica vengono, però, in questo contesto ambientale "esaltate", ci si riferisce alla policiclicità propria di molte specie sempreverdi o anche al fatto che specie come i pini, a causa della ripresa della piovosità autunnale, riprendono dopo l'estate gli accrescimenti radiali. Questa tesi vuole contribuire, nella parte relativa alla dendrocronologia, alla individuazione di metodologie idonee ad affrontare queste problematiche.

## **Bibliografia**

- Brugnoli E., Farquhar G.D., 2000. Photosynthetic fractionation of carbon isotopes. In: Leegood RC, Sharkey TD, von Caemmerer S (eds) *Advances in photosynthesis—photosynthesis: physiology and metabolism*, vol 9. Kluwer, The Netherlands, 399–434.
- Cook E.R., Kariukstis L.A. 1990. *Methods of dendrochronology. Application in the environmental sciences*. Dordrecht, Kluwer.
- Farquhar G.D., O'Leary M. H., Berry J.A., 1982. On the relationship between carbon isotope discrimination and the intercellular carbon dioxide concentration in leaves. *Aust. Journal Plant Phys.*, 9: 121-137.
- McCarroll D., Loader N.J., 2004. Stable isotopes in tree rings. *Quaternary Science Reviews*, 23: 771-801.
- Piermattei A., Crivellaro A., Carrer M., Urbinati C., 2015. The "blue ring": anatomy and formation hypothesis of a new tree-ring anomaly in conifers. *Trees*, 29: 2, 613-620.

- Romagnoli M, Sarlatto M., Bernabei M., Fasani L., 2008. Dendrocronologia per i beni culturali in Dendrocronologia per i Beni Culturali e l'Ambiente a cura di Romagnoli M. Nardini Editore: 59-72.
- Rozas V., 2003. Tree age estimates in *Fagus sylvatica* and *Quercus robur*: testing previous and improved methods. *Plant Ecol.* 167: 193-212.
- Schweingruber F. H., 1983. Der Jahrring: Standort, Methodik, Zeit und Klima in die Dendrochronologie. *Haupt*, Bern: p. 234.

## ***1.2 Il legno siciliano cenerentola o tesoro dimenticato (e nascosto)***

La crisi che attraversa il settore forestale in Sicilia ha molteplici ragioni, tra queste il fatto che si ritiene il settore forestale nell'isola assolutamente improduttivo. Diverse ragioni concorrono purtroppo a rendere fondato oggi questo presupposto. Gli usi tradizionali del legno, quali la produzione di legna da ardere e carbone non danno un prodotto di alto valore aggiunto e gli usi moderni come l'utilizzo per la produzione di energia eccetto i caratteri innovativi non innalza il valore unitario della biomassa. Un uso che garantirebbe un valore aggiunto più elevato sarebbe l'utilizzo del legname come materiale da opera. Tuttavia la tradizionale utilizzazione del legno per produrre legname da opera che ha riguardato in particolare il castagno mostra da tempo segni di irreversibile declino (La Mantia *et al.*, 1999, 2006) pur in presenza di evidenti buone qualità del prodotto ottenuto (Maggiore *et al.*, 2006). A questo declino non ha fatto da contraltare la diffusione dell'arboricoltura da legno a causa di una politica miope e di errore tecnici (La Mantia *et al.*, 2004, 2008; Barone *et al.*, 2008).

È da sottolineare tuttavia come nei testi di selvicoltura e tecnologia del legno non si trovi quasi mai riferimento ad un uso del legno in Sicilia. Le ragioni si rinvengono in una scarsa qualità del prodotto, se riferito alle specie principali (querce e faggio), ma anche per la rarità delle specie più pregiate (ad esempio rovere). Tuttavia molteplici riferimenti bibliografici smentiscono questa (presunta) assenza anche se i riferimenti sono presenti nella letteratura umanistica piuttosto che in quella selvicolturale invero scarsa in Sicilia. Si è quindi svolta un'accurata ricerca bibliografica per colmare questo *gap* conoscitivo riferito all'utilizzo del legno in Sicilia.

La ricerca ha confermato la lunga tradizione di utilizzazione del legno in Sicilia e apre quindi delle prospettive per un loro rilancio nell'ottica di ridare "un senso" all'utilizzazione dei boschi nell'Isola.



**Bibliografia**

- Barone E., La Mantia M., La Mela Veca D. e La Mantia T., 2008. Effetto di differenti sistemi di impianto sullo sviluppo e produttività del noce da legno in Sicilia. Atti del Convegno “L’arboricoltura nella filiera del legno pregiato”, 5 - 6 Ottobre 2006 Cornaredo (Milano): 141-164.
- La Mantia T., Cutino I., Fioravanti M., Maggiore C., Origlio A., Spampinato R.G., 2006. Lo status della castanicoltura da legno e possibili interventi per la salvaguardia: il caso studio dell’Etna. Atti del “IV Convegno Nazionale Del Castagno 2005”, Montella (Av) 20-22 Ottobre 2005: 318-320.
- La Mantia T., Cutino I., Maggiore C.V., 2004. Limiti e prospettive dell’arboricoltura da legno in Sicilia. Atti del Convegno “La selvicoltura da legno strumento di rilancio del territorio e dell’economia montana”, Borgetto (Pa) 20 aprile 2004, 87-105.
- La Mantia T., La Mela Veca D.S., Gherardi L., 1999. Chestnut woods on Madonie mountains (Sicily, Italy): reasons for abandonment and possibilities of recovery. *Acta Horticulturae* n.494: 89-91.
- La Mantia T., Maggiore C., Cutino I., Giardina G., Scalzo G., Tricarichi G. e Callegari G., 2008. Produttività di impianti di noce da legno realizzati in Sicilia. Atti del Convegno “L’arboricoltura nella filiera del legno pregiato”, 5-6 Ottobre 2006 Cornaredo (Milano):123-140 pp.
- Maggiore C., Fioravanti M., La Mantia T., 2006. Prime valutazioni delle caratteristiche tecnologiche del legno di castagno siciliano. Atti del “IV Convegno Nazionale Castagno 2005”, Montella (Av) 20-22 Ottobre 2005: 302-304.

## 2. OBIETTIVI E FASI DELLA RICERCA

Il primo obiettivo è stato quello di fare il punto sull'uso del legno in Sicilia. L'indagine bibliografica, che deve intendersi come, preliminare sulle specie arboree siciliane ha permesso di trovare un ampio impiego del legno siciliano. Tale attività di ricerca ha dimostrato come in Sicilia esista una lunga tradizione di utilizzo del legno e di come esistesse una vasta letteratura fino ad oggi inesplorata nel settore della selvicoltura/tecnologia del legno perché attinente ad altri settori scientifici disciplinari (antropologia, storia economica e sociale, etc.).

L'obiettivo dell'attività di ricerca di campo, invece, è stato quello di applicare la dendrocronologia per la datazione di alcune specie e studiare gli effetti dei cambiamenti climatici.

Nel primo caso, la dendrocronologia è stata impiegata per la datazione di piante per scopi ecologici e per lo studio delle relazioni accrescimento e clima. Nel corso della ricerca sono state datate diverse specie (*Quercus trojana*, *Ostrya carpinifolia*, *Nicodemia madagascariensis*, *Pistacia lentiscus*, *Vitis vinifera*). La stima esatta dell'età di un albero mediante conteggio degli anelli annuali, nonostante possa apparire un'operazione banale, può rivelarsi assai complessa a causa di diversi fattori che possono concorrere nel pregiudicare l'affidabilità del risultato. Alcuni di questi fattori sono tendenzialmente intrinseci alla specie o al singolo albero, altri sono legati alle tecniche di campionatura. L'attività di ricerca ha consentito di acquisire conoscenze metodologiche fondamentali in particolare durante la fase di campionamento, preparazione del campione e analisi anatomica dei tessuti legnosi. La determinazione dell'esatta età delle piante ha permesso di stabilire alcuni aspetti legati alla loro presenza e diffusione nel territorio siciliano. In particolare appare promettente la possibilità di datare piante arbustive come il lentisco che, a motivo della vasta diffusione in ambiente mediterraneo, può essere un utile strumento per lo studio degli effetti dei cambiamenti climatici sulla vegetazione. La datazione è l'operazione preliminare per potere proseguire con analisi successive come l'interazione clima-piante, in questo senso adeguando il numero di campioni, le specie studiate ai fini della datazione possono essere utilizzate per valutazioni più complesse.

Il secondo impiego della dendrocronologia ha riguardato, più strettamente, la relazione tra accrescimento delle piante e caratteri climatici. La conoscenza dello sviluppo a lungo termine delle foreste è essenziale sia per una comprensione teorica della composizione e struttura attuale sia per questioni pratiche di gestione e conservazione degli ecosistemi forestali. Infatti gli anelli degli alberi offrono un'ottima possibilità di indagare la storia delle foreste e metodi

## *Obiettivi e fasi della ricerca*

---

dendrocronologici forniscono un'alta risoluzione spaziale e temporale. Gli anelli legnosi costituiscono un ottimo esempio di archivi naturali, grazie alla capacità di stratificare annualmente ed in modo integrato le risposte dell'albero alle condizioni ambientali interpretabili attraverso lo studio dendrocronologico. L'analisi delle serie cronologiche permette, come già descritto in precedenza, di ottenere informazioni differenziate, ad esempio sull'età delle piante, sull'ampiezza degli anelli, sulla densità del legno e sul contenuto isotopico di carbonio. Inoltre lo studio anatomico delle caratteristiche del legno, attraverso analisi intra-annuali, permette di valutare in maniera puntuale i fattori climatici e fisiologici che influenzano la crescita radiale degli alberi. Questi ultimi, come gran parte degli organismi viventi, rispondono alle mutevoli condizioni ambientali con regolazioni fisiologiche e modifiche nell'attività cambiale. In particolar modo le ampiezze anulari sono state utilizzate per conoscere i caratteri ecofisiologici della *Quercus gussonei*, endemismo siciliano, che negli ultimi anni è stata colpita da un progressivo deperimento. La conoscenza delle relazioni accrescimento/clima può essere utile per i programmi di conservazione dei boschi a dominanza di questa specie. Il problema sta acquisendo rilievo soprattutto alla luce dell'estendersi del deperimento e delle difficoltà di rinnovazione delle querce.

La dendrocronologia è stata utilizzata anche per lo studio del accrescimento di piante di *Pinus pinaster* che crescono in condizioni di stress idrico. Infatti specie che crescono in un clima mediterraneo, con siccità estiva e alta variabilità inter-annuale di precipitazioni e di temperatura, comunemente presentano caratteristiche anatomiche particolari negli anelli d'accrescimento, come diversa densità cellulare e la presenza di fluttuazioni di densità intra-annuali. Queste piante sono state datate e sono state determinate le funzioni di risposta per spiegare il loro adattamento nel tempo alle condizioni climatiche.

I materiali e metodi impiegati per ogni attività di ricerca vengono riportati all'interno di ciascun paragrafo.

### 3. RISULTATI

#### *3.1 Usi del legno in Sicilia*

GIOVANNA SALA, VALERIA MAGGIORE & TOMMASO LA MANTIA

#### L'USO TRADIZIONALE DEL LEGNO IN SICILIA

(In preparazione)

##### PREMESSA E LIMITI DELLO STUDIO

In tutti i testi che fanno riferimento all'utilizzazione del legno in Italia come legno da opera non si fa quasi mai riferimento alla Sicilia (GIORDANO, 1988) mentre la stessa viene citata a proposito della povertà di foreste. Invece la Sicilia vanta una lunga tradizione nell'utilizzazione del legno come dimostra una vasta e, sino ad oggi, in parte inesplorata letteratura. Questa letteratura risulta infatti, poco o nulla nota ai forestali; scopo del lavoro, quindi, è stato quello di raccogliere – si badi bene non in maniera esaustiva – testimonianze sull'utilizzazione del legno in Sicilia.

La ragione della scarsa consapevolezza dell'utilizzo del legno in Sicilia è probabilmente dovuta alla scarsità di superfici forestali che fa escludere la possibilità che l'uso del legno da opera in Sicilia avvenga in maniera significativa. Come ricorda GIUFFRIDA (2001), riportando un documento del 1577, la coltivazione della canna da zucchero entra in crisi anche a causa della carenza di legna. Le superfici forestali raggiungono il suo minimo nell'800 (LA MANTIA, 2009) e che fa scrivere ad un agronomo, profondo conoscitore della Sicilia, “la scarsezza pressoché incredibile della legna di ogni sorte che da pochi anni in qua sperimentiamo in Sicilia” (BALSAMO, 1800) il quale, inoltre, sottolinea, l'assoluta mancanza di rimboschimenti.

Tuttavia come scrive LIOTTA (2007) “il legno (e i suoi derivati, come la carta) è il più rappresentato nei Beni culturali, sotto forma di strutture (tetti, soffitti, manufatti, mobili) di accessori (cornici, rosoni, scaffali) o di supporto di opere d'arte (pale, pannelli, statue dipinte)”.

Vastissima risulta, infatti, la letteratura relativa alle utilizzazioni del legno in campo artistico proporzionale alla numerosità dei manufatti: “è rilevante il numero delle opere di intaglio ligneo pur se a lungo ignorate dagli studi dell'arte per così dire maggiore, perché ritenute un genere di qualità inferiore: vare da processione (i fercoli), i pulpiti, mobili di sagrestia, paliotti, macchine

da altare, pregevoli cori intagliati e statue” (PUGLIATTI, 2012). Spesso come sottolineato dagli studiosi del settore (PUGLIATTI, 2012) non si hanno conoscenze accurate sul legno utilizzato e su questo aspetto TERMOTTO (1998-2000) sottolinea la necessità di consultare gli atti notarili relativi alle singole opere. L’utilizzo del legno nelle opere artistiche sarà oggetto di una seconda nota.

Mancano, invece, delle opere dedicate all’utilizzo del legno in generale nella vita quotidiana; un volume esclusivamente dedicato alla civiltà contadina è il libro di Antonino UCCELLO (1972) “La civiltà del legno in Sicilia” dove si narra di un insieme di consuetudini e di tecniche concernenti la vita dei contadini dei monti Iblei. In questo volume vengono descritti vari attrezzi legati soprattutto al lavoro quotidiano (aratura, mietitura) e realizzati dagli stessi contadini mentre non tratta le opere in legno realizzate da falegnami e tornitori.

L’uso del legno tuttavia pervade anche la letteratura siciliana come dimostra un’attenta rilettura delle cronache siciliane e della letteratura dell’isola, come, ad es. in HAMILTON CAICO (1910) che scrive di “una scatola di legno di ulivo” o “dell’acquisto della nuova statua, di legno dipinto, opera di un noto scultore di Girgenti”.

È da precisare che non si è trattato in questo articolo l’utilizzazione per la produzione di carbone per la quale esiste una ricca letteratura specifica siciliana. Invece, si fa qui un cenno agli strumenti in legno utilizzati dagli stessi carbonai che utilizzano alcune specie quali cerro, faggio e altre querce a foglia caduca” (D’ONOFRIO, 1996a) la loro abilità è tale che come scrive sempre D’ONOFRIO “ancora oggi i carbonai di alcuni comuni dei Nebrodi come Alcara Li Fusi, si sostituiscono al mastro d’ascia, fabbricando per i contadini gli aratri e altri strumenti di lavoro iuvi, manganì, trirenti, pal’î l’aria, maiddi, etc. (gioghi, gramole, trienti, pale per l’aia, etc.)”. Naturalmente i carbonai sono profondi conoscitori del legno e distinguono la qualità del prodotto in funzione della specie carbonizzata (D’ONOFRIO, 1996a).

Tralasciamo inoltre in questo articolo anche gli usi di “del truciolo e della lana di legno ... canne palustri, vimini, giunchi e simili ... paglia, trebbia, dello sparto, del crine vegetale e simili ... di scope ... sughero” per usare le categorie del BANCO DI SICILIA (1927).

## ASPETTI METODOLOGICI

La ricerca si è svolta in due fasi quella bibliografica (prevalente) e quella di campo. La ricerca bibliografica, vista l’assoluta assenza di riferimenti nei testi di tecnologia del legno e di selvicoltura italiani e siciliani, si è rivolta ai testi di antropologia, storia ed etnologia.

### STORIA E ASPETTI GENERALI DELLE UTILIZZAZIONI

È da precisare innanzitutto che come scrive BALDINI (2008) “Con la denominazione di “Utilizzazioni forestali” si intendono i lavori svolti in bosco che comportano il prelievo di legno. Poiché la massima parte dei lavori in bosco consiste nel taglio di alberi e nella successiva asportazione del legname, sia che lo scopo principale – ma mai esclusivo - dell’intervento sia la raccolta del legno, oppure la coltivazione del soprassuolo nel senso più stretto, il termine “Utilizzazioni forestali” può essere considerato sinonimo di “lavoro in bosco”. In questo capitolo quindi si tratterà delle operazioni in bosco e delle specie forestali rimandando l’uso del legno ai capitoli successivi.

L’utilizzazione del legno va fatta risalire agli albori della civiltà, ma ovviamente è ben difficile reperire reperti di epoche molto antiche. Per il periodo punico-romano TAMBURELLO (1981) riporta delle informazioni. L’utilizzo delle risorse boschive siciliane per la produzione di legna da opera si fa risalire all’età musulmana quando il legno veniva utilizzato per l’industria cantieristica determinando il depauperamento delle risorse. Durante l’età normanna e sveva l’utilizzo del legno per la costruzione e la manutenzione delle flotte regie non incideva negativamente sulla sua distribuzione (CORRAO, 1987); anzi come scrive TRAMONTANA (CORRAO 1987) la Sicilia era “una fonte di rifornimento di legname anche per aree esterne al *regnum*, d’altronde, è testimoniato dalla utilizzazione, da parte di Innocenzo II, di legname siciliano per la riparazione della basilica del Laterano”. Ciò è confermato dalle fonti dirette, AMARI (1982) a proposito di Aci scrive “Di qui si esporta pece, catrame, legname e altre derrate in gran copia” e di Randazzo “...di legname, che si esporta in molti paesi”. Dell’Etna scrive della presenza di “...boschi, la più parte di castagni, nocciuoli, pini e cedri” e della regione di Cefalù “la gran foresta che produce varie specie di legname da costruir navi”.

Sebbene i testi siciliani antecedenti al ‘900, che in genere trattano assieme le colture agrarie e forestali, facciano tutte riferimento soprattutto alle tecniche di propagazione del bosco (BALSAMO, 1851) più interessanti sono i riferimenti alle utilizzazioni del legno che, come vedremo nei capitoli che seguono, appaiono consolidate e conservatesi nel tempo. A metà settecento NICOSIA (1735) si sofferma sugli aspetti propagativi ma anche sugli usi, scrive infatti della quercia (“che è la migliore per legni” e come precisa meglio del leccio) per ottenere “bosco di taglio per fuoco se ne volesse fare altro per alberi grandi per ghiande, e legname per fabbriche ...” e per “far il bosco di castagne, ò per frutto, ò per taglio di manifatture”.

I sistemi di gestione del bosco, utilizzazione (in bosco) e di lavorazione del legname soprattutto nelle aree montane, facevano parte del patrimonio culturale dei contadini. Ne è testimonianza l'esistenza di uno specifico proverbio "Taglia il castagno e la quercia col vento di tramontana, e nel minimo della Luna ('Ntra lu minimu di la luna e cu ventu di tramontana tagghia castagni e cersi) (MINÀ-PALUMBO, 1854).

Emblematico della profonda conoscenza è, in questo senso, il rapporto con il castagno. La diffusione di questa specie, che si ricorda non è autoctona, va considerata come una azione effettiva di rimboschimento perché artificialmente viene diffuso in tempi storici nell'isola (LA MANTIA et al., 1999).

Un interessante esempio di lavorazione in bosco ci viene dato in TROPEA (1980) proprio per i castagneti dell'Etna intorno agli anni '50, prima dell'introduzione delle segherie elettriche, quando il legname veniva lavorato e segato in bosco. Il castagno rappresentava una importantissima fonte di materia prima utilizzabile per svariati usi, al punto da provvedere alla realizzazione di impianti con la messa a dimora in buche allineate distanti 3-4 metri l'una dall'altra di piantine allevate in vivaio all'età di 2-3 anni. Il castagno veniva governato a ceduo e raggiunta l'età di 10-12 anni veniva effettuato il taglio di utilizzazione. Il periodo per tagliare era (ed è) compreso tra il 15 settembre ed il 15 aprile, evitando però assolutamente i periodi di plenilunio. Dopo il taglio la ceppaia va riceppata. La riceppatura consiste nel pareggiare la parte interna della ceppaia eliminando il legno vecchio e nel pareggiare la parte esterna per evitare ristagni di acqua. I fusti tagliati venivano lasciati sul terreno per un certo tempo, in modo che i rami potevano assorbire la linfa contenuta nel tronco e subito dopo venivano recisi. Dalla ramaglia si potevano ricavare pali per il vigneto, legna da destinare alla carbonaia o semplicemente legna da ardere. Dai tronchi di castagno invece si ricavano travi per il tetto e doghe per botti di varie dimensioni (piccole capacità di 180 l per il trasporto di olive in salamoia, medie 250 l per il trasporto del succo di limone, grandi 400 l, dove venivano sistemati i limoni, pali per la recinzione ecc.. Per effettuare il sezionamento trasversale di ciascun fusto abbattuto si adoperava come unità di misura un listello di castagno lungo 1.56 m (6 palmi). I topi grossi e quelli più piccoli venivano squadrati su due soli fianchi (venivano scelti i più dritti) su un attrezzo rudimentale detto morsa e successivamente segati su speciali impalcature mediante una particolare sega a lama centrale azionata da due segantini. Sulle due facce squadrate venivano segnate delle linee parallele con un filo di lana impregnato di colore; queste linee indicavano lo spessore della tavola, e sulle quali veniva fatta passare la sega. Dalla segatura dei topi più grossi si ricavano delle tavole con spessori di 12 cm, lunghe da 6 a 12 palmi e larghe da 15 a 70 cm, e

## *Risultati*

---

venivano utilizzati anche per fare grandi botti (fino a 700 l di capacità), mentre le tavole con lunghezze minori (otto palmi) venivano utilizzati in falegnameria per fare porte e finestre.

Per ottenere una buona stagionatura del legno, tutto il materiale ricavato dalla segatura veniva sistemato in cataste a forma di cubo o di parallelepipedo per diverso tempo a seconda della sua destinazione. Le tavole così accatastate si vendevano con unità di misura locali (corrispondente a 2.8 m<sup>2</sup>) che cambiavano a seconda dello spessore di 7 o 5 cm. Dopo circa sei mesi dal taglio si effettuava una prima spollonatura da cui si ricavano delle verghe per fare cesti e canestri, invece dopo 3-4 anni dal taglio si effettuava la spollonatura principale; i polloni migliori possono essere utilizzati per farne cerchi per piccole botti. Il diradamento o sfollo si effettuava dopo 7-8 anni, in cui vengono salvate i fusti migliori e dal materiale tagliato si ottengono bastoni di circa un metro e mezzo che venivano messi a bollire in una caldaia e successivamente tagliati longitudinalmente con un apposito coltello in modo da ricavarne delle sottili strisce di legno con cui fabbricare le ceste per la spedizione di agrumi e primizie. Nel momento in cui si dovrà effettuare un nuovo taglio di utilizzazione, i fusti da abbattere vengono segnati staccando un pezzo di corteccia, in modo da fare un calcolo della massa ritraibile, mentre le piante più vigorose e promettenti vengono contrassegnate con due anelli di colore rosso o bianco e verranno lasciate come matricine. Solo in casi particolari venivano tagliate tutte le piante della ceppaia effettuando il taglio a raso. Tutto l'insieme delle operazioni che precedono il taglio di utilizzazione del castagneto (spollonatura, rimonda, diradamento) venivano eseguite di solito dallo stesso proprietario che era un contadino o un coltivatore diretto, mentre del taglio e delle lavorazioni del legname se ne occupava il cosiddetto "mastro di legname" che era un imprenditore o a volte si trattava di piccole imprese a carattere familiare.

Anche il castagno nelle Madonie era, ed è ancora, largamente usato come legna da opera, nella costruzione di infissi esterni, tini, botti e altri contenitori per la caseificazione e vinificazione (ATTANZIO & GENCHI, 2002). In tutti i paesi della Madonie, la lavorazione del legno raggiunge alti livelli di specializzazione, a commento di una foto in cui si vedono falegnami all'opera BORGHESE & RAMPOLLA DOMINICI (1987) scrivono a proposito di Polizzi Generosa "I "Lignamari". Infatti prima che funzionassero le segherie elettriche tutto veniva fatto a mano, con straordinaria abilità. I falegnami erano veri e propri artisti, capaci di creare splendidi intagli che adornavano mobili ancora oggi conservati in molte case polizzane. In alcuni paesi delle Madonie, dove ancora sono in attività alcune ditte artigiane, si ha un impiego tradizionale del legno di castagno per la realizzazione di pali, scale, infissi, botti, casse da morto, arredamento esterno e interno; la lavorazione del legno di castagno in queste aree è notevolmente diminuita



nel tempo a causa della mancanza di assortimenti ritraibili, per i costi elevati di lavorazione e la richiesta di professionalità (IACUZZI, 2007).

I boschi sino alla metà del '900 erano boschi naturali, dopo questo periodo si è iniziato con le attività di rimboschimento finalizzate a scopi sociali (rallentare l'emigrazione) e di difesa del suolo (cfr. LA MANTIA, 2013) mentre un capitolo a parte merita la storia dell'eucalitticoltura legata alla utilizzazione della pasta di cellulosa (LA MANTIA, 2013).

Tuttavia sono stati compiuti degli interventi specifici per incrementare la produzione di legname attraverso l'adozione di apposite norme comunitarie. Questa attività non ha portato, anche se era negli intenti, ad un incremento del legname utilizzabile (cfr. per una analisi critica di questa vergognosa pagina (LA MANTIA, 2002; LA MANTIA et al., 2004).

Il complesso boschivo dei Nebrodi, soggetto nel passato agli usi civici, è stato un tempo fortemente sottoposto al taglio, in ragione delle esigenze e della qualità dei legni, disponendo numerose varietà e tipi. Tra le querce erano apprezzate il rovere (*ruvula*) per il legno massiccio e il cerro (*cierru*) dal legno dritto e alto e che si spacca in verticale. Il faggio offriva un legno delicato, per ardere e per realizzare manufatti domestici, mentre l'olmo una fibra eccellente, dura e pesante. Data la delicatezza della fibra per gli usi interni o per intaglio o tornio si utilizzava il pioppo, l'ontano, o il tiglio mentre l'acero e il cipresso venivano apprezzati per la durezza, rigidità e resistenza al tarlo. Ottimi anche i legni di noce, castagno e pino per le dimensioni e per le pregevoli qualità, mentre per la manifattura di mobili erano richiesti pero, ciliegio, carrubo, olivo e tasso per le caratteristiche estetiche e i colori delle venature che venivano esaltati dalle mani sapienti degli ebanisti (LO CASTRO, 2009).

Altro esempio di gestione dei boschi, in questo caso naturali, finalizzato all'ottenimento di ottimo materiale da opera è quello che riguardava la pineta di pino laricio dell'Etna. BALSAMO (1851), a proposito della coltivazione dei pini, scrive "Nessuna, (coltivazione n.d.A.) siccome però l'uso più vantaggioso al quale possono destinarsi li pini si è quello di fabbricarne delle antenne, e degli alberi da bastimenti, al ché si richiede che i loro fusti siano belli, lunghi, e dritti, quindi per ottenere questo intento giova a cinque o a sei anni sino a quindici mondarli discretamente dei rami inferiori, e reggerli anche se possibile con i pali." Uno di noi (LA MANTIA, ined.) intervistando i vecchi boscaioli dell'Etna ha avuto conferma di questa operazione che veniva fatta anche su piante di età superiore legando due lunghe scale e sino a tempi recenti quando ancora erano consentiti i tagli. BALSAMO (1851) continua scrivendo che dopo " a trent'anni si può cominciare a raccoglierne del catrame" (veniva praticata sui pini neri dell'Etna la pratica della resinazione) mentre il taglio veniva effettuato dopo i 60 anni.

L'utilizzo dei pini dell'Etna per la costruzione della navi viene riportata da ANTONELLI (1928).

## **Risultati**

---

Un capitolo a parte meritano le piccole isole dove la risorsa legno appare, con l'eccezione di Pantelleria e a causa degli antichi processi di deforestazione, una risorsa scarsa il cui utilizzo assume caratteri peculiari come peculiari sono le risorse come vedremo nei capitoli successivi. Un cenno particolare merita il *Cytisus aeolicus* Guss., una specie endemica delle Eolie di grande valore fitogeografico. Come scrivono LO CASCIO & LA MANTIA (2013) "Dal legno, i contadini di Stromboli e Vulcano ricavavano invece ottimo materiale per realizzare attrezzi agricoli e i pali di sostegno dei filari di vite, come osservato dal viaggiatore Jean Houel che alla fine del Settecento visitò entrambe le isole. La necessità di legna, anche da ardere, e l'espansione dell'agricoltura che si è verificata tra il Settecento e l'Ottocento ne hanno causato la graduale rarefazione e – addirittura – l'estinzione in alcune isole dell'arcipelago. Oggi il citiso conta una popolazione complessiva di circa 500 individui; quelli di Vulcano, in particolare, presentano dimensioni considerevoli, raggiungendo anche 5-6 metri di altezza. Oggi, in quest'isola essi sono distribuiti pressoché esclusivamente in poche aree dove si pratica ancora l'agricoltura e nei giardini privati a testimonianza dello stretto legame tra il citiso e l'attività agricola".

Tuttavia già alla fine dell'800 si fa ricorso a legni provenienti da altri paesi. L'inventario del 1866 alla morte del Marchese Francesco Paolo di Rudinì riporta "un armadio di antica data di legno di abete (forse abete dei Nebrodi n.d.A.) ... tavolini di abete ... una toletta di Mogano con superficie di noce" (DRAGO, 1996).

### L'UTILIZZO DEL LEGNO NELLA CIVILTÀ CONTADINA

Come comprensibile il legno era nella civiltà contadina il principale materiale d'uso, un risorsa essenziale ed un vero e proprio capitale per l'economia dei piccoli laboratori artigiani ma anche dei singoli agricoltori che riuscivano autonomamente a preparare attrezzi di uso quotidiano (CUSUMANO, 1986). Infatti gran parte degli oggetti di lavoro e di uso quotidiano erano costruiti in legno: i mezzi di trasporto, gli attrezzi, gli utensili, i mobili, ecc. (cfr. ad esempio BIANCA, 1878). Alla lavorazione di questa materia prima era collegata l'attività di numerosi artigiani, tra i quali si distinguevano quelli che si procuravano il legno grezzo ancora in tronchi o ceppi segati dell'albero, e quelli che invece lavoravano il legno già ridotto in tavole o comunque semilavorato. I primi erano chiamati maestri d'ascia (*mastru d'ascia d'òpira rossa*) i secondi falegnami o *mastru d'ascia d'òpira fina* (VELLA, 1980). Questi due gruppi di artigiani, erano caratterizzati dall'uso di diverse tecniche e da specifiche tradizioni di lavoro che differenziavano i diversi mestieri; per esempio, i carradori, i carpentieri navali, i costruttori di aratri e strumenti agricoli facevano parte del primo gruppo che utilizzava in maniera preponderante per la sua attività

l'ascia e svolgeva lavori più pesanti andando anche a procurarsi la materia prima, mentre al secondo gruppo appartengono gli ebanisti, gli intagliatori e i fabbricanti di porte e finestre (VELLA, 1980; CUSUMANO, 1988). Il complesso di attività legate alla lavorazione del legno si segmentava ulteriormente in figure professionali specializzate, identificando la bottega artigianale con un particolare prodotto, come i bottai, i sediai, i cestai, ecc..

Nel territorio di Caccamo le specie più utilizzate dai maestri d'ascia sono quelle abbondanti e facilmente disponibili nel territorio caccamese come frassino o sommacco ma anche noce, castagno mandorlo, ulivo e gelso (GIACOMARRA, 1988a).

“Nel territorio del Belice, almeno in età moderna, non c'è traccia di aree boschive, ma solo di sparse macchie di alberi di noce nel Salemitano, di olmo e di bagolaro nel Partannese (lungo le fiumare) dai quali si ricavava il legno per costruire i vari attrezzi agricoli e gli aratri. L'artigiano poteva ricorrere a legni più comuni come il mandorlo, il limone, l'olivo ed il gelso, o più spesso a legname proveniente da zone lontane, come i tronchi di pioppo, di frassino, di faggio e di abete, che adoperava in gran parte per la costruzione dei carri” (Cusumano, 1983).

La scelta del tipo di legno adatto era un'operazione molto importante che condizionava l'intero processo di produzione, infatti la conoscenza delle caratteristiche naturali del legno, delle proprietà fisiche e meccaniche, dei difetti e delle sue possibilità d'uso facevano parte del patrimonio di conoscenze dell'artigiano. Compito dell'artigiano era quello di procurarsi il legno per la sua produzione, poiché da ottobre a marzo si sarebbe dedicato alla costruzione degli aratri e alla preparazione delle diverse parti dei carri.

Lo strumento più diffuso nei seminativi era l'aratro a chiodo. BIANCA (1878) per il territorio di Avola scrive “È l'antico perticale tutto di legno (ordinariamente d'elce, di quercia o di frassino)” stesse parole scrive il PITRÈ (1889) è “tutto di legno (ordinariamente d'elce, di quercia o di frassino)”.

Come scrive UCCELLO (1972) il legno usato non doveva essere pieno di nodi come il pero selvatico, né si doveva ricorrere a legname facile a spezzarsi, ma ad un legno compatto e resistente e che si poteva facilmente sbizzare, come quello della quercia, del leccio e del bagolaro. Inoltre l'aratro per potere resistere, doveva essere ricavato direttamente dal tronco, e non dal ramo, e doveva avere una inclinazione naturale tale da formare un angolo ottuso di scultura. Gli aratri variavano di misura a seconda degli animali che li dovevano tirare: sono più grandi per i buoi e via via si riducono per le mucche, le giumente, i muli, gli asini (UCCELLO, 1972); il timone, lungo 12 palmi, circa tre metri, era costruito con pioppo bianco o in bagolaro, difficilmente in quercia o in leccio perché sono legni troppo pesanti e dei quali raramente si trovano fusti dritti. Il giogo lungo 6 palmi, un metro e mezzo, era ottenuto da un unico pezzo di

## *Risultati*

---

legno leggero, per non pesare troppo sull'animale, usando legno di pioppo bianco o salicone. Invece il tirante veniva costruito con legno di oleandro, nodoso e resistente. Gli aratri realizzati con legno di carrubo erano adoperati solo in terreni che hanno poca terra, o per l'aratura di chiuse per ortaggi (UCCELLO, 1972).

In uno specifico contributo sulla coltivazione del frumento NICOSIA (1980) definisce l'aratro "signore incontrastato del feudo" e scrive che veniva realizzato con "*legno di vuscigliu* (quercia), o di leccio, o altro albero resistente" precisando che "L'aratro a chiodo viene prodotto nelle zone ricche di boschi ed acquistato dai contadini allo stato grezzo (*bbastardu*), nei suoi soli elementi strutturali, durante le fiere di paese Il fabbro ... prepara le parti in ferro ... il falegname (lu mastru d'ascia) le colloca al posto giusto".

Le diverse fasi di costruzione di un aratro da parte del *mastru d'ascia* vengono descritte da CUSUMANO (1986), la costruzione richiedeva da due a tre giorni, fase delicata della realizzazione era la scelta del tipo di legno e della particolare conformità per la costruzione del dentale (puntali) che generalmente era fatto di olmo ma anche bagolaro e mandorlo. Gli altri organi dell'aratro erano la bure ricavata da legno di pioppo o castagno che aveva la proprietà di essere resistente e di lunga durata, ed il gioco costituito da legno di faggio o di olmo, legni di struttura leggera e di buona resistenza.

Parti dell'aratro nel territorio di Messina erano costruiti con legno di faggio o l'agrifoglio per le sue caratteristiche di resistenza (ARCIDIACONO et al., 2007). Il legno di roverella, invece, a Bronte veniva usato per costruire la treggia (stragura), una slitta che veniva usata per il trasporto di fasci di fieno, erba e legname (ARCIDIACONO et al., 2003). Nel messinese La treggia e la slitta a forcilla, utilizzati per il trasporto di materiali, erano realizzate in cerro (ARCIDIACONO et al., 2007).

Un altro attrezzo usato nei lavori in campo era il frangizolle. Il corpo cilindrico era ottenuto da un tronco di ciliegio, mentre i denti, fissati ad incastro, erano in legno di leccio, di oleastro o di lentisco, tutti legni molto duri che dovevano resistere agli urti (UCCELLO, 1972).

Un manufatto molto diffuso e legato indissolubilmente con l'allevamento del bestiame era il collare per i buoi, mucche, pecore e capre. Il legno ideale per i collari, specie per quelli dei bovini, è il bagolaro (ARCIDIACONO et al., 2003). Il legno è compatto, flessibile e di un colore caldo che tende al giallo. Lo si tagliava nella fase della luna crescente e si sceglieva la parte del tronco dritta senza nodi. Dopo aver ottenuto una striscia di legno dalle dimensioni desiderate, a seconda della taglia dell'animale, veniva immersa in un recipiente di acqua calda o di siero, e si procedeva a piegarla, poi si legava e si lasciava asciugare per fissare la forma raggiunta (UCCELLO, 1972). Il collare, oltre a svolgere una funzione di ordine pratico, è stato anche un

mezzo di espressione artistica: veniva inciso e colorato nelle parti curvate per raffigurare scene di vita contadina o semplicemente disegni decorativi e rappresentava motivo di vero orgoglio sia per l'autore sia per il contadino. Nella Sicilia occidentale i collari venivano realizzati anche in legno di castagno (D'AGOSTINO, 1991-92). Nell'area dei Peloritani i collari venivano realizzati in legno di gelso rosso, il campanaccio oltre alla funzione pratica di segnalare i movimenti dell'animale serviva anche per indicare la proprietà del bestiame in funzione del disegno riportato (RICCOBONO, 1992). Le tecniche per la realizzazione dei collari sono ancora in uso nel territorio di Montemaggiore Belsito (LA MANTIA, ined.).

Il bagolaro veniva utilizzato nei giardini della Conca d'Oro per costruire i ganci per i panieri, i manici delle seghe e delle fruste (si ricavano un tempo polloni con i quali si allestivano pregiate fruste: GIORDANO, 1988). Per questo grande uso il bagolaro veniva impiantato ai limiti delle aziende ed ai bordi delle strade con lo scopo di utilizzarne i rami e il fusto (LA MANTIA, 2007). ARCIDIACONO et al., (2007) precisano che i collari erano anche costruiti, oltre che di bagolaro era anche con legno di acero campestre, frassino, olmo, salicone, gelso bianco e nero (UCCELLO, 1972; ARCIDIACONO et al., 2007).

Molti attrezzi di lavoro erano realizzati in legno ed erano eseguiti dagli stessi contadini. Il tridente, legato alla trebbiatura, così come il rastrello, erano costruiti in legno di bagolaro, ricavato spesso da un unico blocco di legno; oggi invece sono realizzati in ferro. *U truccituri* era un bastone di oleastro con una cordicella all'estremità con la quale si sollevava afferrare il muso di un animale indocile; i manici per vari attrezzi, zappa, accetta, piccone ecc. erano costruiti con i durissimi legni di quercia, di oleastro o nelle zone ricche di aranceti, di limone o di arancio amaro; la frusta per gli animali era in genere in legno di nocciolo, leggero e flessibile. Un altro arnese di varie dimensioni ed adibito a diversi usi un bastone con terminazione biforcuta detto *furcedda*, per farlo occorreva legno piuttosto resistente come il terebinto, il lentisco o il bagolaro. Invece il bastone del pastore era generalmente in legno di mandorlo, amaro, duro e nodoso. Una stanga di fortissimo oleastro veniva usata per sprangare l'uscio di casa la sera (UCCELLO, 1972). Il mastro d'ascia realizzava gran parte degli strumenti di lavoro, come i manici (*marruggi*) di *picu*, *pala*, *zzappa*, *'ccetta*, le verghe per la bacchiatura, i coperchi per i contenitori di derrate, le cassette, i paletti per le chiudende e i recinti, i *scifi* (piccoli abbeveratoi) posti nelle adiacenze dei ricoveri degli animali (LO CASTRO, 2009). Il cerro nel messinese viene utilizzato per utensili agricoli come manici di zappe e pale (ARCIDIACONO et al., 2007).

Come ha osservato acutamente MAGINO (1934) a proposito della relazione tra la parte in metallo della zappa e la parte in legno “diversità dell'azione manuale impressa sullo strumento (la zappa nel suo complesso n.d.A.) – che però non si può mai scindere del tutto dagli altri due”.

## *Risultati*

---

Fino a qualche decennio fa in Sicilia erano coltivati il lino e la canapa per ricavare fibra tessile per teli per biancheria e tessuti di prima necessità. Nella zona di Palazzo Acreide, nella zona di Pantalica, si trovavano campi di lino e nella zona di Avola, nella seconda metà del secolo scorso, il lino si macerava nel fiume Cassibile e nel Tellaro. Molti attrezzi legati alla lavorazione del lino erano realizzati in legno, come la gramola, eseguita in legno di quercia, di carrubo o di bagolaro; la spatola una scatola di legno duro e levigato, spesso leccio, sulla quale veniva battuti le fibre di lino o canapa (UCCELLO, 1972).

Un'altra antica attività era quella della lavorazione del miele. Questa produzione resiste ancora in sparuti centri tra Sortino, Solarino, Melilli, Floridia ed Avola. Una serie di utensili per la lavorazione del miele e della cera erano eseguiti in legno, i più importanti sono il torchio per la spremitura e le arnie. Il torchio era realizzato dal falegname in legno di noce o di quercia, mentre le arnie erano costruite direttamente dal mielaio in legno di ferula, che cresce di solito in montagna, anche se la migliore è quella che proviene dall'Etna (UCCELLO, 1972).

CUSUMANO (1978) compie una rassegna dei mestieri e relativi attrezzi utilizzati nella valle del Belice per alcuni dei quali specifica il legno (Coltivazione del frumento e panificazione: giogo – *iuvu-* in legno di faggio; il timone dell'aratro –*percia-* in castagno; dentale –*rintali-* la punta dell'aratro su cui si applica il vomere in legno di quercia; stiva –*manuzza-* parte superiore del dentale in legno di faggio; bure in legno di frassino; piatti fatti di sughero; scopa di verghe di tasso; frusta il legno di oleastro; per lavorare la pasta, lo *scannaturi*, in legno di faggio, la *maidda* di abete, l'*arbitriu* di legno di frassino; la pala per il forno di faggio; coltivazione della vite: botte il legno di rovere, vasi, tinozze e fusti per il vino in castagno; produzione casearia: verga ricavata dall'olivo utilizzata dai pastori; tino in legno di gelso per il latte; bastone in legno di mandorlo con una porzione in legno di abete utilizzato per mescolare il latte (in SOTTILE & GENCHI, 2001 viene riportato un disegno di questo attrezzo) (ad un bastone in legno di mandorlo veniva aggiunta una scopa di foglie di palma nana); setaccio in legno di frassino; produttore di corde: tavolo di abete; strumento in legno di frassino e abete per costruire le corde; altri strumenti in frassino; *conzalemme*: trapano in legno di frassino) di altre di cui non specifica il legno utilizzato (*fruste -zotta di carruzzinu-* di il legno flessibile, etc.).

Il bastaio (*vardaru*) era una complessa figura di artigiano che lavorava sia il legno che il cuoio e produceva tutto quanto serviva a bardare l'animale da soma o attaccare al veicolo la bestia da soma. "L'artigiano si procurava direttamente il legno ricavandolo dagli alberi delle colline di Partanna, Salemi, Montevago e Castellammare. Il taglio era solitamente praticato nei mesi di gennaio e febbraio, prima che la pianta germogliasse, perché c'era il rischio di una precoce tarlatura. I tronchi si tagliavano con *lu sirruni* e si trasportavano a valle sul dorso dei muli. Si

lasciavano stagionare per sei mesi circa. Si potevano utilizzare i più diversi tipi di legno: dal bagolaro (*cáccamo*), all'olmo (*urmu*), dal pioppo (*chiuppo*), al gelso (*céusu*).” (CUSUMANO, 1983).

Il legno ridotto in travi di diverso spessore trovava impiego nell'edilizia; grossi tronchi sagomati (tràcini) costituivano le travi maestre dei tetti (LO CASTRO, 2009).

Le ditte palermitane che si occupavano nella realizzazione di mobili in legno nell'800 utilizzavano legno di faggio, frassino e noce di provenienza locale (IRCAC, 1988).

## UTENSILI DOMESTICI

Tra i manufatti di uso quotidiano i più comuni sono sicuramente le posate (PITRÈ, 1892). Sono piuttosto rare le forchette di legno, dato che non erano molto diffuse, erano invece sostituite da uno sterpo spinoso di biancospino o da uno stecco di canna affilata a punteruolo. Molto diffusi erano invece i cucchiali di varie dimensioni e con svariati usi; il legno maggiormente adoperato è quello del biancospino o del perastro, perché sono legni entrambi compatti, facili da intagliare e senza nodi e venature ma venivano anche usati l'ulivo, il carrubo, il limone (UCCELLO, 1972), il bosso (*bossolo*), faggio e arancio (PITRÈ, 1892). Sono stati ritrovati nell'area dei Nebrodi, delle Madonie e Peloritani cucchiali e mestoli dell'inizio del XX secolo costruiti in legno di pero selvatico e legno di castagno (D'AGOSTINO, 1991-1992).

Per la costruzione di alcuni oggetti utilizzati per setacciare le farine (*criveddù*) veniva usato il bagolaro per la capacità di curvarsi; mentre il legno di faggio, caratterizzato per la sua resistenza, veniva impiegato per l'orditura dei capanni (*pagghiara*), per la realizzazione delle strutture portanti le sedie, per la costruzione di utensili domestici tra cui il maglio (*magghiu*) per battere i panni; per la costruzione della madia (*maidda*) attrezzo usato per impastare la farina per il pane e la pasta; (ARCIDIACONO, 2007) che in alcune aree della valle del Belice veniva realizzato con legno di abete e per la realizzazione di *scanatturi*, ovvero grande tavola di legno di faggio su cui si lavorava la pasta (CUSUMANO, 1978).

Le stoviglie in Sicilia erano di solito realizzate in terracotta, però un'eccezione nella campagna degli Iblei è una ciotola (*scuttiddaru*) di legno di varia forma, in cui si soleva conservare il caglio in pasta. Il legno di questa ciotola dura e resistente era quello del leccio o comunque di quercia. Nella zona di Buccheri i pastori utilizzavano invece il sughero, infatti la sughera era ed è ancora oggi in molti boschi della zona montana (UCCELLO, 1972).

Il canterano (mobile in legno con cassetti) era costruito nel caccamese con legno di noce locale, l'attività del falegname in questi territori era legata alla realizzazione di manufatti legati alla vita

## *Risultati*

---

domestica come: la *pila* (dove si lavava la biancheria sporca), la *maidda* (dove si impastava il pane), il *maidunni* (dove si impastava dolci e guastelle), la *cascia* (la cassapanca dove era contenuta la dote della futura sposa e la biancheria) e il guardaroba (che ha preso il posto dei cassoni e che nel tempo è andato impreziosendosi per il tipo di legname usato come ad esempio l'abete (GIACOMARRA, 1988a).

Numerosi utensili sono realizzati dai pastori (SALAMONE MARINO, 1897), che avendo molto tempo a disposizione nei campi, realizzano cucchiali, bastoni, ciotole, scatolette, porta-foglio, tabacchiere, appendi bicchieri che venivano intagliati con legno duro e secco, di tali utensili non viene indicato il tipo di legno impiegato. L'arte dei pastori consisteva nell'intaglio e nella scultura sul legno e venivano realizzati oggetti d'uso per il pastore stesso e per gli animali come ad esempio i collari e oggetti d'uso domestico e i regali per le persone care. La scelta del legno migliore per servire allo scopo dipendeva dalla disponibilità in loco e dall'esperienza dell'intagliatore. Dai cocci di edera si ricavavano i *cuppi* (ciotole, che mantenevano il diametro dei tronchi, cavandone la parte interna). I pastori dei Peloritani usavano l'erica per la sua robustezza e perché diffusa, tanto che per l'estrazione dei ciocchi di questo legno venne costruita, in età borbonica, una apposita strada che seguiva il crinale dei Peloritani, strada tutt'oggi esistente. L'erica o meglio i ciocchi di quest'arbusto, erano esportati in Inghilterra costituendo una proficua attività. Il prodotto estratto dai Peloritani e dall'Aspromonte veniva concentrato nel porto di Messina (RICCOBONO, 1992).

Il gelso rosso era preferito per i barilotti, data l'elasticità delle fibre e la lavorabilità; soprattutto la sua elasticità consentiva di ottenere i cosiddetti barilotti, bottacci o *barila*, in pratica una sorta di borraccia che serviva per il trasporto in campagna della dose quotidiana di vino. L'elemento distintivo dei barilotti messinesi è dato dal fatto, che invece di essere realizzati dall'assemblaggio di doghe, come per le botti legate dai cerchi, questi sono realizzati da un unico blocco di legno scavato all'interno e quindi chiuso da due guance laterali incastrate e strette da fasce in legno metallo (RICCOBONO, 1992).

Invece il pero selvatico più robusto era utilizzato per i cucchiali; il bagolaro e il castagno per i collari e arcolai; il frassino per le stecche (LO CASTRO, 2009).

I pastori realizzavano per le proprie donne le stecche da busto sapientemente intagliate che generalmente erano costituite da legno di frassino (D'AGOSTINO, 1991-1992). Nell'area dei Peloritani e Madonie le conocchie (parte che insieme al il fuso costituiva lo strumento per filare) a fine secolo XIX venivano realizzate in legno di noce, castagno e frassino, mentre nell'area delle Madonie venivano costruiti oltre che con le specie menzionate prima anche con olivastro,



nocciolo, sorbo e rovere (D'AGOSTINO, 1991-1992). Arcolaio, aspi, bilancini e stecche di arcolaio erano costituiti da legno di castagno e legno di noce (D'AGOSTINO, 1991-1992).

## CARRETTI, MULINI E FRANTOI

In tutta la Sicilia, fino agli anni cinquanta, erano ancora attive, alcune botteghe per la costruzione dei carretti (BUTTITTA & CUSUMANO, 1998). La costruzione di un carretto richiede un notevole organizzazione del lavoro con diverse tipologie di artigiani.

Il carretto era costruito in legno di noce, frassino, faggio e abete intagliato in ogni parte (CEDRINI, 1991-1992). Il fondo della cassa era costruito con travetti e assili di abete; le mensole e stanghe in faggio, i raggi delle ruote in frassino; il mozzo, le corone le fiancate e il portello posteriore in noce. Per tutte le altre parti meno importanti o meno sollecitate dagli sforzi, ovvero la sponda sulla quale prende posto il conducente e il davanzale dello sportello posteriore, il carradore adoperava il faggio (LO PRESTI, s.d.). A volte veniva utilizzato l'olmo al posto del noce per la realizzazione delle corone delle ruote (LO PRESTI, s.d.). CUSUMANO (1978) per la Valle del Belice riporta le stesse indicazioni.

Grandi quantità di legno necessitano al costruttore dei carretti; Castelbuono, Carini, Cinisi e Castellammare erano le località in cui l'artigiano si riforniva di legname (CUSUMANO, 1986). Per la sola fabbricazione delle ruote si consumano due quintali di frassino e cento chili di noce (BUTTITTA & CUSUMANO, 1988).

Un'altra impresa, presente su quasi tutto il territorio regionale, era quella della fabbricazione di carrozze; il legno adoperato era principalmente quello di noce, frassino e faggio, ed era di provenienza locale.

Un altro manufatto che necessita di un utilizzo sapiente del legno è il mulino ad acqua. BRESA (2001) scrive "La presenza del mulino determina la comparsa di altre attività che si diffondono nel territorio: ... lo sfruttamento del bosco". Alla diffusione del mulino ad acqua va fatto risalire il più antico esempio di arboricoltura da legno in Sicilia, sempre BRESA (2001), infatti, riporta un documento del 1434 nel quale nella zona dell'Oreto "il mugnaio, mastro Pietro Russu, deve piantare cento pioppi (*chuppi albanì*)". Sino al XIX secolo (quando alcune parti verranno costruite in ferro) molte parti del mulino vengono costruite con diverse specie di legni: mulino l'albero detto anche fusto o fuso ... normalmente ricavato da un tronco di essenza forte, e comunque difficilmente marcescibile ... Il fuso del mulino del Nadaro è fatto con legno di *ulmo* (olmo n.d.A.) (1608); nel 1669 viene sostituito con il più resistente legno di quercia perché quello che esiste in detto molino fusti rotto in più parti per una violenza dell'acqua. La rota e il

## *Risultati*

---

coltello, nelle manutenzioni del 1607-1608 ... erano costruiti con legno di *chiuppo* (pioppo n.d.A.); nel 1771 troviamo che per lo stesso mulino e quello del Nadaro il rotello ... viene fatto in legno di quercia, mentre i pinnelli ... con legno di *Urmo*. Nel 1771 è in legno di quercia il piede per potersi appoggiare la mola ... nel 1612-1613 ... questi ultimi sono però ancora di legname di alvano bianco, pioppo (pioppo bianco n.d.A.), che in ambiente umido si mantiene bene.” (DI SALVO, 2001). Sempre DI SALVO (2001) riporta un inventario di un notaio relativo ad un mulino di Bivona (Ag) dove oltre alla quercia e all’olmo si riportano tra i legni utilizzati il noce, il pioppo e una “tavola di pino lunga palmi otto e menza larga palmi due”. Per un altro mulino sempre di Bivona altro inventario del 1826 riporta una ambigua definizione (*quercia d’urmo*) ma poi sempre legno di quercia per tutti gli usi compresa “Una catena di legno di quercia” (DI SALVO, 2001). Anche le altre macchine ad acqua utilizzano il legno sebbene non ne viene indicato il tipo (DI SALVO, 2001).

A proposito della costruzione dei frantoi per le olive PITRÈ (1889) scrive di “viti in legno duro”.

## LA COSTRUZIONE DELLE BARCHE

Le analisi svolte su reperti di provenienza subacquea di relitti di una nave trovata nelle acque di Gela, intorno al 490 a.C., hanno permesso di riconoscere i legni utilizzati e hanno fornito importanti informazioni sulle tecniche di costruzione utilizzate (TERRANOVA & VALENTI, 2005). Si sono riconosciute diverse specie, ma l’attenzione è stato focalizzata su legno di *Abies* sp. e *Pinus nigra*. L’abete e pino nero potrebbero provenire dalla stessa Sicilia. Un riferimento certo alla costruzioni di navi in Sicilia è in AMARI (1982) che scrive a proposito del San Marco “Quivi si costruiscono delle navi col legname [che si taglia] nelle montagne vicine.”

Durante il periodo dei normanni, per la costruzione di barche e navi veniva utilizzato il legname dell’Etna e delle Madonie (CORRAO, 1987).

Le barche da pesca sono di solito di 2-3- tonnellate mentre quelle per il piccolo cabotaggio 14-35 tonnellate adoperando legno di rovere e pino che in parte si ritirano da fuori, ed in parte in producono in Sicilia stessa. La costruzione delle barche era affidata ad un artigiano, *mastru*, che possedeva *u mezzu aibbu*, ovvero una sagoma che permetteva di ricavare la parte curva dell’ossatura della barca. La costruzione di una barca si articola in una serie di fasi, tra le quali inizialmente vi erano il taglio e la stagionatura del legno. Il *mastru* possedeva un’ampia conoscenza delle caratteristiche dei vari legni. I legni più usati erano il leccio per la chiglia o più raramente il nespolo; gelso per l’ossatura; leccio e quercia per gli orli; *pulintinu* (pitch-pine) per

la chiusura della barca. Le parti soggette a logorio erano fatte con legni duri; il fasciame, le paratie, i banchi e i paglioli con legni resinosi e leggeri (GIACOMARRA & AIELLO, 1988).

Un centro per la produzione di barche risulta essere Sciacca e Trapani che adoperano legno di rovere e pino che in parte di provenienza siciliana e in parte ritirano da fuori (IRCAC, 1988).

D'ONOFRIO (1996 b) e PITRÈ (1889) sottolineano come il legno d'olmo sia poco indicato per farne carbone o legno d'opera ma idoneo per farne pali di sostegno (“*Né pi luci né pi furnu. Ma pi puntiddu. Lassa fari a iddu (Naso)*” scrive il Pitrè; ma chi scrive (La Mantia, ined.) ha raccolto la testimonianza di un vecchio operaio forestale che raccontava come i pescatori di Montallegro si recassero nei torrenti interni a tagliare alberi di olmo per farne legno per le barche.

Alcune testimonianze riportate da GIALLOMBARDO (1988) riguardanti la costruzione dei pescherecci nel palermitano mostrano che il legno utilizzato per la costruzione variava a seconda delle parti da costruire infatti per “ l'ossatura si usava *cevusu*, per il *tavulatu piscipainu*, per la chiglia *ilici*. Per la pesca del pescespada nel messinese veniva usato l'arpione che era costituito da due parti: un'asta in legno dai due a quattro metri costituita di quercia e pino o abete. Il legno di quercia era impiegato perché più pesante si immergeva lasciando l'altra parte fuori dall'acqua, il che ne facilitava l'avvistamento e il recupero. In seguito è stato adoperato legno di carpine e elce (GIACOMARRA, 1988 b).

Sino al secolo scorso era proverbiale l'abilità di costruzione delle barche nelle cittadine marinare siciliane come a Porticello (ALBEGGIANI, 1990).

Il PITRÈ (1889) riporta dell'uso fatto dei fusti dell'*Erica peduncularis* (sinonimo di *Erica multiflora* L.) che i pescatori prendevano a San Martino (Palermo) per preparare “aghi di legno resistenti e durissimi che servono per tessere le reti”.

## PRODUZIONE DI STRUMENTI MUSICALI

Nella tradizione nel Valdènone, i pastori realizzavano nel tempo libero piccoli strumenti musicali come il flauto di canna o doppio flauto realizzato da un segmento di canna e dall'incisione di un legno tenero per il becco, attraverso precisi tagli, incisioni e perforazioni con coltello. O anche la zampogna che veniva realizzata con legni di erica, mandorlo, olivo e albicocco (LO CASTRO, 2009).

Per la costruzione della zampogna (*ciarmedda*) i legni impiegati per la produzione delle canne erano di mandorlo, albicocco, olivo e soprattutto erica. Per il blocco dove si fissavano le canne si utilizzava il gelso nero. Il sambuco, per la particolarità che offre, cioè di avere “l'anima dolce” e quindi di essere facilmente bucato lungo l'asse centrale, è usato per ricavarne l'insufflatore

## ***Risultati***

---

(RICCOBONO, 1992). Il PITRÈ (1982) scrive “Colle verghe di oleandro poi i ragazzi fanno certi strumenti, che chiamano *fillàuti* (quelli di canna fillaùti), che danno un suono dolcissimo”. Il PITRÈ descrive pure le modalità di costruzione dello strumento e scrive “Lo fanno pure con verghe di castagno (Naso).”.

Il testo dell’IRCAC riporta per l’800 una fabbrica di organi (sig. Ottaviano Polizzi) a Caltanissetta, una piccola officina ad Agrigento che si occupava della fabbricazione e riparazione di strumenti musicali, delle piccole fabbriche di pianoforti a Trapani (IRCAC, 1988).

## **ALTRI USI**

La varietà di utilizzazioni di legno è ben definita dall’indeterminatezza delle concessioni d’uso del bosco, ma in primo luogo si hanno gli usi edilizi come la costruzione di case, in cui le strutture sono in legno “travi assi ligeni ... le scale, il solaio, gli archi di coperture e i mignani (balconi esterni delle case, n.d.A.)” (CORRAO, 1987). Per la costruzione di abitazioni si utilizzava sia il legno del castagneto che del querceto, mentre per costruzioni e riparazioni di edifici di maggiori dimensioni (edifici di culto o castelli) veniva utilizzato legno di abete, cipresso e olmo (CORRAO, 1987). CORRAO scrive del periodo Normanno-Svevo ma certamente può estendersi ad altri periodi storici.

Di legno di ulivo vengono costruite alcune tabacchiere nel siracusano (UCCELLO, 1972).

Per la realizzazione dell’ossatura dei pupi veniva richiesto legno di faggio e abete e “competenze da falegname” (PASQUALINO, 1980). Lo stesso autore descrive la realizzazione di un pupo: la testa viene scolpita da intagliatori ma anche dagli stessi pupari, utilizzando legno di cipresso che è leggero e resistente, mentre il legno di faggio viene attaccato dai tarli ed “a una ventina d’anni è già camuluto”. Veniva utilizzato anche legno di noce e anche legno di limone che è molto resistente ma difficile da intagliare (PASQUALINO, 1988)

Nel messinese l’acero campestre (*Acer campestre*) veniva utilizzato per la costruzione delle cerniere (*palummedde*) per cancelli costruiti in legno di castagno, stegole ovvero una parte lignea che serviva per governare l’aratro classico. Il castagno viene utilizzato nelle falegnamerie locali per la costruzioni di cancelli (*saini* o *saina*), per la costruzione dei solai, tetti, infissi, botti, sedie, tavoli, recinzioni, scale a pioli, aste per sorreggere il fercolo (*barruna da vara*) (ARCIDIACONO et al., 2007).

Per la costruzione di pipe, bocce e scope veniva utilizzata l’erica arborea (RAIMONDO & LENTINI, 1990).

La *vardedda* era un manufatto realizzato dal bastaio che era destinato ad essere sistemato sul dorso degli animali per sostenere carichi, il basto era costituito da un telaio di legno di frassino, formato da due archi a sesto acuto collegati in serie ed internamente ricoperti di cuoio (GIACOMARRA, 1988).

Di agrifoglio era costituito il *croccu*, arnese che veniva impiegato per avvicinare i rami durante la raccolta dei frutti. La *Quercus delechampii* veniva impiegata oltre che per lavori di ebanisteria anche per la costruzione di una voluminosa trappola per topi (ARCIDIACONO et al., 2007).

Esistevano diffusi per tutta la regione anche piccoli stabilimenti con un discreto sviluppo, per la costruzione di botti, barili e simili.

Nel 1780 un contratto tra il marchese di Rudinì Don Vincenzo Starrabba e i “mastri” bottai Consobrini de Calì di Acireale prevede la fornitura di numerosi botti di castagno (DRAGO, 1996) e più avanti si fa cenno per la stessa epoca all’esistenza di “mastro Corrado Ferrante, bottaro di Noto”. Nel Medioevo la produzione di questi contenitori in legno era già molto consistente; c’erano due importanti centri: Trapani, che provvedeva al fabbisogno della Sicilia occidentale, e Messina, che svolgeva la stessa funzione per l’area della Sicilia orientale. Si trattava comunque di una forma di produzione artigianale diffusa in molte zone dell’isola, motivata dal fatto che la botte costituiva oltre ad un mezzo di conservazione del vino e dell’olio, anche un mezzo di trasporto per merci eterogenee soprattutto nei viaggi in mare (limoni, pelli, carni ecc.). Infatti la botte era anche uno strumento di misura nelle tecniche navali, in quanto la stazza delle navi era convenzionalmente calcolata dal numero di botti di vino che poteva trasportare (RUGOLO, 1980). L’IRCAC fa riferimento per l’800 ad alcune fabbriche di botti nel territorio di Riposto che utilizzavano prevalentemente legno di castagno proveniente dall’area etnea, inoltre adoperando altre qualità di legname proveniente dalla Calabria e dal napoletano. Per la costruzione di botti nel Messinese si utilizzavano legno di castagno proveniente dalla Calabria e dalla Romagna, mentre nel comune di Novara di Sicilia si utilizzava principalmente legno locale. Nella provincia di Siracusa non esistono fabbriche di botti, barili e mastelli per la scarsità di legname adatto. Nella provincia di trapani diffuse sono le industrie di botti e barili che venivano utilizzate per la conservazione del vino e per la salagione del pesce, il legname adoperato era quercia, cerro, castagno e faggio sia di provenienza locale ma per la maggior parte proveniente dalla Calabria, Napoli, Trieste e anche dall’America. (IRCAC, 1988).

In tempi più recenti, le botti si fabbricavano unicamente per i produttori locali di vino ed olio e servivano per l’esportazione dei prodotti stessi. Le materie prime provenivano dai territori provinciali (quercia, cerro, castagno e faggio) ed in piccola parte da Napoli e dalla Calabria; a Catania, le botti erano costruite principalmente con legno di castagno proveniente dal territorio

## *Risultati*

---

etneo. Le botti venivano realizzate anche con legno di cerro nel messinese (ARCIDIACONO et al., 2007). Nel “catalogo” della IV esposizione nazionale italiana che si tiene a Palermo nel 1891 è presente una ditta che produce botti con “rovere e castagno della rinomata Etna, di Calabria, Palermo, a e Romagna.” (BONTEMPELLI & TREVISANI, 1903).

Per la mungitura in passato venivano utilizzati per raccogliere il latte, i *cischi*, ovvero contenitori di legno dalla capacità di un decalitro. Il latte veniva misurato immergendovi, le *ntacche*, tagli), bastoncini di legno tenero (in genere sommacco) incisi con tagli che individuavano la quantità sulla base del livello indicato. Altri attrezzi e utensili per la fabbricazione del formaggio erano in legno come i diversi mestoli (*cuppini* e *busunetti*), la tina fatta di doghe di legno, e alcune parti delle fiscelle (LO CASTRO, 2009).

D'ONOFRIO (1996b) riporta come i ceramisti utilizzassero i torni “fino a qualche decennio fa interamente in legno” tra cui “una rondella forata di ligno forti, generalmente olivastro”.

Il PITRÈ (1889) riporta la tradizione antica di utilizzare il legno di arancio per fare i rosari. Sempre il PITRÈ (1889) riporta l'utilizzo del bosso per fare “pettini da forfora”.

## CONCLUSIONI E PROSPETTIVE

L'antica consuetudine nell'utilizzazione del legno fa sì che nell'800 Palermo diviene famosa per la realizzazione di mobili tra cui quelli della Ducrot. Le fonti consultate (SESSA, 1980) non chiariscono tuttavia l'origine dei legni ma l'uso massiccio di mogano, querce e acero fa supporre una provenienza non siciliana. Ciò è confermato da quanto scrive il BANCO DI SICILIA (1927) a proposito dell'industria del legno “La massima parte della materia prima per queste industrie è importata dall'estero o dal continente italiano. Com'è noto, i pochi boschi superstiti della Sicilia non danno (più n.d.A.) tavolame, ma quasi soltanto carbone, legna da ardere e poche travi di piccolo diametro; del resto, mancano affatto le essenze di maggior consumo: abete e pino pece; si hanno discrete tavole soltanto da alberi fruttiferi: noce, castagno, ecc. Anche le doghe di castagno per botti, molto usate nell'Isola, sono importate dalla Campania e dalla Calabria; pure dalla Calabria viene la maggior parte di questi legni semi-lavorati che figura nell'esportazione della Sicilia”.

Il lavoro parziale di rassegna qui compiuto ha certamente messo in risalto le enormi potenzialità di approfondimento di questa ricerca. Ci si riferisce in particolare alle opere d'arte e in particolare alla provenienza del legname utilizzato. Le opere divulgative sulle opere d'arte, infatti, spesso si soffermano, legittimamente, su aspetti propri della storia dell'arte trascurando aspetti “selvicolture”.

## BIBLIOGRAFIA

- ALBEGGIANI S., 1990. *Le isole lontane*. Brotto Editore, Palermo, 413 pp.
- AMARI M., 1982. *Biblioteca arabo-sicula. Raccolta di testi arabi che toccano la geografia, la storia, la biografia e la bibliografia della Sicilia*. Vol. 1 e 2. Edizioni Dafni (ristampa dell'edizione de 1880).
- ANTONELLI G., 1928. *Saggio di selvicoltura. Vol II parte speciale*. Edizioni Paravia e Co, 380 pp.
- ARCIDIACONO S., NAPOLI M., ODDO G. & PAVONE P., 2007. *Piante selvatiche d'uso popolare nei territori di Alcara Li Fusi e Militello Rosmarino (Messina, N-E Sicilia)*. *Quad. Bot. Amb. Appl.*, 18: 103-144.
- ARCIDIACONO S., NAPOLI M. & PAVONE P., 2003. *Piante selvatiche d'uso popolare nel territorio di Bronte (Catania)*. *Quad. Bot. Ambientale App.*, 14 (2003): 151-172.
- ATTANZIO A. & GENCHI M., 2002. *L'uso tradizionale delle piante a Castelbuono. Bollettino 2002 Materiali per una storia culturale delle Madonie. L'Agrifoglio*.
- BALDINI S., 2008. *Le utilizzazioni forestali. Portale della Ricerca Forestale*. <http://www.ricercaforestale.it/index.php?module=CMpro&func=printpage&pageid=757&scope=all>
- BALSAMO P., 1800. *Memoria terza*. In *Memorie inedite di pubblica economia ed agricoltura*. Salvatore Sciascia Editore 1983: 84-90.
- BALSAMO P., 1851. *Corso di agricoltura teorico-pratica. Opera postuma di Paolo Balsamo*. Palermo presso Natale Biondo.
- BANCO DI SICILIA, 1927. *Notizie sulla economia siciliana. Anno 1927. Banco di Sicilia, osservatorio economico*, pp. 949-951.
- BIANCA G., 1878. *Monografia agraria del territorio di Avola*. Tipografia Ricci, Firenze. Ristampata nel 1985 dalla Pro Loco di Avola, pp. 189.
- BONTEMPELLI & TREVISANI, 1903. *Rivista industriale, commerciale e agricola della Sicilia*, Milano, 1903. Ristampa anastatica, Grifo, 1984.
- BORGHESE C. & RAMPOLLA DOMINICI I., 1987. *Polizzi Generosa tra storia e memoria*. Edizioni Grifo
- BRESC H., 2001. *Mulini e paratori nel medioevo siciliano*. Pp. 33-48. In "Mulini ad acqua in Sicilia. I mulini, i paratori, le cartiere e altre applicazioni" di Bresc H., Di Salvo P., l'Epos, Palermo.
- BUTTITTA A. & CUSUMANO A., 1988. *I costruttori e gli scultori di carri*. In "Le Forme del lavoro. Mestieri tradizionali in Sicilia" a cura di Buttitta A. S.F. Flaccovio, Editore Palermo, 231-239.
- CEDRINI R. 1991-1992. *Il sapere vissuto in D'Agostino G. (a cura di) Arte Popolare in Sicilia le tecniche i temi i simboli*. Flaccovio editore. Palermo, 169- 191.
- CORRAO P., 1987. *Boschi e Legno in Uomo e ambiente nel Mezzogiorno normanno-svevo*. Atti delle ottave giornate normanno-sveve Bari, 20-23 ottobre 1987. Centro di studi normanno-svevi Università degli studi di Bari. Edizioni Dedalo, 135-164.
- CORRAO P., 1987. *Arsenali, costruzioni navali ed attrezzature portuali in Sicilia (secoli X e XV)*. In "Arsenali e città nell'Occidente europeo" a cura di Concina E., 33-50.
- CORRAO P., 1988. *Per una storia del bosco e dell'incolto in Sicilia fra XI e XII secolo*, in *Il bosco nel Medioevo*, a cura di B. Andreolli - M. Montanari, Bologna, 351-368.
- CORRAO P., 1986. *Rendiconto del convegno "Il Bosco nel Medioevo" (Bagni di Lucca 1986)*, in "Quaderni Medievali", XXII, 187-192.
- CUSUMANO A. 1983. *Arti e mestieri nella Valle del Belice: il cuoio, il legno, il ferro*. Studi e materiali per la storia della cultura popolare Edizioni Stass, Palermo, 13:68.
- CUSUMANO A., 1978. *Mestieri e lavoro contadino nella Valle del Belice*. Studi e materiali per la storia della cultura popolare. Associazione per la conservazione delle tradizioni popolari 5: 3-34.

- CUSUMANO A., 1988. I maestri d'ascia. In "Le Forme del lavoro. Mestieri tradizionali in Sicilia" a cura di Buttitta A. S.F. Flaccovio, Editore Palermo, 226-230.
- D'AGOSTINO G. (a cura di), 1991-1992. Arte Popolare in Sicilia le tecniche i temi i simboli. Flaccovio editore. Palermo, 428 pp.
- D'ONOFRIO S., 1996 a. I Carbonai. In "La mano di Prometeo". Argo, 57-130.
- D'ONOFRIO S., 1996 b. I Ceramisti. In "La mano di Prometeo". Argo, 131-187.
- DI SALVO P., 2001. L'evoluzione del mulino siciliano. Pp. 49-117. In "Mulini ad acqua in Sicilia. I mulini, i paratori, le cartiere e altre applicazioni" di Bresc H., Di Salvo P., l'Epos, Palermo.
- DRAGO G., 1996. Gli Starrabba di Rudinì. Flaccavento, Siracusa, 256 pp.
- GIACOMARRA M. & AIELLO G., (1988) I costruttori di barche. In Le forme del lavoro a cura di Buttitta A. S. F Flaccovio, editore Palermo, 218-224
- GIACOMARRA M., 1988 a. Caccamo: mestieri e lavoro contadino. Cassa Rurale ed artigiana "San Giorgio" – Caccamo (Pa), 189 pp.
- GIACOMARRA M., 1988 b. I pescatori di pesc spada. In Le forme del lavoro a cura di Buttitta A. S. F Flaccovio, editore Palermo, 196-201.
- GIALLOMBARDO F., 1988. in I pescatori e i salatori. In "Le Forme del lavoro. Mestieri tradizionali in Sicilia" a cura di Buttitta A. S.F. Flaccovio, Editore Palermo, 164-188.
- GIORDANO G., 1988. Tecnologia del legno. Vol. III, parte seconda: I legnami del commercio. Unione tipografico – Editrice torinese.
- GIUFFRIDA A., 2001. Fonti di energia nella Sicilia rinascimentale. Motori umani, animali, a vento e idraulici. Pp. 9-15. In "Mulini ad acqua in Sicilia. I mulini, i paratori, le cartiere e altre applicazioni" di Bresc H., Di Salvo P., l'Epos, Palermo.
- HAMILTON CAICO L., 1910. Vicende e costumi siciliani. Rist. Lussografica (2006), Caltanissetta.
- IACUZZI A., 2007. Il Castagno nelle Madonie: evoluzione ed utilizzazione. Corso di laurea in Scienze Forestali ed Ambientali. Relatore La Mantia T..
- IRCAC 1988. L'Economia Siciliana a fine '800 (1988). IRCAC, Istituto regionale per il credito alla cooperazione. Edizioni Analisi. 519 pp.
- LA MANTIA T, 2002. L'arboricoltura da legno nel paesaggio siciliano. In "Rimboschimenti e piantagioni nelle trasformazioni del paesaggio". Quaderni IAED, n.15: 135-153.
- LA MANTIA 2007. Il paesaggio della Conca d'Oro. Frutti di Demetra, 14: 25-36.
- LA MANTIA., 2013. Storia dell'eucalitticoltura in Sicilia. Naturalista sicil., XXXVII (2): 587-628.
- LA MANTIA T., 2009. La biodiversità delle formazioni naturali e seminaturali in Sicilia: cambiamenti e ipotesi di gestione. Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura. Taormina (ME), 16-19 ottobre 2008. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, p. 199-204.
- LA MANTIA T., CUTINO I., FIORAVANTI M., MAGGIORE C., ORIGLIO A. & SPAMPINATO R.G., 2006. Lo status della castanicoltura da legno e possibili interventi per la salvaguardia: il caso studio dell'Etna. Atti del "IV Convegno Nazionale Del Castagno 2005", Montella (Av) 20-22 Ottobre 2005: 318-320.
- LA MANTIA., CUTINO I. & MAGGIORE C.V., 2004. Limiti e prospettive dell'arboricoltura da legno in Sicilia. Atti del Convegno "La selvicoltura da legno strumento di rilancio del territorio e dell'economia montana", Borgetto(Pa) 20 aprile 2004, pp. 87-105 (<https://iris.unipa.it/retrieve/handle/10447/22312/67890/LaMantiaMaggioreCutinoBorgetto20-04-2004.pdf>).
- LA MANTIA., LA MELA VECA D.S. & GHERARDI L., 1999. Chestnut woods on Madonie mountains (Sicily, Italy): reasons for abandonment and possibilities of recovery. Acta Horticulturae n.494: 89-91.
- LIOTTA G., 2007. Agli insetti piacciono le opere d'arte. Degradato, difesa e conservazione. Editore Edimed, 213pp.



- LO CASCIO P. & LA MANTIA T., 2013. Sgubbio *Cytisus aeolicus* Guss. In “Frutti dimenticati e biodiversità recuperata. Il germoplasma frutticolo e viticolo delle agricolture tradizionali italiane. Casi studio: Isole della Sicilia, Lombardia” Quaderni Natura e Biodiversità n. 5: 31. ISPRA, ARPA Emilia Romagna, ERSAF, Università degli Studi di Palermo, Regione Siciliana.
- LO CASTRO N., 2009. Nei boschi di Dafni. Aspetti della cultura silvo-pastorale e contadina nel Valdemone. Ente Parco dei Nebrodi, 163 pp.
- LO MONACO A., CASTORINA R., BERNABEI M. 2005. Problematiche connesse alla datazione dendrocronologica in Sicilia: il caso dell’oratorio dei Bianchi di Palermo e del Monastero Benedettino di Catania. Atti del Convegno “La Diagnostica e la Conservazione dei manufatti lignei”, Marsala 9-11 Dicembre 2005: 11-12. Museo Archeologico Regionale Baglio Anselmi, Marsala.
- LO PRESTI S. (s.d.). Il carretto. Monografia sul carretto siciliano con 84 illustrazioni di cui 28 a colori e 5 trascrizioni musicali. S. F. Flaccovio, Editore – Palermo.
- MAGGIORE C., 2007. Qualità tecnologica e potenzialità del legno di castagno siciliano: il caso studio del castagno dell’Etna. Tesi dottorato di Ricerca. Tutor La Mantia T..
- MAGGIORE C., Fioravanti M., La Mantia T. (2006) - Prime valutazioni delle caratteristiche tecnologiche del legno di castagno siciliano. Atti del “IV Convegno Nazionale Castagno 2005”, Montella (Av) 20-22 Ottobre 2005: 302-304.
- MAGINO C., 1934. Una raccolta di attrezzi agricoli siciliani. La conquista della terra n. 3: 21-27.
- MINÀ PALUMBO F., 1854. Studj agrarj sulla campagna settentrionale delle Madonie. Proverbj Agrari. Annali di Agricoltura Siciliana, Vol. 1. Ristampa anastatica Editori del Grifo 1999, 299 pp.
- NICOSIA F., 1735. Il podere fruttifero e dilettevole, Palermo.
- NICOSIA S., 1980. La coltivazione tradizionale del frumento nel latifondi del <<vallone>>. In La cultura materiale in Sicilia. Atti del I Congresso internazionale di studi antropologici siciliani (Palermo, 12-15 gennaio 1978). Quaderni del circolo semiologico siciliano 12-13: 204-273.
- PASQUALINO A., 1980. Come costruire un pupo in La cultura materiale in Sicilia pp. 533-553. Quaderni del circolo semiologico siciliano pp.12-13.
- PASQUALINO A., 1988. Le Forme del lavoro. Mestieri tradizionali in Sicilia. a cura di Buttitta A. S.F. Flaccovio, Editore Palermo, 400-414.
- PITRÈ G., 1892. Esposizione nazionale di Palermo 1891-92. Catalogo illustrato della Mostra Etnografica Siciliana, Stabilimento Tipografico Virzì, Palermo, 95pp.
- PITRÈ G., 1889. Usi e costumi, credenze e pregiudizi del popolo siciliano. Vol III - IV Libreria L. Pedone Lauriel di Carlo Clausen, ristampa a cura Edizione Nazionale G. Barbera Editore Firenze.
- PUGLIATTI T., 2012. La scultura lignea in Sicilia. In “Manufacere et scolpire in lignamine. Scultura e intaglio in legno in Sicilia tra Rinascimento e Barocco (coord. Pugliatti T, Rizzo S., Russo P.) Giuseppe Maimone Editore, 23-31.
- RAIMONDO F. M. & LENTINI F., (1990) Indagini etnobotaniche in Sicilia I. Le piante della flora locale nella tradizione popolare delle Madonie (Palermo). Naturalista Sicil., S. IV, XIV (3-4), pp. 77-99.
- RICCOBONO F. 1992. L' arte dei pastori: tra Peloritani e Nebrodi. Pungitopo Editrice, Marina di Patti, 149 pp.
- RUGOLO C.M., 1980. Maestri bottai in Sicilia nel secolo XV in I mestieri Organizzazione Tecniche Linguaggi. Quaderni del circolo semiologico siciliano. 17-18: 109-120.
- SALAMONE-MARINO S., 1897. Costumi ed usanze dei contadini di Sicilia, Palermo, Arnaldo Forni Editore. 335 pp.
- SESSA E., 1980. Mobili e arredi di Ernesto Basile nella produzione Ducrot. Novecento Editore

## *Risultati*

---

- SOTTILE R. & GENCHI M., 2011. Lessico della cultura dialettale delle Madonie 2. Voci di saggio. Centro studi filologici e linguistici siciliani.
- TAMBURELLO I., 1981. Palermo punico-romana: la lavorazione del legno e dei prodotti vegetali, in "Sicilia Archeologica", XIV, 45: 35-42.
- TERMOTTO R., 1998-2000. Pittori, intagliatori lignei e decoratori a Collesano (1570-1696). Nuove acquisizioni documentarie. Bollettino Società Calatina di Storia Patria e Cultura 7-9: 1-298.
- TERRANOVA F. & VALENTI A., 2005. La diagnosi della specie legnosa in reperti archeologici siciliani di provenienza subacquea e terrestre. Atti del Convegno "La Diagnostica e la Conservazione dei manufatti lignei", Marsala 9-11 Dicembre 2005: 46-47.
- TRAMONTANA S., 1983. La monarchia normanna e sveva. In "Storia d'Italia" vol. III.
- TROPEA G. 1979 La costruzione dell'aratro nelle parlate galloitaliche di Aidone, Nicosia e Sperlinga, L'Italia Dialettale, XLII, 25-39.
- TROPEA G., 1980. La coltura e l'utilizzazione del castagneto ceduo sul versante orientale dell'Etna. In I Mestieri – Organizzazione Tecniche Linguaggi. Quaderni del circolo semiologico siciliano, 443-467.
- UCCELLO A. 1972. La civiltà del legno in Sicilia. Vito Cavallotto editore. p 237
- VELLA F., 1980. Mastri d'ascia a Troina in La cultura materiale in Sicilia pp. 509-512. Quaderni del circolo semiologico siciliano, 12-13.

## 3.2 La datazione

### 3.2.1 Introduzione

Nei paragrafi che seguono (3.2.2-3.2.6) si riportano i risultati conseguiti durante l'attività di datazione svolta nell'ambito del dottorato. Il lavoro di ricerca ha avuto come obiettivo quello di determinare l'esatta età di alcune specie per stabilire gli aspetti legati alla loro presenza e diffusione nel territorio siciliano. Si tratta di specie che non sono state studiate in Sicilia, almeno, dal punto di vista dendrocronologico.

In particolare nel paragrafo 3.2.2, 3.2.3, 3.2.4 sono state datate *Quercus trojana*, *Ostrya carpinifolia*, *Nicodemia madagascariensis* con lo scopo di comprendere l'origine di queste piante. Mentre per la *Vitis vinifera* e *Pistacia lentiscus* l'attività di ricerca ha avuto il precipuo scopo (paragrafi 3.2.5 e 3.2.6), di datare una specie per la quale sono note le difficoltà di datazione (lentisco) e una per la quale sono noti in letteratura pochissimi dati e nessuno siciliano e pochissimi a livello nazionale.

La datazione consente di rispondere ad alcuni quesiti tra cui quello immediato e per certi versi banale dell'età della pianta, tuttavia la datazione è l'operazione preliminare per potere utilizzare la dendrocronologia per compiere delle inferenze sugli effetti dell'ambiente sulle piante. In questo senso la possibilità di datare specie policicliche come il lentisco o specie cave come la vite offre interessanti prospettive future.

### ***3.2.2 Studi sulla autoctonia della Quercus trojana in Sicilia***

I risultati di questa indagine sono stati pubblicati: Giardina G., La Mantia T., Sala G., Di Leo C. & Pasta S., 2014. Possibile origine e consistenza di un popolamento di *Quercus trojana* Webb subsp. *trojana* (*Fagaceae*) nel Bosco della Ficuzza (Palermo, Sicilia). *Naturalista siciliano*, XXXVIII (2): 265-289. <http://www.sssn.it/PDF/PDF%20NS%2038/265-289.pdf>.

Giardina G., La Mantia T., Sala G., Di Leo C. & Pasta S., 2014.

POSSIBILE ORIGINE E CONSISTENZA DI UN POPOLAMENTO DI *QUERCUS TROJANA* WEBB SUBSP.  
*TROJANA (FAGACEAE)* NEL BOSCO DELLA FICUZZA (PALERMO, SICILIA).

Naturalista siciliano, XXXVIII (2): 265-289

RIASSUNTO

Viene segnalata per la prima volta la presenza del fragno in Sicilia. Il popolamento rinvenuto consta di 73 adulti e 4 giovani, di cui sono state annotate le caratteristiche fitosanitarie e morfometriche. Essi crescono tra 700 e 850 m di quota su un'area di ca. 2,30 ha e partecipano ad un mosaico di vegetazione pre-forestale e forestale. Nonostante due anni di ricerche, non è stato possibile giungere ad alcuna certezza circa lo status della specie. A tal proposito vengono presentate diverse ipotesi alternative e vengono discussi i punti deboli ed i dati a supporto di ciascuna di esse. Considerando che le caratteristiche ambientali di Ficuzza si conciliano molto bene con le esigenze ecologiche di *Quercus trojana*, persino il suo indigenato non può essere escluso del tutto. Tuttavia, diversi dati sembrano supportare una sua recente introduzione. Infatti, sulla base delle testimonianze raccolte tra gli anziani operai forestali locali, e sulla base dei documenti d'archivio e delle foto aeree, gran parte degli alberi dell'area sono stati impiantati nell'immediato Secondo Dopoguerra e anche le indagini dendrocronologiche hanno rivelato un'età compresa tra 50-60 anni per gli individui di maggiori dimensioni. Qualunque sia l'origine del locale popolamento di fragno, la presenza di rinnovazione spontanea ratifica la sua compiuta naturalizzazione sul territorio siciliano.

*Parole chiave:* Censimento, Introduzione, Storia forestale, Indigenato, Areale, Flora vascolare

SUMMARY

Possible origin and demographic asset of a population of *Quercus trojana* Webb subsp. *trojana* (Fam. *Fagaceae*) in the Nature Reserve "Bosco di Ficuzza, Rocca Busambra, Bosco del Cappelliere e Gorgo del Drago" (Palermo Province, NW Sicily). The first record of Macedonian oak in Sicily is reported. The finding consist of 73 adults and 4 young individuals. A morphometric analysis of all of them, along with an assessment of their fitosanitary status was carried out. They all grow between 700 and 850 m a.s.l. on a 2,30 ha area, characterized by a land mosaic of shrubland and forest patches. Notwithstanding two years of researches, no ultimate proof has been found of their alien status. On this purpose, several alternative hypothesis are formulated and their strengths and weaknesses are discussed. Considering that the environmental characteristics of Ficuzza fit very well with the ecological requirements of *Quercus trojana*, even the native status of local population cannot be rejected. On the other hand, many data support its recent introduction. In fact, according to interviews to old forest workers, archive documents and aerial photos, most part of the trees of this area have been planted just few years after the end of the Second World War, and dendrochronological analyses have pointed out that the biggest Macedonian oaks are no more than 50-60 years old. Whatever the origin of local Macedonian oak population is, the presence of natural renovation at least testifies its full naturalisation within Sicilian territory.

*Key words:* Inventory, Introduction, Forest history, Macedonian oak, Native status, Distribution range, Vascular flora

### INTRODUZIONE

Nonostante i tanti lavori dedicati al patrimonio floristico e forestale della Riserva Naturale Orientata “Bosco della Ficuzza, Rocca Busambra, Bosco del Cappelliere e Gorgo del Drago” (SCHIRÒ, 1860; SILDARELLI, 1951; GENTILE, 1969; BRULLO & MARCENÒ, 1985; BERNHARDT & GIARDINA, 1989; GIANGUZZI, 2004; GIANGUZZI & LA MANTIA, 2004; RAIMONDO, 2006; BRULLO *et al.*, 2009; FEDERICO, 2009; SALA *et al.*, 2011; CALDARELLA & GIARDINA, 2013), nessuno aveva mai segnalato la locale presenza del fragno, *Quercus trojana* subsp. *trojana*, di cui tuttavia era stato individuato un piccolo popolamento già 16 anni fa (G. Giardina, giugno 1998). Durante l’autunno del 2012 gli autori hanno effettuato diverse prospezioni volte ad accertare la sua distribuzione puntuale all’interno del complesso boscato. Allo scopo di porre in adeguato risalto il valore e le implicazioni del ritrovamento, sono state avviate sia indagini di archivio in cerca di documenti che permettessero di confermare in maniera univoca la sua eventuale introduzione sia indagini bibliografiche sulle esigenze auto e sinecologiche del fragno a sostegno di un suo possibile indigenato.

#### *Distribuzione ed ecologia di Quercus trojana*

Il fragno è una quercia a foglie semipersistenti riferita alla sezione *Cerris* Spach (HEDGE & YALTIRIK, 1982; SCHWARZ, 1993; DENK & GRIMM, 2010). Tendenzialmente calcifuga, predilige suoli da neutroclini a subacidi piuttosto profondi e ricchi di humus. Per quanto concerne le comunità forestali dominate da *Q. trojana*, diversi studi riferiti alla Puglia (MACCHIA & VITA, 1989; MACCHIA *et al.*, 1989, 2000) ed all’Albania (MACCHIA *et al.*, 2002) indicano un *range* climatico compreso tra le isoterme 14 e 16 °C. Per inciso, sulla base dei dati riportati negli Annali Idrologici per il periodo 1951-2008, la temperatura media annua di Ficuzza è 15,1 °C.

La sottospecie nominale di *Quercus trojana*, di cui Puglia e Basilicata (province di Bari, Brindisi, Lecce, Taranto e Matera: GAVIOLI, 1935; MASELLI, 1940; D’AMATO, 1949; LINZALONE, 1955; SOLAZZO, 1955; BIANCO, 1958; VITA & MACCHIA, 1982; LORENZONI & CHIESURA LORENZONI, 1987; MEDAGLI *et al.*, 1987; VITA *et al.*, 1988, 1989; ZANNOTTI *et al.*, 1993; BIANCO *et al.*, 1998; BIONDI *et al.*, 2004; BOTTALICO *et al.*, 2006; BIONDI & GUERRA, 2008; CARELLA, 2011) ospitano le popolazioni più occidentali, presenta un areale nord-est mediterraneo a gravitazione balcanica (Croazia, Bosnia-Erzegovina, Serbia, Montenegro, Albania, Macedonia, Grecia settentrionale, Bulgaria meridionale, Turchia europea ed Anatolia: CAMUS, 1936-1938; BROWICZ, 1982; BORATYŃSKI *et al.*, 1992). La subsp. *euboica* risulta esclusiva dell’isola di Eubea in Grecia (CHRISTENSEN, 1997), mentre la subsp. *yaltirikii* è

endemica dell'Anatolia meridionale (ZIELIŃSKI *et al.*, 2006). Per quanto concerne la presenza di *Quercus trojana* in Campania, essa viene riportata da DEL GUACCHIO (2010) per Monteverde (provincia di Avellino, al limite del confine con la Puglia) sulla base di una segnalazione nel 1959 che, senza il supporto di campioni d'erbario (A. Santangelo, com. pers.) necessita di ulteriori conferme. Il fragno è stato introdotto anche nelle Marche, come attestano i campioni raccolti a Fano da Cecconi nel 1933 e conservati presso l'Erbario Centrale Italiano di Firenze (FI) ed all'Erbario dei Laboratori di Botanica Agraria di Firenze (FI AF); esso è tuttora presente nei rimboschimenti di M. Conero (CIACCI, 1965), dove risulta ormai inserito all'interno delle fitocenosi forestali locali (BIONDI *et al.*, 2012).

Sia in Anatolia sia in Grecia settentrionale il fragno si comporta come specie mesofila che mal tollera lo stress idrico estivo e si consorzia frequentemente con querce decidue submediterranee quali *Q. cerris*, *Q. dalechampii*, *Q. petraea* e *Q. pubescens s.l.* (QUÉZEL & MÉDAIL, 2003). Più in dettaglio, nella penisola balcanica il fragno partecipa a consorzi forestali submediterranei riferiti alle alleanze *Ostryo-Carpinion orientalis*, *Quercion frainetto* e *Juniperion excelsae-foetidissimae* (HORVAT *et al.*, 1974; LAKUŠIĆ *et al.*, 1982; POLDINI, 1988; TRINAJSTIĆ, 1990, 1995; MATEVSKI *et al.*, 2010). La prima alleanza viene ascritta all'ordine *Ostryo-Carpinetalia*, le altre due all'ordine *Quercetalia pubescenti-petraeae*. Tutti i *syntaxa* testé citati vengono inclusi nella classe *Quercetea pubescentis*; lo stesso dicasi per i consorzi cui *Quercus trojana* partecipa in Turchia europea ed asiatica (KETENOGLU *et al.*, 2010), riferiti alle alleanze *Ostryo carpinifoliae-Quercion pseudocerridis* e *Quercion anatolicae*, incluse nell'ordine *Quercocerridis-Carpinetalia orientalis*.

In Italia sono state descritte due comunità forestali dominate da *Quercus trojana*, distinte sulla base di criteri floristici e della differente collocazione bioclimatica (MISANO & DI PIETRO, 2007; BIONDI & CASAVECCHIA, 2009). Al *Teucro siculi-Quercetum trojanae*, fitocenosi mesoxerofila riferita alla già citata alleanza *Ostryo-Carpinion orientalis*, partecipano numerose specie caratteristiche dei boschi decidui sub-mediterranei, mentre l'*Euphorbio apii-Quercetum trojanae* è un consorzio più termofilo, ricco di specie caratteristiche della macchia-foresta sempreverde e pertanto riferito all'alleanza *Fraxino orni-Quercion ilicis* (ordine *Quercetalia ilicis*, classe *Quercetea ilicis*).

Sui tavolati calcareo-dolomitici carsificati e subpianeggianti delle Murge il fragno vive su terre rosse in ambienti piuttosto antropizzati, in cui i boschi originari risultano profondamente degradati, frammentati e costantemente minacciati dall'espansione delle colture cerealicole ed olivicole (PIGNATTI, 1998). Sulla base della letteratura consultata, i possibili processi di successione progressiva sono localmente inibiti anche dal pascolo, sicché *Q. trojana* non dà vita

## ***Risultati***

---

a consorzi forestali veri e propri, ma a strutture aperte e discontinue caratterizzate dalla preponderanza di specie del mantello (es.: *Prunus* e *Pyrus*), in cui lo strato arboreo realizza una copertura massima pari al 60%.

## **MATERIALI E METODI**

### *Censimento e caratterizzazione ambientale del popolamento di *Quercus trojana**

A partire dall'autunno 2012 si è proceduto ad una prospezione sistematica delle superfici forestali di Ficuzza alla ricerca di nuovi nuclei di *Quercus trojana*. Gli individui censiti sono stati localizzati con apposita strumentazione GPS per valutare meglio la distribuzione spaziale, la struttura demografica ed il tipo di aggregazione del popolamento. Sono stati inoltre annotati i principali aspetti morfometrici (diametro, altezza, presenza di fusti bi- e triforcati, asimmetrie ed anomalie della chioma, ecc.), lo *status* fitosanitario (es.: chioma rada, infestazione da parte di patogeni, ghiande compromesse dalle galle) e riproduttivo (presenza/assenza di frutti), nonché delle caratteristiche abiotiche e biotiche (composizione floristica e struttura della vegetazione) di ciascuno dei nuclei individuati. I prospetti tassonomico e sintassonomico rispettivamente riferiti alle piante e alle associazioni citate nel testo sono riportati nelle Appendici 1 e 2.

Caratterizzato da accrescimento ciclico annuale (DE PAOLIS, 1951), il legno di fragno si presta bene all'analisi dendrocronologica. In particolare, uno degli autori (G. Sala) ha effettuato una valutazione dell'età degli individui di maggiori dimensioni attraverso il prelievo di carotine di legno effettuate con il succhiello di Pressler (STOKES & SMILEY, 1996).

### *Analisi delle fonti documentarie*

Allo scopo di verificare l'assoluta originalità della scoperta del fragno è stata vagliata attentamente l'intera produzione dei botanici e dei forestali che si sono occupati delle querce decidue presenti sull'isola, prendendo in considerazione non soltanto la letteratura botanica regionale e nazionale, ma anche numerosi contributi monografici su scala continentale. Parte della ricerca di repertorio è servita a verificare se le caratteristiche abiotiche e biotiche di Ficuzza fossero o meno compatibili con le esigenze ecologiche note per il fragno in ambito nazionale e su tutto il suo areale di distribuzione.

Sono state inoltre svolte indagini d'archivio focalizzando l'attenzione su leggi, decreti o resoconti economici inerenti l'attività di forestazione nel Regno delle Due Sicilie. Inoltre, sono state confrontate le foto aeree inerenti il comprensorio di Ficuzza risalenti al 1955 con quelle del 2014, focalizzando l'attenzione sull'area che ospita il popolamento di fragno.



Infine, le interviste somministrate agli agenti tecnici più anziani che hanno operato sul territorio di Ficuzza hanno consentito di reperire informazioni utili sulla storia della forestazione del comprensorio boschivo in esame a partire dal Secondo Dopoguerra.

Per verificare l'eventuale presenza e distribuzione storica del fragno sul territorio regionale ed appurare l'eventuale presenza di *exsiccata* riferiti alla Sicilia, sono stati indagati non soltanto i campioni conservati sotto l'epiteto binomiale *Quercus trojana*, ma anche tra quelli accompagnati da cartellini riferiti ai sinonimi *Q. fragnus*, *Q. macedonica* e *Q. ostryaefolia* nonché tra i possibili *nomina male apposita*, ovvero '*Q. aegilops*' *sensu Auct.* e '*Q. libani*' *sensu Auct.*. La consultazione dell'archivio *on-line* dell'Erbario di Firenze (FI; cfr. [http://parlatore.msn.unifi.it/hci\\_italy\\_web](http://parlatore.msn.unifi.it/hci_italy_web)) ha consentito di selezionare e richiedere i campioni più utili ed interessanti. La ricerca si è poi estesa all'Erbario dei Laboratori di Botanica Agraria di Firenze (FI AF) nonché a quelli di Napoli (NAP), di Palermo (PAN) e di Catania (CAT; <http://dipbot.unict.it/herbarium/>).

## RISULTATI E DISCUSSIONE

### *Caratteristiche abiotiche del sito*

I dati salienti sugli individui di fragno censiti sono riportati in forma sintetica nella Tab. 1. Le piante censite ricadono in un'area complessiva pari a ca. 2,30 ha: si tratta di 73 adulti e 4 soggetti giovani frutto di rinnovazione recente. Nel complesso esse presentano una distribuzione più o meno casuale, anche se talora appaiono aggregate a formare piccoli nuclei che occupano un'area ellittica orientata lungo una direttrice NNO-SSE e ricadono tutti in Contrada Girati (Fig. 1), a quote comprese tra 702 e 855 m s.l.m.

Sotto un profilo litologico l'area è caratterizzata dalla presenza di "argille marnose e argilliti grigio scure con subordinati livelli arenacei" (LIGUORI, 1983), che a seguito dei processi di pedogenesi danno vita ad alfisoli (RAIMONDI *et al.*, 1983).

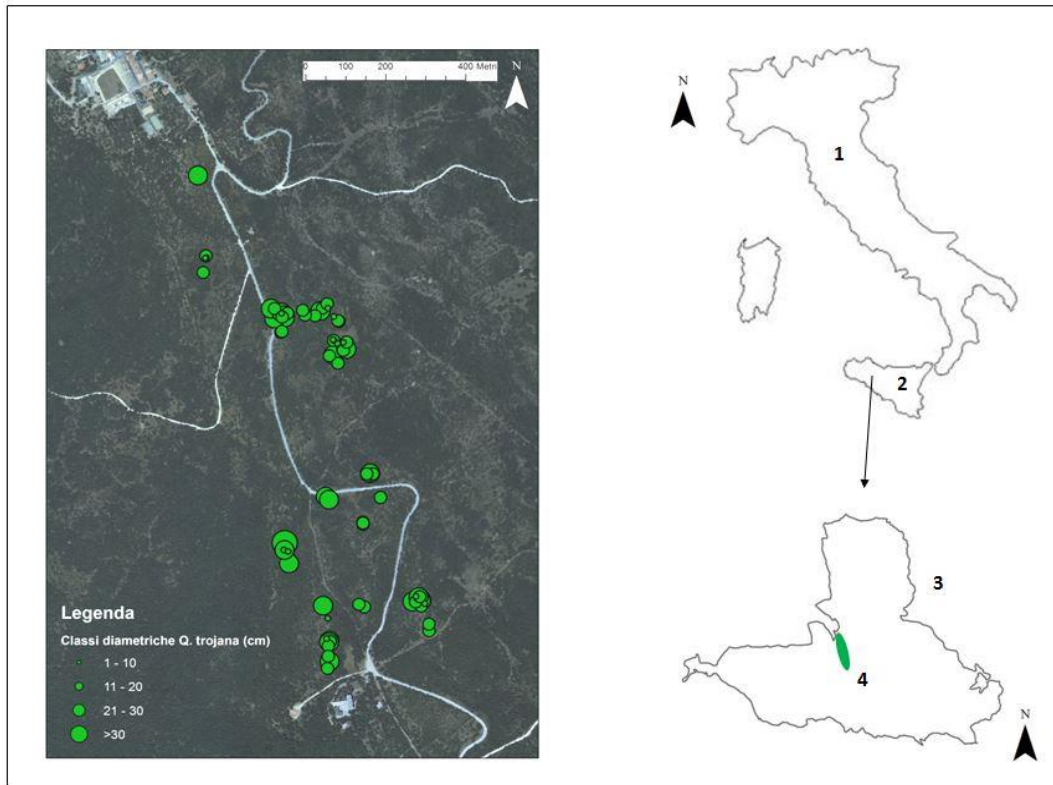


Fig. 1- Localizzazione del popolamento di *Q. trojana*. 1: Italia, 2: Sicilia, 3: R.N.O. “Bosco di Ficuzza, Rocca Busambra, Bosco del Cappelliere e Gorgo del Drago”, 4: perimetro del popolamento, 5: distribuzione e classe dimensionale degli individui del popolamento.

#### *Aspetti biometrici, strutturali e fitosanitari*

Sebbene la prima ghianda abortita (o immatura, visto che il fragno presenta una maturazione perlopiù biennale: BIANCO, 1961) sia stata osservata nel 2011, con ogni probabilità la fruttificazione del fragno è sfuggita alle precedenti osservazioni sia per il suo carattere di estrema sporadicità sia perché l’affermazione dei semenzali è fortemente ostacolata dal pascolo diffuso presente nell’area (LA MANTIA *et al.*, 2004; BIANCHETTO *et al.*, *in prep.*). Il recente censimento dell’intero popolamento ha permesso di accertare la fruttificazione di 47 piante (Tab. 1 e Fig. 2).

L’analisi dei carotaggi effettuati sui quattro alberi di maggiori dimensioni ha permesso di stabilire un’età di 56 e 58 anni (individui 14 e 20, nucleo “centrale”) e di 56 e 49 anni (individui 39 e 43, nucleo “meridionale”). Sulla base di tali misure gli alberi più vecchi sono nati o sono stati impiantati tra il 1956 ed il 1965.

Tabella 1

*Quercus trojana* a Ficuzza: prospetto sintetico delle caratteristiche morfobiometriche e biologiche del popolamento di fragno di Ficuzza.

CD = diametro a petto d'uomo (1,3 m); \* = media ottenuta escludendo gli alberi capitozzati.

CD (cm)	N° piante	H media (m)	N° piante sane		N° piante sessualmente mature	
			val. ass.	%	val. ass.	%
1-5	4	2,2	3	75,0	0	0,0
6-10	11	4,2	3	27,3	2	18,2
11-15	22	5,7*	15	68,2	12	54,5
16-20	18	7,3*	13	72,2	16	88,9
21-25	16	9,1	11	68,7	11	68,7
26-30	5	10,6	5	100,0	5	100,0
31-35	1	11,5	1	100,0	1	100,0



Fig. 2 - Frutti di *Q. trojana*.

Due terzi delle piante censite appare in ottima salute. Tuttavia la fruttificazione di 13 individui fertili è gravemente compromessa perché le ghiande sono state colpite da insetti galligeni, mentre le chioma di altre due piante è fortemente danneggiata dal lepidottero *Euproctis chrysorrhoea* L.. Ancora, 9 individui presentano una chioma molto rada o asimmetrica o contorta. La porzione subaerea di 13 piante mostra di aver subito danni di varia intensità, probabilmente dovuti ad episodi di taglio o utilizzazione occasionale; più in dettaglio otto sono i fragni il cui tronco è biforcuto a livello del suolo, due a 20 cm, uno a 40 ed uno a 110 cm d'altezza, mentre un altro individuo appare triforcuto.

Sebbene la curva di distribuzione dei diametri (Fig. 3) mostri una struttura di tipo coetaniforme, i dati dendrometrici rilevati non permettono di formulare un giudizio articolato

## Risultati

sull'intero popolamento forestale poiché si riferiscono ad un numero esiguo di piante isolate frammiste a diverse altre specie arboree.

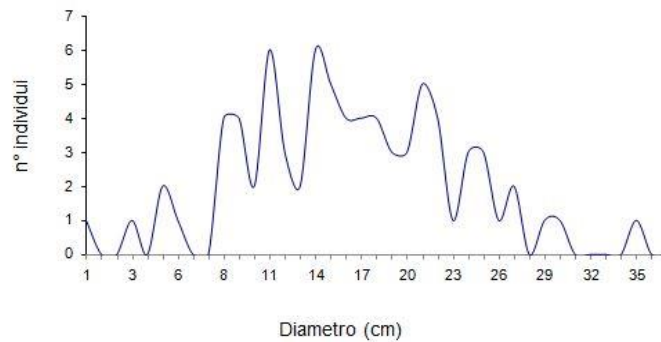


Fig. 3 – Curva di distribuzione dei diametri nel popolamento di fragno indagato.

### Il paesaggio vegetale

I nuclei di fragno si inseriscono in un ambito territoriale in cui la costituzione di formazioni forestali più mature appare fortemente ostacolata dal sovrappascolo: manca del tutto una rinnovazione affermata della specie arborea dominante (*Quercus virgiliana*) e lo strato arboreo è così rado da non costituire comunità forestali in senso stretto, come dimostra peraltro il basso numero e la scarsa frequenza di specie dei *Carpino-Fagetea*, *Quercetea pubescentis* e dei *Quercetea ilicis*, che danno dunque origine ad un mosaico di prateria dominata da specie (spesso spinose o velenose) della classi *Onopordetea acanthii*, *Lygeo-Stipetea*, *Molinio-Arrhenatheretea* e *Poëtea bulbosae* e da nuclei di mantello dei *Rhamno-Prunetea* a marcata eterogeneità floristica. Oltre alla prevalenza di *Quercus virgiliana*, si registra la sporadica presenza di *Quercus amplifolia*, *Quercus gussonei* ed *Acer campestre*, mentre un mantello arbustivo colonizza sia il sottobosco sia le frequenti radure, dove lo stesso *Fraxinus ornus* e *Calicotome infesta* sono le specie più frequenti assieme ad essenze pioniere come *Crataegus monogyna*, *Euphorbia characias* subsp. *characias* ed *Euphorbia ceratocarpa*, *Osyris alba*, *Prunus spinosa*, *Pyrus spinosa*, *Rubus canescens* e *Spartium junceum*.

Numerose specie censite suggeriscono per la stazione ottime potenzialità per i consorzi forestali tipici dei substrati acidi o subacidi del piano meso-mediterraneo e riferiti su scala regionale alla classe *Quercetea ilicis* ed all'ordine *Quercetalia ilicis* (syntaxa rappresentati da *Asparagus acutifolius*, *Carex distachya*, *Cyclamen repandum*, *Quercus ilex* e *Ruscus aculeatus*) e, più in particolare, per l'*Erico-Quercion ilicis*, alleanza di cui sono state riscontrate le seguenti specie caratteristiche quali *Clinopodium vulgare*, *Eryngium bocconeii*, *Prunella laciniata* e

*Pulicaria odora* (BRULLO *et al.*, 2009). La presenza di specie come *Brachypodium sylvaticum*, *Cynosurus cristatus*, *Lamium flexuosum* e *Ranunculus bulbosus* evidenzia la relativa mesicità della stazione, mentre numerose sono le emicriptofite e geofite tipiche di aree aperte e/o intensamente pascolate (es.: *Agrimonia eupatoria*, *Ambrosina bassii*, *Asphodeline lutea*, *Asphodelus ramosus*, *Bellis perennis*, *Crocus longiflorus*, *Dactylis hispanica*, *Kundmannia sicula*, *Leontodon tuberosus*, *Magydaris pastinacea* e *Thapsia garganica* subsp. *garganica*).

#### *Analisi delle fonti documentarie*

Il fragno non figura sulle principali flore relative al territorio siciliano (GUSSONE, 1844-1845; LOJACONO-POJERO, 1907). Allo stesso modo, nessuno dei numerosi studiosi (CELESIA SETAILO, 1872; BORZÌ, 1879-1880, 1885, 1905, 1911; LOJACONO-POJERO, 1907, 1913, 1915; CASALAINA, 1927; BRULLO *et al.*, 1999) che si sono occupati delle querce siciliane ha mai riportato la sua presenza sull'isola né come *Quercus trojana* né riferendosi a uno degli altri epiteti binomiali con cui è stata indicata.

Nessun campione siciliano figura tra gli *exsiccata* di fragno presenti negli erbari italiani contattati o consultati allo scopo. Inoltre, non è stato possibile trovare alcun documento che comprovasse in maniera univoca l'origine del popolamento di fragno presente a Ficuzza. La sua presenza rimane dunque alquanto enigmatica e diversi sono gli indizi che portano a propendere talora per la sua introduzione, peraltro in epoca non facile da precisare, talora, al contrario, per il suo possibile indigenato.

#### DIVERSE IPOTESI PER UN VERDETTO SOSPESO

Le indagini condotte hanno consentito di conoscere nel dettaglio la distribuzione e la consistenza demografica del popolamento di fragno di Ficuzza. I dati disponibili, tuttavia, non hanno permesso né di escluderne del tutto l'indigenato né di stabilire con certezza i tempi e le modalità della sua probabile introduzione. Del resto anche la sua tardiva scoperta in Italia meridionale ha sollevato non pochi dubbi e controversie. Ad esempio, piuttosto che ammettere che fosse sfuggita agli studiosi sino al termine del XIX secolo, per giustificarne la presenza sul territorio pugliese PISTONE (1890) invocava una recente disseminazione ornitocora da parte di columbidi. In realtà la storia dei popolamenti apulo-lucani, così come quella del nucleo in esame, è probabilmente più articolata e potrebbero persino coesistere casi di introduzione e diffusione volontaria da parte dell'uomo in presenza di piccoli nuclei autoctoni relitti. Qui di seguito viene presentato uno spettro di ipotesi plausibili sulla possibile origine e/o data di introduzione di

## **Risultati**

---

*Quercus trojana* a Ficuzza, per ognuna delle quali si cerca di evidenziare gli eventuali punti deboli ed i punti di forza.

### *Introduzione tra l'VIII secolo a.C. ed il XIV secolo d.C.*

Sebbene *Quercus trojana* fosse ignota ai botanici italiani sino alle segnalazioni di LONGO (1888) ed alla sua corretta interpretazione tassonomica (BORZÌ, 1888; MARTELLI, 1888), secondo le ricostruzioni effettuate da BIANCO (1958), il fragno avrebbe un tempo dominato ben 20.000 ettari di formazioni forestali nelle Murge pugliesi e lucane e nel Brindisino. Recenti indagini genetiche (MATTIONI *et al.*, 2013) hanno evidenziato un'elevata diversità genetica dei popolamenti pugliesi fornendo dati a supporto del suo indigenato; ciononostante, la maggior parte degli studiosi che si sono occupati di questa specie ritengono più verosimile una sua introduzione da parte da parte di genti provenienti dall'area egea o dall'Epiro già in epoca arcaica o per opera dei coloni Greci a partire dall'VIII secolo a.C. Tale ipotesi è valida anche per il sito di Ficuzza, ubicato al limite dell'area di influenza degli Elimi. Nel comprensorio è peraltro accertata la presenza diffusa di insediamenti stabili già a partire dal IV secolo a.C ed il II-IV secolo d.C.. (SCUDERI *et al.*, 1997; VASSALLO, 2000).

Altri studiosi ritengono che l'introduzione di *Quercus trojana* in Puglia sia avvenuta in epoca bizantina con il trasferimento di ghiande dalla Grecia ai monasteri basiliani dell'area apulo-lucana. Nel XII secolo i sovrani normanni fondarono una delle più grandi arcidiocesi della Sicilia, la *Provincia monsrealensis*, nella cui giurisdizione ricaddero diversi territori pugliesi e tutte le basiliche bizantine dell'Italia meridionale (Rizzo, 2011). Sebbene la proprietà dei boschi fosse saldamente in mano all'aristocrazia normanna, i Greci indigeni avevano la possibilità di svolgere mansioni di *forestarii*, cioè amministratori delle aree forestali (FALKENAUSEN, 1980). Non si può dunque escludere che l'introduzione del fragno a Ficuzza sia avvenuta in quel frangente o nei 250 anni successivi, tenuto conto che la chiesa monrealese amministrò tutti i territori succitati sino alla separazione della Sicilia dal Regno di Napoli (1378).

### *Introduzione durante il XIX secolo o durante il Ventennio fascista*

Una prima ipotesi con qualche elemento di riflessione basata su indizi specifici collocherebbe l'introduzione del fragno all'inizio dell'Ottocento. Esso potrebbe essere stato impiantato per volere di re Ferdinando IV (che si rifugiò a Palermo tra il 1798 ed il 1799 e tra il 1806 ed il 1815) allo scopo di produrre ghiande per i cinghiali allevati nei cosiddetti 'girati' (= recinti) realizzati per il ripopolamento delle sue tenute di caccia. In questo caso tuttavia Giovanni Gussone avrebbe dovuto esserne al corrente e farne cenno nel suo puntiglioso inventario della

flora dell'isola (GUSSONE, 1844-1845), redatto proprio su incarico dei Borbone. L'introduzione della specie prima che lo stesso Philip Barker WEBB (1839) ne facesse una descrizione formale appare peraltro improbabile, così come il fatto che essa venisse taciuta sia da Giorgio Schirò, ingegnere forestale che scrisse diversi contributi sui boschi siciliani ed in particolare su quelli di Ficuzza a partire dal 1848 (SCHIRÒ, 1860), sia da Andrea Bivona (BIVONA, 1845a, 1845b).

È stato accertato il fatto che nei decenni a cavallo tra il XIX ed il XX secolo il fragno fosse coltivato presso l'Orto Botanico di Palermo. Infatti BORZÌ (1911) comunica che campioni essiccati e di ghiande di "fragno" erano stati inviati ripetutamente in Sicilia già tra il 1865 ed il 1871 dal pugliese Achille Bruni, allievo di Gussone, ad Agostino Todaro, allora curatore dell'Orto Botanico di Palermo. Lo stesso BORZÌ (1911) riferisce a *Quercus libani* alcuni "maestosi" (e dunque già adulti se non annosi, n.d.AA.) esemplari arborei di fragno nati da seme nell'Orto di Palermo. Successivamente LOJACONO-POJERO (1915) contestò l'identità tra il fragno e *Q. libani*, seguito da FIORI (1923-1925), che trattò *Q. libani sensu* Borzì come mero sinonimo di *Q. trojana*. Per inciso, ancora oggi un magnifico individuo di fragno, accompagnato dal cartellino "*Quercus macedonica* DC.", cresce lungo il Viale Tineo dell'Orto Botanico di Palermo.

A partire dal 1907 fu vice-direttore dell'Orto Botanico di Palermo Antonio Baldacci (1867-1950); egli potrebbe aver proposto la realizzazione di impianti di fragno in Sicilia a partire da materiale proveniente dall'Orto stesso o raccolto personalmente in occasione delle sue numerose spedizioni scientifiche sui Balcani (BOLLINI, 2005).

Nella loro nota dedicata al fragno, FIORI & PAVARI (1930) accennano al successo del suo utilizzo nei rimboschimenti del Gebel Akdar (= al-Djabal al-Akhda) in Cirenaica; non si può dunque escludere un suo impiego sperimentale nei rimboschimenti siciliani, soprattutto durante il Ventennio fascista, in cui sull'isola si fece frequente e diffuso ricorso a specie quercine. Ancora, le ghiande potrebbero essere state raccolte dagli alberi dell'Orto Botanico di Palermo e affidate ad agenti forestali in contatto/collaborazione con lo stesso direttore dell'Orto o con un suo collaboratore, come ad esempio l'emiliano Giovanni Ettore Mattei, che trascorse in Sicilia gli ultimi 40 anni della sua vita (dal 1905 al 1943: MEZZETTI-BAMBACIONI, 1947; BRONZO *et al.*, 2012) e che in gioventù s'era occupato proprio del fragno pugliese e della sua affinità con quello dei paesi balcanici (MATTEI, 1889).

### *Introduzione nella seconda metà del XX secolo*

Sulla base di quanto tramandato dai loro avi, gli anziani operai forestali intervistati affermano che – dove le condizioni edafiche e morfologiche (pendenza, rocciosità-pietrosità affiorante, ecc.) lo consentivano - il sito di Contrada Girati era destinato a colture cerealicole e foraggere sino agli inizi del XX secolo. Dopo la Seconda Guerra Mondiale l'Amministrazione forestale della Regione Siciliana, con sede a Ficuzza, rientrata nella piena disponibilità dei terreni di Contrada Girati, avviò un'opera di rimboschimento utilizzando perlopiù il Frassino meridionale (*Fraxinus angustifolia*), soprattutto nelle aree precedentemente coltivate, ed in minor misura le querce del ciclo della roverella (A.S.F.D., 1959). Quest'ultime, preferite nelle aree più accidentate e con terreno più superficiale che, per la loro indisponibilità ad essere coltivate, erano state adibite a deposito dei sassi derivanti dallo spietramento, sono cresciute in condizioni pressoché indisturbate e formano oggi dei nuclei forestali ad elevato grado di naturalità. Di contro, negli anni immediatamente successivi all'impianto e per circa mezzo secolo, il frassino meridionale sembra aver sfruttato efficacemente gli spazi liberi dei terreni arati, mentre nei decenni successivi ha sofferto, soprattutto nelle aree ecologicamente non idonee.

Le interviste somministrate ai vecchi agenti tecnici forestali che hanno prestato servizio nella zona a partire dagli anni Quaranta del secolo scorso confermano quanto scritto in A.S.F.D. (1959): i primi lotti dati in concessione agricola che tornano nella disponibilità dell'Amministrazione forestale nei primi anni Cinquanta sono proprio quelli di Contrada Girati e quelli della vicina Rocca d'Ilici, che vengono rimboschiti nel biennio 1956-1957. Tra le specie utilizzate in quell'occasione c'era anche - a detta degli operatori forestali interpellati - la "quercia del Gargano". Tale informazione va comunque presa con il beneficio dell'inventario, giacché i nomi volgari, soprattutto se riferiti a specie estranee alla flora locale, sono spesso frutto di una rielaborazione. Nel caso specifico, partendo da un'informazione di pubblico dominio, e cioè che la quercia dalle grosse ghiande 'ricce' proveniva dalla Puglia, gli operai possono averla attribuita al Gargano perché esso costituisce tuttora la più vasta e rinomata area forestale della regione. Oppure potrebbe trattarsi davvero del fragno, che, sebbene non sia stato osservato sulla penisola garganica da almeno 60 anni (CRIVELLARI, 1950; FENAROLI, 1966; BIONDI & CASAVECCHIA, 2009), vi fu segnalato alla fine dell'Ottocento (MARTELLI, 1893).

Il fragno potrebbe dunque aver fatto parte del materiale di propagazione utilizzato nei già menzionati rimboschimenti effettuati in Contrada Girati. Sebbene il Frassino meridionale sia stato prelevato e messo a dimora da vivai volanti locali e le roverelle venissero propagate per



semina diretta di germoplasma forestale presente a Ficuzza, non si può escludere l'occasionale utilizzo di materiale proveniente da fuori e, quindi, l'introduzione involontaria di *Q. trojana*. Alla luce delle informazioni raccolte sull'attività selvicolturale del comprensorio, del tutto inedite rispetto alle conoscenze già acquisite (A.S.F.D., 1959; GIARDINA & SCARPULLA, 1993; GIARDINA *et al.*, 2008), l'Azienda potrebbe aver richiesto (o ricevuto casualmente) del materiale di propagazione proveniente dalla Puglia, dalla Basilicata o dai Balcani ed averlo utilizzato ai fini dell'attività di rimboschimento intrapresa nel Secondo Dopoguerra. Tale ipotesi peraltro sembra confortata dall'età stimata dei quattro individui di maggiori dimensioni.

L'artefice dell'introduzione del fragno a Ficuzza potrebbe essere stato l'istriano Antonio Palčić (spesso trascritto come 'Palcich'), visti i suoi intensi contatti scientifici con Istituzioni universitarie italiane ed estere e considerando che prima del suo incarico siciliano aveva svolto il ruolo di dirigente amministrativo anche in Puglia e Basilicata (Gruppo "Gallipoli", settembre-novembre 1935; Gruppo "Monticchio", gennaio 1935-novembre 1936). Funzionario molto preparato ed aperto alle novità in campo forestale, egli ricoprì il ruolo di amministratore delle Foreste per il Gruppo "Ficuzza, Godrano, Conca d'Oro e Madonie" tra il giugno del 1936 ed il marzo del 1955. Nell'immediato Secondo Dopoguerra avviò la ricostituzione forestale dell'intero demanio di Ficuzza, di cui egli stesso aveva seguito i tagli a raso, resisi necessari per via del fabbisogno di carbone vegetale durante il periodo bellico. In quel frangente, per sua iniziativa si procedette all'acquisto ed all'immediato imboschimento di alcuni feudi limitrofi, con un aumento del 40% della superficie forestale del demanio. È dunque possibile che Palčić, direttore del Gruppo "Ledera" sui Sicani tra marzo e ottobre del 1957, continuasse a prestare la sua opera di consulenza durante il biennio in cui fu realizzato il rimboschimento di Contrada Girati.

### *Indigenato*

Tale ipotesi, la più suggestiva ma la meno accreditata ma non può essere scartata in modo categorico. Essa meriterebbe tuttavia il conforto del ritrovamento di altri individui o popolamenti in contesti a maggior grado di naturalità nel comprensorio. Osservando l'aspetto di Contrada Girati nella strisciata 25 del foglio 258 del Volo IGM (Istituto Geografico Militare) del 1955 (Fig. 4a), ovvero subito prima dell'avvio degli interventi di riforestazione, sembrerebbe che essi siano stati eseguiti su aree prevalentemente aperte ma non del tutto spoglie, giacché si rileva la presenza sporadica di individui o piccoli nuclei arborei. La distribuzione di tali nuclei potrebbe coincidere con quella degli individui di fragno. Anche il *pattern* di aggregazione apparentemente casuale dei fragni censiti (Fig. 1) sembra in disaccordo con il sesto d'impianto tuttora facilmente

## Risultati

riconoscibile sia in campo sia analizzando le più recenti immagini aeree del sito in esame (Fig. 4b).

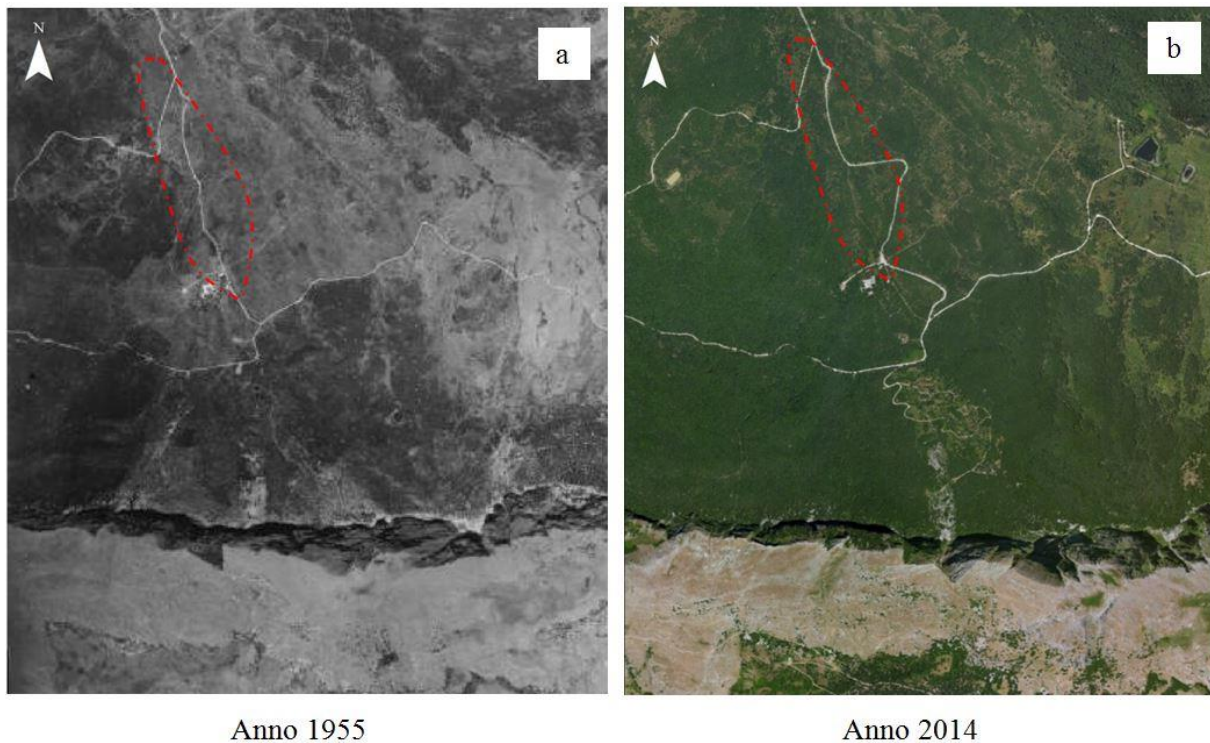


Fig. 4 - Particolare (scala 1:30.000) dell'area che ospita il popolamento di *Quercus trojana*. a: foto aerea del 1955 (IGM); b: foto aerea del 2014 (fonte: World Imagery ESRI, 2014).

Anche sotto un profilo squisitamente pedoclimatico il locale indigenato del fragno resta plausibile, giacché le caratteristiche termopluviometriche della stazione pugliese di *Q. trojana* di Otranto (LE) (Annali Idrologici Protezione Civile della Regione Puglia, anni 1951-2008) appaiono molto simili a quelle di Ficuzza: precipitazioni medie annue pari a 792,2 mm, con un massimo assoluto (126,1 mm) nel mese di novembre del tutto comparabile a quello di Ficuzza (116,5 a gennaio) e con il minimo che si verifica luglio (11,7 mm contro i 6,4 mm di Ficuzza nello stesso mese). Il mese più freddo è gennaio e quello più caldo è agosto per entrambe le stazioni, anche se sulla base dei valori medi di entrambi i mesi la stazione pugliese risulta più calda di quella siciliana (9,9 contro 7,3 ° C a gennaio, 24, 8 contro 24,4 ° C ad agosto).

Qualora fosse autoctono, il popolamento di fragno di Ficuzza rivestirebbe un significato biogeografico di enorme rilevanza, spostando di ben 450 km verso ovest il limite occidentale dell'areale della specie (MASELLI, 1940). Da un punto di vista squisitamente geobotanico tale ipotesi sembra reggere, anche in considerazione del fatto che il comprensorio boscato di Ficuzza ospita numerosi altri alberi decidui termofili sub-mediterranei afferenti al corotipo sud-est europeo *sensu lato* (FRANCINI CORTI, 1966; MONTELUCCI, 1972; TOMASELLI, 1972; PEZZETTA,

2010), quali *Celtis tournefortii s.l.*, *Fraxinus angustifolia*, *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia*, *Quercus cerris s.l.*, *Q. dalechampii*, *Q. virgiliana*, *Sorbus aria s.l.*, ecc.

#### CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Pur consci del fatto che molti degli aspetti discussi nelle pagine precedenti siano frutto di congetture in cerca di supporto, si ritiene che lo scenario dell'introduzione del fragno nel corso del XIX secolo sia quello più verosimile, mentre l'ipotesi di una sua introduzione in epoche precedenti appare meno convincente. Per quanto riguarda il possibile indigenato del fragno a Ficuzza, esso appare fortemente dubbio per via della sua estrema rarità che non sembra poter dipendere da limiti imposti dalle esigenze edafiche della specie o dalle caratteristiche microclimatiche locali.

Di contro, tutte le ipotesi di un'introduzione precedente agli inizi del '900 sembrerebbero cozzare con il fatto che gli individui più vecchi presenti nei nuclei censiti non superino i 60 anni di età. Considerando l'elevata resilienza al taglio del fragno (QUÉZEL & MÉDAIL, 2003), l'ipotesi che individui adulti, un tempo presenti nel circondario, abbiano disseminato dando vita alla discendenza da cui derivano i superstiti attuali prima di soccombere al taglio sistematico del bosco, avvenuto durante l'ultimo conflitto mondiale, appare difficile da sostenere, giacché l'accurata ricerca di ceppaie di alberi adulti non ha dato alcun esito. Si potrebbe tuttavia spiegare l'assenza di qualsiasi traccia di un popolamento pre-esistente alla luce della massiccia pressione antropica esercitata sul territorio indagato. Infatti, durante la ricostituzione forestale del Dopoguerra l'Amministrazione forestale consentiva ai locali la prerogativa di sradicare ed utilizzare le ceppaie morte come legna da ardere e ciò spiegherebbe la scomparsa dei fragni adulti impiantati precedentemente.

Il probabile impianto recente dei fragni oggetto del presente contributo non esclude che le ghiande utilizzate provenissero da alberi introdotti a Ficuzza già prima. Si auspica dunque che i risultati di un'indagine genetica avviata su materiale proveniente da tutto l'areale del fragno consenta di fare chiarezza non soltanto sull'origine del popolamento di Ficuzza ma anche su quella dei popolamenti sparsi in Puglia e Basilicata.

La sua presenza in ogni caso stimola alcune riflessioni di altra natura. Considerando la moltitudine di botanici che hanno visitato e visitano regolarmente il comprensorio boscato di Ficuzza e che parte degli individui oggetto della presente nota crescono ai margini di una strada asfaltata corrispondente all'ex regia trazzera, il fatto che la locale presenza di *Quercus trojana*

## **Risultati**

---

sia sfuggita (ad eccezione dell'osservazione compiuta da G. Giardina) sino ad oggi appare un mistero nel mistero e conferma, qualora ce ne fosse bisogno, come nessun territorio si possa ritenere così ben indagato da non meritare ulteriori indagini ed approfondimenti. La mancata segnalazione del fragno può essere parzialmente giustificata dall'assenza o scarsità di frutti nei decenni passati o dalla presenza nel territorio di *Quercus × fontanesii*, cui alcuni studiosi possono aver erroneamente ricondotto gli individui di fragno che crescono ai margini della strada (Fig. 5) e risultano quindi di facile osservazione. In realtà l'intermedio tra *Quercus gussonei* e *Quercus suber* cresce solo dove si registra la presenza di entrambe le specie parentali, cioè altrove a Ficuzza e sulle Madonie (SCHICCHI *et al.*, 2000). L'intermedio presenta inoltre numerosi caratteri (es.: morfo-anatomia fogliare, fenologia, habitus, esigenze edafiche, ecc.) che permettono di distinguerlo agevolmente dal fragno.



Fig. 5 - Individuo isolato di *Quercus trojana*

Nonostante il carattere estremamente discontinuo, l'intenso disturbo e l'estrema semplificazione floristico-strutturale delle fitocenosi che ospitano i popolamenti pugliesi e lucani di fragno, BIONDI & CASAVECCHIA (2009) hanno ritenuto opportuno ricondurli all'habitat 9250 "Boschi a *Quercus trojana*" con il chiaro intento di sottoporli a tutela ai sensi della Direttiva 92/43 CEE.

Alla luce di questa premessa, il popolamento siciliano costituisce un paradosso di estremo interesse per le politiche di conservazione della specie a livello nazionale, giacché assieme a quello di Monte Conero esso rappresenta di fatto l'unico caso in cui il fragno si inserisce in un autentico ecosistema forestale. Anche qualora ne venisse accertata l'origine alloctona; frutto di una sua introduzione in epoche storiche più o meno recenti, la sopravvivenza del popolamento locale costituirebbe un caso interessante - ancorché involontario - di conservazione *ex situ* di una specie altrimenti rara e minacciata a livello nazionale. In particolare, la sua definitiva integrazione funzionale all'interno degli ecosistemi forestali locali potrebbe fornire utili spunti ai fini della realizzazione di interventi di "colonizzazione assistita", come quello previsto per *Zelkova sicula* (GARFÌ & BUORD, 2012) in seno al Progetto "Zelkov@azione" (<http://www.zelkovazione.eu/it>).

*Ringraziamenti* – Questo lavoro è frutto di una ricerca durata 20 mesi; non sarebbe stato possibile portarlo a termine senza l'aiuto di tantissimi amici e colleghi. Sperando di non dimenticare nessuno, gli autori desiderano esprimere la propria gratitudine a: Luigi Forte (Museo Orto Botanico, Università di Bari) e Sandro D'Alessandro, per aver fornito diversi articoli e libri relativi alla distribuzione ed alla biologia riproduttiva del fragno in Puglia; Alessandro Alessandrini (Regione Emilia-Romagna, Assessorato al Territorio, Programmazione e Ambiente) per le informazioni fornite su Giovanni Ettore Mattei; Annalisa Santangelo (Dip. di Biologia, Università di Napoli "Federico II"), Mirella Campochiaro (Parco Nazionale del Pollino), Dimitar Ouzounov e Carmen Gangale (Orto Botanico dell'Università della Calabria, Arcavacata di Rende), per le informazioni sulla presenza e distribuzione del fragno in Italia meridionale allo stato spontaneo o come specie coltivata. La complessa ricerca delle fonti sarebbe stata meno fruttuosa senza la preziosa collaborazione di Fiorella Saccone e Daniela Patti della Biblioteca del Dipartimento SAF (ex Facoltà di Agraria) dell'Università di Palermo, grazie al quale è stato possibile sopperire alla inagibilità di fatto di altre biblioteche. Ringraziamo inoltre Giorgio Lupo (operatore forestale) e Ciro Butera (vivaista) per le loro preziose testimonianze sugli interventi di riforestazione del Secondo Dopoguerra. Un sentito grazie va anche a Paola Mairota (Università degli Studi di Bari "Aldo Moro") e a Francesco Ripullone (Università degli Studi della Basilicata) per i dati climatici sulla Puglia, a Giovanni Polizzi per le informazioni sulla distribuzione e sulla storia degli insediamenti umani nel comprensorio di Ficuzza, nonché a coloro che hanno facilitato la consultazione degli erbari di FI (Chiara Nepi ed Egildo Luccioli), FIAF (Laura Vivona), NAP (Roberta Vallariello) e PAL (Giannantonio Domina). Siamo infine grati a Giuseppe Garfì (Istituto di Bioscienze e BioRisorse, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Palermo) e all'anonimo *referee*, le cui osservazioni e suggerimenti hanno contribuito in maniera sostanziale alla qualità del lavoro.

#### BIBLIOGRAFIA

- A.S.F.D. (= Azienda di Stato per le Foreste Demaniali), 1959. L'Azienda di Stato per le foreste demaniali. Vol. 1, tomo 11 592 pp. *Società A.B.E.T.E.*, Roma.
- BERNHARDT K.-G. & GIARDINA G., 1989. Der Bosco Ficuzza (Nordsizilien) als Beispiel für einen anthropogen geformten Wald im mediterranen Winterregengebiet. *Archiv für Naturschutz u. Landschaftsforschung*, 29 (3): 181-189.
- BIANCHETTO E., I., CORONA P., GIARDINA G., LA MANTIA T. & PASTA S., *submitted*. Active management and planning of pastoral resources: instruments for the preservation of Mediterranean mountain forests. *iforest*
- BIANCO P., 1958. Querceti a *Quercus trojana* Webb nel territorio di San Michele di Bari. *Nuovo*

- Giorn. bot. ital.*, n.s., 65: 43-100.
- BIANCO P., 1961. Ricerche sul ciclo riproduttivo di specie del gen. *Quercus* della flora italiana. VI. Contributo alla biologia di *Quercus trojana* Webb in Puglia. *Ann. Accad. ital. Sci. for.*, 10: 59-96 + tavv. I-VIII f.-t.
- BIANCO P., BRULLO S., MINISALE P., SIGNORELLO P. & SPAMPINATO G., 1998. Considerazioni fitosociologiche sui boschi a *Quercus trojana* Webb della Puglia (Italia meridionale). *Studia Geobotanica*, 16 (1997): 33-38.
- BIONDI E. & CASAVECCHIA S., 2009. Habitat 9250 - Boschi a *Quercus trojana*. In: Biondi E. & Blasi C. (coord.), "Manuale Italiano di Interpretazione degli Habitat della Direttiva 92/43 CEE" (<http://vnr.unipg.it/habitat/>)
- BIONDI E., CASAVECCHIA S., GUERRA V., MEDAGLI P., BECCARISI L. & ZUCCARELLO V., 2004. A contribution towards the knowledge of semideciduous and evergreen woods of Apulia (south-eastern Italy). *Fitosociologia*, 41 (1): 3-28.
- BIONDI E., GUBELLINI L., PINZI M. & CASAVECCHIA S., 2012. The vascular flora of Conero Regional Nature Park (Marche, Central Italy). *Fl. Medit.*, 22: 67-167.
- BIONDI E. & GUERRA V., 2008. Vegetazione e paesaggio vegetale delle gravine dell'arco jonico. *Fitosociologia*, 45 (1, suppl. 1): 57-125.
- BIVONA A., 1845a. Miglioramenti dei boschi dello Stato in Sicilia. *Stamperia F. Solli*, Palermo, 138 + i pp.
- BIVONA A., 1845b. Sulla coltura de' boschi della Provincia di Palermo per incarico del r. Istituto d'incoraggiamento: cenni. *Stamperia F. Solli*, Palermo, 25 pp.
- BOLLINI M.G. (a cura di), 2005. Una passione balcanica tra affari, botanica e politica coloniale. Il fondo Antonio Baldacci nella Biblioteca dell'Archiginnasio di Bologna (1884-1950). Bologna, Comune di Bologna, Biblioteca de L'Archiginnasio, s. III, n. 4.
- BORATYŃSKI A., BROWICZ B. & ZIELIŃSKI J., 1992. Chorology of trees and shrubs in Greece. Poznań & Kórnik, 848 pp.
- BORZÌ A., 1879-1880. Flora forestale italiana, ossia descrizione delle piante legnose indigene all'Italia o rese spontanee per lunga cultura. *Tip. dell'Arte della Stampa*, Firenze, 2 fascicoli, 176 pp.
- BORZÌ A., 1885. Compendio della flora forestale italiana. Prontuario per la sollecita determinazione delle piante forestali indigene all'Italia ad uso degli agenti dell'amministrazione dei boschi. 2 voll. *Gaetano Capra & C<sup>o</sup>. Ed.*, Messina, 181 pp.
- BORZÌ A., 1888. La *Quercus macedonica*, Alph. DC., in Italia. *Malpighia*, 2 (2): 158-164 + tav. XII f.-t.
- BORZÌ A., 1905. Note critiche sulle querci italiane. *Boll. regio Orto bot. Giardino colon. Palermo*, 4 (1): 40-49.
- BORZÌ A., 1911. Le Querci della Flora italiana. *Rassegna descrittiva. Boll. r. Orto bot. Giard. colon. Palermo*, 10 (1): 41-66.
- BOTTALICO F., SANESI G. & LAFORTEZZA R., 2006. Le formazioni boschive a prevalenza di *Quercus trojana* Webb. nel comune di Putignano (BA). *Ann. Accad. ital. Sci. for.*, LV: 79-95.
- BRONZO E., SANTANGELO A. & ALESSANDRINI A., 2012. Raccolte emiliane nell'erbario di Napoli: le collezioni Mattei e Riva. In: Alessandrini A. (a cura di), "Contributi alla conoscenza della flora regionale realizzati con il sostegno dell'Istituto Beni Culturali della Regione Emilia-Romagna", *Inform. bot. ital.*, 44 (suppl. 1): 33-48.
- BROWICZ K., 1982 Chorology of trees and shrubs in south-west Asia and adjacent regions. Vol. 1. *Institute of Dendrology, Polish Academy of Sciences*, Warszawa & Poznań, 172 pp.
- BRULLO S., GIANGUZZI L., LA MANTIA A. & SIRACUSA G., 2009. La classe *Quercetea ilicis* in Sicilia. *Boll. Accad. gioenia Sci. nat.*, 41 (369)(2008): 1-124.

- BRULLO S., GUARINO R. & SIRACUSA G., 1999. Revisione tassonomica delle querce caducifoglie della Sicilia. *Webbia*, 54 (1): 1-72.
- BRULLO S. & MARCENÒ C., 1985. Contributo alla conoscenza della classe *Quercetea ilicis* in Sicilia. *Not. fitosoc.*, 19 (1)(1984): 183-229.
- CALDARELLA O. & GIARDINA G., 2013. Sulla scomparsa di alcuni ambienti umidi minori nell'area di "Bosco Ficuzza" (Sicilia Occidentale). *Naturalista sicil.*, s. 4, 37 (2): 483-495.
- CAMUS A., 1936-1938. Les Chênes: Monographie du genre *Quercus*. Tome I. Genre *Quercus*. Sous-genre *Cyclobalanopsis* et sous-genre *Euquercus* (Section *Cerris* et *Mesobalanus*). Editions Paul Lechevalier, Paris, Encyclopédie économique de sylviculture VI, 695 pp.
- CARELLA R., 2011. Ritrovamento di un boschetto di *Quercus trojana* Webb nel settore nord-occidentale delle Murge, in territorio di Cassano delle Murge. Considerazioni sulla distribuzione naturale del fragno sull'Altopiano Murgiano. *Dendronatura, Riv. Sem. Ass. For. Trentino*, 32 (2): 74-80.
- CASALAINA G., 1927. Contributo allo studio delle Querce della Provincia di Messina. *Arch. Bot. sist. Fitogeogr. Genet.*, 3: 36-70 + tavv. I-II.
- CELESIA SETAILOLO G., 1872. Querce indigene della Sicilia. *Giorn. Atti Regia Commiss. Agric. Pastorizia Palermo*, 4: 303-305.
- CHRISTENSEN K.I., 1997. *Quercus* L. Pp. 42-50 in: Strid A. & Tan K. (eds.), Flora Hellenica, vol. 1, Koelz, Königstein.
- CIACCI A., 1965. Il rimboschimento del Monte Conero ad opera del Consorzio Provinciale fra lo Stato e la Provincia di Ancona. (1931-1955). *Isp. Rip. Foreste, Ancona*: 1-18.
- CRIVELLARI D., 1950. Inchiesta sulla distribuzione del genere *Quercus* in Puglia. *Nuovo Giorn. bot. ital.*, n. s., 57: 335-350.
- D'AMATO F., 1949. Sull'areale pugliese di *Quercus trojana* Webb. *Atti Soc. tosc. Sci. nat.*, ser. B, 66: 89-114.
- DE PAOLIS D., 1951. Accrescimento e cerchia legnosa annuale in *Quercus trojana* Webb, *Q. pubescens* W., e *Q. coccifera* L. in Puglia. *Nuovo Giorn. bot. ital.*, n. s., 58: 386-392.
- DEL GUACCHIO E., 2010. Appunti di floristica campana: novità e precisazioni. *Inform. Bot. Ital.*, 42 (1): 35-46.
- DENK T. & GRIMM G.W., 2010. The oaks of western Eurasia: traditional classifications and evidence from two nuclear markers. *Taxon*, 59 (2): 351-366.
- FALKENHAUSEN (VON) V., 1980. La foresta nella Sicilia normanna. Pp. 73-82 in: "La cultura materiale in Sicilia", Atti I Congr. Intern. di studi antropologici siciliani, Quaderni del Circolo Semiologico Siciliano, STASS, Palermo.
- FEDERICO C., 2009. La flora della Riserva Naturale Orientata di "Bosco della Ficuzza, Rocca Busambra, Bosco del Cappelliere e Gorgo del Drago". Regione Siciliana, DRAFD, Palermo, 419 pp.
- FENAROLI L., 1966. Florae Garganicae Prodromus. Pars Prima. *Webbia*, 21 (2): 839-944.
- FIORI A., 1923-1925. *Quercus* L. Pp. 361-367 in: Nuova Flora Analitica d'Italia, vol. 1 (ristampa A. Forni Ed., Bologna).
- FIORI A. & PAVARI A., 1930. Il Fragno (*Q. trojana* Webb). *L'Alpe*, 17 (8): 374-376.
- FRANCINI CORTI E., 1966. Aspetti della vegetazione pugliese e contingente paleogenico meridionale. *Ann. Accad. ital. Sci. for.*, 15: 137-194.
- GARFÌ G. & BUORD S., 2013. Relict species and the challenges for conservation: the emblematic case of *Zelkova sicula* Di Pasquale, Garfì et Quézel and the efforts to save it from extinction. *Biodiversity Journal*, 3 (4): 281-296.
- GAVIOLI O., 1935. Sulla dispersione del genere *Quercus* in Lucania. *Arch. bot.*, 11: 105-124.
- GENTILE S., 1969. Remarques sur les chênaies d'yeuse de l'Apennin méridional et de la Sicile. *Vegetatio*, 17 (1-6): 214-231.

- GIANGUZZI L. (a cura di), 2004. Il paesaggio vegetale della Riserva Naturale Orientata “Bosco della Ficuzza, Rocca Busambra, Bosco del Cappelliere, Gorgo del Drago”. Collana “Sicilia Foreste” n° 22, Regione Siciliana, AFDR, Palermo, 160 pp.
- GIANGUZZI L. & LA MANTIA A., 2004. Le serie di vegetazione della Riserva naturale “Bosco della Ficuzza, Rocca della Busambra, Bosco del cappelliere e Gorgo del Drago” (Provincia di Palermo) con allegata carta della Vegetazione (scala 1:20.000). *Naturalista sicil.*, s. 4, 28 (1): 265-326.
- GIARDINA G., LA MANTIA T., LO DUCA R., PASTA S. & RÜHL J., 2008. Storia, unità di paesaggio e biodiversità nella Riserva Naturale di Ficuzza (PA). XXXVII Congr. naz. Soc. ital. Biogeogr. (Catania, 7-10 ottobre 2008), riassunti: 25.
- GIARDINA G. & SCARPULLA A. (a cura di), 1993. Bosco di Ficuzza: tra Storia e Natura. Regione Siciliana, AFDR, 49 pp.
- GUSSONE G., 1844-1845. Pp. 602-608 in: *Florae Siculae Synopsis exhibens plantas vasculares in Sicilia insulisque adjacentibus hucusque detectas secundum systema Linneanum dispositas. Typ. Tramater, Neapoli, Vol. 2 (2).*
- HEDGE I. & YALTIRIK F., 1982. *Quercus* L. Pp. 659-683 in: Davis P.H. (ed.), “Flora of Turkey and the East Aegean Islands”, vol. 7, *Edinburgh University Press*, Edinburgh.
- HORVAT I., GLAVAČ V. & ELLENBERG H., 1974. Vegetation Südsteuropas. *Geobotanica Selecta IV, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart*, 768 pp.
- KETENOGLU O., TUĞ G.N., BINGÖL U., GEVEN F., KURT L. & GÜNEY K., 2010. Synopsis of syntaxonomy of Turkish forests. *J. Envir. Biol.*, 31: 71-80.
- LA MANTIA T., CULLOTTA S., GIARDINA G., PASTA S. & MARCHETTI M., 2004. The effect of grazing and silviculture treatments in woods: the case study of Ficuzza Forest (W Sicily, Italy). in: Mosquera-Losada M.R., McAdam J. & Rugeiro-Rodriguez A. (eds.), *Book of Abstracts of the “Silvopastoralism and Sustainable Management International Congress. Crop Production Department, High Polytechnic School, Universidad de Santiago de Compostela*, p. 195.
- LAKUŠIĆ R., PAVLOVIĆ D. & REDŽIĆ S., 1982. Horološko-ekološka i floristička diferencijacija šuma i šikara sa bjelograbićem (*Carpinus orientalis* Mill.) i crnim grabom (*Ostrya carpinifolia* Scop.) na prostoru Jugoslavije [= Differenziazione corologica, ecologica e floristica dei boschi e degli arbusteti con carpinella (*Carpinus orientalis* Mill.) e carpino nero (*Ostrya carpinifolia* Scop.) in Jugoslavia]. – *Glasnik Republ. zavoda zašt. Prirode – Prirodnjačkog muzeja Titograd*, 15: 103-116.
- LIGUORI V., 1983. Modello di studio integrato del territorio (Ficuzza, Palermo). Nota n. 2: geologia tecnica e geomorfologia + Carta geologico-tecnica (1:25000). *Quad. Agron., Univ. Palermo*, 10: 33-52.
- LINZALONE M., 1955. Boschi misti a *Quercus trojana* Webb e *Quercus pubescens* W. a sud di Gioia del Colle Nuovo. *Nuovo Giorn. bot. ital.*, n.s., 62: 468-477.
- LOJACONO-POJERO M., 1907. *Quercus* Lin. Pp. 364-389 in: *Flora Sicula o descrizione delle piante spontanee o indigenate in Sicilia, Vol. 2(2) (Corolliflorae-Monochlamydeae, Gymnospermae), Tipo-Litografia Salvatore Bizzarrilli, Palermo.*
- LOJACONO-POJERO M., 1913. Di nuovo sulle querce di Sicilia dopo la comparsa dello studio del Prof. A. Borzi: “Le Querce della Flora Italiana”. *Malpighia*, 26 (9-12): 519-526.
- LOJACONO-POJERO M., 1915. Di nuovo sulle querce di Sicilia dopo la comparsa dello studio del Prof. A. Borzi: “Le Querce della Flora Italiana”. *Malpighia*, 27 (1-2)(1914): 77-100.
- LONGO A., 1888. Nuova specie di Quercia (*Quercus Fragnus* Longo). *Riv. ital. Sci. nat. e Boll. Naturalista Collettore, Allevatore, Coltivatore, Acclimatatore* (Siena ), A. VIII, 6: 101-103.
- LORENZONI G. & CHIESURA LORENZONI F., 1987. First phytosociological interpretation of *Quercus trojana* Webb vegetation in the Murge Region (Bari - Taranto - South Italy).



- Acta Bot. Croat.*, 46: 95-103.
- MACCHIA F., BUZO K., CAVALLARO V., D'AMICO F.S., DINGA L. & FORTE L., 2002. *Ecology and distribution of Quercus trojana* Webb in Albania. Proc. 4<sup>th</sup> Seminar "Italo-Albanian cooperation for the enhancement of plant biodiversity" (Tirana, 22-23 october 2001): 69-76.
- MACCHIA F., CAVALLARO V., FORTE L. & TERZI M., 2000. Vegetazione e clima della Puglia. *Cahiers CIHEAM - Options Méditerranéennes*, 53: 28-49.
- MACCHIA F., CAVALLARO V., SBURLINO G. & VITA F., 1989. Temperature invernali e dormienza delle ghiande, fattori responsabili della distribuzione di *Quercus trojana* Webb. in Puglia. *Giorn. bot. ital.*, 123 (1-2, suppl. 1): 158.
- MACCHIA F. & VITA F., 1989. Relation entre climat et cycle phénologique de quelques espèces du genre *Quercus* dans le territoire des Pouilles. *Pubbl. Ass. Int. Climatol.*, 2: 255-262.
- MARTELLI U., 1888. Sulla *Quercus Macedonica* DC. *Nuovo Giorn. bot. ital.*, 20 (3): 427-432.
- MARTELLI U., 1893. Iter Garganicum. *Bull. Soc. bot. ital.* 1892: 431-432.
- MASELLI V.G., 1940. Contributo alla conoscenza delle Querce d'Italia. Il Fragno. *Riv. for. ital.*, 2 (6) : 20-35.
- MATEVSKI V., ČARNI A., KOSTADINOVSKI M., MARINŠEK A., MUCINA L., PAUŠIČ A. & ŠILC U., 2010. Notes on phytosociology of *Juniperus excelsa* in Macedonia (Southern Balkan Peninsula). *Hacquetia*, 9 (1): 161-165.
- MATTEI G.E., 1889. Ricerche intorno alla nuova quercia italiana (*Quercus fragnus* Longo). *Riv. ital. Sci. nat. e Boll. Naturalista Collettore, Allevatore, Coltivatore, Acclimatatore* (Siena), A. IX, 14: 172-177.
- MATTIONI M., MARTIN A., MOLINA J.R., HERRERA M.A., DRAKE F., CHIOCCHINI F., LUSINI I., CHERUBINI M., VILLANI F., CARABEO M., MATTIA C., ZOLLO L. & MARTIN L.M., 2013. Molecular and statistical tools for conservation and management of genetic resources. *Abstract-Book Comunicazioni Orali, IX Congresso SISEF*: 40.
- MEDAGLI P., RUGGIERO L., BIANCO P. & D'EMERICO S., 1987. Presenza di *Ostrya carpinifolia* Scop. e di *Quercus trojana* Webb lungo la piana costiera brindisina. *Thalassia salentina*, 17: 69-71.
- MEZZETTI-BAMBACIONI V., 1947. G.E. Mattei (10.3.1865-19.12.1943). *Ann. Bot. (Roma)*, 22 (1): 199-209.
- MISANO G. & DI PIETRO R., 2007. L'Habitat 9250 "Boschi a *Quercus trojana*" in Italia. *Fitosociologia*, 44 (2): 235-238.
- MONTELUCCI G., 1972. Considerazioni sulla componente orientale nelle foreste della Penisola. *Ann. Accad. ital. Sci. for.*, 21: 121-212.
- PEZZETTA A., 2010. Gli elementi orientali appennino-balcanici, illirici, pontici e sud-est europei della flora italiana: origini e distribuzione regionale. *Annales, ser. Hist. Nat.* 20 (1): 75-88 + i-xiv (Appendice).
- PIGNATTI S., 1998. I boschi d'Italia. Sinecologia e biodiversità. *U.T.E.T.*, Torino, 677 pp.
- PISTONE A., 1890. Disseminazione zoofila per uccelli fitofagi (fine). *Naturalista sicil.*, 9 (10): 229-234.
- POLDINI L., 1988. Übersicht des Verbandes *Ostryo-Carpinion orientalis* (*Quercetalia pubescentis*) in SO Europa. *Phytocoenologia*, 16: 125-143.
- QUEZEL P. & MEDAIL F., 2003. Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. *Elsevier*, Paris, 573 pp.
- RAIMONDI S., DAZZI C. & CIRRITO V., 1983. Modello di studio integrato del territorio (Ficuzza, Palermo). Carta dei suoli (1:25000). *Quad. Agron.*, Univ. Palermo, 10: 145-160.
- RAIMONDO F.M. (a cura di), 2006. Paesaggio e biodiversità nella Riserva Naturale Orientata "Bosco di Ficuzza, Rocca Busambra, Bosco del Cappelliere e Gorgo del Drago", *AFDRS*, 83 pp.

- RIZZO M., 2011. La cultura architettonica del periodo normanno e l'influenza bizantina in Sicilia. Tesi di Dottorato di Ricerca in "Bisanzio ed Eurasia" (XXI Ciclo), Università di Bologna, 174 pp. [http://amsdottorato.cib.unibo.it/4140/1/Rizzo\\_Marcello\\_TESI.pdf](http://amsdottorato.cib.unibo.it/4140/1/Rizzo_Marcello_TESI.pdf)
- SALA G., GIARDINA G. & LA MANTIA T., 2011. I fattori di rischio per la biodiversità forestale in Sicilia: il caso studio del cerro di Gussone. *It. For Mont.*, 66 (1): 71-80.
- SALDARELLI R., 1951. La foresta demaniale di Ficuzza. *Monti & Boschi*, 2: 70-80.
- SCHICCHI R., CULLOTTA S., BETTI S. & MACCHIONI N., 2000. Studies on the *Quercus* hybrids in Sicily: leaf micromorphology and xylem structure in *Q. × fontanesii* Guss. *Fl. Medit.*, 10: 65-80.
- SCHIRÒ G., 1860. Attuale condizione forestale e solforifera di Sicilia. *Stab. Tipogr. Francesco Giliberti*, Palermo, 128 pp.
- SCHWARZ O., 1993. *Quercus* L. Pp. 72-76 in: Tutin T.G. Heywood V.H., Burges N.A., Chater A.O., Edmonson J.R., Heywood V.H., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M., Webb D.A., (eds.), *Flora Europaea* ed. 2, vol. 1, Cambridge *University Press*, Cambridge - London - New York - Melbourne.
- SCUDERI A., TUSA S. & VINTALORO A., 1997. La Preistoria e la Protostoria nel Corleonese e nello Jato. *Archeoclub di Corleone*, Corleone, 31 pp.
- SOLAZZO E., 1955. Boschi misti a *Quercus trojana* Webb e *Quercus pubescens* Willd. nel territorio di Acquaviva delle Fonti (Bari). *Nuovo Giorn. bot. ital.*, n.s., 62: 487-498.
- STOKES M.A. & SMILEY T.L., 1996. An introduction to tree-ring dating. *The University of Arizona Press*, Tucson.
- TOMASELLI R., 1972. Aspects de la végétation de l'Italie méridionale et de la Sicile et leurs relations avec la végétation des Balkans et des pays afro-asiatiques. *Studi trentini Sci. nat.*, sez. B; 49 (1): 102-118.
- TRINAJSTIĆ I., 1990. Sulla sintassonomia delle vegetazioni termofile caducifoglie dell'ordine *Quercetalia pubescentis* Br.-Bl. del litorale adriatico jugoslavo. *Not. fitosoc.*, 23: 21-28.
- TRINAJSTIĆ I., 1995. Plant geographical division of forest vegetation of Croatia. *Annales Forestales*, 20: 37-66.
- VASSALLO S., 2000. Abitati indigeni ellenizzati della Sicilia centro-occidentale: dalla vitalità tardo-arcaica alla crisi del V secolo. *Atti Terze giornate internazionali di studi sull'area elima*, 2: 983-1008.
- VITA F., CASTELLANETA A.M., FORTE L. & DE FILIPPIS R., 1988. La vegetazione spontanea del Lamone di Rutigliano. *Umanesimo della Pietra*, 3: 7-12.
- VITA F., FORTE L. & DE FILIPPIS R., 1989. L'areale del Fragno si estende nel bosco di Lama Giotta. *Umanesimo della Pietra*, 4 : 41-44.
- VITA F. & MACCHIA F., 1982. Un tipico esempio di fragneto pugliese: il bosco di Burgensatico nei pressi di Mottola (Taranto). *Ann. Fac. Agr. Bari*, 22: 239-344.
- WEBB P.B., 1839. On inoculating the Rose on the Orange, and similar Practices; and on Mr Long's paper on the *Quercus* and *Fagus* of the Ancients. In a letter to Major Webb from his brother. Pp. 589-591 in: Loudon J.C. (ed.), "The gardeners magazine and register of rural and domestic improvement, etc.", vol. 15.
- ZANOTTI A.L., UBALDI D., CORBETTA F. & PIRONE G., 1993. Boschi submontani dell'Appennino Lucano Centro-Meridionale. *Ann. Bot. Studi sul Territorio*, Roma, 51 (suppl. 10): 47-76.
- ZIELIŃSKI J., PETROVA A. & TOMASZEWSKI D., 2006. *Quercus trojana* subsp. *yaltirikii* (*Fagaceae*), a new subspecies from southern Turkey. *Willdenowia*, 36: 845-849.

## Appendice 1

*Prospetto tassonomico delle piante vascolari citate nel testo*

<i>Acer campestre</i> L.	
<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	<i>Quercus cerris</i> L.
<i>Ambrosina bassii</i> L.	<i>Quercus</i> × <i>crenata</i> Lam.
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	<i>Quercus dalechampii</i> Ten.
<i>Asphodeline lutea</i> (L.) Rchb.	<i>Quercus</i> × <i>fontanesii</i> Guss.
<i>Asphodelus ramosus</i> L.	<i>Quercus fragnus</i> Longo (= <i>Q. trojana</i> )
<i>Bellis perennis</i> L.	<i>Quercus gussonei</i> (Borzì) Brullo
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P. Beauv.	<i>Quercus ilex</i> L.
<i>Calicotome infesta</i> (C. Presl) Guss.	<i>Quercus libani</i> Oliv.
<i>Carex distachya</i> Desf.	<i>Quercus libani sensu</i> Borzì (= <i>Q. trojana</i> )
<i>Celtis tournefortii</i> Lam.	<i>Quercus macedonica</i> A. DC. (= <i>Q. trojana</i> )
<i>Clinopodium vulgare</i> L.	<i>Quercus macrolepis</i> Kotschy
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	<i>Quercus ostryaefolia</i> Borb. (= <i>Q. trojana</i> )
<i>Crocus longiflorus</i> Raf.	<i>Quercus petraea</i> (Mattuschka) Liebl.
<i>Cyclamen repandum</i> Sm.	<i>Quercus pseudosuber</i> Santi
<i>Cynosurus cri status</i> L.	<i>Quercus pubescens</i> Willd.
<i>Dactylis hispanica</i> Roth	<i>Quercus suber</i> L.
<i>Eryngium bocconei</i> Lam.	<i>Quercus trojana</i> Webb subsp. <i>euboica</i> (Papaioannou)
<i>Euphorbia ceratocarpa</i> Ten.	K.I. Chr.
<i>Euphorbia characias</i> L. subsp. <i>characias</i>	<i>Quercus trojana</i> Webb subsp. <i>trojana</i>
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl	<i>Quercus trojana</i> Webb subsp. <i>yaltirikii</i> Ziel., Petrova
<i>Fraxinus ornus</i> L.	& D. Tomaszewski
<i>Kundmannia sicula</i> (L.) DC.	<i>Quercus virgiliana</i> (Ten.) Ten.
<i>Lamium flexuosum</i> Ten.	<i>Ranunculus bulbosus</i> L.
<i>Leontodon tuberosus</i> L.	<i>Rubus canescens</i> Ten.
<i>Magydaris pastinacea</i> (Lam.) Paol.	<i>Ruscus aculeatus</i> L.
<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz
<i>Osyris alba</i> L.	<i>Spartium junceum</i> L.
<i>Prunella laciniata</i> (L.) L.	<i>Thapsia garganica</i> L. subsp. <i>garganica</i>
<i>Prunus spinosa</i> L.	<i>Zelkova sicula</i> Di Pasquale, Garfi & Quézel
<i>Pulicaria odora</i> (L.) Rchb.	
<i>Pyrus spinosa</i> Forssk.	
<i>Quercus aegilops</i> Griseb. (= <i>Q. trojana</i> )	
<i>Quercus amplifolia</i> Guss.	
<i>Quercus calliprinos</i> Webb	

## Appendice 2

### *Prospetto sintassonomico delle comunità vegetali citate nel testo*

*Carpino-Fagetea* Passarge & Hofmann 1968

*Lygeo-Stipetea tenacissimae* Rivas-Martínez 1978

*Molino-Arrhenatheretea* R. Tx. 1937

*Onopordetea acanhii* Br.-Bl. 1964

*Poëtea bubosae* Rivas-Goday et Rivas-Martínez in Rivas-Martínez 1978

*Quercetea pubescentis* Doing-Kraft 1955 ex Scamoni & Passarge 1959

*Ostryo-Carpinetalia orientalis* (Tom. 1940) Lakušić, Pavlović & Redžić 1982

*Ostryo-Carpinion orientalis* Horvat 1954 corr. 1958

*Quercetalia pubescenti-petraeae* Klika 1933 corr. Moravec in Béguin & Theurillat 1993

*Quercion frainetto* Horvat 1954

*Teucrio siculi-Quercetum trojanae* Biondi, Casavecchia, Guerra, Medagli, Beccarisi & Zuccarello 2004

*Juniperion excelsae-foetidissimae* Matevski, Čarni, Kostadinovski, Marinšek, Mucina, Paušič & Šilc 2010

*Quercu cerridis-Carpinetalia orientalis* Quézel, Barbero & Akman 1980

*Ostryo carpiniifoliae-Quercion pseudocerridis* Quézel, Barbero & Akman 1978

*Quercion anatolicae* Akman, Barbero & Quézel 1979

*Quercetea ilicis* Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950

*Quercetalia ilicis* Br.-Bl. ex Molinier 1934

*Fraxino orni-Quercion ilicis* Biondi, Casavecchia & Gigante 2003

*Euphorbio apii-Quercetum trojanae* Bianco, Brullo, Minissale, Signorello & Spampinato 1998

### **3.2.3 Una recente scoperta a Ficuzza: il carpino nero**

Il presente lavoro è stato pubblicato come: Giardina G., La Mantia T., Sala G. & Pasta S. 2014. *Ostrya carpinifolia* Scop. (fam. *Betulaceae*) a Ficuzza (Monti Sicani, provincia di Palermo): note ecologiche e demografiche. *Naturalista sicil.*, XXXIX (1): 73-75.  
<http://www.sssn.it/PDF/PDF%20NS%2039/073-076.pdf>

Giardina G., La Mantia T., Sala G. & Pasta S. 2014.

*OSTRYA CARPINIFOLIA* SCOP. (FAM. *BETULACEAE*) A FICUZZA (MONTI SICANI, PROVINCIA DI PALERMO): NOTE ECOLOGICHE E DEMOGRAFICHE.

Naturalista sicil., XXXIX (1): 73-75

*Ostrya carpinifolia* Scop. (Betulaceae) at Ficuzza (Sicani Mounts, Province of Palermo): ecological and demographic notes.

Viene segnalata la presenza di un popolamento di carpino nero *Ostrya carpinifolia* Scop., nel comprensorio della Riserva Naturale Orientata “Bosco Ficuzza, Rocca Busambra, Bosco del Cappelliere e Gorgo del Drago” e, più precisamente, sul lato occidentale del versante nord di Rocca Busambra, in località Portella di Vento (Fig.1), in corrispondenza di una vallecola posta a c. 1.200 m s.l.m. e con un’inclinazione media pari a 15°, che si sviluppa secondo una direttrice nord-sud, caratterizzata da macereti originati dalla disgregazione della roccia affiorante di natura calcarea. Secondo il modello proposto da GIANGUZZI et al. (2004), il popolamento locale di carpino nero ricade in un’area soggetta a bioclina meso-mediterraneo subumido superiore.



Fig 1 - Portella del Vento: nucleo forestale cui partecipa il carpino nero

Non si può tuttavia escludere che le caratteristiche stazionali dell'impluvio esposto a settentrione inducano un microclima ancora più fresco e umido, creando condizioni più vicine al supra-mediterraneo subumido inferiore, ambito bioclimatico che ospita gran parte dei popolamenti di carpino nero noti per la Sicilia (VENTURELLA et al., 1991). Nella stazione in esame esso costituisce nuclei forestali riferibili all'associazione *Aceri campestris-Quercetum ilicis* Brullo, 1984, consorziandosi con il leccio (*Quercus ilex* L.), l'orniello (*Fraxinus ornus* L.), l'acero campestre (*Acer campestre* L.) ed il ciavardello (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz), con la presenza di sporadici individui di ciliegio canino (*Prunus mahaleb* L.) e di quercia castagnara, *Quercus virgiliana* (Ten.) Ten. Lo strato arbustivo è caratterizzato dalla presenza di *Cistus creticus* L., *Daphne laureola* L., *Lonicera etrusca* Santi, *Rosa sempervirens* L., *Ruscus aculeatus* L. e *Teucrium flavum* L..



Fig. 2 — Una ceppaia di carpino nero; in evidenza i numerosi polloni

Tra le specie erbacee presenti nel sottobosco ed ai margini dei nuclei forestali figurano *Cyclamen hederifolium* Aiton, *Cyclamen repandum* Sm., *Picris hieracioides* L., *Paeonia mascula* (L.) Mill. subsp. *russoi* (Biv.) Cullen & Heywood e *Pimpinella anisoides* Briganti. Gli spazi aperti contigui ospitano numerose specie dei prati-pascoli (meso-)xerofili, molte delle quali adattate a colonizzare substrati mobili o cenge rocciose, quali *Anthyllis vulneraria* L. subsp. *busambarensis* (Lojac.) Pignatti, *Asperula aristata* L. subsp. *longiflora* (Waldst. & Kit.) Hayek, *Asphodelus ramosus* L., *Carlina gummifera* (L.) Less., *Crupina crupinastrum* (Moris) Vis., *Dianthus busambrae* Soldano & F. Conti, *Elaeoselinum asclepium* (L.) Bertol., *Eryngium campestre* L., *Helminthotheca aculeata* (Vahl) Lack., *Hypochoeris laevigata* (L.) Ces., Pass. & Gibelli, *Koeleria lobata* (M. Bieb.) Roem. & Schult., *Kundmannia sicula* (L.) DC., *Scorzonera villosa*

Scop. subsp. *columnae* (Guss.) Nyman, *Thymus paronychioides* elak., etc. Il popolamento occupa circa 2000 m<sup>2</sup> e consiste di 24 ceppaie (Tab. 1), la cui vetustà è testimoniata dalla distanza tra i polloni emersi dalla corona. Non è facile distinguere con certezza le singole ceppaie perché i polloni sono spesso il frutto della radicazione di rami prostrati. Il numero dei polloni varia da 1 a 40 (Fig. 1 e Tab. 1) e la loro altezza che oscilla tra 2 e 5 m (media 2,6) non appare correlata al loro diametro. Anche se poco o nulla si sa circa l'utilizzo del carpino nero in Sicilia, *Ostrya carpinifolia* è stata sottoposta ad intensa ceduzione in tutta la sua area di distribuzione, come ad esempio in Italia centrale (CIANCIO & NOCENTINI, 2004; BLASI *et al.*, 2006). Appare dunque probabile che si tratti di un vecchio ceduo che, stando alla stima dell'età dei polloni, effettuata attraverso la lettura degli anelli, non è stato più utilizzato a partire da c. 25 anni fa; tale stima appare coerente con il fatto che nel 1998 l'area sia stata interessata da un incendio, seguito dai tagli di "pulitura" delle ceppaie.

La scoperta del carpino nero a Ficuzza arricchisce il valore naturalistico-forestale del comprensorio e pone ulteriore enfasi sul significativo contingente di specie arboree a distribuzione sud-europea-anatolica che esso ospita (GIARDINA *et al.*, 2014).

*Ringraziamenti* — Un ringraziamento va a Rafael da Silveira Bueno e Andrea La Mantia per l'aiuto prestato sul campo e al Dipartimento Regionale dello Sviluppo Rurale e Territoriale per il supporto dato alle ricerche condotte all'interno della Riserva nell'ambito del progetto MIUR-PRIN "Climate change mitigation strategies in tree crops and forestry in Italy" CARBOTREES.

#### BIBLIOGRAFIA

- BLASI C., FILIBECK G. & ROSATI L., 2006. Classification of Southern Italy *Ostrya carpinifolia* woods. *Fitosociologia*, 43 (1): 3-23.
- CIANCIO O. & NOCENTINI S., 2004. Il bosco ceduo. Selvicoltura, Assestamento, Gestione. *Accad. ital. Sc. for.*, Firenze, 721 pp.
- GIANGUZZI L., LA MANTIA A. & RIGOGLIOSO A., 2004. Carta della vegetazione (scala 1:20.000) della Riserva Naturale Orientata "Bosco Ficuzza, Rocca Busambra, Bosco del Cappelliere e Gorgo del Drago". *Naturalista sicil.*, 27: 205-242 + 1 carta.
- GIARDINA G., LA MANTIA T., SALA G., DI LEO C. & PASTA S., 2014. Possibile origine e consistenza di un popolamento di *Quercus trojana* Webb subsp. *trojana* al Bosco della Ficuzza (Provincia di Palermo, Sicilia nord-occidentale). *Naturalista sicil.*, 38: 265-289.
- VENTURELLA G., MAZZOLA P. & RAIMONDO F.M., 1991. Aspetti distributivi e sinecologici di *Ostrya carpinifolia* Scop. in Sicilia. *Quad. Bot. ambientale appl.*, 1 (1990): 211-246



Tabella 1

*Caratteri dendrometrici del popolamento di carpino*

<b>N° ceppaia</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
<b>N° polloni</b>	13	3	10	17	8	1	9	20	1	8	24	20	6	4	9	12	10	40	18	7	11	21	30	27
<b>Diametro base(m)</b>	4,5	3,8	3,6	5,1	5,0	5,0	3,4	4,3	6,5	3,8	4,0	3,5	3,9	5,9	3,3	4,0	5,1	3,9	4,5	3,9	3,9	4,6	4,3	3,7

### ***3.2.4 Recente immigrazione o antica presenza: il caso studio di Nicodemia madagascariensis***

Il seguente lavoro di ricerca risulta accettato dalla rivista Webbia come di seguito descritto: Pasta S., Badalamenti E., Sala G, La Mantia T. *Nicodemia madagascariensis* (Lam.) R. Parker (fam. Scrophulariaceae), a casual alien plant new to Italy. Webbia Journal of Plant Taxonomy and Geography

Pasta S., Badalamenti E., Sala G, La Mantia T.

*NICODEMIA MADAGASCARIENSIS* (LAM.) R. PARKER (FAM. SCROPHULARIACEAE),

A CASUAL ALIEN PLANT NEW TO ITALY.

WEBBIA Journal of Plant Taxonomy and Geography

Abstract

In this note the authors report the first case of naturalization of the Malagasy smokebush within Italian territory. Along with a description of the abiotic and biotic characteristics of the invaded site, the current demographic and dynamic trends of the detected population by means of growth ring analysis was assessed, too. Moreover, an overview on the history of its introduction in Europe is provided, underlining the key role played by the Mediterranean cities with respect to the acclimatization and spread of exotic tropical and subtropical plants. Due to its low frequency under cultivation, the Malagasy smokebush should not behave as an invader in future times; on the other hand, its ability to cover and smother neighbouring trees in very short times, make its spread within the whole Mediterranean area worth to be regularly monitored.

Key words: xenophyte, reproductive traits, naturalization, growth rings, Mediterranean Basin.

### **Introduction**

*Nicodemia madagascariensis* (Lam.) R. Parker, known worldwide either with the basynonym *Buddleja madagascariensis* Lam. or with the vernacular name of Malagasy smokebush, is an evergreen liana which has been introduced worldwide for ornamental purposes for its showy and abundant flowering. Frequently naturalized outside its native range, in many tropical and subtropical countries it is regarded as a major invader of natural habitats (Randall 2012). By contrast, naturalization cases in European countries have been hitherto quite limited. Indeed, despite being cultivated in Europe since almost two centuries, the ability to escape from cultivation has been rarely observed, being up to now restricted to Southern Europe. Thus, our recent discovery of a spontaneous nucleus of this species in Sicily is of some relevance, as it represents the first naturalization case regarding the whole Italian territory.

### **Material and Methods**

Apart from providing detailed information about the geographical (GPS coordinates, altitude, area of occupation, etc.) and the ecological (e.g. past and present land-use, co-occurring species, etc.) setting of the invaded site, and reporting the main characteristics of the alien population (number of individuals, estimated age, etc.), we aimed at retracing the history of its introduction in the Mediterranean area, Italy and Sicily. At last, we tried to forecast its ability to spread in the future times.

Part of the research was addressed to understand the ecological role played by *N. madagascariensis* within its native plant community by consulting available scientific literature. A higher amount of work was dedicated to trace the introduction history of Malagasy smokebush, especially from its native range to European countries, to Italy and Sicily. Time is a relevant component of invasive dynamics since time lags, from introduction to outbreak stage, can widely vary among alien species. The main floristic lists of the botanical and public gardens, as well as any international, national and local botanical and horticultural texts reporting *Buddleja* or *Nicodemia madagascariensis* as cultivated, acclimatized or naturalized have been taken into account.

In order to fill the lack of information on the presence of any cultivated Malagasy smokebush mother plant in the surroundings of the investigated population, a growth ring analysis was carried out in order to assess the age of some individuals of *N. madagascariensis* and, thus, to

reconstruct the population dynamics of the whole nucleus. On this purpose, the two largest mature plants and one with an average diameter were felled and cross sections were taken at a height of 5 cm aboveground in order to maximize the number of available rings. The samples were carefully dried and polished with sandpaper gradient between 80 and 1000 grains until the anatomical features related to ring boundaries were clearly identified. After sample preparation, the cross-sections were examined under stereomicroscope for tree-ring analysis. The age was determined for each plant through counting the total number of rings from bark to the pith. For each disc, three radii were selected and visually cross-dated by matching the pattern of narrow and wide rings between two plants (Stokes & Smiley 1996).

To characterize the ecological conditions of the study site, the data provided by “Osservatorio delle Acque” concerning the monthly average air temperature and the total rainfall amount from 1980 to 2014 of the nearest meteorological station located in the ancient astronomical observatory of Palermo were considered. Local climate is typically Mediterranean, with a dry season which usually lasts from May to August, while precipitations are concentrated from September to April. In the considered time span mean annual temperature was 18.9 °C, while absolute maximum and minimum temperatures were 30.2 °C and 8.7 °C, respectively. Annual mean rainfall was 552.4 mm.

## **Results and Discussion**

### *Description of the detected population*

*N. madagascariensis* was found at the beginning of May 2014 growing wild along a hedgerow delimiting an abandoned citrus orchard (Figure 1). The population consisted of three different nuclei situated along the borders of the natural depression called “Fossa della Garofala” at “Parco d’Orléans” public garden, and about 15 m far one from each other (GPS coordinates: 38°06’25.19” N, 13°21’00.42” E, 43 m a.s.l.; the labels of three specimens, collected from the same plant, now deposited in Paris, Florence and Palermo Herbaria, bear the following basic information: ‘E. Badalamenti, 19.II.2015, abandoned citrus orchards, southern escarpment of Fossa della Garofala’).

More in detail, the first nucleus is composed of 10 plants with an average diameter of 5.4 cm and with an average height of 6.1 m; the second and third nucleus are composed of 7 plants with an average diameter of 5.3 and 5.1 cm and an average height of 5.1 and 4.6 cm, respectively. In total there are 24 plants which reach a maximum height of almost 6.5 m.

The Malagasy smokebush takes part to an alien-dominated plant community, which colonized an abandoned citrus orchard after the ceasing of local agricultural practices. Notwithstanding both the dominant trees, i.e. *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle (Figure 1) and *Broussonetia papyrifera* (L.) Vent., are able to perform a very fast vegetative spread, they seem not to have outcompeted *Nicodemia*, which instead grows over them, covers most part of their crown and appears to be able to affect the light availability of the understory.



Figure 1. In the centre of the picture *Nicodemia magascariensis* shows abundant flowering and smothers *Ailanthus altissima*, the species bearing brown fruits on the left.

Regarding the origin of the nuclei, many of the exotic plants which have been planted in the last decades within Fossa della Garofala and that grow together with *N. madagascariensis* were collected by prof. C. Laviola in Mozambique, where the Malagasy smokebush is common cultivated plant; hence, the hypothesis that some seeds or some vegetative fragments of this plant could have been accidentally introduced in those circumstances cannot be discarded.

Nowadays, the linear distribution pattern of the detected population (Figure 2) suggests that most part of the plants issue from the vegetative spread of creeping stems (Figure 3). However, during our field observations we found that most of the plants produce seeds, but these are mostly not viable, as suggested by the lack of seedlings. Such behavior is likely due to unfavorable environmental conditions, since the plant is known to set seeds in tropical and subtropical

climate areas of the world (Weber 2003), while biotic factors allowing pollination and subsequent dissemination do not appear to be lacking in our study site.



Figure 2. Linear distribution of *Nicodemia magascariensis*.



Figure 3. Once the creeping stems reach the ground they immediately form adventitious roots.

On the other hand, the fresher and wetter conditions at the beginning of summer and/or the exceptionally mild autumns of the years 2011-2014 seem to have increased the endurance of the pollination of the Malagasy smokebush by both prolonging flowering period and the lifespan of its potential visitors (butterflies, bees, bumble bees and flies), captured by its attractive colours and its honey-like scent. As a matter of fact, during the first observation (2.V.2014), *Nicodemia*

individuals were in full blooming (Figure 4). Later on (21.XII.2014) some bumble bees (*Bombus terrestris* L. 1758), together with other insects, such as *Xylocopa violacea* L. 1758 (violet carpenter bee) and *Macroglossum stellatarum* L. 1758 (hummingbird hawk-moth), were observed visiting *Nicodemia* flowers at Fossa della Garofala. Besides, bumble bees were also observed (11.II.2015) at Pantelleria, and Montoleone (2011-2014) took a picture of *Tropinota squalida squalida* (Scopoli 1783) (a hairy beetle) on the same plants. These observations confirm the long-lasting flowering period (at least 5 months from December to May) of the species under thermo-Mediterranean climatic conditions, as recorded also in Malta and Gozo by Mifsud (2008).



Figure 4. Detail of inflorescences.

Once ripe, its fleshy berries are eaten and dispersed by a wide spectrum of animals: failing lemurs (Goodman et al. 2006), there is still plenty of birds, rodents and other little mammals which may disperse them (GISD 2010; Hawaii Early Detection Network 2010). In Madagascar the seeds of *N. madagascariensis* are also dispersed by Columbidae (Hawkins 2013), quite common in Palermo. Also *Psittacula krameri* Scopoli 1769 (rose-ringed parakeet) could play an important role (Hawkins 2013). Interestingly, the only other Malagasy smoke bushes observed within the urban area of Palermo are those cultivated within the Botanical Garden, some 4 km far from the detected nucleus, where an increasing number of these frugivorous exotic parrots is present since almost 30 years just like at Parco d'Orléans. As for the Black rat (*Rattus rattus*



Linnaeus, 1758), very common within Fossa della Garofala, it has already been proved to disperse the seeds of *Buddleja asiatica* Lour. (Shiels 2011).

The seeds of *N. madagascariensis* can also be dispersed by wind (Walker et al. 2006), but in our case this eventuality may be excluded considering the total absence of mother plants in the nearby area. Within its secondary range the seeds may also be dispersed with mud adhering to vehicles or to shoes and boots, or through vegetative fragmentation.

In our study site, the total absence of seedlings and saplings notwithstanding the abundant flower production and the long-lasting flowering season suggests that sexual reproduction is still a very rare event, although it seems to have occurred sometimes in the Botanical Garden of Palermo (Index Seminum 2009). However, *N. madagascariensis* is able to propagate via root suckers with annual shoots also exceeding 1 meter in height.

Also in W Australia *N. madagascariensis* is still unable to produce fertile seeds (Stock & Wild 2002; Weed Society of Victoria 2008), but it has been found to be able to escape from gardens and to spread over considerable distances through vegetative mechanisms. Once displaced from gardens and hays to green wastes, their vegetative fragments may root elsewhere (Stock & Wild 2002).

Considering the wide spectrum of casual dispersers (including men) and its ability to overtop native species, smothering and eventually leading them to death (Starr et al. 2003), in W Australia it has been included among environmental weeds (Keighery & Longman 2004).

#### *Growth ring analysis*

One ray of the woody tissue of the two largest plants was completely decomposed forming large cavities. According to InsideWood database (<http://insidewood.lib.ncsu.edu/description?13>) *N. madagascariensis* shows distinct growth ring boundaries, while diffusive porosity without differences between latewood and earlywood was found by Aguilar-Rodríguez & Terrazas (2001). The investigated plants bore more discontinuous rings; besides, as the pith was not located in the centre and the annual growth-ring pattern was rather irregular, cross-dating resulted quite difficult. The estimated age of the investigated plants was 18, 22, and 32 years, so the arrival of the species in the site of Fossa della Garofala dates back to the last twenty years of the XX century. The diameters of samples were 6.5 cm, 7.5 cm and 9 cm.

### *Ecology of Malagasy smokebush within its native range*

*N. madagascariensis* is native of Madagascar, where it grows with other pioneer fast-growing shrubs in the inner highlands between 600 and 2000 m a.s.l. (Leeuwenberg 2005). Notwithstanding this ornamental plant has been introduced all over the continents and it is considered as potentially invasive on a global scale, there is quite limited knowledge on its ecology within its native range. It is a rather common light-demanding liana in managed forests and agro-forestry systems (Rakotondraso et al. 2012). Recent studies focused on the dynamic processes of local forest communities recovering from wildfires (Pareliussen 2004; Robisoa 2010) highlighted its resilience and its outstanding frequency during the first stages of secondary succession, while it is outcompeted by the trees dominating the most mature stages. It also performs rapid re-sprouting through root suckers after mechanical damages due to cutting and/or trampling (Stock & Wild 2002).

### *From discovery to cultivation, from success to invasion*

This plant was first collected in Madagascar around 1770 by the French explorers and botanists Philibert Commerson and Pierre Sonnerat. Some *exsiccata* were sent to the Jardin du Roi (later on named Jardin des Plantes), from where it was published by Lamarck (1785) with the binomial epithet '*Buddleia*' *madagascariensis*. It was not however introduced to European gardens until much later, as testified by a French scientific dictionary of 1822, which states that it was not yet in cultivation (Luckhurst 2008). Sauvaigo (1899) generally reports 1824 as the year of its first introduction in Europe, while Staples & Herbst (2005) state that it was introduced in Great Britain around 1825, when it was actually present in the Royal *Botanic Garden of Glasgow* (Hooker 1825). The first reliable information about its ability to produce flowers concerns a plant born from the seeds sent by Nathaniel Wallich, curator of the botanic garden of Calcutta, to Britain, which flowered in the autumn of 1827, as described and illustrated just one year after by Hooker (1828) in Curtis's *Botanical Magazine* with the epithet '*Buddleia*' *madagascariensis* and by Lindley (1829), who created the superfluous later synonym '*Buddleia*' *heterophylla*. During the following decades it was introduced into cultivation in many other European botanical gardens, such as Berlin in 1833, Paris in 1834, and Montpellier in 1837 (Leeuwenberg 1979). Later on, it has been introduced in almost all the tropical and sub-tropical regions of the world such as S Asia (Pakistan, China, etc.), N America (Mexico, California, Florida), West Indies (Cuba, Puerto Rico), S America (Argentina, Uruguay, Brasil), S Europe, N and S Africa, Pacific

Islands (Fiji, Hawai'i, New Caledonia, New Zealand), W Australia and Micronesia (Binggeli 1998; Space & Falanruw 1999; Weber 2003; GISD 2010; Norman 2012).

Nowadays it is almost completely naturalised in many tropical and subtropical areas such as W Australia (Randall 2002), S Africa (Angola, Zambia, Zimbabwe, Malawi, Mozambique and S Africa: Leeuwenberg 1979; Foxcroft 1999), S China (Li & Leeuwenberg 1996), Florida (U.S.A.: Wunderlin & Hansen 2002), Brasil (Schneider 2007), and it recently threatens with invasion the disturbed forest ecosystems of many oceanic islands like Hawai'i (Wagner et al. 1999), Saint Helena (The Environmental Conservation Section 1999), Puerto Rico (Liogier & Martorell 2000), Fiji (PIER 2002), Bermuda (Kairo et al. 2003), New Caledonia (Beauvais et al. 2005), Ascensión (Gray et al. 2005), New Zealand (Howell 2008), etc.

#### *History of cultivation in Mediterranean area, Italy and Sicily*

Despite its ancient introduction in Mediterranean Europe, it has been only recently recorded as a casual alien along the coasts of S Greece (Raus 2007), Malta and Gozo (Mifsud 2008). Although Leeuwenberg (1979) observed some Cretan individuals of *N. madagascariensis* being able to make fruits, 35 years after it still occurs there only in cultivation (Dal Cin d'Agata et al. 2009). Also its naturalisation in S France, reported by Stuart (2006), remains rather questionable: in fact, neither the updated "Silene" database (<http://flore.silene.eu/index.php?cont=accueil>) nor the very recent floras concerning the whole country (Tison & De Foucault 2014) and its Mediterranean sector (Tison et al. 2014) mention it. Similarly, it has not been possible to confirm its presence as escaped in Libya and Cyprus, recently reported by Valdés (2012), and *N. madagascariensis* is not even mentioned within a recent inventory of casual, naturalized and invasive alien species in Europe, which conversely includes six species of *Buddleja* (DAISIE 2009).

The first record of its cultivation in Italy dates back to 1840, when it was introduced in Naples botanical garden (Tenore 1840), where it was not present few years before (Tenore 1837, 1839). Two years later it was introduced also in Lombardy at Monza (Manetti 1842). Several reports on frost damages suggest its spread all over Italian botanical gardens just after mid XIX century, for example in 1869 at Caserta (Terracciano 1869) and Cagliari (Beccari 1869). After some decades it was cultivated also at Ferrara (Massalongo 1897), it had been planted once again at Cagliari (Cavara 1901), and was present in Hanbury Gardens in Liguria (Leeuwenberg 1979). Borzì (1894) is the first to testify the presence of *B. madagascariensis* in Sicily, while the date of

introduction reported by Ostinelli (1910), i.e. ‘Madagascar 1824’ is unreliable as well as those concerning the other buddlejas cultivated at Villa Trabia (where *B. madagascariensis* does not occur anymore, Dr. Manlio Speciale, *pers. comm.*) at his time. For example, concerning *B. colvilei* Hook. f. Ostinelli indicates ‘1829 Himalaya’, while the species was actually discovered only in 1849 by Joseph Dalton Hooker, who described it six years later (Hooker 1855). Furthermore, *B. madagascariensis* does not figure in none of the numerous plant catalogues of the botanical gardens of Palermo and Boccadifalco which have been consulted (Gussone 1821, 1825, 1826; Tineo 1827; Gasparrini 1830; Todaro 1858, 1860, 1862, 1868, 1875, 1876, 1877; Borzì 1893).

The use of the plant for ornamental purposes probably spread throughout the private gardens of the island between the end of the XIX and the beginning of the XX century: Leeuwenberg (1979) mentions a sample collected in flower at Taormina by Bornmüller, who visited the town during april-may 1933 (Domina et al. 2011). As a matter of fact, the plant is still cultivated there in the “Duca di Cesarò” city park (Bonasera et al. 2005) and at Giardino Colonna (Guglielmo et al. 2006a). As concerns Pantelleria island, it has been introduced in a private garden near Bagno dell’Acqua (V.1997, S. Pasta, *pers. obs.*), where few individuals are acclimatized (Montoleone 2011-2014) but not naturalized (T. La Mantia, II.2015, *pers. obs.*), as reported by Domina & Mazzola (2008).

Moreover, it is present also in the public garden “Ignazio Scaturro” of Sciacca (Bazan et al. 2005), in the private gardens of Catania (Scrimali 2011), and so it was also in the suburban area of Trapani, where a huge at least 30 years old individual used to grow on the borders of a private property at Villa Rosina before its recent destruction (L. Scuderi, *pers. comm.*).

### **Concluding remarks**

Urban areas may represent, in many cases, the main and the first pathway for the introduction of invasive alien species, and frequently they are the first environments where the tendency to become naturalized is observed (Celesti Grapow & Blasi 1998; Thompson & McCarthy 2008). This is mostly due to the large use of exotic species for the decoration of streets, avenues and urban green areas, such as private and public gardens and parks, as well as botanical gardens. Moreover, frequently disturbed and nutrient-enriched urban and suburban sites are known to be particularly suitable for the establishment of alien plants (Mack et al. 2000). The city of Palermo, along with its surroundings, represents an emblematic target of alien woody plants invasion: in fact, a huge number of exotic trees has been introduced during last two centuries and more than

12,000 exotic trees thrive there according to Pintagro (1999). Besides, a significant increase of naturalization events has recently occurred there, such as *Ficus microcarpa* L. and *Cardiospermum grandiflorum* Sw. (Schicchi 1999), *Ficus watkinsiana* F.M. Bailey (Schicchi & Mazzola 2003), *Koelreuteria paniculata* Laxm. and *Washingtonia filifera* (André) de Bary (Raimondo & Spadaro 2006), *Solanum capsicastrum* Schauer (Badalamenti et al. 2011), *Schinus molle* L. (Badalamenti et al. 2012b), *Melia azedarach* L. (Badalamenti et al. 2013), and *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna (Pasta et al. 2014). Most of the above-mentioned species are strictly confined to urban and suburban areas, where they colonize bare soils, street borders, abandoned railways, pavements and wall crevices or other artificial surfaces; however, some of them, in particular *Ailanthus altissima* (Badalamenti et al. 2012a), have proven to be able to spread from urban environments to semi-natural and natural areas, also including abandoned cultivated areas, where their ecological impact is expected to be far higher. As concerns the invasive potential of Malagasy smokebush, our investigations point out that it is a rare cultivated species on the island: in fact, it does not figure on the most relevant literature concerning both the private and the public green areas of the most populated Sicilian provinces, i.e. Palermo (Mazzola et al. 2006), Catania (Guglielmo et al. 2006b) and Messina (Salmeri et al. 2007; Giaimi 2009). Hence, its low frequency and abundance significantly reduce its likelihood to escape from cultivation, at least up to now. On the other hand, considering that its congener *Buddleja davidii* Franch. has already shown a remarkable ability to colonize and invade all the temperate areas of the world (Randall 2012), special attention should be paid on the trend of the Malagasy smokebush population along S European coasts in order to avoid its sudden invasion of Mediterranean pre-forest and forest plant communities.

Our efforts to forecast the future behaviour of *N. madagascariensis* are biased by the common occurrence of rather long time lags between first establishment and the starting of invasive processes (Kowarik 1995; Crooks 2005) and because of impressive niche shifts experienced by many alien plants during establishment phase and in first steps of invasion (Thuiller et al. 2005; Pearman et al. 2008).

Moreover, ongoing climate warming may not only provide more suitable climatic conditions for tropical and sub-tropical species throughout the Mediterranean area, but may affect the interaction between alien plants, pollinators and seed dispersers, thus changing ecosystem functioning.

On this purpose further investigations are needed on alien plants reproductive (i.e. pollination and dispersal) strategies and partners (i.e. animals which act as pollinators and dispersers), which may play a key role by favouring their sudden spread.

*Acknowledgements* - This paper is dedicated to the memory of Berthe Franquet (married Rambaud, 31/05/1908-07/04/1986), the great-aunt of the first author, who spent five years (1939-1944) of her life in Antananarivo enjoying the overwhelming beauty of Madagascar's landscape and the sweetness of local people. We are also grateful to Dr. Leonardo Scuderi for sharing with us some personal observations, to Ignazio Sparacio who identified *Tropinota squalida squalida*, and to Dr. Jean-Marc Dufour-Dror (researcher and consultant in applied ecology, Jerusalem, Israel) for his helpful comments and suggestions which improved the quality of the manuscript. We are grateful to prof. Cesare Laviola for his personal communication on the introduction of plants from Mozambique, to Dr. Manlio Speciale for providing some information on the past cultivation of *N. madagascariensis* in Sicily and to Mrs. Dominique Pasta for reviewing the French summary. The observations on the individuals of *Pantelleria* and the growth ring analysis were carried out during the studies on secondary succession in the framework of the project "Climate change mitigation strategies in tree crops and forestry in Italy (CARBOTREES)".

## REFERENCES

- Aguilar-Rodríguez S, Terrazas T. 2001. Anatomía de la madera de *Buddleja* L. (Buddlejaceae): análisis fenético. *Mad y Bosq.* 7:63-85.
- Badalamenti E, Barone E, Pasta S, Sala G, La Mantia T. 2012a. *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle (fam. Simaroubaceae) in Sicilia e cenni storici sulla sua introduzione in Italia [*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle (Simaroubaceae) in Sicily and historical remarks on its introduction in Italy]. *Naturalista Sicil.* 36:117-164.
- Badalamenti E, Cusimano D, La Mantia T, Pasta S. 2013. The recent spread of the invasive woody alien plant *Melia azedarach* L. (Meliaceae) in Sicily. *Naturalista Sicil.* 37:505-513.
- Badalamenti E, Pasta S, La Mantia T. 2011. *Solanum capsicastrum* Schauer (Solanaceae) spontaneizzato nella Piana di Palermo (Sicilia nord-occidentale) [*Solanum capsicastrum* Schauer (Solanaceae) naturalized in the Plain of Palermo (NW Sicily)]. *Naturalista Sicil.* 35:445-447.
- Badalamenti E, Pasta S, La Mantia T. 2012b. Primi segnali di spontaneizzazione di *Schinus molle* L. (Anacardiaceae) in Sicilia [First evidences of naturalization of *Schinus molle* L. (Anacardiaceae) in Sicily]. *Naturalista Sicil.* 36:165-167.
- Bazan G, Geraci A, Raimondo FM. 2005. La componente floristica dei giardini storici siciliani. *Quad Bot Amb Appl.* 16:93-126.
- Beauvais M-L, Coléno A, Jourdan H, editors. 2005. Les espèces envahissantes dans l'archipel néo-calédonien. Un risque environnemental et économique majeur. Editions de l'Institut de Recherche pour le Développement, Paris.
- Beccari (= 'B.') O. 1869. 'Varietà e notizie' [Variety and news, without title]. *Bull Soc Bot Ital.* 159.
- Binggeli P. 1998. An overview of invasive woody plants in the Tropics. School of Agricultural and Forest Sciences Publication 13, University of Wales, Bangor.
- Bonaserà G, Bazan G, Speciale M. 2005. Il Parco 'Duca di Cesarò' di Taormina. *Quad Bot Amb Appl.* 16:279-288.

- Borzì A. 1893. Delectus seminum e collectione anni 1894 Hortus Botanicus Regiae Universitatis Panormitanae pro mutua commutatione offert. Tip. Priulla, Palermo, 48 p.
- Borzì A. 1894. Delectus seminum e collectione anni 1894 Hortus Botanicus Regiae Universitatis Panormitanae pro mutua commutatione offert. Tip. Priulla, Palermo, 40 p.
- Cavara F. 1901. Influenza di minime eccezionali di temperatura sulle piante dell'Orto Botanico di Cagliari. Bull Soci Bot Ital. 8:146-156.
- Celesti Grapow L, Blasi C. 1998. A comparison of the urban flora of different phytoclimatic regions in Italy. Global Ecol Biogeogr Letters. 7:367-378.
- Crooks JA. 2005. Lag times and exotic species: the ecology and management of biological invasions in slow-motion. Ecoscience. 12:316-329.
- DAISIE. 2009. Handbook of alien species in Europe. Springer, Dordrecht, 428 p.
- Dal Cin D'Agata C, Skoula M, Brundu G. 2009. A preliminary inventory of the alien flora of Crete (Greece). Bocconeia. 23:301-315.
- Domina G, Marino P, Castellano G. 2011. The genus *Orobanche* (*Orobanchaceae*) in Sicily. Flora Mediterranea. 21:205-242.
- Domina G, Mazzola P. 2008. Flora ornamentale delle isole circumsiciliane. Quad Bot Amb Appl. 19:107-119.
- Foxcroft L. 1999. The control of alien plants within personnel villages, other staff residences, and rest camps of the Kruger National Park. Scientific Services, Alien Biota, Kruger National Park, South Africa. Available from: [http://www.parkssa.co.za/conservation/scientific\\_services/Biota/villageplantpolicy.html](http://www.parkssa.co.za/conservation/scientific_services/Biota/villageplantpolicy.html) (cited 2014 Dec 7).
- Gasparrini G. 1830. Index seminum anni 1830 quae ab horto regio in Boccadifalco prope Panormum pro mutua commutatione exhibentur. Palermo, 7 p.
- Giaimi A. 2009. Censimento del verde pubblico nella città di Messina. Quad Bot Amb Appl. 20:269-274.
- Global Invasive Species Database (GISD) [Internet]. 2010. *Buddleja madagascariensis*. NBII (National Biological Information Infrastructure) & IUCN/SSC Invasive Species Specialist Group (ISSG). Available from: <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=1577&fr=1&sts=&lang=EN> (cited 2014 Dec 7).
- Goodman SM, Rakotoarisoa SV, Wilmé L. 2006. The distribution and Biogeography of the Ringtailed Lemur (*Lemur catta*) in Madagascar. Chapter 1, in: Jolly A, Sussman RW, Koyama N, Rasamimanana H, editors, "Ringtail lemur biology: *Lemur catta* in Madagascar". Springer, USA, p. 3-15.
- Gray A, Pelembe T, Stroud S. 2005. The conservation of the endemic vascular flora of Ascension Island and threats from alien species. Oryx 39:449-453.
- Guglielmo A, Pavone P, Salmeri C. 2006a. Giardini del XVIII secolo nel centro storico di Catania (Sicilia orientale). Quad Bot Amb Appl. 17:141-150.
- Guglielmo A, Pavone P, Salmeri C. 2006b. Su alcuni giardini storici della Sicilia orientale, in C.RI.Be.Cu.M (a cura di), "L'approccio multidisciplinare allo studio ed alla valorizzazione dei beni culturali" (Siracusa, 28-29 ottobre 2005), Università degli Studi di Catania, Centro di Ricerca C.RI.Be.Cu.M., Aracne Editrice s.r.l., Roma, p. 229-244.
- Gussone G. 1821. Catalogus plantarum Quae asservantur in Regio Horto serenissimi Francisci Borbonii Principis Juventutis, in Boccadifalco, prope Panormum. Typis Angeli Trani, Neapoli, 84 p.
- Gussone G. 1825. Index seminum anni 1825 quae ab horto regio in Boccadifalco pro mutua commutatione exhibentur. Palermo, 12 p.

- Gussone G. 1826. Index seminum anni 1826 quae ab horto regio in Boccadifalco prope Panormum pro mutua commutatione exhibentur. Ex Typographia Zambraja, Palermo, 10 p.
- Hawaii Early Detection Network 2010 [Internet]. Available from: <http://www.reportapest.org/pestlist/budmad.htm>. (cited 2015 Feb 1).
- Hawkins F. 2013. The Birds of Africa: Volume VIII: The Malagasy Region: Madagascar, Seychelles, Comoros, Mascarenes. A. & C. Black, 1024 p.
- Hooker JD. 1855. *Buddleja colvilei*, in: Hooker JD, Fitch WH, editors. Illustrations of Himalayan plants, Table 18.
- Hooker WJ. 1825. A catalogue of plants contained in the Royal Botanic Garden of Glasgow in the year 1825. Andrew & John M. Duncan, printers to the University, 68 p.
- Hooker WJ. 1828. *Buddleia madagascariensis* Lam. Curtis's Botanical Magazine s. 2, II (LV), Table 2824.
- Howell C. 2008. Consolidated list of environmental weeds in New Zealand. DOC Research and Development Series nr 292, Science and Technical Publishing, Department of Conservation, Wellington, NZ, 42 p. Available from: <http://www.doc.govt.nz/upload/documents/science-and-technical/drds292.pdf> (cited 2014 Dec 7).
- Index Seminum 2009. Sporae et Semina Anni MMIX quae Hortus Botanicus Panormitanus pro mutua commutatione offert. Regione Sicilia, Assessorato Regionale Agricoltura e Foreste, 70 p.
- InsideWood 2004-onwards. [Internet]. Available from <http://insidewood.lib.ncsu.edu/search>. (cited 2014 Dec 7).
- Kairo M, Ali B, Cheesman O, Haysom K, Murphy S. 2003. Invasive species threats in the Caribbean Region. Report in the Nature Conservancy, 134 p.
- Keighery G, Longman V. 2004. The naturalized vascular plants of Western Australia 1: Checklist, environmental weeds and Distribution in IBRA Regions. Plant Protection Quarterly 19:12-32.
- Kowarik I. 1995. Time lags in biological invasions with regard to the success and failure of alien species. In: Pyšek P, Prach K, Reimánek M, Wade M, editors. Plant invasions: General aspects and special problems. SPB Academic Publishing, Amsterdam, The Netherlands, p. 15-38.
- Lamarck J-B. (de) 1785. *Budleia madagascariensis*, in Encyclopédie Methodique, Botanique, Tome 1<sup>er</sup>. Paris chez librairie Panckoucke, Liège chez Plomteux: 513.
- Leeuwenberg AJM. 1979. The Loganiaceae of Africa XVIII. *Buddleja* L. II, Revision of the African & Asiatic species. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen 79:1-163.
- Leeuwenberg AJM. 2005. Flore des Mascareignes. 123. Loganiacées, in: Bosser J, Guého J, editors. Flore des Mascareignes, Ed IRD, 140 p.
- Li PT, Leeuwenberg AJM. 1996. Loganiaceae, in Wu Z, Raven P, editors. Flora of China, Vol. 15. Science Press, Beijing, and Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, USA.
- Lindley J. 1829. *Buddleia heterophylla*. Edward's botanical registrar or, ornamental flower-garden and shrubbery. Vol. XV, Table 1259. London, James Ridgway.
- Liogier AH, Martorell LF. 2000. Flora of Puerto Rico and adjacent islands: a systematic synopsis. La Editorial, UPR, San Juan, Puerto Rico.
- Luckhurst G. 2008. *Buddleja madagascariensis*. Available from: <http://jardinformoso.blogspot.it/2008/12/buddleja-madagascariensis.html> (cited 2014 Dec 7).
- Mack R, Simberloff D, Lonsdale W, Evans H, Clout M, Bazzaz F. 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences and control. Ecol Appl. 10:689-710.
- Manetti G. 1842. Catalogus plantarum Caesarei Regii Horti prope Modiciam ad annum 1842. Imperialibus Regiis Typis, Milano, 107 p.



- Massalongo C. 1897. Delectus seminum quae hortus botanicus universitatis ferrariensis pro mutua commutatione offert, anno 1897. Typ. Taddei rem proprie gerente A. Soati, Ferrariae, 40 p.
- Mazzola P, Domina G, Mineo C, Alliata N. 2006. Il Parco di Villa Belmonte all'Acquasanta. Analisi del patrimonio floristico e ipotesi di restauro. *Quad Bot Amb Appl.* 17:89-101.
- Mifsud S. 2008. *Buddleja madagascariensis*. Available from: [http://www.maltawildplants.com/SCRO/Buddleja\\_madagascariensis.php](http://www.maltawildplants.com/SCRO/Buddleja_madagascariensis.php) (cited 2014 Dec 7).
- Montoleone E. 2011-2014. — *Buddleja madagascariensis* Lam. *Acta Plantarum, Forum*. Available from: <http://www.actaplantarum.org/floraitaliae/viewtopic.php?f=41&t=58066> (cited 2014 Dec 7).
- Norman EM. 2012. *Buddleja* Linnaeus. In Freeman CC, Rabeler RK, editors. *Scrophulariaceae. Flora of North America, Provisional Publication*. Flora of North America Association. Available from: [fna.huh.harvard.edu/files/Scrophulariaceae.pdf](http://fna.huh.harvard.edu/files/Scrophulariaceae.pdf). (cited 2014 Dec 7).
- Osservatorio delle acque 2015. Thermo-pluviometric data: monthly temperature and rainfall. Available from: [http://www.osservatorioacque.it/?cmd=page&id=dati\\_annali\\_cons&tpl=default](http://www.osservatorioacque.it/?cmd=page&id=dati_annali_cons&tpl=default) (cited 2015 Jan 31).
- Ostinelli V. 1910. Villa Trabia alle Terre Rosse. Tipografia Priulla, Palermo, 251 p.
- Pacific Islands Ecosystems at Risk (PIER) [Internet]. 2002. Invasive Plant Species: *Buddleja madagascariensis*. <http://www.hear.org/pier> (cited 2014 Dec 7).
- Pareliusson I. 2004. Natural and experimental tree establishment in a fragmented forest, Ambohitantely Forest Reserve, Madagascar [Dr. Sci. Thesis]. Department of Biology, Faculty of Natural Sciences and Technology, Norwegian University of Science and Technology, 131 p.
- Pasta S, La Mantia T, Badalamenti E. 2014. A casual alien new to Mediterranean Europe: *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna (Malvaceae) in the suburban area of Palermo (NW Sicily, Italy). *Anales J Bot Madrid*. 71:e010. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/ajbm.2387>.
- Pearman PB, Guisan A, Broennimann O, Randin CF. 2008. Niche dynamics in space and time. *Trends Ecol Evol*. 23:149-158.
- Pintagro M. 1999. *Arborea. La storia di Palermo in cento alberi illustri*. Helix Media Editore, Palermo.
- Raimondo FM, Spadaro V. 2006. Casi di spontaneizzazione in Sicilia di specie esotiche ornamentali. *Naturalista Sicil.* 30:597-599.
- Rakotondrasoa OL, Malaisse F, Rajoelison GL, Razafimanantoa TM, Rabearisoa MR, Ramamonjisoa BS, Raminosoa N, Verheggen FJ, Poncelet M, Haubruge É, Bogaert J. 2012. La forêt de tapia, écosystème endémique de Madagascar: écologie, fonctions, causes de dégradation et de transformation (synthèse bibliographique). *Biotech Agr Société Environ* 16:541-552.
- Randall RP. 2002. *Western Weeds, A-Z*. Plant Protection Society of Western Australia. Available from: [http://www.members.iinet.au/~weeds/western\\_weeds/bud\\_cac\\_caes.htm](http://www.members.iinet.au/~weeds/western_weeds/bud_cac_caes.htm) (cited 2014 Dec 7).
- Randall RP. 2012. *A Global Compendium of Weeds*. 2nd Edition. Department of Agriculture and Food, Western Australia. Available from: [http://archive.agric.wa.gov.au/objtwr/imported\\_assets/content/pw/weed/global-compendium-weeds.pdf](http://archive.agric.wa.gov.au/objtwr/imported_assets/content/pw/weed/global-compendium-weeds.pdf) (cited 2014 Dec 7).
- Raus T. 2007. *Buddleja madagascariensis* Lam. In: Greuter W, Raus T, editors. *Med-Checklist Notulae*, 26. *Willdenowia*. 37:435-444.
- Robisoa MA. 2010. Etude des successions végétales des forêts brûlées du Tampoketsa d'Ankazobe pour la restauration de la forêt d'Ankafobe. Mémoire Diplôme d'Etudes

- Approfondies en Foresterie-Environnement et Développement, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Département des Eaux et Forêts, Université d'Antananarivo, xiv + 78 + xxiv p.
- Salmeri C, Guglielmo A, Pavone P. 2007. Il Giardino di Villa "La Falconara" a Taormina (Sicilia orientale). *Quad Bot Amb Appl.* 18:93-98.
- Sauvaigo E. 1899. Flora mediterranea exotica. Énumération des plantes cultivées dans les jardins de la Provence et de la Ligurie, avec un tableau des collections botaniques les plus importantes de Marseille à Gênes. Typographie J. Ventre, Paris, 454 p.
- Schicchi R. 1999. Spontaneizzazione di *Ficus microcarpa* L. (Moraceae) e *Cardiospermum grandiflorum* Sw. (Sapindaceae) in Sicilia. *Naturalista Sicil.* 23:315-317.
- Schicchi R, Mazzola P. 2003. *Ficus watkinsiana* F. M. Bailey, nuova xenofita siciliana. *Naturalista Sicil.* 27:307-311.
- Schneider AA. 2007. The naturalized flora of Rio Grande do Sul State, Brazil; subsponaneous herbaceous plants. *Biociências.* 15:257-268.
- Scrimali M. 2011. *Buddleja madagascariensis* [Internet]. Available from: <http://www.verdeinsiemeweb.com/2012/01/buddleja-madagascariensis.html> (cited 2014 Dec 7).
- Shiels AB. 2011. Frugivory by introduced black rats (*Rattus rattus*) promotes dispersal of invasive plant seeds. *Biol Invasions.* 13:781-792.
- Space JC, Falanruw M. 1999. Observation on invasive plant species in Micronesia. Reports of the Meeting of the Pacific Islands Committee, Council of Western State Foresters, Majuro, Republic of the Marshall Islands (February 22-26, 1999), 32 p.
- Staples GW, Herbst DR. 2005. A Tropical Garden Flora - Cultivated Plants in the Hawaiian Islands and Other Tropical areas. Bishop Museum Press, Honolulu, HI, 908 p.
- Starr F, Starr K, Loope LL. 2003. *Buddleia madagascariensis* - Smoke bush - Buddlejaceae. USGS - Biological Resources Haleakala Field Station Maui Available from: [http://www.hear.org/starr/hiplants/reports/pdf/buddleia\\_madagascariensis.pdf](http://www.hear.org/starr/hiplants/reports/pdf/buddleia_madagascariensis.pdf) (cited 2014 Dec 7).
- Stock DH, Wild CH. 2002. Natural propagation of orange buddleia (*Buddleja madagascariensis* Lamarck) in eastern Australia. In: Spafford Jacob H, Dodd J, Moore JH, editors. Papers and Proceedings of the 13<sup>th</sup> Australian Weeds Conference, Newslett. Pl. Protect. Soc. W Australia, Perth, p. 120-123.
- Stokes MA, Smiley TL. 1996. An introduction to tree-ring dating. University of Arizona Press, Tucson, Arizona, 73 p.
- Stuart DD. 2006. Buddlejas. RHS Plant Collector Guide. Timber Press, Oregon.
- Tenore M. 1837. Semina in Horto Botanico Regiae Universitatis Neapolitana, anno 1837 lecta, quae pro mutua commutatione offeruntur. Neapoli, 8 p.
- Tenore M. 1839. Semina in Horto Botanico Regiae Universitatis Neapolitana, anno 1837 lecta, quae pro mutua commutatione offeruntur. Neapoli, 12 p.
- Tenore M. 1840. Index seminum in Horto botanico neapolitano 1840 collectorum. Neapoli, 9 p.
- Terracciano N. 1869. L'invernata del 1869 ed i suoi effetti sulla vegetazione. *Nuovo Giorn Bot Ital.* 1:244-246.
- The Environmental Conservation Section 1999. The Flora of St. Helena Island. The Environmental Conservation Section, Agriculture and Forestry Department, Scotland, St. Helena, South Atlantic Ocean. Available from: <http://www.home.swipnet.se/~w~17282/endemic/flora.html> (cited 2014 Dec 7).
- Thompson K, McCarthy MA. 2008. Traits of British alien and native urban plants. *J Ecol.* 96:853-859.

- Thuiller W, Richardson DM, Pyšek P, Midgley GF, Hughes GO, Rouget M. 2005. Niche-based modelling as a tool for predicting the risk of alien plant invasions at a global scale. *Glob Change Biol.* 11:2234-2250.
- Tineo V. 1827. *Catalogus Plantarum Horti Regii Panormitani ad annum 1827*. Regale Tipografia, Palermo, 284 p.
- Tison J-M, De Foucault B, editors. 2014. *Flora Gallica: Flore complète de la France*. Editions Biotope, Mèze, 1400 p.
- Tison J-M, Jauzein P, Michaud H. 2014. *Flore de la France méditerranéenne continentale*. Naturalia Publications, Turriers, 2080 p.
- Todaro A. 1858. *Index seminum Horti Regii Botanici Panormitani quae pro mutua commutatione offeruntur*. Palermo, 46 p.
- Todaro A. 1860. *Index seminum Horti Regii Botanici Panormitani quae pro mutua commutatione offeruntur*. Palermo, 28 p.
- Todaro A. 1862. *Index seminum Horti Regii Botanici Panormitani quae pro mutua commutatione offeruntur*. Palermo, 35 p.
- Todaro A. 1868. *Index seminum Horti Regii Botanici Panormitani quae pro mutua commutatione offeruntur*. Palermo, 36 p.
- Todaro A. 1875. *Index seminum Horti Regii Botanici Panormitani quae pro mutua commutatione offeruntur*. Palermo, 44 p.
- Todaro A. 1876. *Index seminum Horti Regii Botanici Panormitani quae pro mutua commutatione offeruntur*. Palermo, 46 p.
- Todaro A. 1877. *Index seminum Horti Regii Botanici Panormitani quae pro mutua commutatione offeruntur*. Palermo, 38 p.
- Valdés B. 2012. Buddlejaceae, in Euro+Med Plantbase, the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity [Internet]. Available from: <http://ww2.bgbm.org/euroPlusMed/PTaxonDetail.asp?UUID=79B038EF-9F7A-41CA-B7A3-06B691886282> (cited 2014 Dec 7).
- Wagner WL, Herbst DR, Sohmer SH. 1999. *Manual of the Flowering Plants of Hawai'i*. 2 vols. Bishop Museum Special Publication 83, University of Hawai'i and Bishop Museum Press, Honolulu, HI.
- Walker LR, Bellingham PJ, Peltzer DA. 2006. Plant characteristics are poor predictors of microsite colonization during the first two years of primary succession. *J Veg Sci.* 17:397-406.
- Weber E. 2003. *Invasive Plant Species of the World. A Reference Guide to Environmental Weeds*. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Weed Society of Victoria 2008. Victorian Alert Weed: Smoke bush (*Buddleja madagascariensis*). Weedscape. 19:7. <http://www.wsvic.org.au/files/weedscene/Weedscene%2019-3.pdf> (cited 2014 Dec 7).
- Wunderlin R, Hansen B. 2002. *Atlas of Florida Vascular Plants*. Institute for Systematic Botany, University of South Florida, Tampa, FL. Available from <http://www.plantatlas.usf.edu/> (cited 2014 Dec 7).

### **3.2.5 Datazioni di piante di vite (*Vitis vinifera*) in Sicilia**

Il lavoro riportato in questo paragrafo è in preparazione.

Giovanna Sala, Tommaso La Mantia

NUOVI DATI SULLA DATAZIONE DELLE PIANTE DI VITE (*VITIS VINIFERA* L.) IN SICILIA

#### **Introduzione**

La determinazione accurata e precisa dell'età delle piante risulta un fattore importante per gli studi ecologici ma anche per quelli storici. Per stabilire l'età di una pianta, quando mancano documenti storici o riferimenti alla sua vita, si ricorre alla lettura degli incrementi annuali nel tessuto legnoso. Una specie trascurata da queste metodologie di indagine è la vite (*Vitis vinifera* L.). La vite è una delle colture più antiche dell'ambiente mediterraneo ed è stata tra le prime specie a subire la domesticazione (Zohary et al. 2012). Si tratta di una pianta lianosa perenne a foglia caduca caratterizzata da un ciclo vitale plurisecolare, grazie alle capacità di rigenerarsi in caso di danneggiamento della chioma e che nei modelli viticoli tradizionali può essere estremamente longeva (Failla 2007). Tuttavia sebbene sia una pianta molto longeva, in grado di superare anche i 120 anni di età, generalmente viene espantata per la diminuzione di produzione di uva e per la maggiore suscettibilità agli attacchi di patogeni.

Scopo principale del lavoro è stato quello di verificare se la metodologia di datazione fosse applicabile a questa specie, tenuto conto della scarsità di dati disponibili in letteratura (Schweingruber & Poschlod, 2005; Bialobrzeska et al., 2012; Crivellaro & Schweingruber, 2013; Tyminski 2013).

Altro obiettivo era quello di verificare se in quel vigneto indagato sull'Etna fossero presenti piante pre-fillosseriche. Infatti, la maggior parte dei campioni sono stati reperiti sull'Etna. È da ricordare come nella seconda metà del 19° secolo la coltivazione della vite abbia subito in Europa una *deblace* a causa della introduzione della fillossera dal Nord America che ha determinato oltre alla distruzione quasi totale della coltivazione della pianta, anche grossi sconvolgimenti sociali (Lentini, 2015). La fillossera (*Daktulosphaira vitifoliae*, Fitch) è un insetto dell'ordine degli omotteri appartenente alla famiglia delle Phylloxeridae originario del Nord America dove convive con le viti americane (*Vitis berlandieri*, *V. rupestris* e *V. riparia*). La sua introduzione in Europa determinò la distruzione delle piante di *Vitis vinifera* che non avevano meccanismi di resistenza adatti a questo insetto. L'introduzione dei portinnesti

americani *Vitis berlandieri*, *V. ruprestis*, *V. riparia* e loro ibridi, ha consentito di ridiffondere la coltivazione della vite in tutta Europa. La fillossera si diffonde con difficoltà nei suoli sabbiosi e ciò ha consentito in alcuni contesti pedologici la sopravvivenza delle piante franche di piede, così come si ipotizzava nell'area indagata. Scopo secondario del lavoro è stato quello di verificare se alcune piante di vite dell'Etna nell'area indagata, proprio in ragione delle caratteristiche del suolo, fossero piante pre-fillosseriche.

## **Materiali e metodi**

### *Ricerca bibliografica*

Un'accurata ricerca bibliografica è stata condotta per valutare se esistessero lavori sulla datazione della vite e sulle caratteristiche del legno di vite. È stata eseguita una ricerca di tipo booleana usando Google Scholar (<http://scholar.google.com>) ed utilizzando come criteri di ricerca le parole "TREE-RING" o "DENDROCHRONOLOGY" o "WOOD ANATOMY" che fanno riferimento (operatore logico AND) a "VITIS VINIFERA".

### *Area di studio*

L'area oggetto di studio è situata sul versante nord del Massiccio dell'Etna in località Castiglione di Sicilia. In particolare si tratta di vigneti ubicati ad una quota di 650 m s.l.m., che rientrano dal punto di vista bioclimatico nel mesomediterraneo subumido superiore. I suoli sono di matrice vulcanica, sciolti a reazione sub-acida.

I vigneti dell'Etna sono un esempio di agricoltura che è stata definita eroica in cui l'attività dell'uomo segna il territorio, ad esempio modificandone la morfologia, ne è una dimostrazione la costruzione di imponenti terrazzamenti che hanno creato superfici piane per la coltivazione dei vigneti (Fig. 1).

Altri campioni di età nota sono stati raccolti in altre località della Sicilia: Agrigento (2 campioni) e Palermo (1 campione).



**Fig. 2** Vigneto dell'Etna in cui sono state campionate le piante.

### *Campioni studiati ed elaborazione*

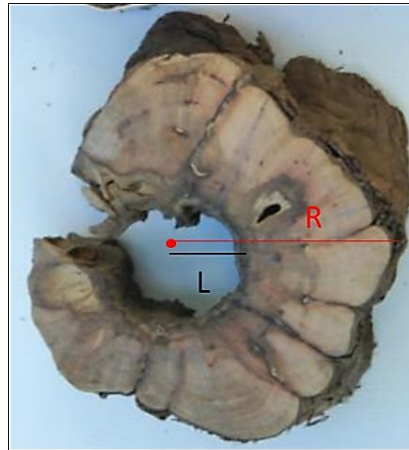
I campioni di legno studiati consistono in 6 sezioni prelevate alla base delle piante di vite dell'Etna e 3 sezioni di età nota tagliate in due diverse aree della Sicilia utilizzate come campioni di controllo. Tutte gli individui campionati erano piante sradicate di cui si conosce l'età alla morte.

I campioni, una volta prelevati sono stati lasciati asciugare a temperatura ambiente e sottoposti successivamente a levigatura meccanica con carte abrasive a grana progressivamente più fina per permettere una chiara visualizzazione degli anelli legnosi. In seguito sono stati analizzati allo stereoscopio (MS5 Leica, Germany) per poter evidenziare tutte le strutture annuali del legno. Sono stati segnati 3 raggi e di questi sono stati individuati gli anelli caratteristici (*pointer year*), ovvero gli anni che presentano un andamento anomalo nella crescita (Schweingruber et al. 1990).

Successivamente è stata misurata l'ampiezza anulare di ogni singolo anello grazie all'impiego di una tavola di misurazione (Lintab) collegata sia allo stereoscopio sia al software di misurazione ed analisi dei dati (TSAP, F. Rinn, Heidelberg, Germany), con una precisione del centesimo di millimetro. Ogni singolo raggio di ciascuna sezione è stato crossdatato con tecnica visiva e grafica; dopo aver verificato la sincronia per ogni singola pianta ed aver corretto le anomalie è stata costruita la serie media per ogni campione. L'utilizzo di procedure statistiche per crossdating non è stato possibile a causa della lunghezza complessiva molto bassa.

Alcuni campioni di maggiori dimensioni, sempre di provenienza dell'Etna, presentano delle cavità interne rendendo, così, impossibile la determinazione diretta dell'età; per tali campioni è stato necessario stimare il numero di anelli mancanti attraverso l'applicazione di metodologie di ricostruzione della parte mancante.

La stima degli anni mancanti  $N$  è stata determinata utilizzando il metodo proposto da Clark & Hallgren (2004) usando la formula  $N = (L \times age)/(R-L)$  dove  $R-L$  è il tasso di crescita annuale e  $L$  è la lunghezza radiale della parte mancante sino al presunto centro (Fig. 2). L'età totale è stata calcolata aggiungendo  $N$  al numero degli anelli visibili nei campioni.



**Fig. 2** Sezione trasversale di una vite in cui è evidente la cavitazione. Il punto rosso indica la posizione del centro della sezione legnosa e il segmento L indica la parte di legno centrale mancante.

## Risultati e discussione

### *Ricerca bibliografica*

La ricerca bibliografica effettuata ha permesso di valutare il numero di pubblicazioni che riguardano la datazione di piante di vite. Gli unici lavori presenti nella letteratura internazionale che riguardano la datazione eseguita attraverso lo strumento della dendrocronologia sono: Schweingruber & Poschlod, 2005; Bialobrzaska et al., 2012; Crivellaro & Schweingruber, 2013; Tyminski 2013. Schweingruber & Poschlod, 2005 determinano l'età cronologica di un gran numero di erbe, arbusti e liane dell'Europa centrale e riescono a datare una vite coltivata di un'età maggiore di 160 anni. Successivamente Crivellaro & Schweingruber (2013) definiscono con più dettaglio le caratteristiche anatomiche del legno di *V. vinifera* dando utili informazioni per la definizione dell'anello di crescita legnoso. Mentre il lavoro di Tyminski 2013 analizza la possibilità di utilizzare tecniche dendrocronologiche per datare la vite e per determinare i livelli annuali di crescita.

Numerose sono le piante di *V. vinifera* longeve descritte in letteratura, ad esempio la vite di circa 375 anni che si trova a Maribor in Slovenia (anche se non esplicitamente indicato la pianta si suppone sia stata datata attraverso la dendrocronologia dal Prof. R. Erker dell'Università di Ljubljana esperto dendrocronologo) (Vršič et al., 2011); stessa cosa per la vite segnalata a

Hampton Court Palace che si presume sia stata impiantata nel 1769 (Richardson, 2000) e la vite di Versoaln in Südtirol (Alto Adige) che è stata datata da M. Worbes (dell'International Tree Ring Laboratory di Gottinga in Germania) stimando un'età di 350 anni (<https://it.wikipedia.org/wiki/Versoaln>) mentre fonti giornalistiche forniscono altre indicazioni generiche di piante di vite che presentano età superiore a 500 anni in Austria (St. Georgen Vine) (Jahn, 2011).

Numerosi sono gli articoli che si occupano della vite dal punto di vista dell'anatomia del legno (Adkinson, 1913; Pratt, 1974; Salleo et al., 1984, Wheeler and LaPasha, 1994, Brodersen et al., 2013) definendo con precisione le caratteristiche delle strutture legnose del legno di vite, da cui si possono ottenere numerose informazioni sullo sviluppo anulare e che sono quindi preziosi per l'analisi dendrocronologica. Il legno di vite si presenta con un anello poroso, raramente semi poroso zonato, con vasi molto larghi nel legno primaverile e pori disposti radialmente ed a piccoli gruppi nel legno autunnale; tilosi frequenti si trovano nei vasi del legno primaticcio e in quello autunnale, parenchima paratracheale, e raggi che occupano gran parte della superficie trasversale.

### *Dati ottenuti*

La datazione delle sezioni delle piante provenienti dall'Etna è stata preceduta dalla datazione dei campioni di Palermo e Agrigento di cui si conosceva l'età, in modo da prendere familiarità con la definizione degli anelli di crescita. Dalla determinazione dendrocronologica è emerso che i campioni di Agrigento hanno un'età di 23 anni, mentre quelli di Palermo 19, in accordo con le informazioni note riguardo la loro età.

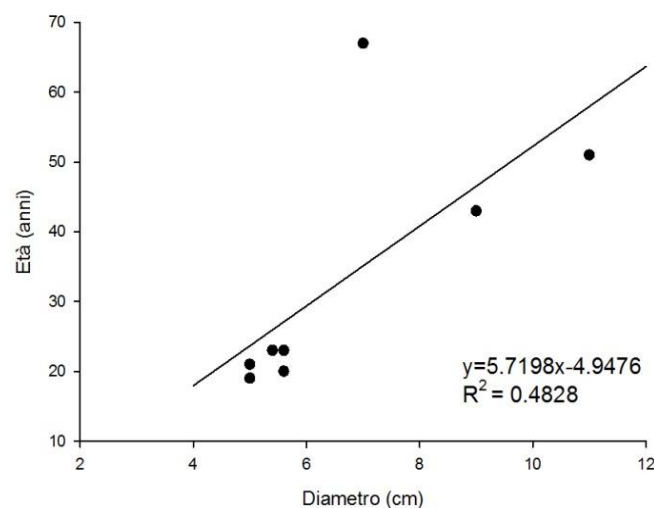
Nelle sezioni dell'Etna le piante che non sono cave sono relativamente giovani, con un'età media di 20 anni. Applicando il metodo di Clark & Hallgren (2004) sono stati valutati gli anni mancanti delle piante cave giungendo a datare queste piante, che hanno un'età media di 40 anni (67 età max) (Tab.1).



Id	Provenienza	R (cm)	Età determinata	Cava	N (n. anelli mancanti)	Età presunta
1	Etna	2.5	19	no	-	
2	Etna	2.8	20	no	-	
3	Etna	5.5	42	Si	9	51
4	Etna	3.5	48	Si	19	67
5	Etna	2.5	21	no	-	
6	Etna	4.5	29	Si	14	43
1R	Agrigento	2.8	23	no	-	
2R	Agrigento	2.7	23	no	-	
1P	Palermo	6	19	no	-	

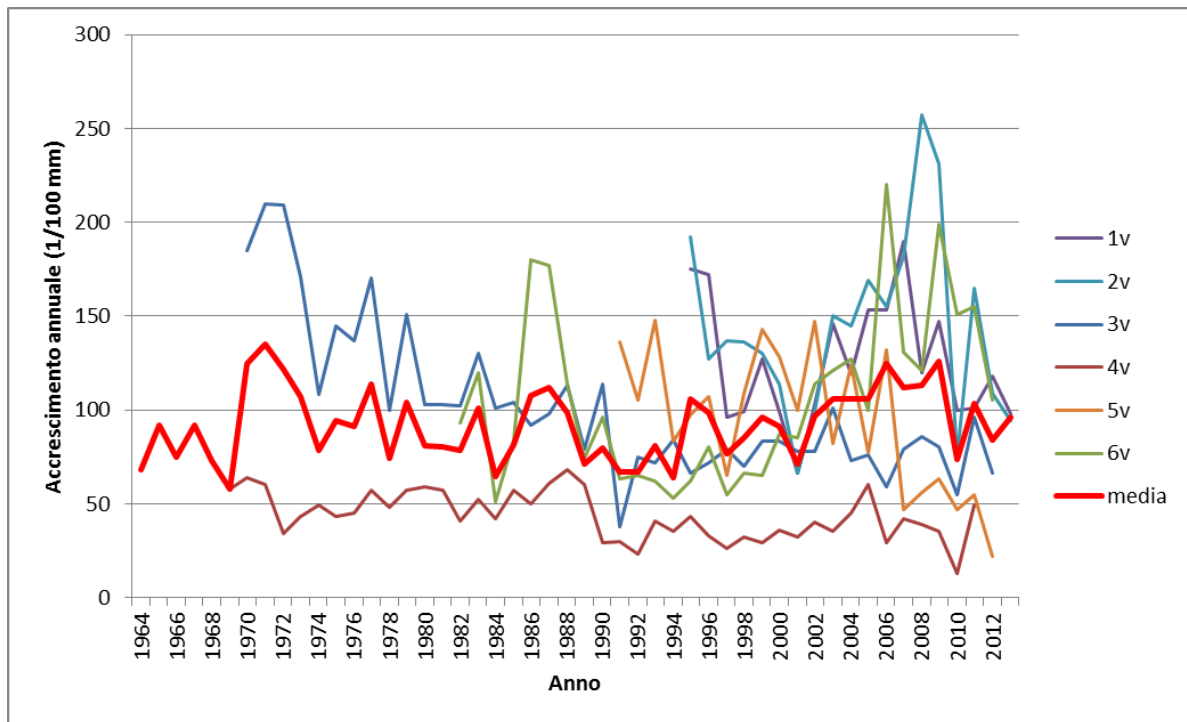
**Tab. 1** – Dati relativi alle piante di vite datate in questo studio.

Uno studio precedente al nostro (Tyminski, 2013) ha permesso la datazione di 20 piante di vite dell'area del Nord Carolina (Greensboro, USA), dallo studio è emerso che le piante hanno età comprese tra 3 e 24 anni (1988-2011). Lo stesso autore ha determinato la relazione lineare positiva tra diametro ed età ( $y=0.342 + 1.798*x$ ,  $R^2=0.6$ ), questa relazione illustra la potenziale possibilità di prevedere l'età di altre piante di vite. Nel nostro caso la relazione diametro-età non è risultata molto marcata ( $R^2=0.4828$ ,  $p=0.05$ ) (Fig. 3) probabilmente a causa del ridotto numero di campioni.



**Fig. 3** Regressione del diametro (cm) dei fusti di vite con l'età (livello di confidenza 95%).

L'ampiezza media e l'errore standard della cronologia media dei campioni è risultata di  $0.92 \pm 0.03$  mm (Fig 4).



**Fig. 4** Misurazione annuale delle 6 sezioni, ogni curva rappresenta la media dei tre raggi per ogni sezione; in rosso è evidenziata la curva media dei 6 campioni.

Uno studio dendroclimatologico è stato fatto in Polonia da Bialobrzaska et al. (2012) su piante di età 19 anni; in questo lavoro è stato determinata l'ampiezza dell'incremento radiale tra 0.007-0.270 mm inoltre è stata dimostrata l'esistenza di una correlazione significativa tra l'inizio termico e la fine del periodo vegetativo con la larghezza degli anelli di crescita annuale della vite, dimostrando la possibilità di un uso degli accrescimenti della vite per la determinazione delle relazioni clima-crescita. Nel nostro caso il numero esiguo di campioni non ha permesso di eseguire queste relazioni.

### Conclusioni

Gli studi condotti in passato sulla determinazione dell'età di piante di vite attraverso l'analisi degli anelli legnosi hanno documentato piante di età non superiore a 24 anni (Tyminski, 2013). Il nostro studio permette di ampliare le conoscenze dal punto di vista dendrocronologico, infatti la pianta con l'età maggiore identificata in questo studio, risulta di 67 anni. La limitazione principale di questo lavoro è stata il numero di campioni, infatti la nostra ricerca è stato condotta solamente su piante morte; alcuni tentativi di carotaggio attraverso la trivella di Pressler sono stati operati ma le caratteristiche strutturali e la conformazione contorta dei fusti di vite hanno impedito tale procedura. Ciononostante questo studio dimostra la potenziale utilità dell'uso della

dendrocronologia per definire l'età di un vigneto; questo strumento può essere adeguato anche per capire i trend e i cambiamenti nella crescita radiale, dati che possono essere utili per definire i metodi di gestione dei vigneti durante le condizioni climatiche non favorevoli.

Per il territorio siciliano, in particolare nell'area etnea, è stata descritta la presenza di piante pre-fillosseriche, ma queste informazioni si basano su fonti storiche e non dendrocronologiche. De Salle e Tattersal (2014) indicano la presenza di piante pre-fillosseriche con piante di 130 anni nella tenuta delle Terre Nere a Castiglione di Sicilia; l'azienda Firriato a Cavanera Etnea (con piante datate 1882, fonte: <http://firriato.it/>), l'azienda Pietradolce a Castiglione di Sicilia (fonte: [http://www.pietradolce.it/ita/barbagalli\\_etna\\_rosso.html](http://www.pietradolce.it/ita/barbagalli_etna_rosso.html)), nell'azienda Gurrída a Randazzo è indicata la presenza di vigne pre fillosseriche salvatesi grazie al regolare allagamento di una parte del vigneto ([www.gurrída.it](http://www.gurrída.it)). Sarebbe auspicabile estendere questa metodologia a queste piante ma il limite è dato dalla disponibilità di piante morte.

In questo articolo sono stati presentati risultati preliminari ottenuti dalla nostra ricerca, per un miglioramento dell'attività di ricerca sarà necessario aumentare il numero di campioni e, accertata la possibilità di datazione dei singoli campioni, eseguire l'analisi delle strutture anatomiche (ad esempio attraverso l'uso di microsezioni legnose) che permetteranno di studiare le relazioni accrescimento e fattori ambientali. Ad oggi, infatti, esistono pochi studi sulle relazioni diametro e crescita delle piante di vite; la misurazione del diametro permette di stimare l'area della sezione trasversale di un tronco (TCSA, *Trunk cross sectional area*) che fornisce informazioni utili sul bilancio dei carboidrati (Santesteban et al., 2010); la TCSA è inoltre correlata ai fattori limitanti l'attività fotosintetica (ad esempio la conduttività dei suoli) (Tyminski, 2013). Quindi attraverso l'analisi del parametro età e diametro lungo il corso temporale si potranno ottenere numerose informazioni sulle capacità di crescita delle piante integrando dati e ricerche di tipo agronomico con dati e ricerche di tipo dendrocronologico.

### **Ringraziamenti**

Questa ricerca è stata realizzata nell'ambito del progetto MIUR-PRIN "Climate change mitigation strategies in tree crops and forestry in Italy" (CARBOTREES). Un sentito ringraziamento va a Salvatore Giuffrida, Rino Porrello e Rosolino Meli.

**Bibliografia**

- Adkinson, J.; 1913: Some features of the anatomy of the Vitaceae. *Annals of Botany* 27, 133-139.
- Bialobrzeska. M.; Keller M., Migala K., 2012: Grapevine cold hardiness: use of a model and dendroclimatological analysis – case study of Poland. IXe Congrès International des Terroirs vitivinicoles 2012 / IXe International Terroirs Congress 2012, 23-26.
- Brodersen C. R., Choat B., Chatelet D. S., Shackel K. A., Matthews M. A., McElrone A. J., 2013: Xylem vessel relays contribute to radial connectivity in grapevine stems (*Vitis vinifera* and *V. arizonica*; Vitaceae). *American Journal of Botany* 100(2): 314–321.
- Clark, S.L., Hallgren, S.W., 2004: Age estimation of *Quercus marilandica* and *Quercus stellata*: applications for interpreting stand dynamics. *Canadian Journal of Forest Research* 34, 1353–1358.
- Crivellaro A., Schweingruber H., 2013: Atlas of Wood, Bark and Pith Anatomy of Eastern Mediterranean Trees and Shrubs with a Special Focus on Cyprus. New York, NY, USA: Springer-Verlag. 583 pp.
- De Salle R., Tattersal J., 2014: Il tempo in una bottiglia. Storia naturale del vino. Codice Edizioni. 293 pp.
- Failla O., 2007: Morfologia e fisiologia in Angelini, R. (a cura di), La vite e il vino, ART S.p.A., Bologna 610 pp.
- Jahn, G., 2011: Vandalized 500-year-old grapevine survives. The Associated Press.
- Lentini R., 2015: L'invasione silenziosa. Storia della Fillossera nella Sicilia dell'800. Edizioni Torri del Vento, Palermo: 205 pp.
- Pratt C., 1974: Vegetative anatomy of cultivated grapes – A review. *Am. J. Enol. Vitic* 1974 vol. 25 no. 3 131–150.
- Richardson J., 2000: The Annals of London: A Year-by-year Record of a Thousand Years of History. University of California Press; 408 pp.
- Salleo S., Lo Gullo M. A., Siracusano L., 1984: Distribution of Vessel Ends in Stems of some Diffuse- and Ring-porous Trees: The Nodal Regions as 'Safety Zones' of the Water Conducting System *Ann Bot* 54 (4): 543–552.
- Santesteban, L. G., C. Miranda, and J. B. Royo, 2010. Chapter 4: Vegetative growth, reproductive development and vineyard balance. In *Methodologies and Results in Grapevine Research*, edited by S. Delrot, H. Medrano, E. Or, L. Bavaresco, and S. Grando, pp. 45–56. Springer, New York; 448 pp.

Schweingruber F. H., Eckstein D., Serre-Bachet F. & Bräker O. U. 1990: Identification, presentation and interpretation of event years and pointer years in dendrochronology. *Dendrochronologia*, 8, 8-38.

Schweingruber F. H., Poschlod P., 2005: Growth Rings in Herbs and Shrubs: life span, age determination and stem anatomy. *Forest Snow and Landscape Research* 79: 195-415-

Tyminski W. P., 2013 *Dendro-Viticultural Applications Tree-Ring Research* 69(1):15-20.

Vršič S., Ivančič A., Šušek A., Zagradišnik B., Valdhuber J., Šiško M., 2011 The World's oldest living grapevine specimen and its genetic relationships. *Vitis* 50 (4), 167–171.

Wheeler E. A, Lapasha C. A., 1994: Woods of the Vitaceae—Fossil and modern. *Review of Palaeobotany and Palynology* 80: 175–207.

Zohary D., Hopf M., Weiss, E., 2012: *Domestication of plants in the old world*, 4th edition. Oxford: Oxford University Press: 264.

**Siti consultati**

<https://it.wikipedia.org/wiki/Versoaln>

<http://firriato.it/>

[http://www.pietradolce.it/ita/barbagalli\\_etna\\_rosso.html](http://www.pietradolce.it/ita/barbagalli_etna_rosso.html)

[www.gurrida.it](http://www.gurrida.it)

### **3.2.6 Metodi per la datazione delle specie pluriennali della macchia mediterranea: il *Lentisco***

Il presente lavoro è in fase di preparazione.

Giovanna Sala, Pino Birritteri e Tommaso La Mantia,

LA DENDROCRONOLOGIA APPLICATA ALLE SPECIE POLICICLICHE: IL CASO STUDIO DEL LENTISCO  
(*PISTACIA LENTISCUS*)

#### **Introduzione**

Nell'emisfero nord gli arbusteti sono considerati la forma di vegetazione più diffusa (Moles et al., 2009) e, in particolare nella macchia mediterranea sono dominanti (Di Castri 1981).

Le forme arbustive sono un adattamento alle condizioni ambientali estreme dove le piante arboree non riescono ad insediarsi. Nonostante la loro diffusione pochi studi approfondiscono la loro ecologia ed in particolar modo pochi sono i lavori sulla stima dell'età attraverso la tecnica dendrocronologica (Génova et al., 2013). Negli ultimi anni gli studi dendrocronologici su piante arbustive sono aumentati, nonostante le difficoltà nella cross-datazione (Cherubini et al., 2003; Battipaglia et al., 2010; De Micco et al., 2014). Questi ultimi studi hanno dimostrato che l'uso di specie arbustive permette di estendere le reti dendrocronologiche esistenti in ambienti estremi oltre i limiti di sopravvivenza degli alberi.

L'obiettivo di questo studio è stato quello di verificare un potenziale uso della dendrocronologia per la datazione di una specie molto comune nella macchia mediterranea quale il lentisco: 1) presentando il modello di crescita e le irregolarità; 2) discutendo le problematiche della crescita radiale per la cross-datazione.

#### **Materiali e Metodi**

##### *Area di studio*

I campioni sono stati raccolti da piante che crescono a Pantelleria. L'isola di Pantelleria è la più estesa tra le isole satelliti della Sicilia, situata al centro del Canale di Sicilia, si trova più vicina alla costa tunisina (con una distanza di 70 Km) che a quella siciliana (distante 110 Km). È caratterizzata da coste alte e prive di insenature mentre il paesaggio all'interno dell'isola risulta vario, con un'alternanza di pianure e rilievi di origine vulcanica: tra questi ultimi i più elevati

sono Montagna Grande (836 m) e Monte Gibele (700 m). I suoli sono Litosuoli, Regosuoli o Suoli Bruni Andici (Fierotti, 1988). Il clima dell'isola è di tipo mediterraneo caldo, temperato da venti marini, in prevalenza scirocco e maestrale. La maggior parte della precipitazione media annua (409 mm) si verifica tra Ottobre e Febbraio e le temperature medie mensili variano da 25.6 °C di Agosto a 11.7 °C di Gennaio (Gianguzzi, 1999): una lieve differenza climatica si riscontra, però, tra la zona costiera dell'isola e quella più elevata, con un tipo di clima termomediterraneo, mentre l'area di Montagna Grande è caratterizzata da un clima Mesomediterraneo.

### *Campionamento*

I campioni sono stati prelevati alla fine dell'estate del 2014, al termine della stagione di crescita, in un'area omogenea dell'isola di Pantelleria. Si sono campionati esemplari in buono stato vegetativo e di grandi dimensioni, in maniera tale da ottenere una serie cronologica più lunga possibile, che fosse in grado di fornire il maggior numero di informazioni.

Sono stati campionati 6 esemplari di *Pistacia lentiscus*. Il lentisco è un arbusto sclerofillo sempreverde comune nei boschi e macchia mediterranea e nelle garighe. Gli arbusti sono stati abbattuti con un taglio in prossimità del colletto, in modo da determinare la cronologia completa di ogni esemplare. L'ipotesi di utilizzare la trivella di Pressler, per prelevare una porzione del fusto dell'albero, è stata scartata a causa della durezza del legno, difficilmente penetrabile e per l'eccentricità dei fusti che rendeva impossibile raggiungere con certezza il midollo dell'albero.

Le sezioni sono state asciugate, montate su supporti lignei e carteggiate con carte abrasive a grana progressivamente più fine (150-800 di grana) in modo da evidenziare gli anelli legnosi. Allo scopo di migliorare la leggibilità degli anelli i campioni sono stati ricoperti con polvere di gesso in maniera tale da amplificare la visibilità dei vasi.

L'analisi dei campioni si è basata sul conteggio degli anelli delle singole sezioni, con l'ausilio di uno stereomicroscopio LEICA, di ogni sezione sono stati presi 3 raggi lungo direzioni diverse.

### **Risultati e discussioni**

La prima fase del lavoro è stata la definizione dei limiti delle cerchie annuali che successivamente sono state contate per la determinazione dell'età della piante. Su tutte i raggi gli anelli sono stati contrassegnati ogni 5 anni, per avere dei riferimenti precisi per analisi successive. Su i 6 campioni prelevati è emerso che 2 campioni presentavano diverse anomalie, per cui la datazione di tali campioni è risultata molto difficoltosa e sono stati escluse dall'attività di studio. Tali anomalie sono l'eccentricità del midollo, l'ovalizzazione della sezione e la

presenza del legno di reazione (tessuto xilematico anomalo, con caratteri anatomici distintivi e densità maggiore), che si ipotizza siano causate dalle caratteristiche stazionali come ad esempio i forti venti che colpiscono le piante che determinano una sollecitazione meccanica unilaterale.

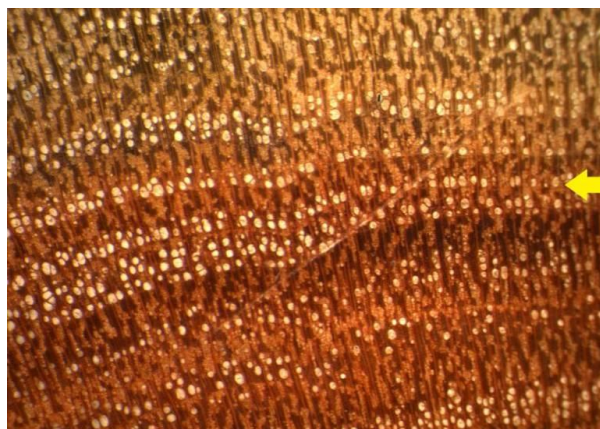
Il processo di assegnazione di un anello legnoso all'anno in cui esso si è formato è stato effettuato attraverso una cross-datazione visiva. Il confronto visivo è stato fatto ponendo a confronto gli anelli caratteristici. Il processo di cross-datazione consiste principalmente nello stabilire concordanze fra gli andamenti delle due serie cronologiche di volta in volta analizzate, ovvero nella ricerca di coincidenze fra le curve.

I 4 campioni selezionati presentano un raggio medio di 4.1 cm ed un'età media di 33 anni. Nonostante il raggio sia ridotto sono presenti numerose cerchie annuali, fatto dovuto alla crescita molto lenta che caratterizza questa specie (Tabella 1).

Campione	Raggio medio (cm)	Età
1	3,5	22
2	4,7	45
3	4,1	27
4	4,0	38

**Tabella 1** Caratteri descrittivi dei campioni di *Pistacia lentiscus*, l'età è stata mediata da tre raggi per sezione.

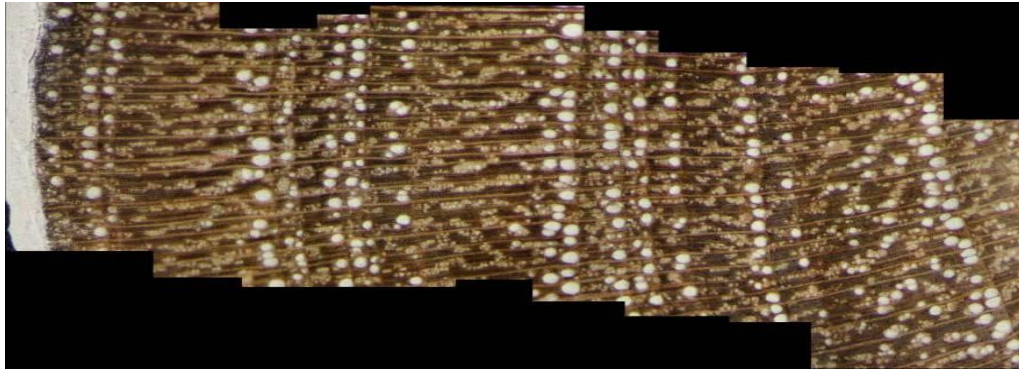
Gli anelli di accrescimento sono spesso irregolari e, seguendo la cerchia anulare lungo il perimetro della rotella, si osserva come l'ampiezza di ogni anello non rimanga costante rendendo complessa la datazione. Altra difficoltà incontrata è la presenza di falsi anelli caratteristica molto frequente di tale specie (Figura 1).



**Figura 1** Particolare di un falso anello riscontrato nella sezione di un campione.



In seguito alla datazione sono state acquisite a partire dalla corteccia sino al centro della sezione delle immagini per la costruzione di un'unica immagine (Figura 2) ad alta risoluzione che potrà essere utilizzata per gli studi futuri.



**Figura2** Ricomposizione di un raggio di una sezione legnosa di lentisco (l'elevata risoluzione rende necessario effettuare molte foto per singola sezione)

Inoltre sono state descritte le caratteristiche anatomiche macroscopiche del legno delle sezioni osservate permettendo di definire i caratteri macroscopici del legno di lentisco: la presenza di un legno con albarno giallognolo e duramen giallo-rossastro o rosso-violaceo, talvolta variegato. Sono presenti dei raggi midollari, per quanto piccoli, che conferiscono con le loro specchiature una certa lucentezza alle superfici radiali. La tessitura è discretamente fine, la fibratura poco regolare a causa soprattutto della cattiva forma dei fusti. I vasi sono ellittici, di dimensioni progressivamente decrescenti dalla zona primaverile, dove formano un cerchio poroso abbastanza evidente, verso la zona tardiva diventano sempre più dispersi, isolati o in gruppi, talvolta aggregati in bande oblique o radiali discontinue. Si nota la presenza di parenchima assiale paratracheale irregolarmente distribuito, mentre il parenchima radiale si presenta in raggi larghi fino a 6 file.

### **Conclusioni**

Lo studio condotto se da un lato ha confermato le difficoltà ad operare con una specie così complessa come il lentisco ha dimostrato la possibilità di utilizzare questa specie per analisi dendrocronologiche. A motivo dell'ampia diffusione e anche della versatilità che ne fanno una delle specie più diffuse nel Mediterraneo (Zohary, 1952) la possibilità di studiare la dendrocronologia di questa specie offre ampie possibilità di valutare gli effetti dell'ambiente e dei cambiamenti climatici sulla vegetazione. Inoltre i caratteri anatomici rilevati saranno utilizzati per una descrizione, ad oggi caraente, delle caratteristiche del legno del lentisco.

## **Bibliografia**

- Battipaglia G., De Micco V., Brand W. A., Linke P., Aronne G., Saurer M., Cherubini P. 2010. Variations of vessel diameter and  $\delta^{13}\text{C}$  in false rings of *Arbutus unedo* L. reflect different environmental conditions. *New Phytologist* 188: 1099–1112.
- Cherubini P., Gartner B.L., Rognetti R., Braeker O.U., Schoch W., Innes J.L. 2003. Identification, measurement and interpretation of tree rings in woody species from Mediterranean climates. *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.* 78(1):119-48.
- De Micco, V., Battipaglia, G., Cherubini, G., Aronne, G., 2014 Comparing methods to analyse anatomical features of tree rings with and without intra-annual density fluctuations (IADFs). *Dendrochronologia* 32:1–6.
- Di Castri, F., 1981. Mediterranean-type shrublands of the world. In Di Castri, F. et al. (eds), *Mediterranean-type Shrublands*. Elsevier, Amsterdam, 1-52.
- Fierotti, G., 1988. Carta dei suoli della Sicilia. (Scala 1:2.500.000). Assessorato Territorio ed Ambiente Regione Siciliana, Università degli Studi di Palermo, Facoltà di Agraria, Istituto di Agronomia Generale, Cattedra di Pedologia.
- Génova, M., Sánchez Espejo, J., Domínguez Lozano, F., Moreno Saiz, J. C., 2013. Dendrochronological study of the endangered shrub *Vella pseudocytisus* subsp. *pau* (Brassicaceae): implications for its recovery and conservation. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 70(2): 178-186.
- Gianguzzi, L., 1999. Il paesaggio vegetale dell'Isola di Pantelleria. Collana Sicilia Foreste, Azienda Foreste Demaniali della Regione Siciliana, Palermo. pp. 192.
- Moles, A.T., Warton, D.I., Warman, L., Swenson, N.G., Laffan, S.W., Zanne, A.E., Pitman, A., Hemmings, F.A., Leishman, M.R., 2009. Global patterns in plant height. *Journal of Ecology* 97: 923-932.
- Zohary, M. 1952. A monographical study of the genus *Pistacia*. *Palestine Journal of Botany Jerusalem Series* 5: 187-228.

### 3.3 Cambiamenti climatici ed effetti sulla vegetazione

#### 3.3.1 Introduzione

In questi ultimi anni si stanno manifestando in molte regioni del pianeta profonde modifiche ambientali a causa dei cambiamenti climatici (Lindner et al., 2010). Ciò avviene per molteplici fattori: l'aumento della temperatura, la maggiore ampiezza delle fluttuazioni di temperatura intorno al valore medio (maggiori e minori estremi delle temperature giornaliere), l'interazione di tale aumento con i crescenti livelli di CO<sub>2</sub> atmosferica, l'alterazione del regime delle precipitazioni, la maggiore severità degli eventi meteorologici estremi (come alluvioni, tempeste, ondate di caldo ed uragani). Il cambiamento climatico in atto altera la distribuzione, la composizione, la struttura, la funzione degli ecosistemi forestali e la fenologia delle specie (Allen et al., 2010; Wardle et al., 2011).

Le foreste sono una fonte di informazioni perchè sono particolarmente sensibili al cambiamento climatico poiché la lunga vita degli alberi non permette il rapido adattamento ai cambiamenti ambientali. Per tale motivo

Nel paragrafo 3.3.1 viene mostrato uno studio dendroclimatico su *Quercus gussonei* (Borzi) Brullo condotta nella Riserva Naturale di "Bosco della Ficuzza, Rocca Busambra, Bosco del Cappelliere Del, Gorgo del Drago". Il cerro di Gussone è una quercia caducifoglie endemica che si trova solo in Sicilia con chiari segni di declino. L'analisi delle funzioni di correlazione insieme ai valori di  $\Delta^{13}C$  ha permesso di ampliare la conoscenza sull'ecologia di questa specie e comprendere le possibili cause del suo declino.

Nel paragrafo 3.3.3 viene riportato il lavoro di ricerca *sul Pinus pinaster* a Pantelleria inerente la relazione tra accrescimento e caratteri climatici.

#### BIBLIOGRAFIA

- Lindner M., Marosehek M., Netherer S., Kremer A., Barbati A., Garcia-Gonzalo J., Seidl R., Delzon S., Corona P., Kolstrom M., Lexer M.J., Marchetti M., 2010. Climate change impacts adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 259: 698-709.
- Allen C.D., et al., 2010 – Adaptation of Forests and Forest Management to Changing Climate. *Forest Ecology and Management*, 259(4):660-684.
- Wardle D.A. et al., 2011 – Terrestrial Ecosystem Responses to Species Gains and Losses. *Science*, 332: 1273-1277. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1197479>.

### **3.3.2 Il cerro di Gussone (*Quercus gussonei*): prossimo estinto della flora endemica siciliana?**

L'articolo riportato in questo paragrafo è in preparazione.

Giovanna Sala, Tommaso La Mantia, Giovanni Giardina, Marco Lauteri e Giuseppe Garfi

CLIMATE-GROWTH RELATIONSHIPS OF *QUERCUS GUSSONEI* (BORZÌ) BRULLO IN THE  
MEDITERRANEAN REGION: ADAPTIVE TRAITS AND WATER USE EFFICIENCY

*Key-words:* *Quercus gussonei*, dendroecology, Mediterranean tree-rings, carbon isotope, climate growth relationship

*Abstract:* Variation in tree growth is a primary response to environmental changes. Tree-rings contain a wealth of information for reconstructing the past responses to climate fluctuations and trends. On the margin of species distribution, peripheral populations might experience periods of extreme climate conditions. This occurrence is known to cause dieback in many species at their Mediterranean margins. A dendrochronological study on *Quercus gussonei* (Borzì) Brullo was carried out in the Nature Reserve of “*Bosco della Ficuzza, Rocca Busambra, Bosco Del Cappelliere, Gorgo Del Drago*” (Sicily). *Q. gussonei*, a deciduous oak endemic of Sicily, is a thermophilous, peripheral form of *Quercus cerris* L. which is showing an incipient decline. A deeper ecophysiological knowledge is urgently needed on this species in order to plan proper conservation actions and avoid its extinction. Advances in plant stress physiology learned us that water-use efficiency is a responsive physiological trait when plants are subjected to increasing drought. Pursuing the main aim of defining the causes of *Q. gussonei* decline, we collected wood cores from ten trees. Precipitation and temperature data were obtained from a meteorological station located nearby from the stand. Annual ring widths, earlywood and latewood analyses were achieved in order to determine the climatic effectors influencing the growth of *Q. gussonei*. We determined the carbon isotope discrimination ( $\Delta^{13}\text{C}$ ) in tree rings in order to investigate water-use efficiency variations and the expression of possible plant adaptive traits. Climate-growth relationship, for the chronology 1951-2008, were analyzed using response correlation. Our findings highlight relationships between tree-rings width and climate data. Furthermore,  $\Delta^{13}\text{C}$  in tree-rings indicates a long-term adjustment in water-use efficiency.

## Introduction

The Mediterranean Basin is particularly vulnerable to heat waves, flood episodes and late frost events, due to its location in a transitional zone between the arid climate of North Africa and the temperate and rainy climate of central Europe (Giorgi and Lionello, 2008). In Mediterranean ecosystems drought is the major factor controlling trees' growth and productivity (Lindner et al., 2010). Moreover, in the framework of climate changes scenarios, forests most likely will have to face increasing harsh conditions in the next future (Borghetti et al., 2012).

In the last decades, forest decay and mortality due to increased drought and raise of temperature have been recorded in many areas of the boreal hemisphere (Allen et al., 2010). Among forest trees, oak decline have been observed in several European countries, and the reasons have been ascribed most often to interactions between abiotic and biotic factors (Manion, 1991, Thomas et al., 2002). Many studies indicated drought as the major triggering factor (Vannini et al., 1996; Thomas et al., 2002; Helama et al., 2014), followed or coupled to the action of weakness pathogens, including fungi and insects.

Recently in Sicily, oak stands from different areas showed complex symptoms of disease (Giambra et al., 2009, Sala et al., 2011), generally involving deterioration in tree vigor. In this regard, *Quercus gussonei* (Borzi) Brullo, an endemic deciduous oak restricted to small areas in N and W Sicily, deserves a special concern due to its rarity and its value for biodiversity conservation (Brullo et al., 1999; La Mantia and Pasta, 2005). This species presents large morphological affinities with *Q. cerris* but a different ecological behavior in terms of greater thermophilic adaptation (Brullo et al., 2008, Brullo and Marcenò, 1985; Brullo et al., 1999; La Mantia et al., 2001; Gianguzzi et al., 2004; La Mantia and Pasta, 2005; Cavallaro et al., 2006;). Since the last decades, populations from the Nature Reserve "Bosco della Ficuzza, Rocca Busambra, Bosco del Cappelliere, Gorgo del Drago" (NW Sicily) are affected by widespread decline. The dieback causes a severe crown transparency followed by a sudden death of the tree. The phenomenon is reaching such a large extent that the species is under critical threat (Sala et al., 2011).

Variation of growth is a common response in trees exposed to fluctuations of environmental conditions. Since tree-rings contain a wealth of information related to the climatic influence, growth-ring analysis must be concerned as a powerful investigation approach. Moreover, they have been often used to investigate the response of tree species and forest ecosystems to global changes (Helama et al., 2009; Di Filippo et al., 2010).

Several studies focused on the physiological character “water-use efficiency” (WUE) to describe forest species adaptiveness to drought conditions (Guehl *et al.*, 1995; Lauteri *et al.*, 2004). The physiological significance of WUE is addressed in the plant carbon - water economy, represented by the ratio between plant carbon gain and water losses. From an ecophysiological perspective, WUE is related to the balance between ecosystem net carbon fluxes and water losses through transpiration and evaporation. To our knowledge, however, nothing is known about WUE in populations of *Q. gussonei* and if this trait plays any role in regulating specific responses to the changing climatic conditions.

Carbon stable isotope analysis is at present the most reliable and the least intrusive methodology to study WUE in natural environments (Lauteri *et al.*, 1997; Brugnoli and Farquhar, 2000; Ripullone *et al.*, 2004). The heavy stable isotope  $^{13}\text{C}$  is discriminated during the photosynthetic  $\text{CO}_2$  assimilation (Farquhar *et al.*, 1989). As a consequence, plant carbon is invariably depleted in  $^{13}\text{C}$  in respect to the atmospheric carbon. The extent of this isotopic depletion defines the so-called parameter “carbon isotope discrimination” ( $\Delta$ ).  $\Delta$  is regulated by many physiological, genetic, silvicultural or environmental factors, which also influence WUE (Farquhar *et al.*, 1982; Lauteri *et al.*, 2004). Carbon isotope discrimination in tree rings (McCarroll and Loader, 2004) is a unique methodology capable to provide dendro-physiological chronologies of WUE responses on a long time scale, from seasons to centuries.

Up to present, a number of tree species from the Mediterranean region have been used in dendrochronological and dendroclimatic studies, many of them focusing on deciduous oaks (e.g. Tessier *et al.*, 1994; Corona *et al.*, 1995; Romagnoli and Codipietro, 1996; Amorini *et al.*, 1996; Manetti, 2002; Di Filippo *et al.*, 2010; Cherubini *et al.*, 2003). In Sicily only two researches have been carried out, respectively on *Q. cerris* (Martinelli *et al.*, 1994) and *Q. pubescens* (Garfi, 2000), but any dendrochronological investigation has never concerned *Q. gussonei*.

In this study, we aimed at investigating the relationships between climate variables and tree-ring growth, using dendrochronology and stable isotopes of carbon in order to evaluate the response of *Q. gussonei* to recent climate change trends in terms of growth and water-use efficiency.

### ***Material and methods***

#### *Study site*

The study area is located in the Northwestern Sicily in the Nature Reserve “*Bosco della Ficuzza, Rocca Busambra, Bosco del Cappelliere, Gorgo del Drago*” (province of Palermo) where

*Quercus gussonei* grows spontaneously. *Q. gussonei* is an endemic species native to Sicily, exclusive to the Nebrodi Range and the Ficuzza Reserve (Fig. 1). It is a thermophilous form of *Q. cerris* L..

The forest cover is built by aged coppice stands dominated by *Q. ilex*, *Q. pubescens* s.l. and *Q. gussonei*. The forest can be ascribed to the phytosociological association *Quercetum gussonei* (Brullo, 1985) and to the forest type “*Quercus* wood of *Quercus gussonei*” (La Mantia et al., 2001).

In addition to *Q. gussonei*, the site is characterized by other broadleaved oaks (*Q. virgiliana*, *Q. dalechampii* Ten., *Q. congesta* C. Presl and *Q. x fontanesii* Guss.). The understory vegetation is usually scarce and mainly composed by *Acer campestre* L. and shrubs such as *Rosa canina* L., *Prunus spinosa* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Ruscus aculeatus* L., *Rubus ulmifolius* Schott. and *Mespilus germanica* L..

The investigated site is characterized by soils classified as Ultic Palexeralfs, that are deep and rich in organic matter, the texture is sandy loam in the surface and clay loam in depth (Raimondi et al., 1983) with an acid pH. The bioclimate has been referred to as meso-Mediterranean thermotypes (from lower to upper subhumid ombrotype) (Rivas-Martínez, 2008).

Monthly maximum and minimum temperatures and precipitations were collected from the meteorological station of Ficuzza (Annali Idrologici Osservatorio Acque) (Longitude 13.405587 Latitude 37.905081, elevation 681 m a.s.l. located about 3 km afar from the sampling sites. For the investigated period (1945-2009), the mean annual temperature was 15.1 °C, and the absolute maximum and minimum temperatures were 31.6 and 3.6 °C, respectively. Mean annual precipitation is 752 mm, with a winter maximum of 116 mm (January) and a dry season that can last 5 months, from May to September.

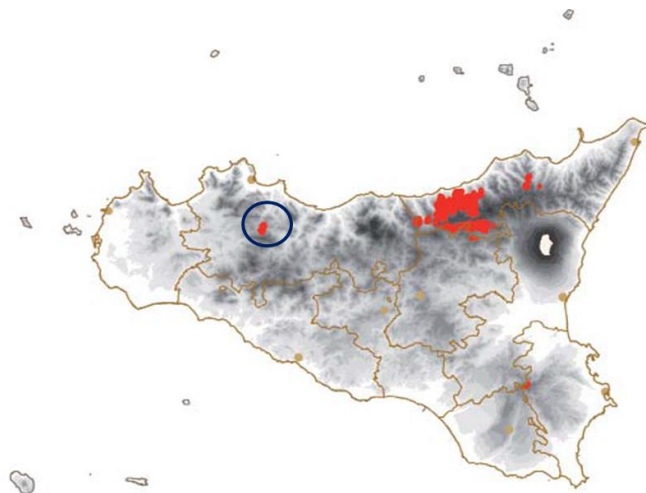


Fig. 1 Distribution of *Quercus gussonei* and location of the study area (circle).

### *Tree-ring samples*

In order to evaluate the possible influence of climate changes on tree growth we compared healthy and declining/dead *Q. gussonei* trees. In January 2009 ten dominant, healthy *Q. gussonei* trees without marks of physical damages were selected and three cores were taken at breast height (1.3 m) with an increment borer from each tree. In addition, we sampled a cross section at breast height from five dead trees. According the standard dendrochronological procedures (Fritts, 1976), both cores and stem disks were dried and fine-sanded to get a highly polished surface in order to make the annual rings clearly visible.

Tree-ring series were dated following standard procedures (Stokes and Smiley, 1996). Total ring width (TRW), earlywood width (EW), and latewood width (LW) were measured under magnification to the nearest 0.001 mm, with a LINTAB Linear Table interfaced with the software TSAP-Win (Rinn, 2011). Qualitative visual aspects (different dimension of vessels) were used to define the transition from EW and LW.

Tree rings were crossdated within and among trees firstly by visual inspection of the single curves plots and then through statistical approach using the program COFECHA (Holmes, 1983). Afterwards, each individual ring-width series was standardized to remove age-related growth trends and competition, and a two-step detrending was applied to each series using the package 'detrendeR' (Campelo et al., 2012) of the R freeware program (<http://www.cran.r-project.org>).

In order to remove the long-term trend related to tree ageing, a negative exponential was fit to each raw tree-ring series. Then, the obtained values were standardized with a cubic smoothing spline function with 50% frequency response of 30 years (Cook & Peters, 1981). To remove the previous year effect an autoregressive model was fitted to the standardized indices. To reduce the influence of isolated outlier value the mean chronology was obtained by averaging the index series using a biweight robust mean.

The quality of tree-ring signal was evaluated using the following statistics: standard deviation (SD), mean sensitivity (MS), mean correlation between trees (*r<sub>bt</sub>*) and the expressed population signal (EPS).

Minimum and maximum temperature and total monthly precipitation were regressed against ring-width indices to assess climate growth relationships by a bootstrapped response function analysis, using the software DENDROCLIM2000 (Biondi and Waikul, 2004).



*Carbon stable isotopes*

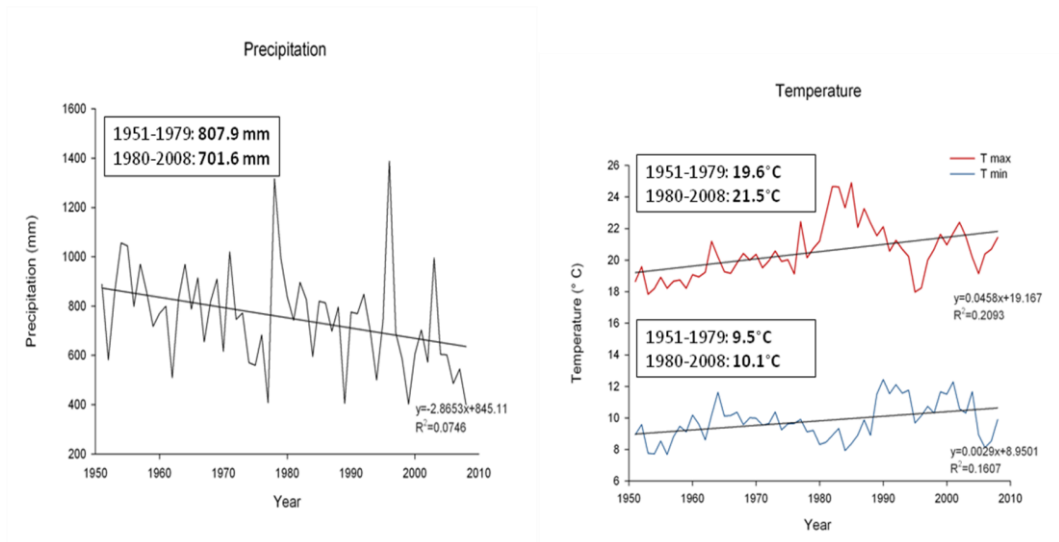
After dating both wood carrots and slides, a portion of each ring was finely milled for the subsequent determinations of carbon isotope composition ( $\delta^{13}\text{C}$ ), the basic parameter for carbon isotope discrimination ( $\Delta^{13}\text{C}$ ) analysis in the wood samples. According to Battipaglia et al. (2009) we used only latewood samples, given the known relationship between the isotopic signature of this wood portion and the conditions of the current year of growth. Subsamples of about 1 mg were used to perform the isotopic determinations by means of a continuous flow isotope ratio mass spectrometer. Samples were quantitatively combusted into an elementary analyzer (NA 1500; Carlo Erba, Milan, Italy). Carbon dioxide obtained was admitted into the mass spectrometer (CF-IRMS; ISOPRIME, GV, UK). Isotope ratios were measured and used to calculate the isotopic compositions as referred to the international VPDB standard. Carbon isotope discrimination was then calculated according to the following expression:

$$\Delta^{13}\text{C} = (\delta^{13}\text{C}_a - \delta^{13}\text{C}) / (1 + \delta^{13}\text{C})$$

where  $\delta^{13}\text{C}$  is the isotopic composition of the sample and  $\delta^{13}\text{C}_a$  is that of the atmospheric  $\text{CO}_2$  (Farquhar et al., 1989).  $\Delta^{13}\text{C}$  values were normalized taking into account  $\delta^{13}\text{C}$  values of atmospheric  $\text{CO}_2$  from international databases (NOAA, IPCC), correspondingly to the chronological series analysed. It is noteworthy here that the parameter  $\Delta^{13}\text{C}$  contains a fundamental comparative and normalization significance. Thus it allows ecophysiological comparisons among conditions that are different in time and space.  $\Delta^{13}\text{C}$  analysis is widely used and accepted as a powerful proxy of water-use efficiency (WUE).

**Results***Climate and tree-ring statistics*

In the investigated period climate data show rather remarkable changes both in precipitations and temperature, with negative and positive trends, respectively. Annual precipitations decreased significantly between the two sub-periods 1951-1979 and 1980-2008 (106.3 mm less, -13.2%), whereas in the same intervals the average minimum and maximum temperatures respectively raised by 0.6 and 1.9°C (Fig. 2).



**Fig. 2** Trends in precipitations and maximum and minimum temperatures in the investigated period 1951-2008

The average length of chronology was 57 years. The correlation coefficient among the total ring-width (TRW) of all trees was 0.62 and the mean sensitivity was 0.21; the value was higher in the LW than for EW (Tab. 2). The first order autocorrelation on the total width was 0.774.

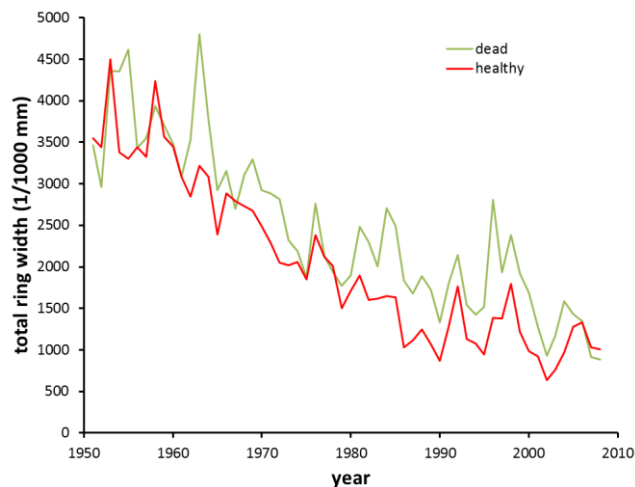
The time span of the common chronology was 58 years, from 1951-2008; the EPS values was 0.939 that is above the critical value of 0.85 proposed by Wigley et al. (1984), indicating a strong climate signal in the chronologies.

### *Tree growth and climate relationships*

Growth rate of healthy and dead trees was rather comparable and no particular decreasing trend could be observed all along the investigated period in both plant groups (Fig 3)

	<b>Total width healthy tree (TRW)</b>	<b>Earlywood (EW)</b>	<b>Latewood (LW)</b>	<b>Total width dead tree (TRW)</b>
<b>Tree (Cores)</b>	10 (28)	10 (28)	10 (28)	5 (15 ray)
<b>Time span</b>	1943-2008	1943-2008	1943-2008	1943-2008
<b>Mean series length (min-max) [yr]</b>	57 (39-66)	57 (39-66)	57 (39-66)	62 (56-66)
<b>Series intercorrelation (cofecha)</b>	0.62	0.326	0.615	0.31
<b>Average mean sensitivity</b>	0.21	0.203	0.286	0.257
<b>Mean width (mm)</b>	2.045	0.529	1.513	2.392
<b>SD</b>	1.123	0.216	0.964	1.201
<b>AR1</b>	0.774	0.665	0.743	0.698
<i>Common interval of analysis for the period 1951-2008</i>				
<b>EPS (from standardized data series )</b>	0.939	0.961	0.943	0.896
<b>r<sub>bt</sub></b>	0.506	0.624	0.494	0.637

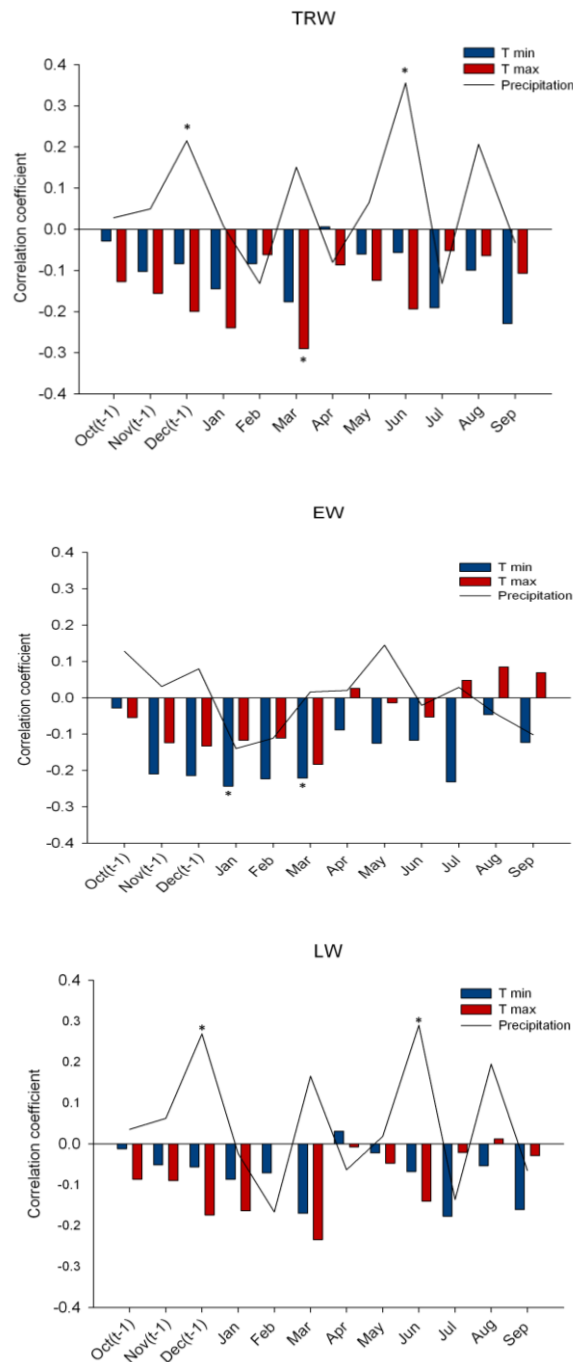
**Table 2** Descriptive statistics of the raw total tree-ring, earlywood and latewood width.



**Fig 3** Mean raw ring-width chronology of healthy and dead trees for the period 1951-2008.

The relationship between tree growth and climatic parameter were studied for the period 1951-2008 (58 years), considering the residual indices of EW, LW, and TRW series separately, and the climatic parameters of the “biological year”, from October of the previous year (year t-1) to September of the year of growth (year t).

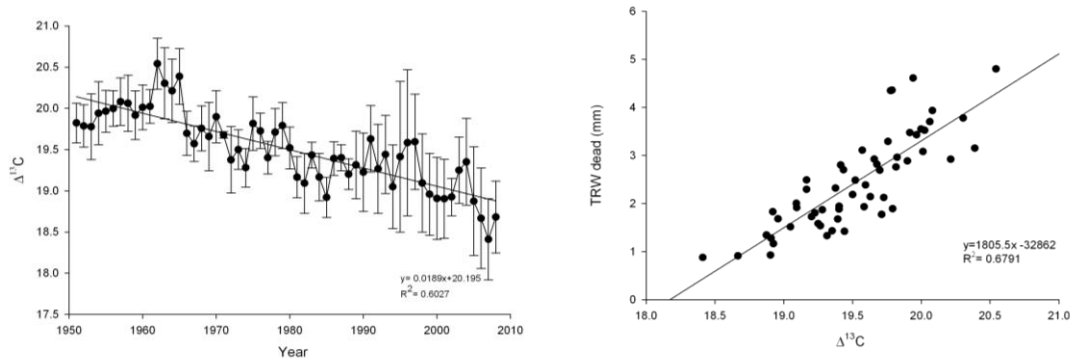
TRW was positively correlated to precipitations of December and June; on the contrary temperatures of March affected negatively the growth. More in detail, EW growth appears to be inversely correlated to minimum temperatures of January and March (year t), whereas LW seems depending more directly by precipitations of December (year t-1) and June (year t) (Fig 4).



**Fig. 4** Correlation coefficients between TRW, EW and LW indexed chronologies and the monthly climatic variables of precipitations and average temperatures from October (t-1) to September (t) in the period from 1951-2008. The stars indicate significant Pearson correlation coefficients (P < 0.05).

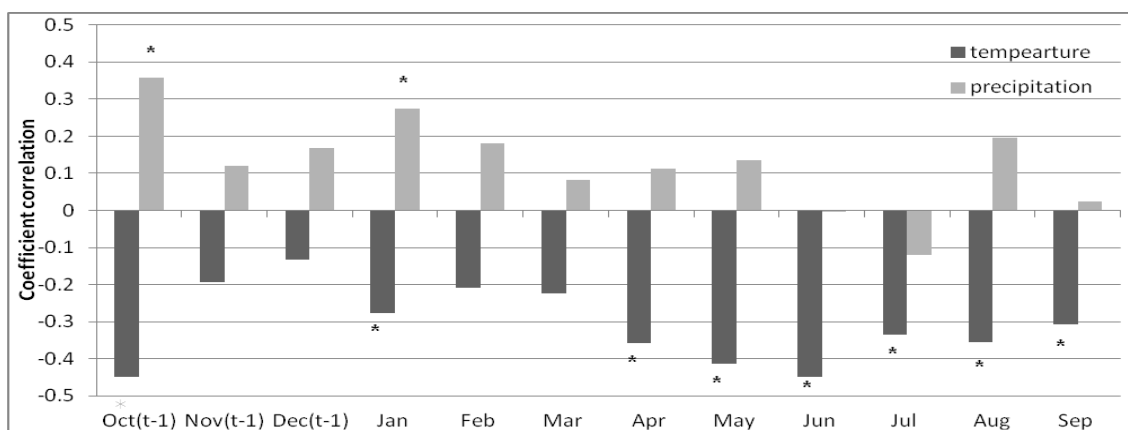
Stable isotopes analyses

The analysis of  $\Delta^{13}\text{C}$  chronologies showed a decreasing linear trend from 1951 until 2008. It is worth noting that the linear decrease in  $\Delta^{13}\text{C}$  along the analysed temporal span is proximate to 1‰, a value of relevant ecophysiological meaning in terms of plant response. Furthermore, a highly significant positive relationship has been found between the  $\Delta^{13}\text{C}$  series and the growth chronology (Fig 5).



**Fig 5** Carbon isotope discrimination ( $\Delta^{13}\text{C}$ ) chronology expressed in ‰ notation. Each data point represents the mean value of 5 observations on separate trees. Bars represent the standard error.

Applying the dendroclimatic statistics showed a negative dominance of spring and summer temperatures (fig 6) on the latewood  $\Delta^{13}\text{C}$  series. In addition, the mean temperature of January revealed a negative influence on carbon isotope discrimination. It is worth noting that the mean precipitation of October and January positively affected  $\Delta^{13}\text{C}$  values in the latewood.



**Fig 6** Correlation functions between monthly climate variables and averages values of  $\Delta^{13}\text{C}$ . Statistically significant positive and negative relationships (0.05 level) are indicate with the stars.

### **Discussion**

#### *Does climate change affects tree growth?*

In the Mediterranean area the dendrochronological studies are rather scarce because the extreme difficulties to find long tree-chronologies with strong climate signals (Cherubini et al., 2003), but in recent years the works have significantly increased (Leal et al., 2015). With this regard, the present investigation provides a valuable contribution to improve the knowledge about tree growth relationships and the possible effects of climate changes on the adaptive response of forests as well.

In our study, tree-ring growth was mainly controlled by precipitations. Rainfalls in December of the

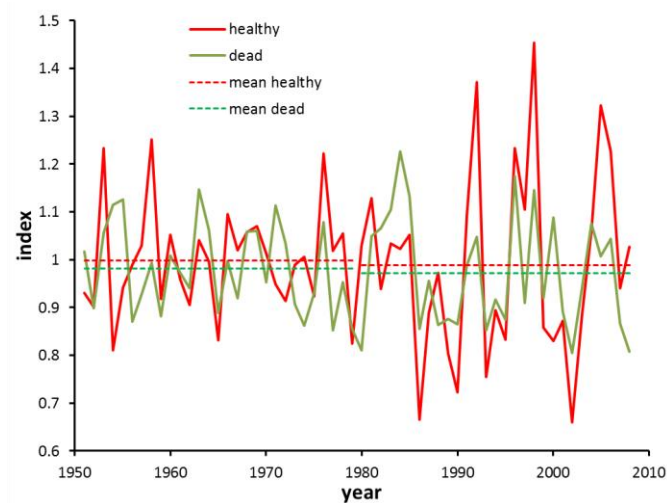
previous year to growth probably have a major role in restoring underground water supply, which will be essential during the growing season, in addition to the precipitations of June.

The present results are quite consistent with the ecology of many typical species of the Mediterranean climate area (Martinelli et al., 1994; Garfi, 2000; Di Filippo et al., 2010), and also in agreement with other investigations concerning species of the genus *Quercus*. Some studies carried out in different European localities identified a positive relationship with winter rainfall (e.g. Tessier et al., 1994 for *Q. pubescens*; Santini et al., 1994 and Rozas, 2005 for *Q. robur*; Romagnoli and Codipietro, 1996, and Di Filippo et al., 2010 for *Q. cerris*), in addition to the direct correlation with summer rainfall (Nabais et al., 1998-1999; Garfi, 2000; Helama et al., 2009 and 2014; Cufar et al., 2014, Stafasani and Toromani, 2015). The positive effects of June precipitations seem to be associated to internal flow requirements for ring-porous species (Zweifel et al., 2006).

With regards to the influence of temperatures, in other study cases the radial growth of deciduous oak in the Mediterranean area is inversely related to temperature in late spring/summer (namely May, June and July) (Tessier, 1994), probably due to the increase in evapo-transpiration and the following reduction in water use during the most active growing phase. Unlikely, in our study a negative influence of late winter/early spring temperatures, especially minimums on the formation of earlywood, was highlighted. This evidence could be related to the anticipated triggering of the growth season, possibly stopped later on in the season due to unexpected late frost following temperature drop. Such events often involve the ineffective consumption of reserves that will be no longer available when growth resumes after temperatures raise. Such an inverse relationship with March temperature was reported also in

other studies on *Q. robur* and *Q. petraea*, from the Padana Valley (N Italy) (Nola, 1991), and *Q. cerris*, from Northeastern Sicily (S Italy) (Martinelli et al., 1994).

Apparently, the observed climate trends do not seem to affect the growth of oak in the investigated area. Despite the recorded rainfall reduction and temperature raise in the last decades, the comparison between the indexed growth in the sub-periods 1951-1979 and 1980-2008 did not show any significant difference in the mean growth rate between healthy and dead trees (fig. 7). The only distinctive feature concerns the notable inter-annual growth variations that can be observed in the interval 1980-2008 especially in healthy trees, but strangely not in the dead trees. This trend has a certain correspondence with the precipitations drift in the same time span, but at present no assumption can be evoked to explain the distinct behavior of the two oak categories. Whatever the case, such a disregard of forest trees to the effects of climate change has been observed also in other species from the Mediterranean area (e.g. *Zelkova abelicea* and *Cupressus sempervirens*, from Crete, Greece) (Fazan, 2014), probably as a result of a certain resilience of the species to increasing water depletion.



**Fig 7** Mean indexed ring-width chronology of healthy and dead trees. Dashed lines indicate the mean indexed growth in the periods 1951-1979 and 1980-2008

#### *Growth performances and water-use efficiency*

Carbon isotope discrimination analysis in tree ring chronologies is an advanced methodology to get access to the ecophysiological archive in the wood. Dendroecology is an effective tool to investigate past forest dynamics (e.g. Piovesan *et al.*, 2005b) and to assess the effect of climate change on tree performances (e.g. Piovesan *et al.*, 2005a; Di Filippo *et al.*, 2007) and stand

productivity (e.g. Piovesan *et al.*, 2008). Thus, a comprehensive approach using dendroecological, ecological and ecophysiological techniques can provide important data and information on peripheral forests functioning. The analysed stand of *Q. gussonei* revealed a significant trend toward decreasing  $\Delta^{13}\text{C}$  values. It is not surprising. Indeed, the peripheral forest populations at the southern margins of the specific range are those mostly threatened by a climatic drift towards warmer and dryer conditions. The extent of carbon isotope discrimination in tree-rings is a proxy of the regulation of both photosynthetic capacity and diffusive constraints to  $\text{CO}_2$  influx into the mesophyll and to water vapor efflux through stomata. As such, the chronological drift of  $\Delta^{13}\text{C}$  observed in *Q. gussonei* indicates a gradual but relevant increase in plant WUE. The analysis of correlation functions reported in Fig. 6 clearly shows that WUE is positively linked to the mean monthly temperature in the spring - summer period but negatively to the mean precipitation in autumn - winter months. The positive relationship between WUE and the temperature in January means that warm winters are also dry ones, likely because of the influence of the African anticyclonic circulation in the Mediterranean basin. Under these circumstances, a reduced autumn-winter recharge of the soil water reservoirs will determine drought and, as a physiological acclimation, increased plant WUE. Pioneering researches on the adaptive meaning of WUE across forest tree populations of different species clearly showed that a comparatively high WUE *per se* is not an index of adaptation to harsh environments (Read and Farquhar 1992; Guehl *et al.*, 1995; Lauteri *et al.*, 1997). However, further studies revealed that a high phenotypic plasticity in WUE is linked to an elevated adaptive capacity of a forest population (Lauteri *et al.*, 2004). Although the present work does not allow comparisons with other populations of *Q. gussonei* and/or of *Q. cerris*, an estimated drift of about 1.0‰ in  $\Delta^{13}\text{C}$  along the analysed chronology (Fig. 5) would indicate a relevant plasticity in WUE, confirming the peripheral, xeric nature of the studied population. Thus, such an increase in WUE could be interpreted as an adaptation to drought-prone environments that facilitates the maintenance of a positive carbon balance under dry conditions (Raven 2002).

Despite of the suggested ability of *Q. gussonei* to cope with drought, this work bases on the evidence that its decline is reaching such a large extent that the species is severely threatened (Sala *et al.*, 2011).

Growth rate of healthy and dead trees was rather comparable and no significant decreasing trend could be observed all along the investigated period in both plant groups (Fig. 4). On the contrary, climate data show remarkable changes: annual precipitations show a significant decrease (-13.2%) between the two periods 1951-1979 and 1980-2008, whereas in the same intervals the



average minimum and maximum temperatures respectively raise by 0.6 and 1.9°C (Fig. 2). Apparently, such a climate change did not affect the growth of oak trees. Contrarily,  $\Delta^{13}\text{C}$  showed a decreasing linear trend through time (Fig. 5). Since  $\Delta^{13}\text{C}$  is inversely related to WUE (Farquhar et al., 1989), the oaks increased their water-use efficiency, maintaining physiological water potentials and rather good growth performances, notwithstanding deteriorations in environmental conditions. In this regard, two distinct mechanisms could likely explain the acclimation of the physiological responses and the growth constancy. From one side, increased diffusive resistances through stomata and mesophyll would restrain both  $\text{CO}_2$  and  $\text{H}_2\text{O}$  gas exchanges, causing the observed increase in WUE. Concomitantly, incremental adjustments in leaf area exposure would follow the increased transparency of the canopy (Sala et al., 2011). In this way, an increased exposure of shadow leaves and emissions of epicormic branches within the vertical structure of the canopy would balance the dieback of the dominant crowns, maintaining the leaf area needed to sustain the observed growth homeostasis.

Taking into account the evidence of a large number of died trees, the hypothesized strategy of response to climate change appears anyway lethal in the long term. Drought plays a role in the oak decline, especially by weakening and exposing the trees to pathogens. Endophytic fungi like *Diplodia mutila*, *Discula quercina* and *Phomopsis quercina*, pathogenetic on oaks, are usually present also under favourable conditions. These fungi are both saprophytes and parasites and represent likely a serious contributing factor in the oak decline syndrome (Ragazzi et al., 2001).

## Conclusion

The dendrochronological analysis of *Q. gussonei* from Sicily showed that this species behaves rather coherently with many other deciduous species from the Mediterranean area in respect to climate, therefore confirming a rather good adaptation of this oak to the typical Mediterranean climate.

With regards to the general phenomenon of oak decline, many studies have been carried out in many localities overall in the world, but it is often difficult to determine a precise cause. A recent work concerning the xeric oak forest in South-central United States showed that the factors that are suspected to play a major role in tree die-back was ascribed to the distance from water, to sustained drought and/or to events of “false spring” (Ragazzi et al., 1998; Bendixsen et al., 2015). Despite oak decline has been observed since years in several sites in Sicily, climate changes in their wider meaning cannot be evoked as the direct responsible factor. Up to now, oak trees seem to retain a certain resilience to efficiently face less favorable environmental

conditions. Considering that in *Q. gussonei* the appearance of the first decline symptoms have been usually observed just a couple of years prior the death of trees (pers. obs.), it is suggested that opportunistic pathogens could become lethal just in coincidence of intermittent unfavorable climatic seasons. Impairment of xylem sectional area to that of photosynthetic tissues could likely explain what was observed: the sudden plant collapse.

### **Acknowledgments**

The MIUR-PRIN project “Climate change mitigation strategies in tree crops and forestry in Italy” (CARBOTREES).

We wish to thanks Dr. Giuseppe Ferrigno for meteorological data and the Dipartimento Regionale Sviluppo Rurale e Territoriale della Regione Siciliana (ex Dipartimento Regionale Azienda Foreste Demaniali), for sampling permission.

## References

- ABRANTES J., CAMPELO F., GARCIA-GONZALEZ I., NABAIS C., (2013). Environmental control of vessel traits in *Quercus ilex* under Mediterranean climate: relating xylem anatomy to function. *Trees-structure and Function*, 27, 3: 655-662.
- ALLEN ET AL. (2010). A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecol. Manage.*, 259: 660-684.
- AMORINI E., BIOCCA M., MANETTI M.C., MOTTA E., (1996). A dendroecological study in a declining oak coppice stand. *Annales des sciences forestières*, 53 (2-3): 731-742.
- BATTIPAGLIA G., SAURER M., CHERUBINI P., SIEGWOLF R. T.W., COTRUFO M. F., (2008). Tree rings indicate different drought resistance of a native (*Abies alba* Mill.) and a nonnative (*Picea abies* (L.) Karst.) species co-occurring at a dry site in Southern Italy. *Forest Ecol. Manage.*, 257: 820-828.
- BENDIXSEN D. P., HALLGREN S. W., FRAZIER A. E., (2015). Stress factors associated with forest decline in xeric oak forests of south-central United States. *Forest Ecol. Manage.*, 347:40–48.
- BIONDI F., WAIKUL K., (2004). DENDROCLIM2002: A C++ program for statistical calibration of climate signals in tree-ring chronologies. *Computers & Geosciences*, 30: 303-311.
- BORGHETTI M., LA MANTIA T., MENOZZI P., PIOTTI A., (2012). Probabili impatti del cambiamento climatico sulla biodiversità delle foreste italiane. *Forest@*, 9:245-250 [online 2012-11-19] URL: <http://www.sisef.it/forest@/contents/?id=efor0708-009>.
- BRUGNOLI E., FARQUHAR, G.D., (2000). Photosynthetic fractionation of carbon isotopes. In: *Photosynthesis: Physiology and Metabolism - Advances in Photosynthesis*, vol 9 (R.C. Leegood, T.D. Sharkey & S. von Caemmerer, eds),. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands. 399-434
- BRULLO S., GIANGUZZI L., LA MANTIA A., SIRACUSA G. (2008). La classe *Quercetea ilicis* in Sicilia. *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.*, 41: 1-80.
- BRULLO S., GUARINO R., SIRACUSA G., (1999). Revisione tassonomica delle querce caducifoglie della Sicilia. *Webbia*, 1: 1-72.
- BRULLO S., MARCENÒ C., (1985). Contributo alla conoscenza della classe *Quercetea ilicis* in Sicilia. *Not. Fitosoc.*, 19 (1): 183-229.
- CAMPELO F., GARCÍA-GONZÁLEZ I., NABAIS C., (2012). detrendeR – a graphical user inter-face to process and visualize tree-ring data using R. *Dendrochronologia*, 30: 57–60.
- CAMPELO F., NABAIS C., FREITAS H., GUTIÉRREZ E., (2007). Climatic significance of tree-ring width and intra-annual density fluctuations in *Pinus pinea* from a dry Mediterranean area in Portugal. *Ann. For. Sci.*, 64: 229-238.
- CAVALLARO V., FERRAUTO G., FORTE L., MACCHIA F., CHIARELLI A., CARBONARA S., (2006). Germination ecology of species suitable for reforestation in the Mediterranean environment: *Quercus cerris* L. and *Quercus gussonei* (Borzì) Brullo. In: Laforteza R. and Sanesi G. (eds.) “Patterns and processes in forest landscapes. Consequences of human management”, *Proceedings of the 4th Meeting of IUFRO Working Party 8.01.03*, Sept. 26-29, 2006, Locorotondo, Bari, AISF, Firenze, 87-90.
- CHERUBINI P., GARTNER B. L., TOGNETTI R., BRAKER O U., SCHOCH W., INNES J. L., (2003). Identification, measurement and interpretation of tree rings in woody species from Mediterranean climates. *Biological Reviews*, 78(01): 119-148.
- COOK, E.R., PETERS K., (1981). The smoothing spline: A new approach to standardizing forest interior tree-ring width series for dendroclimatic studies. *Tree-Ring Bull.* 41:45–53.
- CORONA P., ROMAGNOLI E., TORRINI L., (1995). Stem annual increments as ecobiological indicators in Turkey oak (*Quercus cerris* L.). *Trees*, 10: 13-19.

- CUFAR K., GRABNER M., MORGÓS A., MARTÍNEZ DEL CASTILLO E., MERELA M., DE LUIS M., (2014). Common climatic signals affecting oak tree-ring growth in SE Central Europe. *Trees*, 28 (5): 1267-1277.
- DI FILIPPO A., ALESSANDRINI A., BIONDI F., BLASI S., PORTOGHESI L., PIOVESAN G., (2010). Climate change and oak growth decline: Dendroecology and stand productivity of a Turkey oak (*Quercus cerris* L.) old stored coppice in Central Italy. *Ann. For. C.*, 67: 706-720.
- DI FILIPPO A., BIONDI F., CUFAR K., DE LUIS M., GRABNER M., MAUGERI M., PRESUTTI SABA E., SCHIORONE B., PIOVESAN G., (2007). Bioclimatology of beech (*Fagus sylvatica* L.) in the Eastern Alps: spatial and altitudinal climatic signals identified through a tree-ring network. *Journal of Biogeography*, 34: 1873-1892.
- FARQUHAR G.D., EHLERINGER J.R., HUBICK K.T., (1989). Carbon isotope discrimination and photosynthesis. *Annu. Rev. of Plant Physiol. and Plant Mol. Biol.*, 40: 503-537.
- FARQUHAR G.D., O'LEARY M. H., BERRY J.A., (1982). On the relationship between carbon isotope discrimination and the intercellular carbon dioxide concentration in leaves. *Aust. Journal Plant Phys*, 9: 121-137.
- FAZAN L., (2014). Investigating the response to climate in two Mediterranean tree species growing in the mountains of Crete (Greece): *Zelkova abelicea* and *Cupressus sempervirens*. *Maîtrise Universitaire en Sciences de L'Environnement*.
- FRITTS H.C., (1976). *Tree Rings and Climate*. New York, Academic Press: 567 p.
- GARFÌ G., (2000). Climatic signal in tree-rings of *Quercus pubescens* s.l. and *Celtis australis* L. in South-eastern Sicily. *Dendrochronologia*, 18: 41-51.
- GIAMBRA S., TORTA L., SCOPEL C., CAUSIN R., BURRUANO S., (2009). Primi studi su *Biscogniauxia mediterranea* in Sicilia Occidentale. In *Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura*. Taormina (ME), Italy: 1394-1396.
- GIANGUZZI L., (2004). Il paesaggio vegetale della Riserva Naturale Orientata "Bosco della Ficuzza, Rocca Busambra, Bosco del Cappelliere, Gorgo del Drago". *Collana Sicilia Foreste*, 157 p.
- GIORGI F., LIONELLO P., (2008). Climate change projections for the Mediterranean region. *Global and Planetary Change* 63: 90–104.
- GUEHL J.M., NGUYEN-QUEYRENS A., LOUSTAU D., FERHI A., (1995). Genetic and environmental determinants of water-use efficiency and carbon isotope discrimination in forest trees. In *The EUROSILVA Contribution to Forest Tree Physiology*. Eds. M. Bonnet-Masimbert and H. Sandermanns. Editions Colloques de l'INRA, Paris. 297-321.
- HELAMA S., LÄÄNELAID A., RAISIO J., MÄKELÄ H. M., HILASVUORI E., JUNGNER H., SONNINEN E., (2014). Oak decline analyzed using intraannual radial growth indices,  $\delta^{13}\text{C}$  series and climate data from a rural hemiboreal landscape in southwesternmost Finland. *Environ Monit Assess*, 186: 4697-4708.
- HELAMA S., LÄÄNELAID A., RAISIO J., TUOMENVIRTA H., (2009). Oak decline in Helsinki portrayed by tree-rings, climate and soil data. *Plant and Soil*, 319:1-2: 163-174.
- HELAMA S., LINDHOLM M., TIMONEN M., ERONEN M., (2004). Detection of climate signal in dendrochronological data analysis: a comparison of tree-ring standardization methods. *Theor. Appl. Climatol.*, 79: 239-254.
- HOLMES R. L., (1983). Computer-assisted quality control in tree ring dating and measurement. *Tree-Ring Bulletin.*, 43: 69-78.
- LA MANTIA T., MARCHETTI M., CULLOTTA S., PASTA S., (2001). Materiali conoscitivi per una classificazione dei tipi forestali e preforestali della Sicilia. II parte: descrizione delle categorie. *L'Italia Forestale e Montana*, 1: 24-47.

- LA MANTIA T., PASTA S., (2005). The Sicilian phanerophytes: still a noteworthy patrimony, soon a lost resource? In: (Marchetti M. et al.) "Monitoring and indicators of forest biodiversity in Europe, from ideas to operationality". IUFRO Conference, 15 November 2003, Firenze. EFI Proceedings, 51: 515-526.
- LAUTERI M., PLIURA P., MONTEVERDI M.C., BRUGNOLI E., VILLANI F., ERIKSSON G., (2004). Genetic variation in carbon isotope discrimination in six European populations of *Castanea sativa* Mill. originating from contrasting localities. J. Evol. Biol., 17: 1286-1297.
- LAUTERI M., SCARTAZZA A., GUIDO M.C., BRUGNOLI E., (1997). Genetic variation in photosynthetic capacity, carbon isotope discrimination and mesophyll conductance in provenances of *Castanea sativa* adapted to different environments. Functional Ecology, 11: 675-683.
- LEAL S., CAMPELO F, LUZ A. L., CARNEIRO M. F., SANTOS J. A., (2015). Potential of oak tree-ring chronologies from Southern Portugal for climate reconstructions. Dendrochronologia, 35: 4-13.
- LINDNER M., MAROSCHEK M., NETHERER S., KREMER A., BARBATI A., GARCIA-GONZALO J., SEIDL R., DELZON S., CORONA P., KOLSTROMA M., LEXER M J., MARCHETTI M., (2010). Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. Forest Ecology and Management, 259: 698-709.
- MANETTI M.C. (2002). Tree ring growth by core sampling at the CONECOFOR Permanent Monitoring Plots. The deciduous oak (*Quercus cerris* L.) type. Journal of Limnology, 61 (1): 55-61.
- MANION P.D., (1991). Tree Disease Concepts Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ, 402 p.
- MARCHETTI M., TOGNETTI R., LOMBARDI F., CHIAVETTA U., PALUMBO G., SELBITTO M., COLOMBO C., IOVIENO P., ALFANI A., BALDANTONI D., BARBATI A., FERRARI B., BONACQUISTI S., CAPOTORTI G., COPIZ R., BLASI C., (2010). Ecological portrayal of old-growth forests and persistent woodlands in the Cilento and Vallo di Diano National Park (southern Italy). Plant Biosystems, 144: 130-147.
- MARTINELLI N., PIGNATELLI O., ROMAGNOLI M., (1994). Primo contributo allo studio dendroclimatologico del cerro (*Quercus cerris* L.) in Sicilia. Dendrochronologia, 12: 61-76.
- MCCARROLL D., LOADER N.J., (2004). Stable isotopes in tree rings. Quaternary Science Reviews, 23: 771-801.
- MÉDAIL F., QUÉZEL P., (1999). Biodiversity hotspots in the Mediterranean Basin: setting global conservation priorities. Conservation biology, 13 (6): 1510-1513.
- MYERS N., MITTERMEIER R. A., MITTERMEIER C. G., DA FONSECA G. A. B, KENT J., (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403: 853-858.
- NABAIS C., FREITAS H., HAGEMEYER J., (1998–1999). Tree rings to climate relationships of *Quercus ilex* L. in NE-Portugal. Dendrochronologia, 16–17: 37–44.
- NOLA P., (1991). Primo approccio alla dendroclimatologia della quercia (*Quercus robur* L. e *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.) in Pianura Padana (Italia Settentrionale). Dendrochronologia, 9: 71-94.
- PIOVESAN G., BIONDI F., BERNABEI M., DI FILIPPO A., SCHIRONE B., (2005a). Spatial and altitudinal bioclimatic zones of the Italian peninsula identified from a beech (*Fagus sylvatica* L.) tree-ring network. Acta Oecologica, 27: 197-210.
- PIOVESAN G., BIONDI F., DI FILIPPO A., ALESSANDRINI A., MAUGERI M., (2008). Drought-driven growth reduction in old beech (*Fagus sylvatica* L.) forests of the central Apennines, Italy. Global Change Biology, 14: 1265-1281.

- PIOVESAN G., DI FILIPPO A., ALESSANDRINI A., BIONDI F. AND SCHIRONE B., (2005b). Structure, dynamics and dendroecology of an old-growth *Fagus* forest in the Apennines. *Journal of Vegetation Science*, 16:13-28.
- RAGAZZI A, MORICCA S, CAPRETTI P, DELLAVALLE I, MANCINI F AND TURCO E, 2001. Endophytic fungi in *Quercus cerris*: isolation frequency in relation to phenological phase, tree health and the organ affected. *Phytopathol. Mediterr.*, 40, 165–171.
- RAGAZZI, A.; MORICCA, S.; DELLAVALLE, I., (1998). Status of oak decline studies in Italy and some views of the European situation. In: *Disease / Environment Interactions in Forest Decline*. Ed. by Cech, T. L.; Hartmann, G.; Tomiczek, C. Proc. Workshop Party IUFRO 7.02.06, March 16–21, 1998, Vienna, Austria. Vienna, Austria: Federal Forest Research Centre, 202 p.
- RAIMONDI S., DAZZI C., CIRRITO V., (1983). Modello di studio integrato del territorio (Ficuzza-Palermo). Nota n.5. I suoli. *Quaderni di Agronomia, Istituto Generale e Coltivazioni erbacee dell'Università degli Studi di Palermo*, 10: 89-131.
- RAVEN J.A, (2002). Selection pressures on stomatal evolution. *New Phytol.*, 153: 371–386.
- READ J., FARQUHAR G.D., (1991). Comparative studies in *Notophagus* (Fagaceae). I. Leaf carbon isotope discrimination. *Functional Ecology*, 5: 684-695.
- RINN F., (2011). TSAP-Win - Time Series Analysis and Presentation for Dendrochronology and Related Applications, Frank Heidelberg.
- RIPULLONE F., LAUTERI M., GRASSI G., AMATO M., BORGHETTI M., (2004). Variation in nitrogen supply changes water-use efficiency of *Pseudotsuga menziesii* and *Populus x euroamericana*; a comparison of three approaches to determine water-use efficiency. *Tree physiol.*, 24(6): 671-679.
- ROMAGNOLI M., CODIPIETRO G., (1996). Pointer years and growth in Turkey oak (*Quercus cerris* L) in Latium (central Italy). A dendroclimatic approach. *Ann. Sci. For.*, 53: 671–684.
- ROZAS V., (2005). Dendrochronology of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in an old-growth pollarded woodland in northern Spain: tree-ring growth responses to climate. *Annals of Forest Science*, 62 (3), 209-218.
- SALA G., GIARDINA G., LA MANTIA T., (2011). I fattori di rischio per la biodiversità forestale in Sicilia: il caso studio del cerro di Gussone. *L'Italia Forestale e Montana*, 66 (1): 71-80.
- SANTINI A., BOTTACCI A., GELLINI R., (1994). Preliminary dendroecological survey on pedunculate oak (*Quercus robur* L.) stands in Tuscany (Italy), *Ann. Sci. For.* 51: 1–10.
- STAFASANI M., TOROMANI E., (2015) Growth-Climate Response of Young Turkey Oak (*Quercus cerris* L.) Coppice Forest Stands along Longitudinal Gradient in Albania. *South-east Eur for.*, 6 (1): 25-38. DOI: <http://dx.doi.org/10.15177/see-for.15-05>.
- STOKES M.A., SMILEY T.L. (1996). An introduction to tree-ring dating. University of Arizona Press, Tucson 73 p.
- TESSIER L., NOLA P., SERRE-BACHET F. (1994). Deciduous *Quercus* in the Mediterranean region: tree- ring/climate relationships, *New Phytol.*, 126: 355–367.
- THOMAS F.M., BLANK R., HARTMANN G. (2002). Abiotic and biotic factors and their interactions as causes of oak decline in Central Europe. *Forest. Pathol.*, 32: 277-307.
- VANNINI A., VALENTINI R., LUISI N., (1996). Impact of drought and *Hypoxylon mediterraneum* on oak decline in the mediterranean region. *Ann. Sci. For.*, 53: 753-760.
- WIGLEY T.M.L., BRIFFA K.R., JONES P.D., (1984). On the average value of correlated time series, with applications in dendroclimatology and hydrometeorology. *Journal of Climate and Applied Meteorology* 23: 201-213.
- ZWEIFEL R., ZIMMERMANN L., ZEUGIN F., NEWBERY D. M. (2006). Intra-annual radial growth and water relations of trees: implications towards a growth mechanism. *J. Exp. Bot.* 57 (6): 1445-1459.

### 3.3.3 Il pino marittimo di Pantelleria una specie relitta?

Il lavoro riportato in questo paragrafo è in preparazione.

Giovanna Sala, Tommaso La Mantia, Giovanna Battipaglia

SEGNALI CLIMATICI NEGLI ANELLI LEGNOSI DI *PINUS PINASTER* A PANTELLERIA (SICILIA)

#### Introduzione

Il cambiamento climatico globale è una tra le più serie emergenze ambientali. I processi di immissione di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera a causa delle attività antropiche sono solo parzialmente bilanciati dai processi più lenti di costituzione di stock di carbonio terrestri ed oceanici. Come conseguenza la composizione dell'atmosfera si è progressivamente modificata con un aumento della concentrazione di CO<sub>2</sub> ed altri gas ad effetto serra. L'areale del Mediterraneo è particolarmente vulnerabile ai cambiamenti climatici ed è stato identificato come un *hotspot* di biodiversità che è particolarmente suscettibile a tali cambiamenti (Hulme et al., 1999; Giorgi, 2006), con un grave rischio di aumento delle temperature e diminuzione delle precipitazioni nel prossimo futuro. Questo è particolarmente rilevante nelle piccole isole del Mediterraneo, dove le acque sotterranee sono la fonte idrica più importante costituendo una fattore limitante. Il cambiamento climatico influenzerà la crescita delle piante e il loro comportamento con conseguenti impatti sulla composizione e la distribuzione spaziale delle specie. I boschi del Mediterraneo sono sensibili ai cambiamenti climatici; forti siccità hanno determinato la mortalità degli alberi e il declino delle foreste in numerose popolazioni forestali dell'Europa meridionale (IPPC, 2014). In questo contesto è importante interpretare la capacità delle piante di rispondere alle variazioni climatiche. Quanto detto è ancora più valido per le specie che vivono nel Mediterraneo ma che possono considerarsi relitte in quanto frutto di una immigrazione avvenuta durante le glaciazioni. A prescindere dalla capacità che queste specie hanno avuto di adattarsi alle condizioni "nuove" che possono essere ridotte (si consideri ad es. la betulla o il pioppo tremolo confinate sulla sommità dell'Etna in Sicilia) o più ampie come nel caso del faggio, certamente queste specie corrono dei rischi maggiori.

Il pino marittimo (*Pinus pinaster* Ait.) è una specie ampiamente diffusa nelle regione del Mediterraneo occidentale, l'Alto Atlante e la Tunisia (Fig. 1). Studi genetici sulla popolazione hanno identificato tre principali aree di rifugio lungo il *range* di distribuzione: la costa atlantica del Portogallo, l'area sud-ovest della penisola Iberica, Pantelleria e la Sardegna in Italia (Ribeiro et al. 2001). Questa specie vive in un ampio range di ambienti ed è si adatta bene ad alte o basse temperature, a regolari o variabili precipitazioni.

L'analisi dendrocronologica permette di ricostruire le variazioni climatiche e la risposta degli alberi a tali variazioni e in particolare le ampiezze degli anelli degli alberi di conifere hanno permesso di effettuare alcune ricostruzioni climatiche delle regioni semi-aride (Schweingruber, 1996), come ad esempio nella stima delle precipitazioni annuali nei climi mediterranei (Tessier et al., 1997).

Le specie che vivono nel clima mediterraneo, con siccità estiva e l'alta variabilità intra- ed inter-annuale di precipitazioni, generalmente presentano caratteristiche anatomiche particolari nell'accrescimento annuale legnoso definite fluttuazioni di densità intra-annuale (IADFs: *intra-annual density fluctuations*), chiamate anche "falsi anelli" o "doppi anelli", si tratta di anomalie nella crescita degli anelli legnosi che determinano la formazione di cellule autunnali all'interno del legno primaverile e viceversa cellule primaverili all'interno del legno autunnale (Fritts, 1976). Queste formazioni sono legate ai diversi processi eco-fisiologici che influenzano la crescita delle piante (De Micco et al., 2007; Viera et al., 2010; Campelo et al., 2013; Battipaglia et al., 2014). Le IADFs nell'area del Mediterraneo sono correlate con il regime delle piogge nella stagione di crescita; quindi la frequenza e la posizione delle IADFs all'interno dei anelli degli alberi possono dare informazioni preziose sulle relazioni pianta-acqua. Alcuni studi sul *P. pinaster* hanno mostrato la presenza di IADFs sia nel legno primaverile che in quello autunnale dovuta alla successione di periodi secchi a periodi piovosi durante la stagione di crescita (Bogino e Bravo, 2009; Viera et al., 2009). Pochi studi sono stati realizzati in Italia circa fluttuazioni di densità intra-annuali degli alberi del genere *Pinus*.

Uno studio condotto nel sud Italia ha mostrato che il tasso di crescita di *P. halepensis* è principalmente sensibile alle variazioni di temperatura nella stagione delle piogge e alle variazioni di umidità del terreno durante la stagione secca (Attolini et al., 1990 e De Micco et al., 2007).

Scopo del presente lavoro è studiare i rapporti di crescita radiale nel tempo e la presenza di IADFs nei tessuti legnosi del *P. pinaster* a Pantelleria.



## Materiali e metodi

### *Area di studio*

Lo studio è stato effettuato a Pantelleria, isola del canale di Sicilia (83 km<sup>2</sup> di superficie; 36°44' N, 11°57' E), si tratta di un'isola di origine vulcanica, la sua vetta più alta è Montagna Grande (836 m s.l.m.), le sue rocce superficiali sono principalmente acide, si tratta di rioliti iperalcaline (pantelleriti e trachiti) (Di Figlia et al., 2007). La maggior parte dei suoli sono litosuoli, Regosols e Cambisols (Fierotti, 1988).

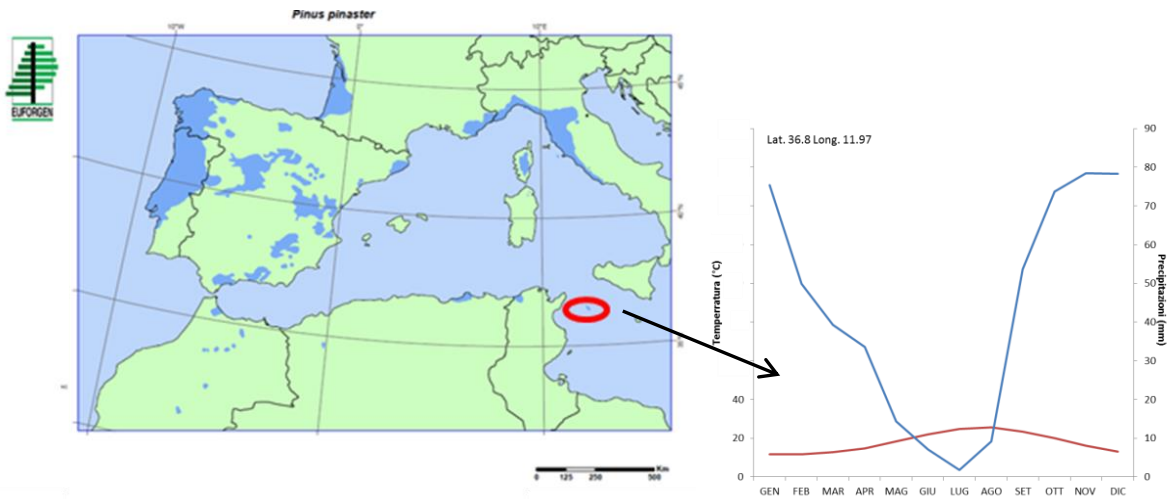
L'isola è semiarida con un clima tipicamente mediterraneo, con precipitazioni medie annue di 409 mm e temperature medie mensili comprese tra 11.7 e 25.6°C (Gianguzzi, 1999). L'isola, dal XIX secolo, era ricoperta da boschi di *Quercus ilex*, *Pinus pinaster* governati a fustaia (Gianguzzi, 1999; Pasta e La Mantia, 2003).

Le nostre ricerche sull'isola sono state condotte nella pineta a *Pinus pinaster* ssp. *hamiltonii* che nell'isola raggiunge il limite meridionale-orientale del suo areale (Gianguzzi, 1999).

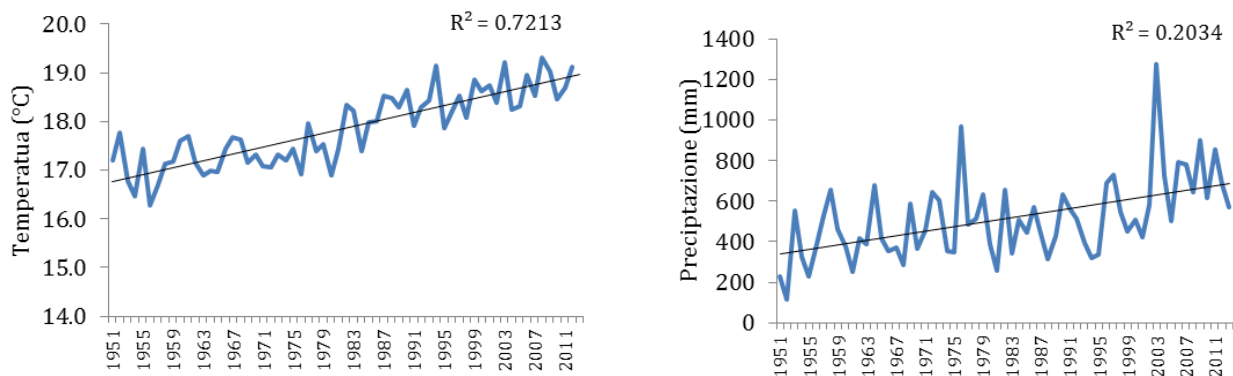
L'area di saggio si caratterizza da condizioni ambientali mesiche rientrando nel piano bioclimatico mesomediterraneo subumido inferiore. La pineta oggetto di studio è prevalentemente monospecifica e nello strato arbustivo si ritrovano *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Myrtus communis*, *Lonicera implexa*, *Phyllirea latifolia*, *Asparagus acutifolius*, *Teline monspessulana*, ecc, dal punto di vista fitosociologico viene riferita al *Genisto aspalathoidis-Pinetum hamiltonii* subass *arbutetosum unedonis* (Gianguzzi, 1999).

### *Dati climatici*

Lo studio dendrocronologico ha reso necessaria una raccolta ed elaborazione di dati climatici di dettaglio. La temperatura massima e minima (°C) e la precipitazioni mensili sono state collezionate dalla stazione meteorologica dell'Aeronautica Militare. La stazione meteo è localizzata alle coordinate 36.8 11.97 e 198 m s.l.m. Per il periodo considerato tra gli anni 1951 e il 2014, la media annuale della temperatura è 17.8 °C, con gennaio il mese più freddo con temperatura 11.6 °C e il mese più caldo in agosto con temperatura 25.6 °C. La precipitazione (media annuale 505.2 mm) presenta un massimo invernale nel mese di novembre (79.9 mm) e una periodo di siccità compreso tra i mesi di giugno e agosto (Fig. 2).



**Fig 1.** Distribuzione europea del Pino marittimo (a sinistra da EUFORGEN 2009: [www.euforgen.org](http://www.euforgen.org)), cerchiata in rosso l'area di campionamento. A destra diagramma climatico della stazione di Pantelleria. Le precipitazioni sono rappresentate dalla curva blu e le temperature dalla curva rossa.



**Fig. 2.** Dati climatici dell'area di studio per il periodo 1951-2013.

### *Campioni legnosi e analisi dendrocronologiche*

Si è eseguito un campionamento casuale, scegliendo piante in buono stato vegetativo e di maggiore diametro in maniera tale da ottenere una serie cronologica più lunga possibile in grado di fornire il maggior numero di informazioni. Sono state campionate 8 piante di *Pinus pinaster* subsp *hamiltonei*, prelevando 2 carote per pianta a 1.30 m da terra nella direzione nord-sud. I campioni, subito dopo il prelievo, sono stati fissati con nastro adesivo su un cartone ondulato per evitare torsioni e curvature in seguito alla perdita di umidità. Le carote prelevate sono state portate in laboratorio dove sono state incollate su di un listello di legno. Una volta montati i campioni sui supporti si è passati alla fase di levigatura. Ogni singolo campione è stato levigato con carta abrasiva a grana via via più fine (da 220 a 1000) in modo da evidenziare gli anelli

legnosi e le caratteristiche anatomiche del legno. Gli anelli legnosi sono stati cross-datati visualmente usando le tecniche dendrocronologiche standard (Stokes & Smiley, 1996).

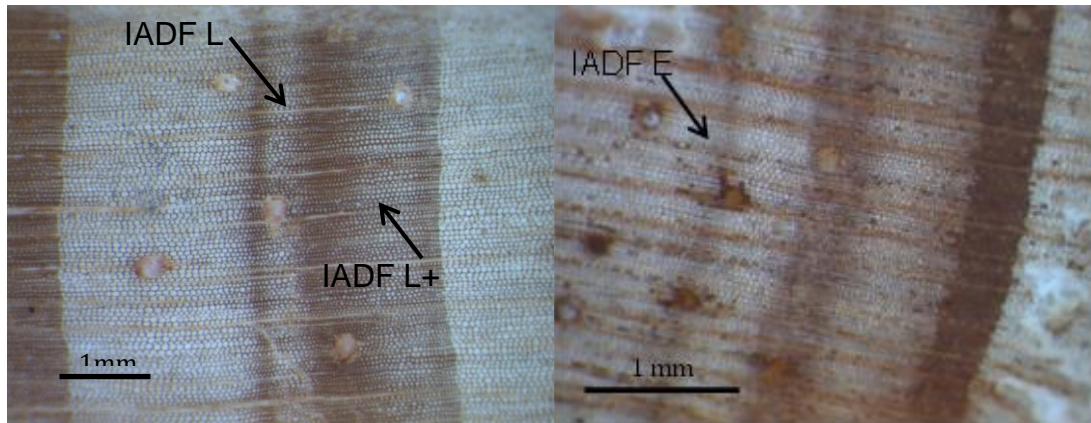
Gli anelli legnosi sono stati misurati alla precisione di 0,001 mm usando una tavola lineare LINTAB (Frank Rinn S.A, Heidelberg, Germany) e il software TSAP-Win (Rinn 2003). L'accuratezza della crossdatazione è stata verificata usando il programma COFECHA (Holmes, 1994).

Le curve di accrescimento di ogni singolo albero sono state standardizzate per eliminare il trend negativo presente normalmente a causa delle crescente circonferenza dell'albero e di altri fattori di variazione non climatica di medio e lungo termine. È stata applicata una doppia standardizzazione a ciascuna serie individuale usando il pacchetto *detrendeR* (Campelo et al., 2012) del programma gratuito R (<http://www.cran.r-project.org>). Il trend di crescita è stato eliminato interpolando prima una funzione negativa esponenziale a ciascuna serie individuale seguita poi da una interpolazione alla serie adimensionale di una curva “*smoothing cubic spline*” con 50 percento di frequenza e un periodo di risposta di 30 anni (Fritts et al., 2014). Per rimuovere l'effetto dell'anno precedente, un modello autoregressivo è stato adattato agli indici standardizzati. Una robusta stima della media è stata usata per determinare la cronologia finale. La qualità della cronologia prodotta è stata valutata per mezzo dell'EPS (*Expressed Population Signal*), tale valore fornisce una stima dell'affidabilità della cronologia quantificando la variabilità comune presente in tutte le serie anulari. ai fini delle analisi dendroclimatiche viene considerata valida la serie che superano il valore soglia convenzionale di 0.85 (Wigley et al., 1984). Sono stati calcolati diversi parametri statistici comunemente impiegati in dendrocronologia: la sensibilità media (*SM*) e la deviazione standard (*DS*), che stimano le variazioni ad alta frequenza infatti la sensibilità media è la misura anno per anno della variabilità nell'ampiezza di anelli consecutivi, l'autocorrelazione seriale di primo grado (*ACI*), che valuta la persistenza di trend misurando l'influenza che l'anno precedente ha sull'anno successivo; la correlazione media tra gli alberi (*r<sub>bt</sub>*) è la misura della somiglianza nella crescita tra tutte le serie che compongono la cronologia.

#### *Fluttuazioni di densità inter-annuale*

Le carote sono state esaminate per l'identificazione delle IADFs usando uno stereomicroscopio (ingrandimento fino a 25 volte). Queste strutture anatomiche possono essere individuate per l'improvviso cambiamento nella dimensione e nello spessore della parete delle cellule legnose. Le IADFs sono state classificate in base alla loro posizione all'interno dell'anello legnoso: tipo E

è caratterizzato da cellule del legno tardivo all'interno del legno primaverile; tipo E+ con cellule di transizione tra legno primaverile e legno tardivo; tipo L caratterizzato da cellule tipiche del legno primaverile all'interno del legno autunnale e il tipo L+ mostra cellule di tipiche del legno primaverile tra il legno tardivo e il legno primaverile dell'anno successivo (Campelo et al., 2007) (Fig. 3).



**Fig. 3.** Strutture anatomiche e relativa posizione all'interno dell'anello legnoso di differenti tipi di fluttuazioni di densità intra-annuale in *Pinus pinaster*.

Data la variabilità delle IADFs lungo il tronco, sono state considerate soltanto quelle che sono presenti in entrambe le carote dello stesso albero. È stata determinata la frequenza come il rapporto  $F=N/n$  dove  $N$  è il numero di alberi che formano lo stesso tipo di IADF in un determinato anno e  $n$  è il numero di alberi analizzato. Per la correzione dell'errore generato dai diversi spessori dei campioni nel tempo è stata determinata una frequenza stabilizzata  $F_{stab}= F \times n^{0.5}$  (Osborn et al., 1997).

### *Segnale climatico della cronologia media*

L'intervallo in cui la serie presenta un valore di EPS superiore al valore di soglia 0.85 ampiamente usato nell'analisi dendrocronologica (Wigley et al., 1984), risulta essere il 1951-2011.

I rapporti clima- accrescimento sono stati stimati per tale periodo, usando come predittori climatici le temperature medie mensili e il valore totali di precipitazione, e la cronologia indicizzate come variabili dipendenti. I coefficienti di correlazione tra larghezza degli anelli

degli alberi ed i parametri climatici (temperatura e precipitazioni) sono stati analizzati a partire dal mese di ottobre dell'anno precedente fino a novembre dell'anno in corso.

Per l'elaborazione dei coefficienti di correlazione si è utilizzato il software DENDROCLIM2002 che si avvale di 1000 valori ottenuti random dai dati iniziali per ottenere funzioni di correlazione con un livello di significatività pari a 0.05 (Biondi e Waikul, 2004).

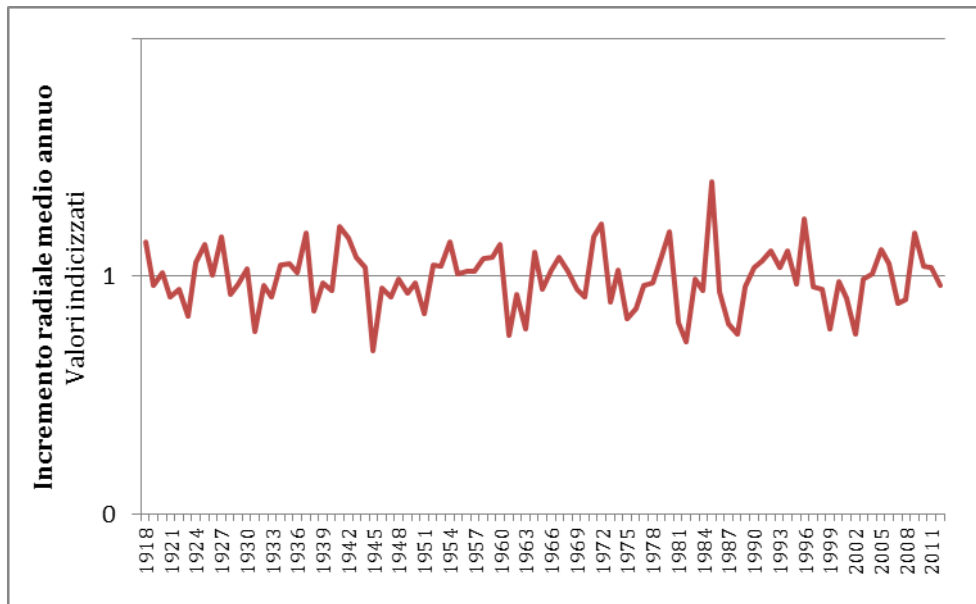
## **Risultati**

La lunghezza delle cronologia media è 93 anni con un valore di sensitività media di 0.23 (Tab. 1). L'autocorrelazione media dei dati grezzi è pari a 0.731 indicando una discreta influenza dell'accrescimento dell'anno precedente sul corrente anno di crescita. Il valore di EPS per l'intervallo comune di analisi delle serie (1941-2011) risulta essere superiore al valore di soglia di 0.85 suggerendo un forte segnale comune nelle cronologie.

	<i>Pinus pinaster</i>
Lunghezza della cronologia (anni)	1920-2012 (93)
Numero di alberi (carote)	10 (22)
Ampiezza media degli anelli (mm)	2.21
Sensitività media ( <i>SM</i> )	0.23
Deviazione standard ( <i>DS</i> )	1.062
Autocorrelazione di primo ordine ( <i>AC1</i> )	
<i>Raw</i> serie	0.731
Residui	0.391
Intervallo comune di analisi (1951-2011)	
Numero di alberi (carote)	10
EPS	0.90
<i>Rbt</i>	0.46

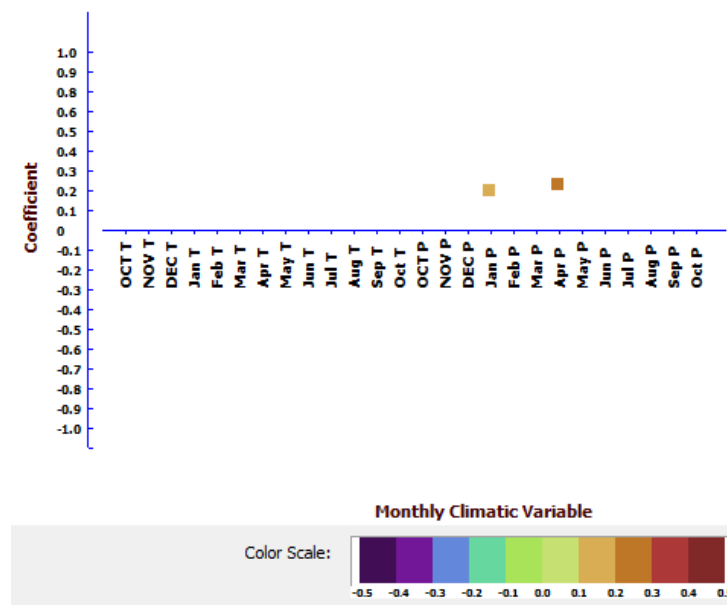
**Tabella 1** Statistiche descrittive delle cronologie di *Pinus pinaster* di Pantelleria.

In Figura 4 viene mostrata la variabilità annuale degli indici della cronologia residua. È stata utilizzata tale cronologia perché con questa vengono eliminati gli effetti dell'autocorrelazione.



**Figura 3** Incremento medio annuo indicizzato di *Pinus pinaster* per il periodo 1918-2012.

La relazione accrescimento-clima effettuata attraverso l'analisi delle funzioni di correlazione ha determinato una correlazione positiva con le precipitazioni di gennaio e di aprile del corrente anno di crescita, mentre nessuna correlazione significativa è stata trovata con le temperature medie (Fig. 4).

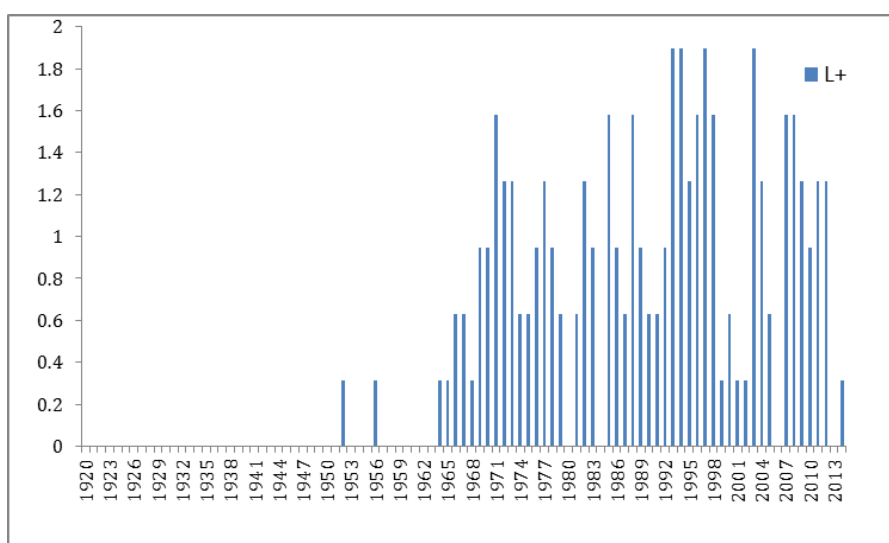


**Figura 4** Funzioni di correlazione tra le variabili climatiche e i valori di incremento indicizzati (livello di significatività pari 0.05).

La distribuzione delle IADF<sub>s</sub> in relazione al calendario è mostrata nella Fig. 5; delle diverse tipologie di IADFs quella che si presenta maggiormente è il tipo L+ mentre le altre tipologie presentano una scarsissima frequenza (Tabella 2) e pertanto non sono riportate nella Figura 5. La frequenza stabilizzata delle IADFs di tipo L+ varia da 0.32 a 1.90. Le IADFs presentano un trend crescente.

<i>Pinus pinaster</i>	
Numero di alberi	10 (20)
Anelli con IADF di tipo E (%)	0
Anelli con IADF di tipo E+ (%)	8.65
Anelli con IADF di tipo L (%)	2.99
Anelli con IADF di tipo L+ (%)	50.93

**Tabella 2** Statistiche descrittive delle fluttuazioni di densità intra-annuali (IADFs). Le IADFs sono state indicate solo quando le due carote di ogni pianta presentano la stessa IADFs.



**Figura 5** Frequenza stabilizzata delle IADF di tipo L+ in relazione del calendario

## Discussioni

La principale variabile climatica che influenza la crescita del *P. pinaster* risulta essere la precipitazione, studi condotti in altre nazioni e in popolazioni che crescono sotto clima mediterraneo, infatti, come la Spagna (Bogino & Bravo, 2008), il Portogallo (Nabais et al., 2014)

e l'Italia (Mazza et al., 2015) hanno mostrato correlazioni con le precipitazioni. Come riportato in Figura 2 le temperature a Pantelleria mostrano una significativa tendenza alla crescita, ma anche per le precipitazioni (Fig. 2) c'è una lieve tendenza all'aumento. L'importanza delle precipitazioni, indipendentemente dall'area di studio e dalla specie, è stata riportata per il *Pinus sylvestris* L., *Pinus nigra* Arnold. e *Pinus pinea* L. della penisola iberica (Richter et al., 1991; Andreu et al., 2007; Campelo et al., 2007; Bogino e Bravo, 2008). A Pantelleria, le alte precipitazioni di gennaio e aprile inducono la formazione di ampi anelli. In altri studi una simile correlazione clima-accrescimento è stata trovata per le precipitazioni di gennaio e di maggio (Nabais et al., 2014). La correlazione di gennaio può essere spiegata poiché le precipitazioni in inverno garantiscono una ricarica per i suoli e per gli acquiferi prima della stagione di crescita (Nabais et al., 2014). A Pantelleria, come nelle altre località, la correlazione primaverile (aprile o maggio) può essere spiegata per la disponibilità idrica in un momento nella quale la pianta è nella fase di crescita attiva dopo la stasi invernale (Nabais et al., 2014).

Le IADFs sono caratterizzate da cambiamenti sia nella parete che nel lume cellulare dovute alle variazioni delle condizioni ambientali. Infatti, le differenze delle cellule xilematiche dipendono dall'attività cambiale che a sua volta dipendono dallo stato idrico durante la stagione di crescita. La maggior parte delle IADFs si presenta nel legno autunnale, caratterizzato da cellule primaverili all'interno del legno autunnale, la tipologia L+ è dovuta da un periodo secco seguito da un periodo umido, questo dato è supportato anche da altri lavori sulla stessa specie che confermano la presenza di IADFs di tipo L+ e trovando una relazione tra IADFs e clima (Campelo et al., 2007; De Micco et al., 2007).

### Conclusioni

Questo studio ha identificato i fattori climatici che influenzano la crescita del *Pinus pinaster* a Pantelleria mostrando le precipitazioni come fattore che maggiormente influenza la crescita di queste piante.

Questo è il primo studio che ha valutato la presenza di IADF in *Pinus pinaster* in Sicilia, confermando la tendenza delle specie a produrre variazioni anatomiche in funzione delle variazioni climatiche; si dovrà approfondire la relazione clima - IADFs per poter ampliare e approfondire le conoscenze ecologiche di questa specie e la risposta alle variazioni climatiche.

### Ringraziamenti

Il lavoro è stato svolto nell'ambito del progetto PRIN CARBOTREE. Si ringrazia il Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia dell'Aeronautica Militare Italiana per avere fornito i dati climatici.



## Bibliografia

- Andreu L., Gutiérrez E., Macias M., Ribas M. & Bosch O., Camarero J., (2007). Climate increases regional tree-growth variability in Iberian pine forest. *Glob. Chang. Biol.* 13: 804-815.
- Attolini M. R., Calvani F., Galli M., Nanni T., Ruggiero L., Schaer E. & Zuanni F., (1990). The relationship between climatic variables and wood structure in *Pinus halepensis* Mill. *Theoretical and Applied Climatology* 41: 121-127.
- Battipaglia G., De Micco V., Brand W.A., Saurer M., Aronne G., Linke P. & Cherubini P., (2014). Drought impact on water use efficiency and intra-annual density fluctuations in *Erica arborea* on Elba (Italy). *Plant Cell Environ.* 37: 382-391.
- Biondi F. & Waikul K., (2004). DENDROCLIM2002: A C++ program for statistical calibration of climate signals in tree-ring chronologies. *Computers & Geosciences*, 30: 303-311.
- Bogino S. & Bravo F., (2008). Growth response of *Pinus pinaster* Ait. to climatic variables in central Spanish forests. *Ann For Sci* 68: 506-518.
- Bogino S. & Bravo F., (2009). Climate and interannual density fluctuations in *Pinus pinaster* subsp. *Mesogeensis* in Spanish woodlands. *Can. J. For. Res.* 39: 1557-1565.
- Campelo F., García-González I. & Nabais C., (2012). detrendeR – a graphical user interface to process and visualize tree-ring data using R. *Dendrochronologia*. 30:57-60.
- Campelo F., Nabais C., Freitas H. & Gutierrez E., (2007) Climatic significance of tree-ring width and intra-annual density fluctuations in *Pinus pinea* from a dry Mediterranean area in Portugal. *Ann. For. Sci.* 64: 229-238.
- Campelo F., Vieira J. & Nabais C., (2013). Tree-ring growth and intra-annual density fluctuations of *Pinus pinaster* responses to climate: does size matter? *Trees* 27(3): 763-772.
- De Micco V, Saurer M, Aronne G, Tognetti R & Cherubini P., (2007). Variations of wood anatomy and  $\delta^{13}\text{C}$  within tree rings of coastal *Pinus pinaster* Ait. showing intra-annual density fluctuations. *IAWA J.* 28: 61–74.
- Di Figlia M. G., Bellanca A., Neria R. & Stefansson A., (2007). Chemical weathering of volcanic rocks at the island of Pantelleria, Italy: Information from soil profile and soil solution investigations. *Chemical Geology* 246, 1–2: 1-18.
- Fierotti G. (1988). Carta dei Suoli della Sicilia (scala 1:250.000). Palermo, Regione Siciliana, Ass. Territorio e Ambiente. Università degli Studi di Palermo, Facoltà di Agraria, Istituto di Agronomia Generale.
- Fritts H.C., (1976). *Tree Rings and Climate*. New York, Academic Press: 567.
- Gianguzzi L., (1999). Il paesaggio vegetale dell'isola di Pantelleria. Palermo, AFDRS, Collana "Sicilia Foreste", 6, 192 pp. + 1 carta (scala 1:20.000).
- Giorgi F., (2006). Climate change hot-spots. *Geophys. Res.Lett.* 33.
- Holmes R. L., (1983). Computer-assisted quality control in tree ring dating and measurement. *Tree-Ring Bulletin*, 43: 69-78.
- Hulme M., Barrow E. M., Arnell N. W., Harrison P. A., Johns T. C. & Downing T. E., (1999). Relative impacts of human-induced climate change and natural climate variability. *Nature* 397: 688- 691
- IPPC (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability* 23: 1287-1288.

- Nabais C., Campelo F., Vieira J. & Cherubini P., (2014). Climatic signals of tree-ring width and intra-annual density fluctuations in *Pinus pinaster* and *Pinus pinea* along a latitudinal gradient in Portugal. *Forestry* 0: 1-8.
- Novak K., Sánchez M. A. S., Čufar K., Raventós J. & de Luis M., (2013). Age, climate and intra-annual density fluctuations in *Pinus halepensis* in Spain. *IAWA Journal* 34 (4): 459-474.
- Osborn T.J., Briffa K.R., Jones P.D., (1997). Adjusting variance for sample-size in tree-ring chronologies and other regional mean time series. *Dendrochronologia* 15: 89-99.
- Pasta S. & La Mantia T., (2003). Note sul paesaggio vegetale delle isole minori circumsiciliane. II. La vegetazione pre-forestale e forestale nelle isole del Canale di Sicilia: dalla ricostruzione storica alla gestione futura. *Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali* LI: 77-124.
- Ribeiro M.M., Plomion C., Petit R., Vendramin G.G. & Szmidt A.E., (2001). Variation of chloroplast simple- sequence repeats in Portuguese maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.). *Theoretical and Applied Genetics* 102: 7-103.
- Richter K., Eckstein D. & Holmes R.L., (1991). The dendrochronological signal of pine trees (*Pinus* spp.) in Spain. *Tree-Ring Bull.* 51: 1-13.
- Rinn F., (2011). TSAP-Win - Time Series Analysis and Presentation for Dendrochronology and Related Applications, Frank Heidelberg.
- Schweingruber F.H., (1996). *Tree rings and environment: Dendroecology*, Paul Haupt Publisher, Berne, Stuttgart, Vienna, 602 p.
- Stokes M. & Smiley T., (1968). *An introduction to tree-ring dating*, University of Arizona press, Tucson, USA.
- Tessier L., Guibal F. & Schweingruber F., (1997). Research strategies in dendroecology and dendroclimatology in mountain environments. *Clim. Chang.* 36: 499-517.
- Vieira J., Campelo F. & Nabais C., (2010). Intra-annual density fluctuations of *Pinus pinaster* are a record of climatic changes in the western Mediterranean region. *Can J For Res* 40: 1567-1575.
- Wigley T.M.L., Briffa K.R. & Jones P.D., (1984). On the average of correlated time series, with applications in dendroclimatology and hydrometeorology. *J Clim Appl Meteorol* 23: 201-213.

## 5 LISTA DELLE PUBBLICAZIONI

Parte del lavoro presentato in questa tesi risulta pubblicato/sottomesso o in preparazione per riviste peer-reviewed:

Giardina G., La Mantia T., Sala G., Di Leo C. & Pasta S., 2014. (Pubblicato) Possibile origine e consistenza di un popolamento di *Quercus trojana* Webb subsp. *trojana* (Fagaceae) nel Bosco della Ficuzza (Palermo, Sicilia). *Naturalista siciliano*, XXXVIII (2): 265-289.

Giardina G., La Mantia T., Sala G. & Pasta S. 2014 (Pubblicato) *Ostrya carpinifolia* Scop. (fam. *Betulaceae*) a Ficuzza (Monti Sicani, provincia di Palermo): note ecologiche e demografiche. *Naturalista siciliano*., XXXIX (1): 73-75.

Pasta S., Badalamenti E., Sala G. & La Mantia T. (Accettato) *Nicodemia madagascariensis* (Lam.) R. Parker (fam. Scrophulariaceae), a casual alien plant new to Italy. *Webbia*

Sala G., Maggiore V. & La Mantia T., L'uso tradizionale del legno in Sicilia - (in preparazione).

Giovanna Sala e Tommaso La Mantia Nuovi dati sulla datazione delle piante di vite (*Vitis vinifera* L.) in Sicilia (in preparazione).

Giovanna Sala, Tommaso La Mantia, Giovanni Giardina, Marco Lauteri e Giuseppe Garfi. Climate-growth relationships of *Quercus gussonei* (Borzi) Brullo in the Mediterranean region: adaptive traits and water use efficiency (in preparazione).

Giovanna Sala, Pino Birritteri e Tommaso La Mantia. La dendrocronologia applicata alle specie policicliche: il caso studio del lentisco (*Pistacia lentiscus*). (in preparazione).

Giovanna Sala e Tommaso La Mantia. Segnali climatici negli anelli legnosi di *Pinus pinaster* a Pantelleria (Sicilia). (in preparazione).

## RINGRAZIAMENTI

Un sentito ringraziamento va ad alcune persone che sono state fondamentali durante l'attività di ricerca: il Dott. Emilio Badalamenti, la Dott.ssa Giovanna Battipaglia, il Dott. Giuseppe Garfi, il Dott. Giovanni Giardina, il Prof. Luciano Gristina, il Dott. Marco Lauteri, il Prof. Bruno Massa e il Dott. Salvatore Pasta.

Ancora un doveroso ringraziamento va al gruppo di lavoro dell'Università di Coimbra: il Dott. Felipe Campelo e la Prof.ssa Cristina Nabais, e le mie amiche del laboratorio portoghese Ana, Joana e Mariana.

Ringrazio Adele, Laura, Maria Angela e Silvia amiche e colleghe con cui ho condiviso preoccupazioni, idee e fantastiche pause caffè e che hanno contribuito a rendere indimenticabile questo periodo.

Ringrazio, inoltre, le persone che a diverso titolo e per diversi motivi mi hanno aiutato durante questo periodo: Pino Birritteri, Rafael Da Silveira Bueno, Roberto Massenti, Giorgio Mazzola, Daniela Patti, Rino Porrello e Sebastiano Sferlazza.