

La foresta relitta di roverella dei Monti del Gennargentu, Sardegna

Citterio G* ⁽¹⁾, Puxeddu M ⁽²⁾, Giannini R ⁽¹⁾

(1) Dipartimento Scienze e Tecnologie Forestali Ambientali, Università degli Studi di Firenze, v. San Bonaventura 13 - 50145 Firenze; (2) Corpo Forestale e di V.A., Servizio Coordinamento Controllo degli Interventi e dell'Antincendio, v. Biasi 7 - 09131 Cagliari - *Corresponding author: Giorgio Citterio (giorgio_citterio@libero.it).

Abstract: *The Quercus pubescens relic forest on the Gennargentu Mountains (Sardinia, Italy).* The recent human impact has determined a strongly alteration of the *Quercus pubescens* forest on the Gennargentu Mountains in Sardinia. At the present, in this area the oak is represented by ancient single trees which can be considered relict and monumental individuals of the ancient forest. In this study, the space/time succession of oak stands were analyzed in 1977 and 1997 years by GIS software and by multitemporal cartographic analyses. Some data about the stand structure are also reported.

Keywords: Downy oak, Population, Human impact, Conservation, GIS, Multitemporal analysis.

Citation: Citterio G, Puxeddu M, Giannini R, 2007. La foresta relitta di roverella dei Monti del Gennargentu, Sardegna. *Forest@* 4 (1): 11-18. [online] URL: <http://www.sisef.it/>.

Introduzione

La conservazione della biodiversità è garanzia di benessere, progresso e sopravvivenza per le popolazioni umane presenti e per quelle future. Una diversificazione a livello di specie, di popolazione e di individuo può garantire una efficace conservazione della stabilità e dell'efficienza funzionale degli ecosistemi. Tale diversificazione offre anche la possibilità di superare impatti negativi dovuti alla comparsa di nuovi e imprevedibili fattori avversi.

Tra ed entro le singole specie le dimensioni delle popolazioni variano nel tempo e nello spazio. Questo dinamismo è il risultato delle interazioni tra la storia evolutiva e la storia auto-ecologica di adattamento di ciascuna specie e non ultima l'azione antropica che ha portato ad alterazione, frammentazione e manomissione di molti ecosistemi terrestri. Nelle popolazioni isolate a basso effettivo¹, la deriva genetica ricopre un ruolo dominante nella realizzazione della struttura genetica: in tempi brevi può essere causa di perdita di variabilità, con conseguente possibilità di estinzione a livello locale delle popolazioni stesse (Giannini & Raddi 2000). Nel caso di popolazioni di specie rare, in cui rientrano certamente le specie minacciate di estinzione e che spesso presentano come denominatore comune la ristrettezza geografica, oc-

corre analizzare la causa della rarità o del ridotto numero dell'effettivo stabilendo se tale situazione sia dovuta ad eventi catastrofici (incendio, pascolo, ecc.) o se invece perché quelle specie sono state sempre rare. Nel caso di catastrofi, le specie rappresentate da piccole popolazioni, possono risultare molto sensibili e vulnerabili agli effetti genetici deleteri da deriva in quanto si possono pensare come "non preparate".

Una maggiore variabilità caratterizza le specie con areale ambientalmente diversificato. Non si può escludere il fatto che queste possiedano sistemi aggiustativi ovvero un maggiore potenziale adattativo che consente loro di superare le difficoltà e le avversità di un ambiente fluttuante, confermando la funzione tampone di un alto tasso di eterozigosità che è alla base della diversità.

La persistenza di situazioni di pericolo dovrebbe essere di stimolo all'avvio di azioni di strategie di conservazione e in questo caso le informazioni genetiche, congiuntamente alla conoscenza della storia dei biomi, si rivelano indispensabili per stabilire le procedure più idonee nelle fasi di ripristino.

Con il presente lavoro si è voluto esaminare e descrivere, relativamente al ventennio 1977-1997, il dinamismo spazio/tempo delle formazioni forestali dominate dalla roverella presenti nell'area cacuminale dei Monti del Gennargentu descrivendone le caratteristiche strutturali.

1- *Effettivo*: numero di individui capaci di differenziare gameti.

La roverella, albero forestale tra i più familiari e rappresentativi dei Monti del Gennargentu infatti, pur costituendo ancora oggi in Sardegna boschi puri e misti, presenta, in questa area, una distribuzione fortemente modificata rispetto al passato, a causa dell'azione svolta dall'uomo negli ultimi secoli attraverso tagli intensi, pascolo e incendi. Alle quote più alte di questo complesso montuoso, i popolamenti di roverella, rivestono oggi carattere di vetusti relitti assumendo sovente l'aspetto di radi pascoli arborati. Tale tendenza sta diventando vera e propria emergenza che deve essere contrastata al più presto attraverso l'individuazione e l'applicazione di strategie idonee di salvaguardia soprattutto se si tiene conto del fatto che il valore ambientale del Gennargentu risulta ormai riconosciuto nel suo complesso dal 1998 con l'istituzione dell'omonimo Parco Nazionale.

La roverella (*Quercus pubescens* Willd.)

La roverella (*Quercus pubescens* Willd.), specie estremamente variabile, è stata suddivisa in sottospecie e varietà (Camus 1936, Arena 1958, Pignatti 1982, Schwarz 1993, Gellini & Grossoni 1997). Sono citate frequenti le sovrapposizioni con le forme ibride di rovere (*Q. petraea* [Matt.] Liebl.); nei popolamenti in cui queste due specie sono mescolate, la loro determinazione può presentare delle difficoltà (Bussotti & Grossoni 1997) forse per l'alto tasso di introgressione.

Nell'ambito di *Q. pubescens*, Schwarz (1993) distingue in Flora Europea tre sottospecie:

- subsp. *pubescens*, in tutto l'areale tranne la Spagna e i Pirenei;
- subsp. *anatolica* O. Schwarz, della parte orientale della penisola balcanica e della Crimea;
- subsp. *palensis* (Palassou) O. Schwarz, dei Pirenei del Nord-Est e della Spagna.

Ancora Flora Europea associa inoltre alla roverella la presenza di un gruppo di specie per il territorio italiano, *Q. dalechampii* Ten., *Q. virgiliana* Ten., *Q. congesta* Presl. e *Q. sicula* Borzì (1911), data per dubbia nella Flora d'Italia (Pignatti 1982) e segnalata presente solo all'interno del Giardino Botanico di Palermo (Bussotti 1998).

In Sardegna la roverella (*Q. pubescens* Willd.) viene indicata presente da Gellini e Grossoni (1997) e questo è confermato di recente anche da Arrigoni (2006). Mossa et al. (1998), viceversa, ne escludono la presenza individuando, attraverso l'analisi di caratteri morfologici, singole specie di querce a foglie caduche quali *Q. lanuginosa* Thuil., *Q. congesta* C. Presl, *Q. virgiliana* Ten., *Q. amplifolia* Guss., *Q. dalechampii* Ten.

e *Q. ichnusae* (Mossa et al. 1998, Mossa et al. 1999, Bacchetta et al. 2004), nonché vari ibridi tra queste.

In effetti sin dal 1923 Beguinot riteneva presenti nell'Isola sia la *Quercus lanuginosa* che la *Quercus sessiliflora* e lo stesso Giacomini (1968), sottolineava come nella parte centrale e orientale dell'Isola sopravvivessero ancora "vigorosi e sovente giganteschi esemplari di rovere", riferendosi verosimilmente a relitti di antiche selve di roverella ormai purtroppo quasi del tutto scomparse.

Anche in base a queste ultime osservazioni è da confermare da una parte quanto indicato da Gellini & Grossoni (1997) circa la mancanza di validità tassonomica alle numerose entità proposte e, dall'altra, la presenza di una grande specie da indicare come *Quercus pubescens* Willd. Complesso caratterizzata da una grande variabilità di forme e da una elevata variabilità ecologica.

Attualmente l'area di vegetazione naturale della roverella in Sardegna interessa soprattutto le zone sub-montane e montane dell'area centro-settentrionale, in ambienti con esposizioni settentrionali, nell'ambito dell'orizzonte montano del climax della foresta di *Quercus ilex* (Arrigoni 1968, Arrigoni 2006).

In tale orizzonte, al di sopra degli 800 m s.l.m., è in grado di costituire popolamenti forestali anche estesi, puri o misti con elementi decidui del cingolo a *Quercus pubescens* e relitti del cingolo a *Laurocerasus* di Schmid (Schmid 1946, Schmid 1963).

La presenza della roverella nel climax degli arbusti montani prostrati ed in quello delle foreste miste di sclerofille sempreverdi, testimonia comunque di antiche espansioni e successivi ritiri della foresta decida di roverella, la cui permanenza è stata resa possibile dal concomitante verificarsi di particolari condizioni microclimatiche ed antropiche (Puxeddu 1997).

Materiali e metodi

Area di studio

L'area oggetto del presente studio è rappresentata dalla porzione cacuminale, dall'isoipsa di 1200 m s.l.m., dei Monti del Gennargentu (Sardegna centrale) che si estende su 10065 ettari - ricadenti nei territori comunali di Arzana (2100 ha), Desulo (2670 ha), Fonni (2420 ha) e Villagrande (2870 ha), e compresi tra gli assi viari della Strada Statale n° 389 (tratto Fonni-Villagrande) con il passo di Correboi a Nord-Est e della Strada Provinciale n° 7 (tratto Fonni-Desulo), con il passo di Tascusi a Nord-Ovest - e comprende un insieme di cime che raggiungono le quote



Fig. 1 - Popolamenti di roverella infraperti molto radi (Sottoarea 1: loc. Is Luas, Desulo).

più elevate dell'isola (Punta Lamarmora, m 1834; Bruncu Spina, m 1829).

Da lontano il Gennargentu appare un massiccio ondulato interrotto dalla depressione di Arcu Gennargentu (m 1659) risultando in realtà una cresta montana accidentata, molto inclinata sui fianchi, soprattutto a Nord e ad Est, con numerosi affioramenti rocciosi, messi a nudo dall'erosione.

Difatti i suoli del Gennargentu (litosuoli, *rankers* e *protorankers*) risultano in generale molto superficiali (Aru et al. 1991).

Il paesaggio geologico (Porcu 1982) è dominato in prevalenza da rocce metamorfiche paleozoiche determinate dall'orogenesi ercinica ed in particolare da scisti quarzoso-sericitici o filladico-quarzitici.

Dal punto di vista climatico l'area può essere inquadrata nell'ambito del clima mediterraneo freddo (Giacobbe 1958, Pinna 1954, Arrigoni 1968, 1988, 2006).

La specificità ambientale ed i caratteri del clima consentono nell'area la sopravvivenza di resti di una



Fig. 2 - Popolamenti di roverella infraperti molto radi (Sottoarea 2: loc. Su Pisargiu, Villagrande).

flora montana di origine terziaria che la Sardegna doveva ancora ospitare su più vaste superfici in epoca glaciale (Arrigoni 1988). Di questa flora restano specie forestali quali *Quercus pubescens* Willd., *Taxus baccata* L., *Ilex aquifolium* L., *Populus tremula* L., e altre entità non xerotermiche come *Ribes sandalioticum* Arrig., *Helleborus argutifolius* Viv., *Paeonia mascula* (L.) Miller ssp. *Russii* (Biv.) Cullen et Heywood, *Rhamnus alpina* L., *Digitalis purpurea* L., *Gentiana lutea* L., *Daphne oleoides* Schreber, *Scrophularia umbrosa* Dumort., *Ranunculus platanifolius* L. (Arrigoni 1968, 1988).

Il paesaggio forestale odierno del Gennargentu è molto diverso da quello che esisteva in passato quando doveva essere infatti rivestito da boschi almeno fino alle quote di 1600 - 1700 m s.l.m. e non è escluso che consistenti nuclei forestali fossero presenti fin presso le zone di cresta. Oggi a quote superiori i 1200 m s.l.m. si ritrovano solamente boschi relitti di roverella e, lungo le sponde dei torrenti, consorzi ripari dominati dall'ontano nero (*Alnus glutinosa* L.). Sotto le cime più elevate, accantonate nei siti più umidi, sopravvivono, inoltre, colonie sparse di tasso (*Taxus baccata* L.), soprattutto sul versante occidentale di Punta Lamarmora (loc. Su Sciusciu - Desole 1966, Arrigoni 1988) e agrifoglio (*Ilex aquifolium* L.).

Analisi cartografiche multitemporali, tipologia e caratteristiche strutturali dei soprassuoli

Lo studio del dinamismo è avvenuto secondo un approccio multitemporale che ha previsto l'utilizzo di dati telerilevati in momenti successivi (Citterio 2006) impiegando a tale scopo foto aeree ERSAT del 1977, successivamente georiferite utilizzando come base di riferimento la Carta Tecnica Regionale, e ortofoto digitali AIMA del 1997.

Mediante fotointerpretazione a video, con applicativo GIS (*Arcoview*), delle ortofoto 1997 e delle foto aeree 1977, si è proceduto a delineare, per poligoni omogenei (Carfagna & Gallego 1999), la distribuzione dei boschi di roverella rilevata rispettando i requisiti minimi di definizione di bosco contenuti nel D.L.vo 227/2001². Ciò ha permesso la redazione di apposita cartografia in scala 1:10000 alle date 1977 e 1997 e, attraverso la stratificazione delle carte prodotte, la redazione di una carta del dinamismo dei boschi di roverella riepilogativa delle informazioni sulle variazioni di superficie e di copertura nell'intervallo di tempo considerato.

2 - Requisiti: 0.2 ha di superficie minima, 20 % di copertura minima, 20 m di larghezza minima (De Natale et al. 2003).

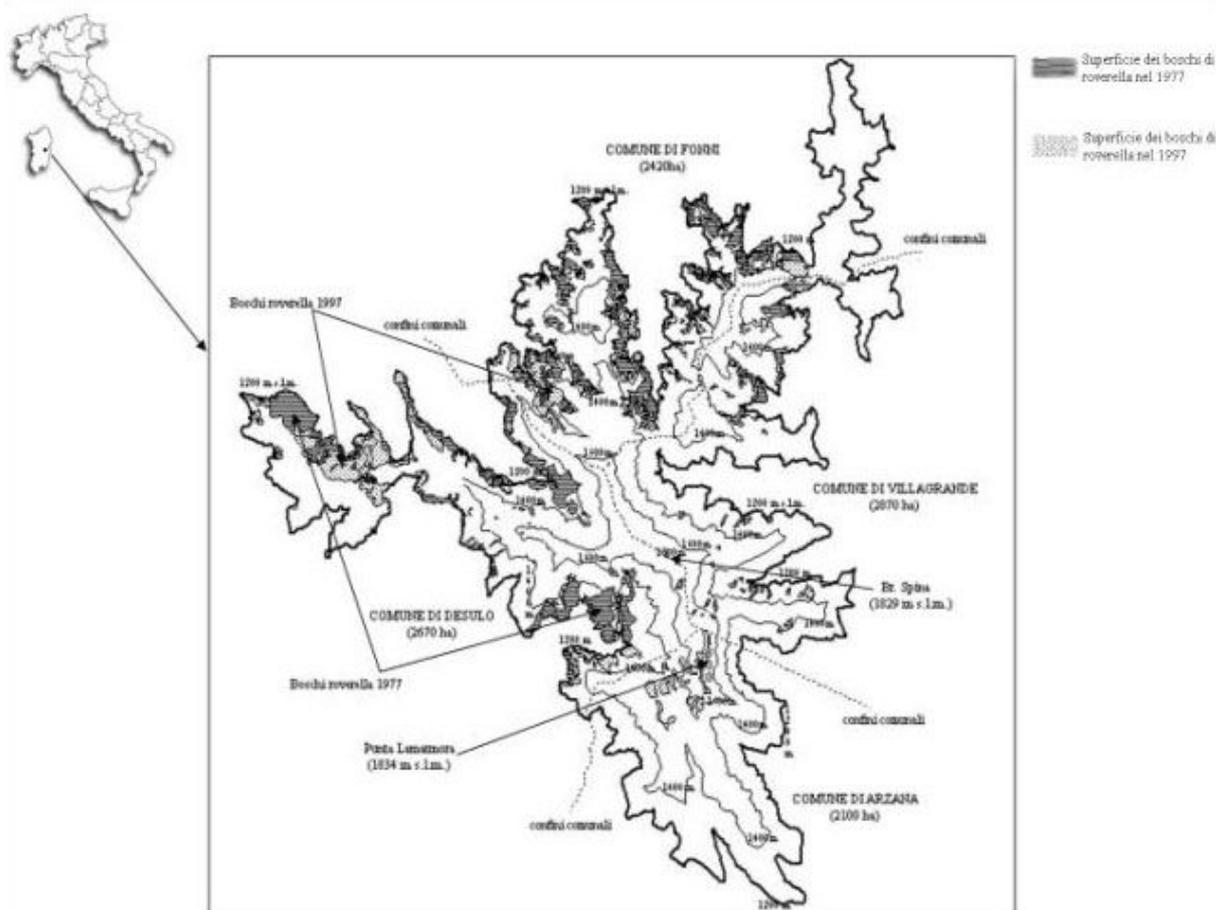


Fig. 3 - Distribuzione dei boschi di roverella ottenuta mediante fotointerpretazione, 1977 vs. 1997.

Osservazioni dirette di campagna avevano consentito di individuare tre tipologie prevalenti dei soprassuoli forestali presenti nell'area:

- popolamenti infraperti molto radi, con presenza di piante sparse di grandi dimensioni e assenza di rinnovazione naturale (Fig. 1 e Fig. 2);
- popolamenti in fase di espansione, con copertura estesa caratterizzata dalla presenza di numerosi individui di piccole dimensioni e con presenza di rinnovazione naturale;
- popolamenti soggetti ad utilizzazioni, caratterizzati dalla presenza di una componente agamica derivata da ceduzioni.

A questo è stato fatto riferimento per le indagini di dettaglio nei confronti delle caratteristiche strutturali dei popolamenti che sono stati indagati attraverso la localizzazione a terra, con GPS (*Garmin e-Trex*), di 20 aree di saggio dell'ampiezza variabile tra 400 e 1024 m², nelle quali sono stati eseguiti i principali rilievi demografici e dendrometrici.

Uno studio di dettaglio più approfondito ha ri-

guardato i popolamenti infraperti. All'interno di 2 sottoaree, tra loro vicine e ortogonali, individuate cartograficamente nel cuore dell'area di studio, ad una altitudine compresa tra i 1200 m s.l.m. e i 1450 m s.l.m., la prima con orientamento Nord Est - Sud Ovest (di 900 ha di superficie; 3600 m di lunghezza e 2500 m di larghezza), la seconda con orientamento Nord Ovest - Sud Est (di 750 ha di superficie; 3000 m di lunghezza e 2500 m di larghezza), si è rilevata, sempre con utilizzo dei dati telerilevati del 1977 e del 1997, mediante fotointerpretazione a video con

Tab. 1 - Superfici occupate dai boschi di roverella, suddivise per comuni e relative variazioni.

Anno	Comuni			
	Fonni	Desulo	Villagrande	Arzana
1977	473 ha	586 ha	206 ha	4 ha
1997	694 ha	684 ha	196 ha	58 ha
Variazione	+ 221 ha	+ 98 ha	- 10 ha	+ 54 ha

Tab. 2 - Caratteristiche dendrometriche delle principali tipologie di boschi di roverella. Note: G/ha = Area basimetrica ad ettaro; Hd = Altezza media piante piano dominante; dg = diametro medio di area basimetrica.

Tipologia forestale	AdS n°	Località	Comune	dg (cm)	Densità (p/ha)	G/ha (m ²)	Hd (m)
Popolamenti infraperti molto radi	1	Brunco Spina	Desulo	79	186	91.96	15
	3	Monte D'Iscuddu	Desulo	103	40	33.576	12
	5	Ombrosu	Desulo	111	80	78.069	11.5
	7	Is Luas	Desulo	104	89	75.508	11
	1	Su Pisargiu	Villagrande	115	59	61.322	16
	2	Su Pisargiu	Villagrande	81	89	46.026	8.5
	5	Genna Pedru Surdu	Villagrande	94	130	90.749	6
	1	Funt.na e sa Lua	Arzana	123	30	35.834	7.5
<i>Valori medi</i>	-	-	-	-	88	64.131	11
Popolamenti in fase di espansione	2	Punta Aspridda	Fonni	12	825	9.424	7.5
	4	Frainu Sa Uscione	Fonni	28	325	19.894	7.5
	5	Monte Spada	Fonni	40	207	25.938	10
	6	Monte Spada	Fonni	25	520	26.136	8.5
	4	Su Cabriolu	Desulo	17	950	21.305	8
	6	Armilue	Desulo	22.5	547	21.865	7
	3	Ba e Loccus	Villagrande	10.5	89	0.777	1.5
	4	Monte Bruttu	Villagrande	16.5	78	1.679	6
<i>Valori medi</i>	-	-	-	-	443	15.877	7
Popolamenti soggetti ad utilizzazioni	1	Monte Spada	Fonni	18	1075	27.096	9
	3	Genna Duio	Fonni	9	2125	12.741	4
	2	Pira Era	Desulo	21	1150	39.564	14.5
	6	Monte Bruttu	Villagrande	13	900	11.535	4
<i>Valori medi</i>	-	-	-	-	1313	22.734	8

applicativo GIS (*Arcview*), la distribuzione delle singole piante di roverella non ricadenti entro la definizione di bosco adottata pervenendo così ad un valore inventariale di densità.

Le sottoaree interessavano 1650 ha, ovvero circa il 16 % di tutta l'area di studio.

Risultati

Lo studio cartografico multitemporale ha posto in evidenza che nel periodo 1977-1997 la superficie dei boschi di roverella ha avuto un incremento di circa 360 ettari (4 % - Tab. 1 e Fig. 3), ma che tale variazione non è uniforme a livello di territorio comunale.

Dalla Tab. 2 si rileva che i popolamenti infraperti molto radi, presentano bassissime densità (88 piante/ha) e nel contempo alti valori di area basimetrica (64 m²/ha), per effetto delle notevoli dimensioni diametriche degli individui.

Nelle altre tipologie di bosco si sono riscontrate densità medie di 440 e 1300 piante/ha e valori di area basimetrica di 16 e 23 m²/ha, rispettivamente per i

popolamenti in fase di espansione e quelli soggetti ad utilizzazioni.

I risultati dell'inventario temporale 1977-1997 (Tab. 3) indicano che nell'ambito della sottoarea 1 localizzata nel Comune di Desulo, dal 1977 al 1997 si è verificata una diminuzione dell'area occupata dal bosco di circa 50 ha; nella seconda, localizzata nei Comuni di Villagrande e Fonni, nello stesso periodo l'area occupata dal bosco è cresciuta di circa 16 ha.

Riguardo la densità delle piante non ricadenti nella superficie a bosco, si evince che in entrambe le sottoaree questa ha subito una drastica riduzione (Tab. 3).

Nella Fig. 4 sono documentate le distribuzioni diametriche risultate all'interno delle tipologie strutturali di riferimento. Dalla lettura dei grafici si osserva come all'interno dei popolamenti infraperti sia assente qualunque prodromo di stadi diversi dalla fase successionale di senescenza.

I popolamenti in fase di espansione sono caratterizzati da strutture articolate e variabili imputabili

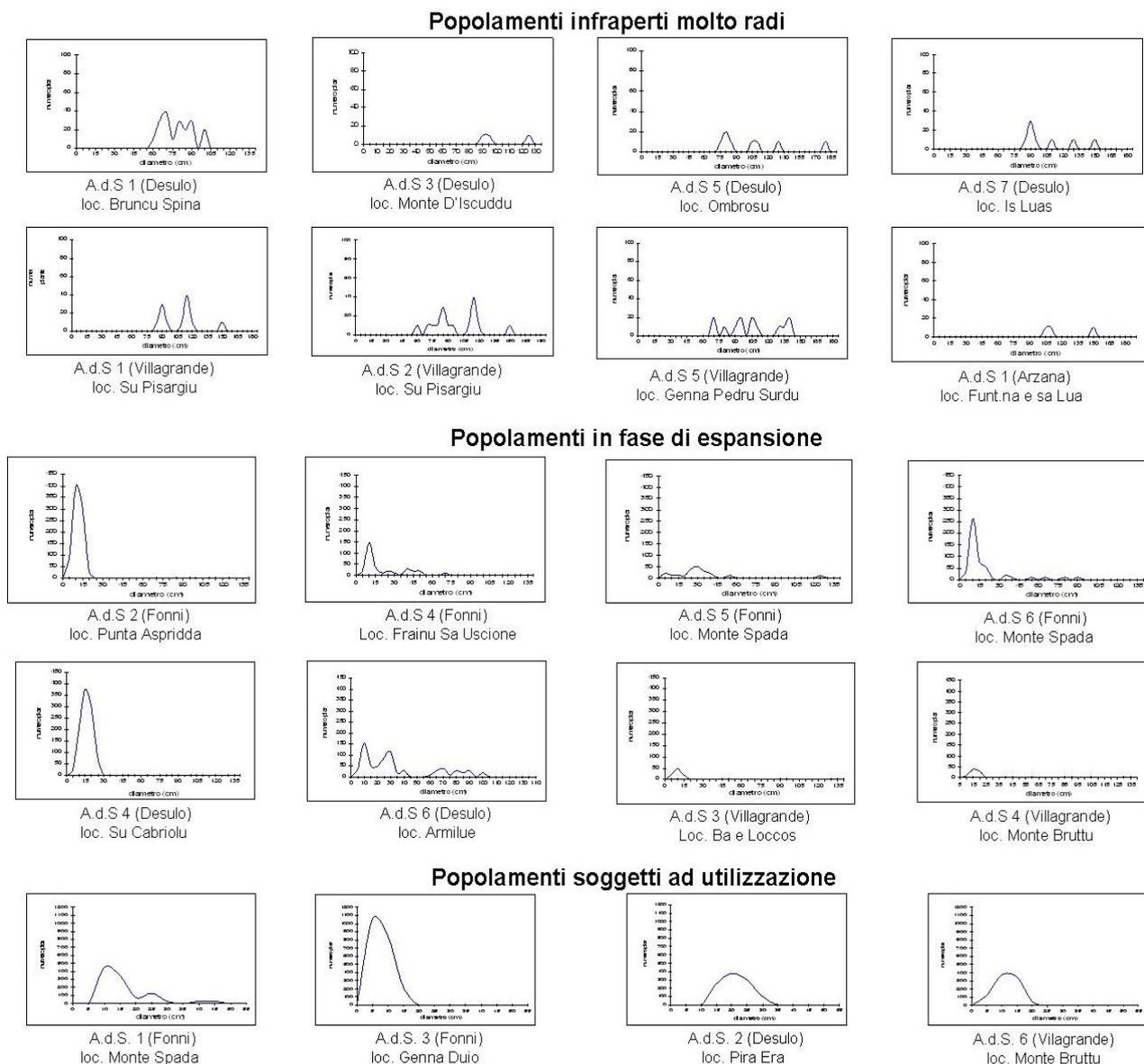


Fig. 4 - Distribuzioni diametriche per tipologia forestale, riportata ad ettaro, ottenute attraverso rilievi demo-

Tab. 3 - Risultati inventario temporale 1977 - 1997.

Sottoarea 1: Desulo (Superficie di 900 ha)	Anno	
	1977	1997
Superficie boscata (ha - D.L.vo 227/2001)	168	119
Superficie non boscata (ha)	732	781
Piante isolate (n. tot.)	1723	669
Piante isolate (n/ha)	2.35	0.86
Sottoarea 2: Villagrande-Fonni (Superficie di 750 ha)	Anno	
	1977	1997
Superficie boscata (ha - D.L.vo 227/2001)	41	56
Superficie non boscata (ha)	709	694
Piante isolate (n. tot.)	3160	553
Piante isolate (n/ha)	4.46	0.8

grafici e dendrometrici all'interno delle aree di saggio (A.d.S.).

alla storia ed alle modalità di espansione da parte del bosco stesso.

In riferimento ai popolamenti soggetti ad utilizzazioni, i grafici mostrano una distribuzione a campana, che corrisponde a popolamenti monostratificati tipici dei cedui coetanei.

Discussione e conclusioni

Il presente studio ha evidenziato che nell'area culminale dei Monti del Gennargentu nel periodo 1977-1997 si è assistito ad un'espansione dei boschi di roverella pari a circa il 4%. Tale espansione non risulta peraltro uniforme nei territori comunali interessati. Nel Comune di Villagrande la superficie dei boschi di roverella si è ridotta di circa il 5%.

Comunque considerando favorevolmente un'espansione media annua di 15 - 20 ettari, è lecito proporre una proiezione in positivo al 2007 di 150 - 180 ettari.

Nelle due sottoaree, che sono state individuate nella fascia altitudinale dove il cingolo a *Quercus pubescens* rappresenta, la fase finale della successione naturale (*forest dynamic*), la densità di individui adulti isolati nel corso del ventennio è passata da 3.4 piante/ha nel 1977 a 0.8 piante/ha nel 1997.

È evidente l'ulteriore drastica quanto veloce scomparsa (circa l'80%) di molte delle piante vetuste di roverella che ha portato ad una struttura somatica che sta sempre più assumendo una connotazione a mosaico, priva di continuità.

Il diverso andamento del fenomeno espansivo/riduttivo a livello di singole piante e di bosco è forse da mettere in relazione all'attività pastorale nell'intervallo di tempo considerato. La diminuzione dell'estensione dei boschi di roverella nel Comune di Villagrande infatti trova corrispondenza in uno dei carichi pascolivi più elevati di tutta l'area di studio.

Anche per il fatto che l'area ricade nell'ambito di un Parco Nazionale è assolutamente urgente sviluppare strategie di conservazione idonee alla salvaguardia delle popolazioni tuttora esistenti.

Considerando che la sostenibilità a lungo termine è strettamente correlata sia ai processi evolutivi che demografici, la strategia più efficace da adottare dovrà necessariamente trovare riferimento nell'integrazione delle informazioni eco-strutturali con quelle genetiche (Sork et al. 2002).

In questo senso hanno avuto avvio indagini che, attraverso l'impiego di marcatori molecolari ed il ricorso ad elaborazioni di calcolo di autocorrelazione spaziale, sono finalizzate alla caratterizzazione sotto il punto di vista genetico della popolazione montana

di roverella nel Gennargentu.

In attesa di questi risultati si indica essenziale procedere fin da ora: a) all'emanazione di una legislazione atta alla tutela assoluta delle piante attualmente presenti e b) alla raccolta di lotti di seme dalle singole piante per la produzione di materiale vivaistico di propagazione da reintrodurre nell'area stessa.

Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano vivamente gli Ufficiali del Corpo Forestale e di V.A. S. Crisponi e M. Cannas per la fattiva collaborazione prestata sia nei rilievi in campo che nelle elaborazioni GIS e tutti coloro che con passione a qualunque livello hanno reso possibile questo lavoro.

Bibliografia

- Arena M (1958). Ricerche sul ciclo riproduttivo di specie del genere *Quercus* della flora italiana. III. Contributo alla biologia di *Quercus pubescens* Willd. In Sicilia. Ann. Acc. It. Sci. For. 7: 259-289.
- Arrigoni PV (1968). Fitoclimatologia della Sardegna. Webbia 23: 1-100.
- Arrigoni PV (1988). Area culminale del Gennargentu. In: Biotopi di Sardegna. Delfino editore, Sassari, pp. 267-286.
- Arrigoni PV (2006). Flora dell'isola di Sardegna. I. Delfino editore, Sassari.
- Aru A, Baldaccini P, Vacca A (1991). Carta dei suoli della Sardegna. Regione Autonoma della Sardegna.
- Bacchetta G, Biondi E, Farris E, Filigheddu R, Mossa L (2004). A phytosociological study of the deciduous oak of Sardinia (Italy). Fitosociologia 41 (1): 53-65.
- Beguinet A (1923). La macchia foresta in Sardegna ed i suoi principali tipi. Bull. Ist. Bot. Univ. Sassari I: 7.
- Borzi A (1911). Le querce della flora italiana. Boll. Reale Orto Bot. Giardino Colon. Palermo 5: 140-142.
- Bussotti F, Grossoni P (1997). Querce europee e mediterranee: problemi tassonomici. Italia Forestale e Montana 4: 240-260.
- Bussotti F (1998). La roverella. *Quercus pubescens* Willd. (Famiglia *Fagaceae*). Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi 33: 27-31.
- Camus A (1936). Les Chênes: Monographie du genre *Quercus*, I-II. P., Lechevalier ed., Paris.
- Carfagna E, Gallego FJ (1999). Thematic maps and statistics. In: Land cover and land use information systems for European Union policy needs. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, pp. 219-228.
- Citterio G (2006). Dinamismo dei boschi di roverella nei Monti del Gennargentu. Università degli Studi di Firenze. Tesi di Laurea in Scienze Forestali e Ambientali.

- De Natale F, Gasparini P, Puzzolo V, Tosi V (2003). Stima del grado di copertura forestale da ortofoto e applicazione della definizione di bosco negli inventari forestali. *L'Italia Forestale e Montana*, 4: 289-300.
- Desole L (1966). Distribuzione geografica dell' *Ilex aquifolium* L. e del *Taxus baccata* L. in Sardegna. *Bull. Ist. Bot. Univ. Sassari* 7: 3 - 67.
- Gellini R, Grossoni P (1997). *Botanica Forestale*. Vol. II: 5-200. CLUSF, Firenze.
- Giacobbe A (1958). Ricerche ecologiche sull'aridità nei paesi del Mediterraneo occidentale. *Webbia* 14: 81-159.
- Giacomini V (1968). Le paysage végétal de la Sardaigne septentrionale. *Vegetatio* 15: 213-222.
- Giannini R, Raddi P (2000). Genetica e conservazione di piante forestali relitte e minacciate. Atti del 4° Convegno Nazionale Biodiversità: Germoplasma locale e sua valorizzazione, Alghero 8-11 Settembre 1998, pp. 159-169.
- Mossa L, Bacchetta G, Brullo S (1998). Considerazioni tassonomiche sulle querce caducifoglie della Sardegna. *Monti e Boschi* 2: 41-46.
- Mossa L, Bacchetta G, Brullo S (1999). *Quercus ichmusae* (Fagaceae), a new species from Sardinia. *Israel Journal of Plant Sciences*, 47: 199-207.
- Pignatti S (1982). *Flora d'Italia*. Vol. I. Edagricole, Bologna.
- Pinna M (1954). Il clima della Sardegna. *Libr. Goliardica, Pisa*.
- Porcu A (1982). Idrogeologia del Gennargentu. *Boll. Soc. Sar. Sci. Nat.* 21: 103-122.
- Puxeddu M (1997). La roverella in Sardegna. Una latifolia da valorizzare. *Notiziario Forestale* 7: 14-17.
- Schmid E (1946). Flora und Vegetation der Gebirge Sardiniens. In: Rikli M. (1946), *Das Pflanzenkleid der Mittelmeerländer*, 556-571.
- Schmid E (1963). Fondamenti della distribuzione naturale della vegetazione mediterranea. *Arch. Bot. Biogeogr. Ital.* 39:1-39.
- Schwarz O (1993). *Quercus* L. In: *Flora europea*, vol. I, 2nd edn (Tutin TG, Burger VH, Valentine DH, Walters SM, Webb DA eds). Cambridge University Press, pp. 72-76.
- Sork VL, Davis FW, Smouse PE, Apsit VJ, Dyer RJ, Fernandez MJF, Kuhn B (2002). Pollen movement in declining populations of California Valley oak, *Quercus lobata*: where have all the fathers gone? *Molecular Ecology* 11: 1657-1668.