

PIANO SUGHERICOLO NAZIONALE

MINISTERO DELL'AGRICOLTURA, DELLA SOVRANITA' ALIMENTARE E DELLE FORESTE

Autori: Alberto Manzo e Pietro Oieni (MASAF Ufficio Difor III), Tommaso La Mantia (Uni-Palermo), Andrea Lentini (Uni-Sassari), Sara Maltoni (Agenzia Forestas), Giuseppe Pignatti (CREA) (coordinamento)

Sandro Dettori, Antonio Franceschini, Bruno Scanu (Uni-Sassari), Giovanna Sala, Donato Salvatore La Mela Veca (Uni-Palermo), Andrea Cutini (CREA) Maria Giua, Clizia Sechi, Pino Angelo Ruiu, Marzeddu Gianfranco, Franco Pampiro (AGRIS), Manuela Romagnoli, Maurizio Sabatti (Uni-Toscia), Antonio Casula (CFVA), Manuela Manca (Agenzia Forestas) e Giovanni Piras (AGRIS), Giuliano Patteri, Maria Bonaria Careddu e Maurizio Caddeo (Regione Sardegna), Domenico Corradetti, Stefania Borghetti e Gennaro Buonauro (FederlegnoArredo), Diego Florian e Ilaria Dalla Vecchia (FSC Italia), Elisabetta Gravano (Regione Toscana), Luca Sala (Coldiretti), Battista Giannottu (Federforeste), Antonio Brunori (PEFC Italia), Antonio Saracino (Uni-Fed.II-Napoli), Confagricoltura.

Sommario

Premessa	4
Cap 1 - Gli orientamenti delle politiche europee e nazionali di rilievo per la sughericoltura	5
1.1 Gli orientamenti delle politiche europee di rilievo per la sughericoltura	5
1.2 Gli orientamenti delle politiche nazionali di rilievo per la sughericoltura	6
Cap 2 – Morfologia e Ecologia.....	7
2.1 Morfologia e istologia	7
2.2 Filogeografia.....	11
2.3 Ecologia.....	14
Cap 3 - Tipologie forestali e habitat	17
3.1 Tipologie forestali.....	17
3.2 Le sugherete italiane come habitat di interesse comunitario	21
3.2.1 Descrizione degli habitat	22
3.2.2 Presenza, stato di conservazione e criticità.....	22
3.2.3 Misure gestionali degli habitat a sughera (in generale e nei siti Natura 2000).....	23
3.3 Misure economiche finalizzate alla gestione degli habitat nei siti Natura 2000 della Sardegna: i quadri di azioni prioritarie (prioritised action frameworks, PAF)	23
Cap 4 – La fase forestale: sistemi agroforestali e silvopastorali, foreste e piantagioni	25
4.1 Distribuzione, superficie, dinamica e caratteristiche colturali delle sugherete.....	25
4.2 Dinamismo delle superfici a sughera.....	28
4.3 Governo e trattamento	30
4.4 Biodiversità e gestioni speciali	31
4.5 Le cause del progressivo degrado dei sistemi agroforestali	31
4.5.1 Modesto tasso di rinnovazione naturale della sughera.	31
4.5.2 Benessere e condizioni fitosanitarie	35
4.6 Restauro dei sistemi agro-silvopastorali o silvopastorali	42
4.7 Descrizione e restauro dei sistemi silvani.....	48
4.8 Rimboschimenti e piantagioni	53
4.9 Irrigazione.....	56
Cap 5 – Conservazione e materiali di moltiplicazione	58
5.1 Conservazione ed impiego dei materiali di moltiplicazione dei boschi di sughera in italia	58
5.2 Vivaistica e quadro della normativa a livello nazionale e regionale	60
5.3 La certificazione del materiale forestale di moltiplicazione della quercia da sughero	62
Cap 6 - Aspetti produttivi della filiera del sughero	63
6.1. Proprietà e caratteristiche della raccolta.....	63
6.2 I dati sulla produzione di sughero.....	67
6.3 Utilizzazioni	69
6.3.1 Chiusure enologiche	69
6.3.2 Edilizia.....	74
6.3.3. Altri prodotti in sughero	76

6.4 Le imprese di trasformazione del sughero.....	77
6.5 Il valore del comparto sughericolo	79
6.6 Il commercio internazionale	80
6.8. Certificazione della Gestione Forestale Sostenibile e dei Servizi ecosistemici.....	83
Cap 7 - Le politiche e le normative	87
7.1 Gli orientamenti delle politiche europee di rilievo per la sughericoltura	87
7.2 La sughericoltura nella normativa nazionale	88
7.3 La sughericoltura nella normativa regionale	89
7.3.1 Sardegna	89
7.3.2 Toscana.....	91
7.3.3 Sicilia.....	91
7.4 Normativa sulla difesa con l'impiego del mezzo aereo	92
7.5 Le politiche dello sviluppo rurale.....	93
Cap 8 - Conclusioni: necessità per lo sviluppo e la gestione delle sugherete e della filiera subericola	97
8.1 Produttività e resilienza delle sugherete	97
8.1.1 Aumentare la base produttiva delle sugherete	97
8.1.2 Aumentare la resilienza dell'ecosistema sughereta	99
8.2 Competitività della filiera sughericola.....	100
8.2.1 Migliorare la qualità del prodotto	101
8.2.2 Migliorare la qualificazione professionale degli addetti operanti nel settore sughericolo	101
8.2.3 Marketing, certificazione e migliore accesso al mercato.....	102
8.3 Coordinamento istituzionale.....	102
8.3.1 Migliorare la governance territoriale	102
8.3.2 Coordinamento istituzionale e cooperazione internazionale	102
8.4 Conoscenza e basi informative	103
8.4.1 Colmare il vuoto conoscitivo sulla risorsa sughericola	103
9. Bibliografia citata e di riferimento	104
Appendice.....	116

Premessa

La quercia da sughero è una specie forestale edificatrice di silvosistemi che, per quanto di rado naturali, risultano fondamentali per il paesaggio e l'ambiente di molte aree mediterranee. Infatti, queste foreste assicurano la costante copertura del suolo come conseguenza di un'utilizzazione del bosco che prevede la raccolta del sughero ma non il taglio degli alberi, mentre il grande potere coibente del ritidoma e l'elevata capacità pollonifera le consentono non solo di controllare l'evapotraspirazione e resistere a freddo e vento ma anche di raggiungere livelli elevati di resilienza riprendendosi rapidamente dopo il passaggio del fuoco. La specie partecipa alle associazioni vegetali pirofite e colonizza suoli da acidi a neutri, con tessitura grossolana, poveri di basi scambiabili e, in generale, di nutrienti.

Sin dall'antichità l'uomo ha scoperto l'elevato valore nutritivo delle ghiande e, nel caso della sughera, anche le peculiarità della corteccia utilizzata per produrre contenitori per liquidi, galleggianti per reti da pesca, tappi, materiale isolante, ecc.; e proprio all'azione protettrice dell'uomo è imputabile la presenza della sughera anche in ambienti dove altre specie risultano ecologicamente più competitive: il leccio in Sardegna, la quercia delle Canarie nel Nord Africa, il pino marittimo in Corsica, ecc. La costante pressione dell'uomo sulla specie e sui sistemi naturali che la ospitano fa sì che sia difficile applicare alle sugherete le norme di gestione proprie della selvicoltura, e sia più facile comprenderne le problematiche se molti soprassuoli sono inquadrati nell'ambito dell'agroselvicoltura (*agroforestry*).

Infatti, in tutto l'areale è diffuso un antico paesaggio bio-culturale scaturito da un tradizionale modello di uso del suolo, fortemente legato ai saperi locali: i sistemi agroforestali e silvopastorali, dove un piano arboreo quercino a copertura variabile sovrasta colture cerealicole e da foraggio (*montados* in Portogallo, *dehesas* in Spagna e *azaghar* in Marocco). Anche i pascoli arborati di Sardegna e Sicilia, formazioni irregolari con rinnovazione in prevalenza agamica per la presenza di attività pastorali, possono essere inclusi in questi sistemi. Quelli costruiti intorno alla sughera, hanno a lungo rappresentato un compromesso sostenibile ed equo per le aree rurali dotate di un importante patrimonio ambientale e culturale (progetto CE CreOak, 2009).

D'altra parte, il rapido incremento demografico e il conseguente potenziamento delle attività agricole in corso nel Maghreb spinge il Nord Africa verso un nuovo ciclo di deforestazione, mentre in Europa è l'infrastrutturazione territoriale e il trend decrescente del prezzo del sughero a porre le basi per un collasso dell'ecosistema e del paesaggio. La vulnerabilità dei sistemi agroforestali e silvopastorali e la necessità di elaborare nuovi modelli di gestione forestale sostenibile sono ormai riconosciute da tecnici e ricercatori di ogni nazionalità (Joffre et al, 1999; López-Albacete, 2007; Acácio et al, 2009; Sedda et al, 2011; Acácio e Holmgren, 2014): le superfici a sughera diminuiscono o sono usurate e frammentate, le foreste si trasformano in pascoli arborati e macchia, le produzioni di sughero mostrano un andamento irregolare nel contesto di un trend decrescente e i popolamenti sono soggetti a un generale stato di degrado riconducibile al complesso quadro dell'*Oak decline*, comune a molte foreste quercine europee (IOBC/WPRS *Working group "Integrated Protection in Oak Forests"*, 2004; Camarda et al, 2016).

Le ricerche, fortunatamente sempre più numerose e interdisciplinari, individuano nella semplificazione degli ecosistemi e nell'eccessivo sfruttamento della componente arborea le cause primarie del degrado: sovrappascolamento con mancata regolamentazione di carichi e turni, lavorazioni meccaniche del suolo con semina di essenze foraggiere e cereali per alimentazione umana, sfruttamento intensivo dell'albero per l'utilizzo di altezze di decortica eccessive, carenza di manodopera specializzata nelle tecniche estrattive con danneggiamento del cambio subero-fellodermico, periodico verificarsi di incendi estivi di vaste proporzioni e forte intensità spesso legati all'abbandono di foreste non più produttive. L'azione negativa delle attività antropiche è esaltata dal cambiamento climatico (Costa et al, 2016; Oliveira et al, 2016) col sempre più frequente verificarsi di annate siccitose che hanno indebolito i popolamenti di una specie "oceanica" come la sughera; in queste condizioni la rinnovazione naturale risulta molto limitata e i soprassuoli sono colpiti con preoccupante frequenza da parassiti di debolezza, rappresentati soprattutto da funghi ma anche da virus e micoplasmi

È noto che la specie assume, in Italia, un ruolo centrale soprattutto in Sardegna, regione che ospita l'intera filiera per la presenza di estese foreste e di un'efficiente industria di trasformazione. Le superfici a sughera dell'Isola hanno subito lo stesso contrazione registrata a livello internazionale anche se il degrado dei soprassuoli è stato in parte attenuato per la presenza di una normativa lungimirante: L. 759/56, "Norme in materia di coltivazione, difesa e sfruttamento della sughera"; L.R. n. 13/59, "Disciplina e incoraggiamento della selvicoltura e in particolare della sughericoltura"; L.R. n. 37/89, "Disciplina e provvidenze a favore della sughericoltura e

dell'industria sughericola"; L.R. n. 4/94 "Disciplina e provvidenze a favore della sughericoltura e modifiche alla legge regionale 9 giugno 1989 n. 37, concernente "Disciplina e provvidenze a favore della sughericoltura e dell'industria sughericola" e Legge forestale della Sardegna n. 8/2016". Sempre negli anni Novanta un importante supporto alla sughericoltura è venuto dalla riforma Mac Sharry della PAC con l'introduzione dei Regolamenti CEE 2080/92 e 1257/99 che, in Sardegna, hanno visto gli imprenditori agricoli privilegiare decisamente la sughera, sia nelle nuove piantagioni che nelle ricostituzioni boschive.

Ciononostante, gli ultimi dati statistici mostrano, a livello nazionale, un arretramento della filiera con riduzioni nel numero di imprese e addetti, incremento dell'export di sughero naturale e dell'import di tappi, soprattutto dai paesi iberici.

Questo allegato al (Nuovo) Piano Sughericolo Nazionale vuole contribuire al processo di aggiornamento della precedente versione del Piano, alla luce non solo delle più recenti acquisizioni scientifiche ma anche di dati e informazioni inediti, in parte tratti dall'esperienza pratica di imprenditori agricoli e forestali, di commercianti/intermediari e di artigiani/industriali, in parte da ricerche e sperimentazioni anche non pubblicate. L'obiettivo è quello di offrire una sintesi puntuale ed elementi di novità per guidare i programmi di ricerca e le decisioni politiche in materia di conservazione, restauro e gestione sostenibile del paesaggio, premesse indispensabili per il rilancio della filiera nazionale della sughera e del sughero.

Cap 1 - Gli orientamenti delle politiche europee e nazionali di rilievo per la sughericoltura

1.1 Gli orientamenti delle politiche europee di rilievo per la sughericoltura

I prodotti non legnosi come il sughero rappresentano una risorsa strategica di primaria importanza per il perseguimento degli ambiziosi obiettivi fissati dalle politiche europee, finalizzate all'uso sostenibile delle risorse ambientali, alla conservazione della biodiversità, alla bioeconomia circolare, al turismo sostenibile, alla transizione energetica ed alla costruzione di ecosistemi resilienti. Una sintesi delle più rilevanti politiche che attualmente influenzano il settore dei prodotti non legnosi, e dunque del sughero, è proposta nel Libro Bianco sui Prodotti Non Legnosi di recente pubblicazione (Martinez et al, 2021), se ne elencano alcune:

Il **Green Deal europeo** (2019) mira alla transizione verso un'economia a emissioni zero, circolare e *bio-based*. Il sughero può sostituire significativamente materiali non rinnovabili e ad elevato impatto ambientale in numerose applicazioni industriali, dall'edilizia alla nautica, dall'aerospaziale al tessile, addirittura nella cosmetica e in tanti altri settori. Le strategie di sviluppo ed il marketing territoriale e di prodotto dovrebbero evidenziare questa valenza a tutti i livelli.

La **Strategia Forestale dell'UE** (2021) mira a promuovere la gestione sostenibile delle foreste a sostegno della conservazione della biodiversità e della mitigazione del cambiamento climatico e di altri servizi ecosistemici, nonché della crescita sostenibile e la creazione di posti di lavoro a sostegno dello sviluppo rurale. Il sughero è menzionato esplicitamente insieme ad altri prodotti non legnosi quale componente fondamentale di filiere locali ad alto valore sociale ed ambientale.

La **Politica Agricola Comune (PAC) post 2020** fissa rinnovate ambizioni di "sostenibilità, e salvaguardia della posizione dell'agricoltura al centro delle politiche socio economiche dell'UE", e sostenendo "il futuro economico degli agricoltori attraverso la promozione di un settore agricolo intelligente, resiliente e diversificato che rafforzi il tessuto socio-economico delle aree rurali". Le filiere sughericole ed agroforestali sono ottimi esempi di diversificazione del reddito agricolo e forestale, di sostegno ad un'agricoltura complessa e multifunzionale, che pone le persone al centro di un modello di sviluppo delle aree rurali e degli ecosistemi naturali.

La **Nuova Strategia Industriale per l'Europa** (2020) e in particolare la "Mid Century Vision 2050" identificano tra le sfide chiave l'aumento della sostenibilità, la riduzione delle emissioni e la circolarità delle industrie chimiche europee. Il sughero rappresenta una opportunità per le industrie che intendono perseguire queste finalità in diversi settori industriali.

La **Strategia dell'UE per la biodiversità fino al 2030** fissa obiettivi ambiziosi per la *protezione della natura e il contrasto al degrado degli ecosistemi* e mira a: espandere e gestire efficacemente le aree protette (fino a coprire

il 30% del territorio); espandere le pratiche agro-ecologiche (fino a oltre il 25% del territorio produttivo); ridurre l'uso di pesticidi del 50%; e ripristinare i terreni con pratiche di gestione biologica. Le sugherete, come descritto in seguito, rappresentano habitat di importanza comunitaria di numerosi siti facenti parte della rete natura 2000, circa 30 su 93 SIC solo in Sardegna.

L'**Azione per il clima dell'UE**, al centro del *Green Deal* europeo, pone l'obiettivo della neutralità climatica per il 2050 mediante una gestione forestale attiva e multifunzionale, una selvicoltura climate-smart, la sostituzione di prodotti non rinnovabili con prodotti rinnovabili, l'integrazione tra attività forestali e agricole e per paesaggi più resilienti al cambiamento climatico.

Il **Programma strategico sulle foreste mediterranee** (2013) elaborato nel gruppo Silva Mediterranea della FAO, evidenzia l'importanza che le politiche per la gestione forestale siano strettamente coordinate alle strategie di sviluppo socioeconomico. Ciò significa integrare il livello paesaggio/territorio nelle politiche e rafforzare la partecipazione dei portatori d'interesse (*stakeholders*). Proprio il coinvolgimento di questi ultimi appare uno degli elementi più critici. Gli obiettivi principali attorno ai quali sviluppare le politiche per i boschi mediterranei, di cui le sugherete sono una parte importante se si considera la loro rilevanza socioeconomica, sono:

- sviluppo e promozione di beni e servizi dalla foresta (produzione sostenibile, rafforzamento del ruolo delle foreste nello sviluppo rurale, promozione di obiettivi di *governance* a livello di paesaggio);
- maggiore resilienza al cambiamento climatico (prevenzione incendi, gestione risorse genetiche e biodiversità per rafforzare l'adattamento, ripristino di paesaggi forestali degradati);
- rafforzare capacità e mobilitare risorse (sviluppo conoscenze, istruzione e comunicazione, rafforzamento cooperazione internazionale, adattare sistemi di finanziamento esistenti e sviluppare meccanismi innovativi).

1.2 Gli orientamenti delle politiche nazionali di rilievo per la sughericoltura

Il quadro nazionale con riferimento alle sugherete ed al sughero è cambiato radicalmente grazie ad una serie di congiunture che stanno portando alla attenzione del mondo forestale, ma anche di altri settori della società civile, il sughero e quindi le sugherete, ci riferiamo in particolare al settore della bioedilizia e dell'utilizzo nel settore enologico. Quest'ultimo settore, seppure antico e con alcune problematiche, è rilanciato dalle moderne opportunità determinate dallo sviluppo di nuovi prodotti.

Testimone di questo processo è la Strategia Forestale Nazionale (SFN) che cita la parola sughero o sughericoltura numerose volte all'interno del documento e in particolare tra i servizi ecosistemici e "Tra i servizi di supporto alla vita e di approvvigionamento rientra anche la fornitura di prodotti legnosi e di altri prodotti spontanei del bosco (sughero, funghi, tartufi, ecc.), e la cui domanda è costantemente in crescita.". Inoltre, sempre nella SFN "tra le principali caratteristiche del settore forestale italiano" viene indicato come il "Settore della castanicoltura, della tartuficoltura e della sughericoltura" ricoprono un importante ruolo ambientale, socioeconomico e di conservazione paesaggistico - culturale locale. Lo stesso documento considera, inoltre, per la loro importanza economica e ambientale e l'attinenza al settore forestale, anche la filiera pioppicola e dell'arboricoltura da legno, della castanicoltura e della sughericoltura. La suddetta strategia individua ancora una "Azione Specifica", la A.S.9.2 "Agroselvicoltura, sistemi agroforestali e sughericoltura" a sua volta dettagliata in una sotto azione la A.S. 9.2 specifica sulla "Valorizzazione della sughericoltura e dei sistemi agro-silvo-pastorali con presenza di sughera".

Tra gli Indicatori per le Azioni Specifiche della SFN viene ulteriormente dettagliato quali sono gli indicatori da utilizzare per una valutazione delle sugherete ma anche della sughericoltura come riportato nella tabella che segue.

Tabella 1.1 – Indicatori riportati nel documento della Strategia Forestale Nazionale.

9.2 - Valorizzazione della sughericoltura e dei sistemi agro-silvo-pastorali con presenza di sughera	Unità di misura	Rilevamento	Fonte
1. Superficie sughericoltura e sistemi agro-silvo-pastorali con presenza di sughera distinta per Regione e Provincia autonoma	ettari	annuale	Mipaaf, Mite, Regioni
2. Risorse pubbliche impegnate per filiera della sughericoltura e sistemi agro-silvo-pastorali con presenza di sughera distinte per Stato, Regione e Provincia autonoma e strumento finanziario	euro	annuale	Mipaaf, Mite, Regioni
3. Risorse pubbliche impegnate per filiera della sughericoltura distinte per Stato, Regione e Provincia autonoma e strumento finanziario	euro	annuale	Mipaaf, Mite, Regioni

La Strategia Forestale Nazionale richiama a sua volta il TUFF (Testo unico in materia di foreste e filiere forestali) che all'art. 4 nelle "Aree assimilate a bosco" include le sugherete ma nel contempo ribadisce che sono consentiti gli interventi colturali contribuendo a sgombrare il campo da un equivoco che, purtroppo, a causa dei processi di abbandono, si determina in alcuni contesti nei quali il recupero delle sugherete viene interpretato come un'azione di contrasto ai processi naturali di rinaturalizzazione. Inoltre, sono stati prodotti studi importanti a livello regionale (citati nel documento) e a livello nazionale ad opera del CREA (Cutini et al, 2019) e a livello internazionale (progetto INCREDIBLE -INNOVATION Networks of Cork, Resins and Edibles in the Mediterranean basin, <https://www.incredibleforest.net>).

Il documento, che segue che integra e rielabora il documento preparato in precedenza dai colleghi nel 2017, pur analizzando gli aspetti legati alla "naturalità" della sughera che è un elemento strutturale importante delle cenosi forestali, ne ribadisce l'assoluta "artificialità". Le sugherete, infatti, sono frutto della azione secolare di modifica degli habitat forestali mediterranei che hanno consentito alla sughera di prevalere su altri elementi forestali. Questa incessante opera di modifica ad opera dell'uomo ha però determinato la "creazione" di habitat che mantengono un elevatissimo valore in termini di biodiversità e di paesaggio, valore che è riconosciuto nell'inserimento tra gli habitat della omonima Direttiva. Si consideri che oggi le specie di piante e animali maggiormente minacciate nel Mediterraneo sono quelle legate proprio agli agro e silvosistemi.

Cap 2 – Morfologia e Ecologia

2.1 Morfologia e istologia

La quercia da sughero è una sempreverde appartenente alla famiglia delle Fagacee, capace di raggiungere un'altezza media di 15-20 metri, con la possibilità, negli individui isolati, di superare i 25 metri. Di norma nelle sugherete pure, adulte, si registrano altezze di 8 – 10 m. È possibile, ma non frequente, rintracciare alberi monumentali, con età stimate di 2-3 secoli; il ricorrente passaggio del fuoco, situazione frequente in Sardegna, ostacola la formazione di individui e soprassuoli stramaturi. L'albero ha una crescita lenta e un'alta longevità, come molte altre querce, con una durata della vita di 250-300 anni (Arosa et al, 2017).

Le foglie cadono nel corso del secondo anno. Sono semplici, alterne, coriacee, ovato-lanceolate con un margine ornato costituito da 4-7 coppie di denti acuti corrispondenti alle nervature secondarie. Una volta mature, sono lucide e verde scuro sulla superficie superiore, tomentose e bianche su quella inferiore, con un picciolo corto. Il frutto è una ghianda ovale allungata, protetta per circa la metà da una cupula brevemente pedunculata con scaglie di colore grigio, tomentose, liberamente divergenti. La fruttificazione inizia quando la pianta ha circa 15 anni, diventa abbondante a partire dal suo trentesimo anno e continua ben oltre 100 anni di età. Dalla conoscenza empirica e gli studi in corso sulla fioritura e sulla fruttificazione (Varela, 2000) è noto che annate di pasciona si verificano da due a cinque volte in un periodo di dieci anni, a seconda del sito e delle condizioni ecologiche. Il ciclo riproduttivo della *Q. suber* è decisamente articolato; infatti, come altre specie della sezione *Cerris* è capace di produrre ghiande con ciclo di maturazione annuale (6-8 mesi) o biennale (18-20 mesi); la simultaneità dei due tipi di frutto sulla stessa pianta incrementa la probabilità di ibridazione e introgressione imponendo l'accurata separazione delle due tipologie (Varela, 2017).

La quercia da sughero ha una radice principale profonda, con robuste ramificazioni laterali, che possono raggiungere qualche metro di profondità nel terreno sufficientemente permeabile.

La caratteristica peculiare della specie è la formazione, a partire dal meristema secondario (cambio subero-

fellodermico o fellogeno) di un ritidoma di grande spessore con incrementi che, a partire da valori iniziali di $3\div 4$ mm anno^{-1} , si riducono progressivamente sino ad attestarsi intorno a $2\div 2,5$ mm anno^{-1} . In caso di stress severi, per carenza idrica o regime termico inadeguato, i fotosintetati sono polarizzati verso il sughero piuttosto che verso il legno (Abeltino et al, 2003), registrandosi comunque un rallentamento nel ritmo di accrescimento che delinea uno scenario critico per le aree a minore piovosità (Costa et al, 2016). L'iniziale ritidoma mostra una struttura irregolare e risulta ricco di solchi e fenditure, presenta una consistenza spugnosa ed è solcato da profonde fessure longitudinali assumendo un colore grigio chiaro esternamente e rossastro internamente (Fig. 2.1); questo primo ritidoma, dai pratici denominato “sughero maschio” o “sugherone”, viene allontanato con l'operazione di demaschiatura o messa in produzione, che la vigente normativa (Legge 18 luglio 1956, n. 759; per la Sardegna, legge regionale 9 febbraio 1994, n. 4) consente al raggiungimento di una circonferenza, misurata soprascorza, di 60 cm ad un'altezza di 130 cm da terra (il che equivale a un diametro del fusto, scorza compresa, di circa 20 cm). L'altezza di decortica sarà al massimo pari a due volte la circonferenza.

La durata del periodo improduttivo oscilla in misura importante in funzione delle tecniche di impianto, delle successive cure colturali e della fertilità stagionale, potendo oscillare tra i 15 anni del pollone o della fustaia realizzata su ex seminativi con tecniche intensive, ai 50 anni della semina a spaglio su suoli superficiali preparati con semplice zappettatura.

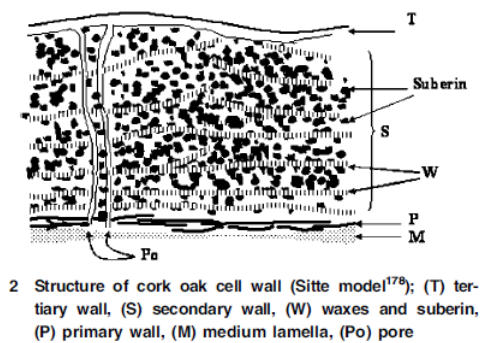


Figura 2.1 – Sinistra: struttura della parete cellulare (da Silva, 2005). Destra: sezione di fusto di giovane sughera non ancora demaschiata

In seguito alla demaschiatura si forma un fellogeno “da trauma” che ha la funzione sia di ricoprire eventuali lacerazioni indotte dalle operazioni di raccolta (Fig. 2.2), sia di generare nuovo sughero (all'esterno) e nuovo floema all'interno. Questa nuova scorza suberosa (“sughero gentile”) risulta molto più morbida ed elastica, con superficie relativamente regolare. Le successive decortiche, da eseguirsi con un turno di almeno nove anni (ma più spesso di $10\div 11$), potranno elevare l'altezza di decortica per un valore pari a 2,5 volte la circonferenza, sempre misurata a 130 cm da terra e soprascorza, in coincidenza della prima raccolta successiva alla demaschiatura, per giungere a tre volte la circonferenza nelle successive levate (L. 759/1956). In Sardegna, (L.R. 4/94), il turno di decortica è individuato in un numero di anni non inferiore a 10, mentre sin dalla prima raccolta del sughero gentile è consentito spingere l'altezza di decortica a tre volte circonferenza, sempre misurata a 130 cm da terra e soprascorza (vedi l'allegato normativo).



Figura 2.2 – In primo piano, a destra: lacerazione del fellogeno in seguito a erronea decortica.

Il tessuto suberoso presenta caratteristiche uniche che lo rendono idoneo a usi diversi, ma principalmente alla chiusura di contenitori in vetro per bevande idro-alcoliche e all'isolamento termico. Il sughero, infatti, ha una bassa densità (in acqua galleggia), non è molto permeabile ai fluidi, ha un basso coefficiente termico, è così elastico da deformarsi sotto pressione senza giungere a fratturazione e ha un'elevata durabilità. Queste proprietà derivano dalla disposizione delle cellule e dalla struttura della parete cellulare composta per il 53% da suberina e per il 26% da lignina (Silva et al, 2005; Pereira, 2015).

Le proprietà fisiche e meccaniche del materiale sughero derivano dalla sua struttura morfologica composta da cellule piccole, di forma prismatica, sprovviste di orifizi e pertanto assimilabile a schiume sintetiche (Pereira, 2015). La composizione chimica del sughero è molto differente da quella del legno, essendo costituito per la maggior parte di suberina e lignina, due composti chimici notoriamente dotati di elevata idrofobicità, mentre il ruolo delle olocellulose è fortemente ridimensionato. Sebbene notevole sia la ricerca sulla struttura microscopica e chimica del sughero, ancora innumerevoli sono le lacune di conoscenza soprattutto in relazione al grado di cristallinità della ultrastruttura della parete cellulare.

La qualità del materiale sughero (Fig. 2.3) è determinata anche dalla struttura degli anelli di accrescimento che si formano con una cadenza stagionale e dalla presenza di lenticelle (Fig. 2.4) la cui presenza influisce sulla qualità visiva dei tappi di sughero naturale. Le lenticelle sono dei canali che mettono in collegamento la parte interna del sughero con quella esterna, sono ricche di polvere rossastra derivata da cellule morte; esse variano notevolmente per numerosità e dimensione del lume lenticolare, in funzione di fattori genetici. Il loro ruolo nel comportamento fisico-meccanico del sughero, e del tappo, è quantificato con un coefficiente di porosità calcolato come rapporto tra la superficie totale e quella dei pori. I valori di porosità, che oscillano tra il 2 e il 15%, sono stati quantificati nel sughero nei tappi e nei dischi per tappi champagne (Pereira, 2015). Di norma la porosità del materiale è classificata come bassa (se inferiore al 2%), media (2-4%) ed elevata (superiore al 4%).



Figura 2.3 - Plance di sughero nel piazzale di una industria (foto Romagnoli)



Figura 2.4 – Le lenticelle seguono l'accrescimento del sughero (foto Romagnoli).

La massa volumica del sughero è piuttosto bassa poiché varia da 120 a circa 400 kg/m³, il materiale è caratterizzato, per l'elevata presenza di suberina, da una bassa permeabilità ai liquidi, una elevata stabilità chimica, e un'elevata elasticità tanto che, al rilascio di sollecitazioni di compressione, è in grado di ripristinare la forma iniziale. È materiale anisotropo ma in minor misura rispetto a quanto si verifica comunemente nel legno.

Recenti ricerche hanno dimostrato come probabilmente la porosità del sughero sia un fattore influenzato dalle caratteristiche genetiche dell'albero di provenienza, mentre altri elementi come lo spessore risentono delle condizioni stagionali (Pizzurro et al, 2010). Il sughero ha innumerevoli pregi, è dotato di caratteristiche di leggerezza, elasticità, ma anche di qualità ignifughe, proprietà ipoallergeniche, durabilità e impermeabilità. Ci sono alcune lacune nella normativa tecnica, ad esempio la classificazione alla reazione al fuoco come stabilita dalla norma EN 13501-1 (Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 1:

Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco), non è ben stabilita e i dati sono mancanti. Infatti, i test effettuati collocano il materiale sughero espanso nella classe E, durante il processo di combustione il materiale non ha emissioni di furfurolo o acido acetico (Knapic et al, 2016).

Il legno della sughera è caratterizzato dall'abbondanza di vasi xilematici che hanno, però, diametro inferiore rispetto a quello di altre querce sempreverdi; questa fisionomia, insieme all'ampio sviluppo di un apparato radicale capace di spingersi a rilevanti profondità, contribuisce all'elevata estensione dell'area di conduzione (Leal et al, 2007).

Il legno della sughera non ha una rilevanza sotto il profilo economico, tuttavia, per la sua struttura cellulare, potrebbe svolgere un ruolo primario nel garantire la resilienza della specie ai cambiamenti climatici e ambientali. La porosità, ovvero la distribuzione dei vasi, è del tipo semi-anulare, con una trasformazione verso una porosità del tipo diffuso quando la pianta è stata oggetto di operazioni di decortica dello strato suberoso (Sousa et al, 2009). La porosità-semi-anulare, insieme ad altre caratteristiche anatomiche del legno, sembra consentire una maggiore capacità di fronteggiare gli stress climatico-ambientali, ed in particolare i periodi di prolungata siccità.

Sotto il profilo dendroclimatico, la specie risente in maniera diretta nella dimensione dei propri accrescimenti, delle precipitazioni dell'autunno precedente l'anno di crescita (Leal et al, 2008); mentre esperimenti in serra hanno evidenziato come un elevato quantitativo di CO₂, non risulti particolarmente correlato all'entità degli accrescimenti anulari.

Il legno della sughera è caratterizzato da una elevata densità (Knapic et al, 2008), che lo rende non facilmente lavorabile e soggetto a spacchi, deformazioni e fessurazioni. Del resto, proprio l'elevata durezza ha reso questo materiale idoneo in passato alla realizzazione dello scheletro delle navi archeologiche e di manufatti di scarso valore, comunque dotati di elevata capacità di resistenza alle sollecitazioni ad urto. Attualmente il legno trova impiego solo come legna da ardere. Recenti ricerche hanno, tuttavia, evidenziato alcune qualità tecnologiche che lo renderebbero idoneo per pavimentazioni soggette ad elevato calpestio (Knapic et al, 2012). Sotto il profilo della ricerca, la risorsa "legno di sughera" risulta quindi abbastanza inesplorata nelle sue potenzialità, soprattutto se si considerano alcune possibilità di modificazione del materiale quali i trattamenti termici che conferiscono una maggiore stabilità dimensionale e un maggiore apprezzamento estetico da parte del consumatore (Romagnoli et al, 2015). La valorizzazione del legno di sughera è argomento che merita di essere ulteriormente esplorato perché contribuisce ad una diversificazione nell'utilizzo delle risorse legnose, riducendo anche la pressione ed un sovra-sfruttamento di specie di importazione che possiedono un legno con caratteristiche tecnologiche confrontabili (Knapic et al, 2011; Knapic et al, 2012).

2.2 Filogeografia

L'attuale distribuzione geografica di molte specie vegetali è in larga parte riconducibile alla pressione ambientale che si è sviluppata nel Quaternario, ad esempio negli ultimi 2,6 Ma (Hampe e Jump, 2011), quando si sono registrate fluttuazioni cicliche che hanno modificato gli areali. Durante le glaciazioni le specie vegetali adattate a climi caldi hanno ridotto il proprio areale, per poi ampliarlo nei caldi periodi interglaciali (Hewitt, 2004; Stewart et al, 2010; Beatty e Provan, 2013). In questo processo ha avuto un ruolo importante anche l'influenza esercitata dall'uomo, vero modellatore del paesaggio, soprattutto per le specie di interesse economico come la sughera (Valbuena-Carabana et al, 2010).

L'attuale composizione della vegetazione risente, quindi, in misura importante della pressione selettiva esercitata a partire dall'ultima glaciazione, avvenuta in Europa circa 13.000 anni fa. La quercia da sughero, come altre querce, si riduceva alle sole aree rifugio durante le fasi glaciali e si espandeva rapidamente verso nord nelle fasi interglaciali. Le ghiande, principali artefici della diffusione, possono essere predate o disperse dagli animali: i principali dispersori di semi quercini sono il topo selvatico (*Apodemus sylvaticus*) e la ghiandaia (*Garrulus glandarius*), che sono nell'ordine coinvolti nella dispersione a breve e lunga distanza (Herrera, 1995; Pausas et al, 2009). La dispersione "barocora" (dovuta alla gravità, propinqua) del seme ovvero integrata dall'azione di uccelli e mammiferi (longinqua) avrebbe consentito alle querce di raggiungere un tasso di migrazione di 500 metri all'anno (Le Corre et al, 1997). Tra i predatori vi sono insetti come il punteruolo delle ghiande (*Curculio* spp., Coleotteri) e la falena delle ghiande (*Cydia* spp., Lepidotteri) (Ceia e Ramos, 2014). In aree aperte, i predatori possono anche essere bestiame, cervi, cinghiali, uccelli e conigli, mentre in presenza di un fitto strato

arbustivo la predazione è per lo più effettuata da piccoli roditori (Herrera, 1995).

Lumaret et al (2005) rilevano che il DNA cloroplastico (cpDNA) della sughera evidenzia un chiaro schema filogeografico articolato in tre gruppi corrispondenti a potenziali aree di rifugio glaciali ubicate in Italia, Nord Africa e penisola iberica. Secondo gli stessi autori i gruppi ancestrali coincidono col settore orientale dell'areale di vegetazione (Puglia, ad esempio) e quelli più recenti con la penisola iberica. I marcatori cpDNA, inoltre, accomunano le sughere di Sardegna, Corsica e Provenza a quelle della parte nord-orientale di Algeria e Tunisia.

Magri et al (2007) analizzando popolazioni provenienti da tutto l'areale di vegetazione della sughera utilizzando marcatori cpDNA e combinando i risultati ottenuti con dati paleobotanici e modelli geodinamici, hanno confermato la struttura geografica delle popolazioni di sughera con una notevole differenziazione genetica tra i tre gruppi evidenziati da Lumaret et al (2005) (Fig. 2.5) suggerendo nuovi approfondimenti sui modi e i tempi di divergenza genetica delle moderne popolazioni di sughera presenti nel bacino del Mediterraneo. Questi autori, tenendo conto della distribuzione dei diversi marcatori molecolari nell'areale attuale di *Quercus suber* e ponendoli in relazione con la ricostruzione geodinamica del bacino Mediterraneo nel Terziario, in cui il margine Europeo-Iberico e le microplacche che oggi costituiscono Calabria, Sicilia, Sardegna, Corsica e parte del nord Africa erano ancora in connessione tra loro, suggeriscono che il centro di origine di *Q. suber* sia da localizzare nella parte occidentale del bacino del Mediterraneo. Le successive differenziazioni genetiche delle popolazioni di sughera si sono verificate per l'isolamento dovuto al progressivo allontanamento delle diverse microplacche e a causa di introgressione più o meno recente di *Quercus ilex* nella parte occidentale e *Q. cerris* nella parte orientale dell'areale attuale di *Q. suber*.

Manos et al (1999), hanno incluso, infatti, *Q. suber* e *Q. ilex* entro la sezione *Cerris*, mentre in passato la tassonomia classica delle querce sempreverdi mediterranee assegnava le due specie a sottogeneri diversi (*Q. suber*, sottogenere *Cerris*; *Q. ilex*, sottogenere *Sclerophyllidris*), chiarendo quindi la loro relazione filogenetica, riscontrata anche nella presenza degli ibridi naturali *Quercus × morisii* (*Q. ilex* × *Q. suber*) e *Quercus × crenata* (*Q. suber* × *Q. cerris*).

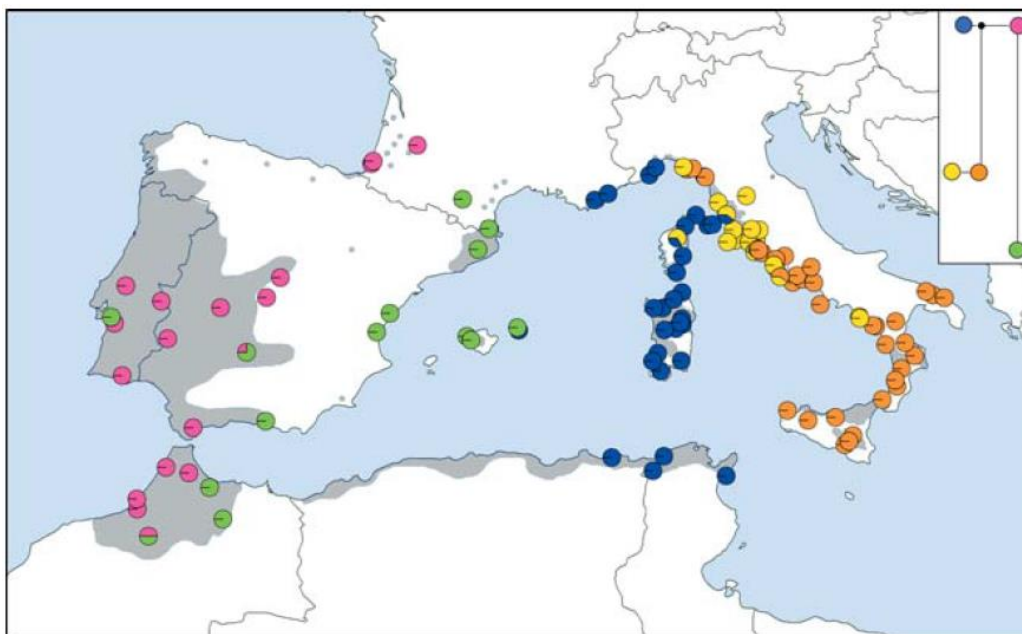


Figura 2.5 – Distribuzione geografica delle provenienze di *Q. suber* in funzione del DNA cloroplastico. L'area grigia corrisponde all'areale di distribuzione attuale di *Q. suber* (<http://www.euforgen.org/>) (da Grassi et al, 2007).

La rete di parcelle di confronto tra progenie e provenienze (circa 30, da significative foreste dell'areale) realizzata tra il 1996 e il 2000 dal progetto FAIR (Varela, 2000; Varela et al, 2011; Varela et al, 2015) evidenzia le ridotte

altezze medie delle provenienze orientali (pugliesi, laziali e sarde comprese) rispetto a quelle occidentali (Fig. 2.6). Si può ipotizzare che la relativa aridità mediterranea rispetto al clima oceanico del Rif e del massiccio dell'Atlante (Marocco) e del Portogallo, abbia esercitato una pressione selettiva a favore di habitus vegetativi a portamento pulvinato con ridotte superfici traspiranti; d'altra parte lo sviluppo della sughera in foreste miste di latifoglie (*Q. canariensis*) e conifere (*Cedrus atlantica* e *Pinus pinaster*), come nella regione di Tangeri (Marocco) (Ajbilou et al, 2006), può aver selezionato gli ecotipi a foglia larga e portamento arboreo capaci di un maggiore ritmo di accrescimento longitudinale (Kawecki ed Ebert, 2004; Savolainen et al, 2007). A tale proposito Ramírez-Valiente et al (2010) hanno rilevato, sempre in una parcella della rete FAIR, che le provenienze a foglia piccola (come quelle orientali) privilegiavano, nell'annata siccitosa, l'accrescimento dell'apparato radicale, mentre quelle a foglia larga avevano un accrescimento della parte aerea maggiore delle precedenti sia nell'annata piovosa che in quella arida.

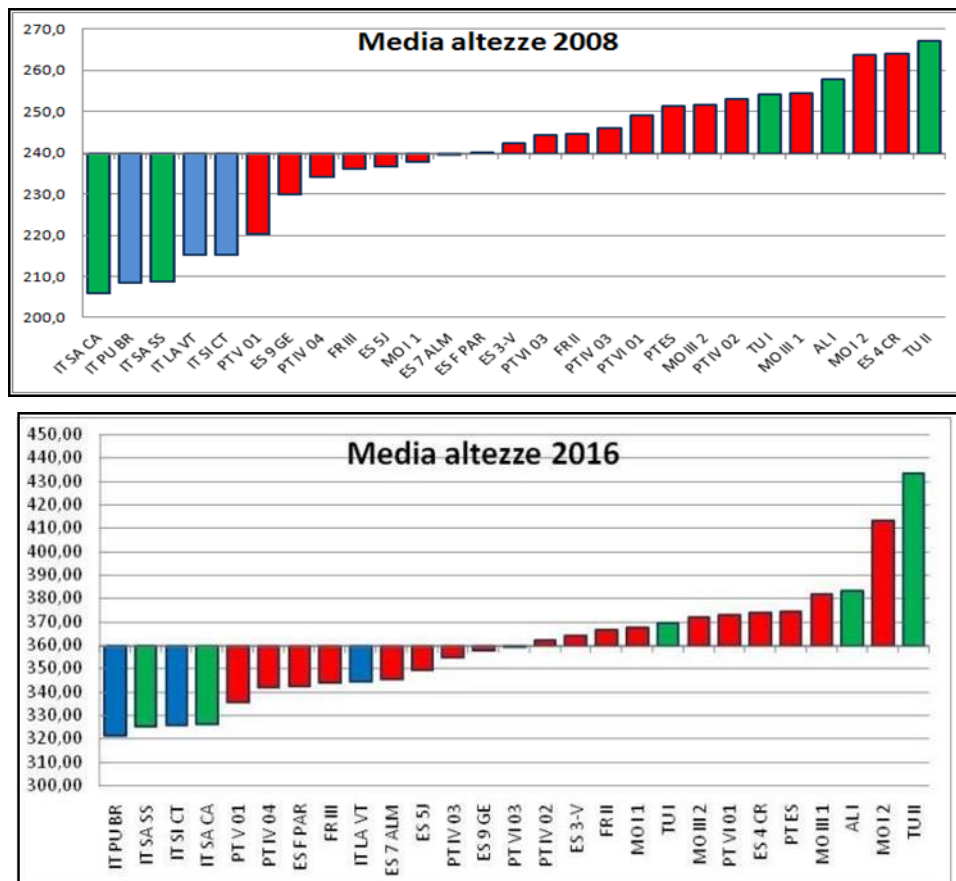


Figura 2.6 – Confronto tra le altezze di 27 provenienze “mediterranee” al 9° e 15° anno di età nell’alta collina della Sardegna (le iniziali indicano i paesi di provenienza) (Fonte Varela, ed., 2000).

2.3 Ecologia

Una sufficiente plasticità ecologica, la presenza di specifici meccanismi adattativi e l'intervento umano hanno consentito alla specie di diffondersi in gran parte dei territori che si affacciano sul Mar Mediterraneo e, in misura ridotta, sull'oceano Atlantico; l'areale è compreso, per la latitudine nord, tra i 32° del Marocco e i 44° delle Lande di Bayonne (costa atlantica della Francia), e tra i 9° di longitudine ovest del Portogallo e i 17° di longitudine est del Salento (Pavari, 1935). L'area di vegetazione della quercia da sughero corrisponde, quindi, al "clima oceanico mediterraneo" caratterizzato da temperature estive elevate, inverni miti, piovosità piuttosto abbondante e siccità estiva non molto marcata che è, comunque, mitigata da un'elevata umidità atmosferica (Fig.2.7).

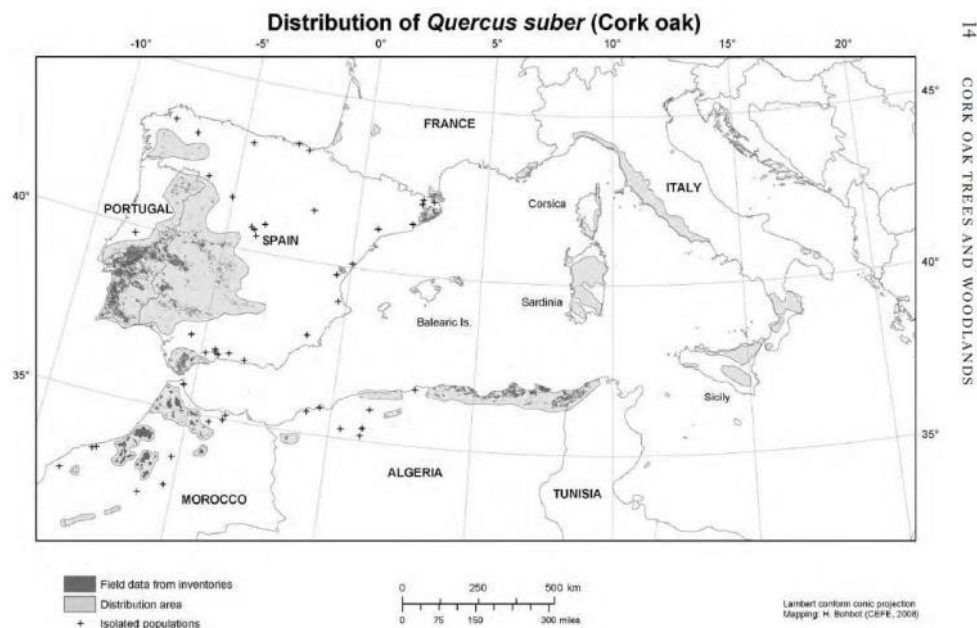


FIGURE 1.1. Current distribution of cork oak. (Algeria: Gausson and Vernet 1958; Barry et al. 1974; Alcaraz 1977; Italy: modified from Bellarosa et al. 2003b; Morocco: Sbay et al. 2004; Portugal: DGF 2001; Spain: after

Figura 2.7 – Attuale distribuzione delle foreste di quercia da sughero

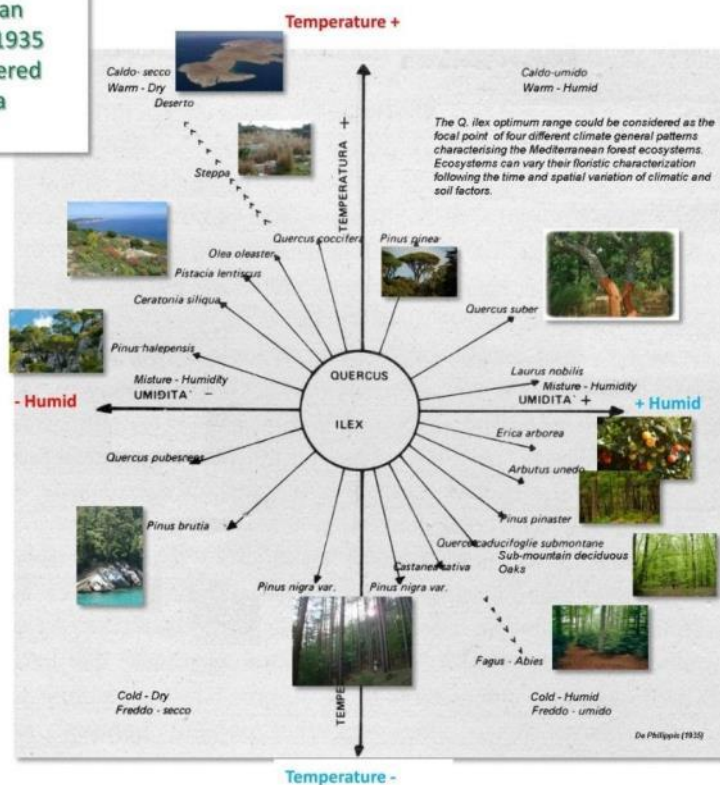
In Italia i querceti di sughera sono localizzati sulla costa tirrenica centro-meridionale, in Sicilia e, soprattutto, in Sardegna. Un piccolo popolamento si rinviene in Puglia, al limite orientale dell'areale nazionale. Essi occupano un'area ridotta rispetto ai querceti di leccio, con optimum nella fascia meso- mediterranea e poche risalite sopra-mediterranee o sconfinamenti termo-mediterranei (Bernetti, 1995). Questi aspetti sono dovuti ad una ridotta tolleranza dei boschi di sughera alle basse temperature poiché già minime assolute al di sotto dei -4°C danno luogo ai primi sintomi di sofferenza; anche per le alte temperature la capacità di adattamento è inferiore a quella del leccio poiché tollerate solo in stazioni con una buona disponibilità idrica del suolo o elevati livelli di umidità atmosferica (Del Favero, 2008). Nei riguardi del suolo, infatti, la sughera si localizza in suoli silicatici con migliore bilancio idrico rispetto a quelli carbonatici, anche se la si ritrova su suoli carbonatici decalcificati, dolomie e terre rosse a reazione da sub-acida a neutra (Badalamenti et al, 2020). Le stazioni che ospitano i boschi di sughera sono interessate da precipitazioni medie annue sovente superiori ai 600 mm, concentrate prevalentemente nei mesi autunnali e invernali (Cullotta, 2003). Il range altitudinale dei querceti di sughera è più contenuto rispetto al leccio e si localizza in una fascia altimetrica che da quote prossime al livello del mare raramente oltrepassa i 700 m s.l.m., almeno a latitudini intorno ai 40°N (Pasta et al, 2000). La sughera è una specie eliofila che esercita una copertura debole nei confronti delle specie concorrenti, ma resiste alla concorrenza con uno sviluppo giovanile piuttosto rapido o grazie alla sua longevità. Ha anche un adattamento da "pirofita passiva" grazie allo spessore straordinario del ritidoma che le permette di superare gli incendi per poi potersi rinnovare in assenza di specie concorrenti. La capacità di rigenerazione agamica, inoltre, è presente soprattutto nelle piante giovani. Nell'evoluzione naturale, la foresta a partecipazione di sughera è considerata come una fase

intermedia che, in assenza di disturbi o di altri impedimenti climatici, tende verso la lecceta (Di Benedetto et al, 1984). È possibile, però, che nel suo optimum di vegetazione e segnatamente su suoli peracidi dove la lecceta trova difficoltà a svilupparsi (Pignatti, 1998), la sughera presenti uno sviluppo vigoroso che porti alla costituzione di formazioni pure. In realtà in molte situazioni, sebbene con intensità differente, le sugherete sono interessate da processi di degradazione dovuti a cause antropiche (incendi, pascolamento, lavorazione meccanica dei suoli forestali, tagli irrazionali) e si prevede una certa vulnerabilità di queste formazioni all'effetto dei cambiamenti climatici. I boschi con dominanza di sughera (area basimetrica > 80%) sono governati nella maggior parte dei casi a fustaia, anche se l'origine di una buona parte di queste formazioni boschive è il risultato di cedui invecchiati. Nelle cenosi miste meso- e sopra-mediterranee con presenza di sughera associata alle querce caducifoglie termofile del gruppo della roverella (*Quercus congesta* in Sicilia e Sardegna; *Q. dalechampi*, *Q. pubescens*) la forma di governo prevalente è il ceduo con la sughera rilasciata obbligatoriamente, nel rispetto delle norme regionali, nel piano delle matricine. Quando non entra a far parte di consorzi boschivi, la sughera si trova spesso in formazioni lineari o fasce boscate pure o miste, che rappresentano una componente importante del paesaggio vegetale originario.

In definitiva l'*optimum* climatico della sughera corrisponde a climi a inverno mite, ma con almeno 600-700 mm di pioggia annua, clima pertanto più del tipo oceanico e portoghese che di quello continentale ed ellenico. Il Pavari (1935) precisava che l'area di vegetazione della sughera corrisponde al dominio del clima mediterraneo subumido caratterizzato da temperature estive alte, miti d'inverno, precipitazioni piuttosto abbondanti, siccità estiva non molto marcata; la presenza di sugherete rigogliose in clima semiarido dimostra, sempre secondo il Pavari, il suo adattamento xerofitico. De Philippis (1936) fa rientrare l'area di indigenato della sughera nella zona del *Lauretum* (sottozona calda e media, e in quella fredda solo in bosco misto), limitando pertanto l'*optimum* ai settori maggiormente piovosi della sottozona media e calda. Secondo questo Autore, a partire dal suo *optimum* vegetativo e procedendo verso stazioni meno umide (ferma restando la temperatura), la sughera incontra la quercia spinosa (*Q. coccifera*), il pino d'Aleppo, l'oleastro e le formazioni arbustive; ferme restando invece le condizioni udometriche e procedendo verso stazioni meno calde, la sughera si imbatte nelle querce caducifoglie; all'allontanarsi dai valori ottimali per avvicinarsi a stazioni caratterizzate, al contempo, da un modico abbassamento di temperatura e piovosità, la sughera incontra il leccio (Fig. 2.8). Il temperamento ecologico della specie sarebbe confermato, sempre secondo il De Philippis, dalla coincidenza della distribuzione dei principali soprassuoli con le regioni favorite dalla pioggia, ad eccezione della Sicilia centro meridionale.

In questi territori l'associazione floristica "sughericola" (Bosetto, 1955) è da interpretarsi come una successione secondaria, comprendente tutti i gradi dell'alterna vicenda di regressione e di progressione per la variabile incidenza perturbatrice del fattore antropico; quindi, i consorzi boschivi attuali sarebbero da considerarsi, sotto tutti gli aspetti, delle costruzioni naturali, profondamente rimaneggiate dall'intensa millenaria azione dell'uomo sui vasti e spontanei complessi originari. Ancora secondo il Bosetto, la distribuzione della specie è andata nel tempo, nell'ambito della sua area potenziale, frammentandosi e localizzandosi sempre più in quella che potremo indicare come "area forestale", area più conveniente al bosco che a qualsiasi altra destinazione culturale. Rientrano di norma in quest'area i terreni più aridi e poveri, sui quali la sughera s'insedia solo per la sua grande facoltà di adattamento alle condizioni ambientali più ingrute del suo piano di vegetazione.

In the Mediterranean context already in 1935 De Philippis considered this variation with a dynamic vision....



CRA SEL; Forestry research centre

Figura 2.8 – Influenze ambientali (clima) sulla distribuzione della vegetazione nell’area mediterranea

Le esigenze pedologiche sono caratterizzate dall’acidofilia della specie che predilige i suoli derivanti da rocce intrusive (graniti, granodioriti, leucograniti, ecc.) ma si rinviene anche in suoli di origine sedimentaria purché decalcificati, sovente a tessitura da sabbiosa a sabbio-limo-argillosa e, quindi, piuttosto permeabili (McLellan et al, 2013; Fumi et al, 2014). Le attività agricole hanno relegato anche la sughera, come le altre specie forestali, nelle aree con suoli a ridotta fertilità e con elevata pendenza. In Portogallo, dove la sughera aveva occupato estese aree con limitata pendenza come principale specie arborea, gli oltre 700mila ettari di foreste sono stati progressivamente trasformati in pascoli arborati (*montados*) in conseguenza di attività zootecniche, diradamenti e dissodamento dei terreni per la diffusione di colture erbacee.

In definitiva i diversi Autori concordano nell’individuare nell’aridità, da una parte, e nel freddo invernale, dall’altra, i fattori che più di tutti limitano la diffusione della specie (Hidalgo et al, 2008; Vessella e Schirone, 2013) e il cui ruolo, in uno scenario di cambiamento climatico globale, deve essere ancora valutato anche come componenti importanti del complesso problema del “deperimento delle sugherete”.

Segnali inquietanti in tal senso sono stati diffusi dal simposio internazionale *Cork oak and climate change* (Piazzetta, 2010), le cui conclusioni indicano per l’area mediterranea un innalzamento delle temperature e, quindi, una maggiore richiesta evapotraspirativa con un accentuarsi dello stress idrico.

Questo si tradurrà in una rilocalizzazione della specie in relazione ai suoi meccanismi di diffusione basati sulla disseminazione, con la conseguenza che le aree vocate dovranno essere individuate a latitudini e altimetrie più elevate. I modelli escludono ogni possibilità di espansione della specie in nord Africa, dove gli areali naturali saranno nei prossimi anni frammentati. Ancora, poiché il cambiamento climatico modifica l’intero ecosistema, compresi i patogeni, alcuni di questi si sono già trasformati da marginali a dannosi come le varie specie di *Phytophthora*. L’innalzamento delle temperature incrementerà il rischio di incendi incontrollabili: per le foreste francesi si prevede che le superfici a rischio di incendio passino dal 30% del 2010 al 58% del 2060. Nonostante il continuo perfezionamento degli apparati antiincendio delle nazioni europee si resta impotenti davanti a casi eccezionali come l’andamento meteorologico del 2003, e la lotta non può solo basarsi sull’incremento di uomini

e mezzi ma è necessario puntare su nuovi modelli di gestione delle foreste: «una foresta utilizzata e gestita è anche protetta». In questo quadro la sughera rappresenta per molte aree mediterranee una scelta strategica poiché capace di resistere agli incendi, produrre un materiale di alto valore economico e accompagnarsi ad attività silvopastorali. Si deve, però, sottolineare che la resistenza agli incendi è anche un punto debole per la sughereta perché l'indebolimento delle foreste percorse dal fuoco consente lo sviluppo del cespugliame e l'incremento delle biomasse infiammabili. Il modello di gestione deve, quindi, trovare un difficile compromesso tra le limitazioni che il pascolamento apporta alla rinnovazione naturale e il vantaggio di una ridotta consistenza degli strati erbacei e arbustivi. La gravità della situazione è comprovata da Radhouane (2013) che, per la Tunisia, prevede un innalzamento della temperatura media annua di 1,1 °C entro il 2030; un incremento nel numero e nell'intensità dei periodi siccitosi; un drastico incremento del rischio di incendi forestali e della vulnerabilità degli ecosistemi. Gli effetti negativi del cambiamento climatico si sono avvertiti nel quinquennio siccitoso 1988-1992 quando, sempre in Tunisia, morirono circa 100.000 piante di quercia da sughero (Touhami et al, 2017).

Cap 3 - Tipologie forestali e habitat

3.1 Tipologie forestali

In generale, i boschi di sughera costituiscono delle formazioni ricche di situazioni intermedie e a distribuzione frammentaria che rendono il loro inquadramento articolato in diverse tipologie che variano secondo i sistemi di classificazione adottati (Tab. 3.1). Sulla base di un approccio generale che possa identificare e delimitare quelle formazioni in cui la sughera è presente con elevato grado di omogeneità sotto l'aspetto floristico-ecologico e tecnico-culturale si possono identificare (Blasi, 2010):

1) Querceti di sughera degli ambienti xerici con specie della macchia mediterranea (Matorral a *Quercus suber*). Si tratta di formazioni che si sviluppano nell'area termo-mediterranea di gravitazione dei boschi di sughera e presentano una copertura regolare scarsa o per aggregati in cui le chiome di *Quercus suber* non formano mai, probabilmente per l'aridità delle stazioni ma anche per la secolare azione antropica, uno strato arboreo chiuso, permettendo la formazione di un rigoglioso strato arbustivo con specie della macchia mediterranea (*Phillyrea* spp., *Pistacia lentiscus*, *Mirtus communis*, *Olea europaea*, *Calycotome* spp., ecc.) o dell'ericeto (*Erica* spp., *Arbutus unedo*, *Cistus* spp., ecc.). Sono formazioni che se non sono sfruttate dalla presenza del pascolo a graminacee (*Stipa bromoides*), sono lasciate in genere alla libera evoluzione naturale.

2) Querceti di sughera di ambienti mesoxerici con presenza di querce caducifoglie (Sugherete tirreniche). Sono i querceti di sughera che si localizzano in ambienti della fascia mesomediterranea, caratterizzati dalla dominanza o comunque da una significativa presenza di *Quercus suber*, utilizzati da tempo per la produzione di sughero (sugherete secondarie). Hanno in genere una struttura coetanea e monoplana che a seconda delle vicissitudini passate dal soprassuolo (incendio, pascolo) possono avere una copertura che varia da colma a scarsa. La combinazione fisionomica di riferimento include nel piano arbustivo: *Phillyrea* spp., *Erica* spp., *Arbutus unedo*, *Cistus* spp., *Cytisus villosus*, *Teline monspessulana*, *Pyrus amygdaliformis*, *Myrtus communis*, ecc. Negli ambienti di transizione questi boschi entrano in contatto con formazioni a dominanza di *Quercus ilex* o con boschi in cui giocano un ruolo piuttosto importante le querce caducifoglie termofile del gruppo della roverella. L'evoluzione naturale in seguito all'abbandono dei boschi di sughera si orienta probabilmente verso una formazione con un piano arboreo in cui, in presenza di buone condizioni di umidità, si inseriscono le querce caducifoglie termofile.

3 Pascoli alberati a sughera¹ (*Montado* in Portogallo e *Dehesa* in Spagna)

I pascoli alberati a dominanza di *Quercus suber* costituiscono un ambiente seminaturale che si estende dalla fascia termomediterranea a quella sopramediterranea inferiore del versante tirrenico, isole incluse, e sono mantenuti dalle attività agro-zootecniche, in particolare l'allevamento brado ovi- caprino, bovino e suino.

Si tratta di un ambiente a forte determinismo antropico, dove non sempre è possibile pervenire ad un inquadramento sintassonomico delle cenosi presenti. I pascoli alberati derivano, infatti, dal diradamento di preesistenti comunità forestali a dominanza di querce sempreverdi. Le comunità erbacee sono costituite da specie pabulari (*Trifolium* spp., *Ranunculus* spp., *Parentucellia latifolia*, *Ornithopus compressus*, *Moenchia erecta*, *Morisia monanthos* -endemica sarda-, *Poa bulbosa*), mentre il corteggio floristico nemorale è solitamente scomparso. Le dinamiche naturali, quando vengono a cessare pascolo, incendio e/o diboscamento, tendono alla

ricostituzione delle comunità forestali sempreverdi attraverso lo sviluppo di macchie alte e forteti più o meno densi che precedono il bosco di sughera. L'uso intensivo invece, impedendo la rinnovazione delle specie forestali, può portare alla perdita dei pascoli alberati e alla costituzione di pascoli aperti, privi della componente arborea.

¹ Si tenga presente che l'Inventario Forestale Nazionale include il Pascolo arborato a sughera nei Boschi alti di sughera sulla base della definizione di bosco FAO – FRA 2000: “Territorio con copertura arborea maggiore del 10% su un'estensione maggiore di 0,5 ha. Gli alberi devono poter raggiungere un'altezza minima di 5 m a maturità in situ. Può trattarsi di formazioni chiuse o aperte”.

Tabella 3.1 - Tipologie forestali dei boschi di sughera nei diversi sistemi di classificazione nazionale ed internazionale

Sistema di classificazione	Categoria	Cod.	Tipo	Cod.	Sottotipo	Cod.	Variante	Cod.
Inventario INFC¹	Sugherete	16	Sugherete mediterranee	161				
			Pascolo arborato a sughera	162				
EU Habitat - EUR28² (Natura 2000)	Boschi di sclerofille utilizzati come terreni di pascolo (Dehesas)	63	Dehesas con <i>Quercus</i> ssp. sempreverdi	6310				
	Foreste sclerofille mediterranee	93	Foreste di <i>Quercus suber</i>	9330				
CORINE biotopes³	Macchie, matorral ed arbusteti termo-mediterranei	32	Matorral arborescenti	32.1	Matorral di querce sempreverdi	32.11	Matorral a <i>Quercus suber</i>	32.111
	Foreste di sclerofille	45	Formazioni a sughera	45.2	Sugherete tirreniche	45.21	Sugherete della Sardegna	45.213
							Sugherete dell'Italia centrale	45.214
							Sugherete dell'Italia meridionale	45.215
	Piantagioni di alberi di alto fusto	83.3	Piantagioni di latifoglie	83.32	Altre piantagioni di latifoglie	83.325	Piantagioni di latifoglie sempreverdi	83.3252
	Filari, siepi boschetti, bocage, pascoli alberati ecc.	84	Pascoli alberati in Sardegna (Dehesa)	84.6				
	Pascoli arborati	91	Dehesa	91.2				
EUNIS⁴	Boschi e foreste mediterranee di <i>Quercus</i> ssp. sempreverdi	G2.1	Boschi di <i>Quercus suber</i>	G2.11	Boschi tirrenici di <i>Quercus suber</i>	G2.111	Boschi di <i>Quercus suber</i> della Sardegna	G2.1113
							Boschi di <i>Quercus suber</i> dell'Italia centrale	G2.1114
							Boschi di <i>Quercus suber</i> dell'Italia meridionale	G2.1115
	Piantagioni forestali artificiali di latifoglie sempreverdi	G2.8	Piantagioni di latifoglie sempreverdi	G2.83				
	Praterie alberate iberiche (Dehesa)	E7.3						
	Boscaglie di sclerofille o laurifille arborescenti (matorral)	F5.1	Boscaglie di <i>Quercus</i> sp. sempreverdi	F5.11	Matorral a <i>Quercus suber</i>	F5.111		

Note: I soprassuoli con presenza di sughera sono indicati nella tabella per i diversi sistemi di classificazione nazionale e internazionale sulla base di tipologie forestali con elevato grado di omogeneità sia sotto l'aspetto floristico-ecologico che tecnico-culturale. Le unità forestali sono organizzate all'interno di un sistema gerarchico di classificazione a diversi livelli di omogeneità, secondo il sistema di riferimento, che nella presentazione in tabella può includere: categorie, tipi, sottotipi, e varianti (Del Favero, 1992). A fianco delle diverse unità forestali in riferimento al livello indicato sono riportati i codici secondo il sistema di classificazione.

¹ Documento di riferimento scientifico: Procedure di posizionamento e di rilievo degli attributi di terza fase. Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio – INFC (Inventario Forestale Nazionale Italiano) (http://mpf.entecra.it/sites/default/files/infc/Secondo_inventario/manuale_infc_050506.pdf).

² Documento di riferimento scientifico: Manuale di Interpretazione degli Habitat dell'Unione Europea - EUR 28 (http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/rete_natura_2000/int_manual_eu28.pdf).

³ Documento di riferimento scientifico: Gli habitat in Carta della Natura. Schede descrittive degli habitat per la cartografia alla scala 1:50.000 (<http://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00002100/2110-catalogo-habitat.pdf/view>).

⁴ Documento di riferimento scientifico per la classificazione europea EUNIS: Gli habitat secondo la nomenclatura Eunis: manuale di classificazione per la realtà italiana (<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/gli-habitat-secondo-la-nomenclatura-eunis-manuale>).

3.2 Le sugherete italiane come habitat di interesse comunitario

Il principale strumento per la protezione degli ecosistemi nella UE è la **Rete Natura 2000**, sviluppata a valle della Direttiva 92/43/CEE (“**Direttiva Habitat**”) che pone i presupposti per la conservazione degli habitat naturali e di alcune specie rare. La Direttiva, attraverso i suoi allegati, individua gli habitat e le specie di interesse comunitario, da sottoporre a specifiche misure di gestione, conservazione e tutela. La designazione di una foresta all’interno di un sito della rete Natura 2000 è connessa pertanto al riconoscimento della sua elevata valenza ambientale e implica l’applicazione, rispetto alla sua gestione, delle previsioni di cui all’Art. 6 della Direttiva che prevede l’obbligo, per ogni stato membro di:

- 1) stabilire le misure di conservazione necessarie, per ciascun sito, in coerenza con le esigenze ecologiche dei tipi di habitat e delle specie protetti di importanza europea presenti nel sito stesso (articolo 6, paragrafo 1);
- 2) adottare misure preventive per evitare il deterioramento degli habitat o qualsivoglia perturbazione significativa delle specie per cui le zone sono state designate;
- 3) sottoporre a procedimento di valutazione i piani o i progetti passibili di incidere in modo molto negativo su un sito Natura 2000 (articolo 6, paragrafi 3 e 4).

Fra gli habitat individuati dalla Direttiva, vi sono anche le sugherete, inquadrate sia tra gli habitat boschivi, sia tra quelli erbacei di derivazione agricola, inclusi negli elenchi di cui all’Allegato I della Direttiva. I boschi di sughera afferiscono all’habitat di interesse comunitario 9330 - Foreste di *Quercus suber*, corrispondente, nel sistema CORINE Biotopes, all’unità 45.21 - *Sugherete Tirreniche*, includenti le sottocategorie: 45.213 - *Sugherete della Sardegna*; 45.214 - *Sugherete dell’Italia centrale* e 45. 215 - *Sugherete dell’Italia meridionale*.

Gli agro-ecosistemi a prevalente componente erbacea, in cui la sughera rappresenta la copertura arborea dominante (in formazioni isolate o a gruppi), afferiscono all’habitat 6310 - Dehesas con *Quercus spp. sempreverde*, incluse, nel sistema di classificazione CORINE, nel codice 84 (es 84.6 - *Pascolo alberato in Sardegna (DEHESA)* e 32.111 - *Matorral a *Quercus suber** (Biondi et al, 2016). Il termine spagnolo “*dehesa*” corrisponde in Italia al “pascolo arborato”, originatosi a seguito degli interventi di “miglioramenti fondiari” orientati all’eliminazione della componente arbustiva, ritenuta ingombrante, seguita dalla lavorazione del terreno e dalla coltivazione di erbai e prati-pascoli. Gli interventi agronomici di controllo ed eliminazione della vegetazione arbustiva, determinano la rarefazione degli alberi e la mancanza di rinnovazione naturale (Piras, 2008)¹.

L’inclusione delle sugherete negli allegati della Direttiva determina la necessità di attuare alcune misure gestionali specifiche, volte complessivamente a mantenere o ripristinare uno stato di conservazione dell’Habitat in maniera soddisfacente, garantendo nel tempo la stabilità ecologica, fisionomico-strutturale e funzionale.

Uno degli strumenti finanziari principali a sostegno delle politiche comunitarie sull’ambiente, sulla biodiversità e sul cambiamento climatico è il **Programma Life** (Reg. UE 1293/2013), attraverso il cofinanziamento di progetti *pilota* (applicazione di tecniche o metodi innovativi che offrano vantaggi ambientali o climatici), *dimostrativi* (rivolti alla diffusione di metodi innovativi), di buone pratiche (tecniche e metodi efficaci e all’avanguardia), *integrati* (vasta scala territoriale), di assistenza tecnica, di rafforzamento delle capacità e di informazione-sensibilizzazione.

¹ Tra gli studi ancora in corso effettuati sul pascolo nelle sugherete, merita di essere ricordato il Progetto di Ricerca FP7 AGFORWARD (Gennaio 2014-Dicembre 2017), finanziato dalla Commissione Europea per promuovere le pratiche agroforestali per l’avanzamento dello sviluppo rurale sostenibile in Europa (www.agforward.eu).

3.2.1 Descrizione degli habitat

Habitat 6310 - Dehesas con *Quercus spp.* sempreverdi. Sono i pascoli alberati a dominanza di querce sempreverdi (nel caso specifico con *Quercus suber*). Presenti maggiormente nella sub-regione biogeografica mediterranea occidentale, quindi in Italia prevalentemente nel versante tirrenico, isole incluse (Biondi et al, 2009). Trattasi di un habitat semi-naturale, mantenuto dalle attività agro-zootecniche, in particolare dall'allevamento estensivo ovi-caprino, bovino e suino.

Si tratta di un habitat a forte determinismo antropico, dove non sempre è possibile pervenire ad un inquadramento sintassonomico delle cenosi presenti. I pascoli alberati derivano infatti dal diradamento di preesistenti comunità forestali a dominanza di querce sempreverdi. Le comunità erbacee sono costituite prevalentemente da specie pabulari, mentre il coreggio floristico nemorale è solitamente scomparso.

Habitat 9330 - Foreste di *Quercus suber*. L'habitat comprende boscaglie e boschi caratterizzati dalla dominanza o da una significativa presenza di sughera. Tali formazioni arboree si differenziano dalle leccete per una minore copertura arborea, che lascia ampio spazio a specie erbacee e arbustive.

L'habitat è distribuito nelle parti occidentali del bacino del Mediterraneo, su suoli prevalentemente acidi ed in condizioni di macro-bioclima mediterraneo, con preferenze nel piano bioclimatico meso-mediterraneo, oltre che in alcune stazioni a macro-bioclima temperato, nella variante sub-mediterranea (Biondi et al, 2009).

3.2.2 Presenza, stato di conservazione e criticità

In base ai dati dell'agenzia Europea dell'ambiente (EEA), l'habitat delle *Dehesas* (6310) è presente a livello europeo in 232 siti della Rete Natura 2000, mentre a livello nazionale è segnalato in 23 siti. L'habitat dei boschi di sughera (9330) interessa invece ben 282 siti a livello europeo e 100 a livello nazionale. In Italia, secondo i dati ISPRA, circa il 10% degli habitat a sughera ricadono in aree della Rete Natura 2000.

Recenti report sullo stato di conservazione degli habitat di interesse comunitario, redatti a livello internazionale e nazionale in attuazione dell'Art. 17 della Direttiva, riferiscono le proprie analisi ad alcuni parametri di valutazione, quali il range, l'area occupata, la struttura, le funzioni e le prospettive future. Il valore dello stato di conservazione complessivo (*overall assessment*) delle sugherete risulta essere, su scala di regione biogeografica, "sfavorevole-cattivo" (livello U2) per l'habitat 6310 e "sfavorevole-Inadeguato" (livello U1) per l'habitat 9330. Su scala nazionale lo status di conservazione è per entrambi gli habitat ad un livello U1 (complessivamente inadeguato).

Ciò premesso, i due habitat 6310 e 9330, derivanti da sistemi di gestione differenti, presentano dinamiche e problematiche (minacce, criticità) distinte, necessitando pertanto di misure gestionali specifiche.

Habitat 6310. Secondo diverse fonti (EEA, ISPRA, 2016), le principali criticità per le *Dehesas* sono da individuarsi nelle cattive pratiche gestionali e nei processi di trasformazione dell'habitat. In particolare, le principali minacce derivano dal sovra-pascolamento, da interventi di urbanizzazione, dall'introduzione di patogeni microbici, oppure dall'attuazione scorretta delle arature eccessivamente profonde, condotte sotto chioma o su superfici con eccessiva pendenza. Quest'ultima attività determina sia l'innescarsi di fenomeni erosivi, sia la mancanza di rinnovazione. Anche gli incendi ripetuti determinano un peggioramento complessivo dello stato dei pascoli arborati.

L'insieme di questi fattori impedisce il rinnovamento per seme della sughera, l'innescarsi di fenomeni di degradazione del suolo (es. erosione idrica incanalata, compattazione da calpestio) e favorisce inoltre l'incremento della frequenza di attacchi ad opera di insetti defogliatori e la comparsa e sovrapposizione di numerose fitopatie, con l'instaurarsi di processi di deperimento complessivo (*oak decline*).

Per contro, per questo habitat di tipo secondario, costituito da sistemi agro-silvani o silvo-pastorali (*agroforestry*), l'assenza di gestione rappresenta una criticità, mettendo a rischio la stessa conservazione. L'abbandono e la conseguente interruzione delle pratiche agro-zootecniche tradizionali (in particolare

l'allevamento estensivo ovi-caprino, bovino e suino da un lato, e le colture cerealicole e da foraggiere dall'altro), favorisce l'ingressione delle specie della macchia mediterranea e della lecceta, la regressione delle specie eliofile e della stessa sughera a favore del leccio, con evoluzione verso l'habitat 9340 (Foreste di *Quercus ilex* e *Quercus rotundifolia*). Infine, anche frammentazione, cambiamenti climatici, specie alloctone invasive (IAS) rappresentano minacce riconosciute anche per questa tipologia di habitat.

Habitat 9330. Le criticità riportate nella più recente letteratura (EEA, ISPRA, 2016) sono connesse al cambiamento delle pratiche colturali, all'evoluzione della biocenosi a seguito dell'abbandono, dell'urbanizzazione, della pressione da pascolo, degli incendi, delle pratiche agro-selvicolturali condotte in modo scorretto ed irrazionale. La frammentazione degli habitat è spesso connessa ad attività estrattive, alla realizzazione di infrastrutture viarie, ai cambiamenti dell'uso del suolo, oppure all'introduzione di specie alloctone invasive (IAS).

3.2.3 Misure gestionali degli habitat a sughera (in generale e nei siti Natura 2000)

Le principali misure gestionali di conservazione delle sugherete sono indicate in numerosi documenti. Si riportano a titolo esemplificativo alcune indicazioni gestionali di "buone pratiche" relative agli habitat 6310 e 9330 (MATT, 2016; EEA 2016):

- favorire il rinnovamento di *Q. suber*, anche a scapito di altre specie quercine;
- pianificare adeguatamente le attività di prevenzione e lotta agli incendi;
- regolamentare il pascolo nelle sugherete in base a adeguati piani di pascolamento (sino a sospensione laddove necessario);
- nelle zone interessate da fenomeni di dissesto idro-geologico, evitare o ridurre al minimo le attività che possono aggravare la situazione, generando ulteriori fenomeni erosivi (es. evitare l'apertura di nuove strade, il sovra-pascolo e prevenire gli incendi);
- favorire la conservazione dei pascoli ed altri habitat aperti (6310);
- promuovere interventi di ripristino e miglioramento dell'habitat forestale;
- incentivare l'adeguamento della gestione forestale a modelli maggiormente razionali e sostenibili;
- valutare attentamente la creazione di nuovi siti/aree protette;
- implementare la tutela legale dell'habitat e della specie;
- regolamentare le attività di sfruttamento delle risorse.

3.3 Misure economiche finalizzate alla gestione degli habitat nei siti Natura 2000 della Sardegna: i quadri di azioni prioritarie (prioritised action frameworks, PAF)

I quadri di azioni prioritarie (*prioritised action frameworks*, PAF) sono strumenti strategici di pianificazione pluriennale, intesi a fornire una panoramica generale delle misure necessarie per attuare la rete Natura 2000 dell'UE e la relativa infrastruttura verde, specificando il fabbisogno finanziario per tali misure e collegandole ai corrispondenti programmi di finanziamento dell'UE. Conformemente agli obiettivi della direttiva Habitat dell'UE, sulla quale si basa la rete Natura 2000, le misure da individuare nei PAF sono intese principalmente ad assicurare "il mantenimento o il ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente, degli habitat naturali e delle specie di importanza unionale, tenendo conto al contempo delle esigenze economiche, sociali e culturali, nonché delle particolarità regionali e locali".

La base giuridica del PAF è l'articolo 8, paragrafo 1, della direttiva Habitat, ai sensi del quale gli Stati membri

sono tenuti a trasmettere alla Commissione, se del caso, le proprie stime relative al cofinanziamento dell'Unione europea che ritengono necessario al fine di adempiere ai seguenti obblighi in relazione a Natura 2000:

- *stabilire le misure di conservazione necessarie che implicano all'occorrenza appropriati piani di gestione specifici o integrati ad altri piani di sviluppo,*
- *stabilire le opportune misure regolamentari, amministrative o contrattuali che siano conformi alle esigenze ecologiche dei tipi di habitat naturali di cui all'allegato I e delle specie di cui all'allegato II presenti nei siti.*

Il quadro di azioni prioritarie deve pertanto concentrarsi sull'individuazione delle esigenze di finanziamento e delle priorità che sono direttamente collegate alle specifiche misure di conservazione stabilite per i siti Natura 2000, nell'intento di conseguire gli obiettivi di conservazione a livello di sito per le specie e i tipi di habitat per i quali sono stati designati i siti (come disposto dall'articolo 6, paragrafo 1, della direttiva Habitat).

La presentazione delle misure prioritarie e dei costi dell'attuale PAF richiede una distinzione tra costi di esercizio e una tantum. I costi di esercizio sono tipicamente associati a misure ricorrenti che richiedono continuità nel lungo termine (ad es. spese del personale per la gestione dei siti, indennità annuali agli agricoltori per misure agro-ambientali su formazioni erbose, ecc.), mentre i costi una tantum di solito riguardano azioni non ricorrenti, quali progetti di ripristino di habitat, grandi investimenti infrastrutturali, acquisti di beni durevoli, ecc. La corretta imputazione dei costi a una delle due categorie ("di esercizio" e "una tantum") ha una notevole rilevanza per una corretta attribuzione delle misure ai diversi fondi UE.

Infine, le misure prioritarie indicate nel PAF, oltre a contribuire agli obiettivi specifici delle direttive UE sulla natura, forniranno anche importanti benefici alla società in termini socioeconomici e di servizi ecosistemici. Alcuni esempi di questi benefici sono la mitigazione dei cambiamenti climatici e l'adattamento ai medesimi, o altri servizi ecosistemici inerenti, ad esempio, al turismo e alla cultura. La Commissione ha già presentato una panoramica dei benefici in termini di servizi ecosistemici connessi a Natura 2000.

Questo aspetto dovrebbe essere sottolineato, dove possibile, allo scopo di promuovere e comunicare gli ampi vantaggi sociali derivanti dai finanziamenti a favore della natura e della biodiversità.

Il territorio della regione Sardegna è ricompreso totalmente nella regione biogeografica mediterranea e il territorio regionale è interessato da 128 siti della Rete Natura 2000. La superficie interessata dai siti terrestri è di 4.545 km² pari al 19% del territorio regionale. La superficie marina interessata dai siti è di 4.101 km² (Fonte: MATTM: <https://www.minambiente.it/pagina/sic-zsc-e-zps-italia>).

La Regione Autonoma della Sardegna (RAS) gestisce Rete Natura 2000 attraverso il Servizio Tutela della natura e politiche forestali, incardinato presso la Direzione Generale dell'Assessorato della Difesa dell'Ambiente, direttamente o mediante Enti gestori. In particolare:

- RAS gestisce direttamente tutti i siti non ricadenti in aree naturali protette con ente di gestione operativo;
- gli enti di gestione di aree naturali protette si occupano della gestione dei siti Natura 2000 ricadenti al loro interno.

La stima economica dei costi riportati nel PAF è stata fatta prevalentemente sulla base delle indicazioni contenute nei piani di gestione dei siti Natura 2000 della Regione Sardegna, prendendo come riferimento i costi degli interventi attivi e delle altre misure ivi esposti. Oltre a ciò, per alcune tipologie di misure, sono stati considerati i seguenti criteri:

- a) Somme eventualmente già stanziata per interventi analoghi
- b) Costi specifici sostenuti in precedenza per le stesse misure (ad esempio: redazione di PdG)
- c) Costi parametrici (ad esempio: euro/sito; euro/ha; euro/mese uomo per il personale), sempre sulla base dei costi sostenuti in precedenza per le stesse misure o analoghe.

Le criticità principali incontrate nella compilazione del PAF hanno riguardato, in particolare:

- l'assenza dei costi previsti e delle superfici effettivamente interessate dalle misure di alcuni piani di gestione
- una certa eterogeneità negli approcci alla definizione delle misure ed alla stima dei loro costi nei piani di gestione, malgrado le Linee Guida Regionali del 2013
- la difficoltà nell'attribuire, ad uno solo dei clusters di habitat o alle specie (sezione E.3.1), le misure, contenute nei piani di gestione, proposte per più habitat, ambienti, ecosistemi e specie
- l'assenza di un database regionale delle misure di conservazione per Natura 2000
- la mancanza di piani di gestione per alcuni siti e, per altri, piani di gestione abbastanza datati (antecedenti al 2013)
- le difficoltà conseguenti nella stima dei costi e delle superfici interessate dalle misure
- la mancanza di un documento strategico o equivalente, a scala regionale, sulle misure e sui criteri di individuazione delle priorità.

Gli interventi inseriti nelle richieste di programmazione europea per tipo di habitat riguardano sia la categoria MAES 1. altri agro-ecosistemi (incluse terre coltivate), che interessano ecosistemi con presenza di sughera, prevedendo tra le altre la conversione di seminativi in prato permanente sfalciabile e/o pascolabile, utilizzo di tecniche di minima lavorazione (minimum tillage) o di semina su sodo (zero tillage), che la categoria 2. boschi e foreste, tra cui l'habitat 9330 foreste di *Quercus suber*.

Cap 4 – La fase forestale: sistemi agroforestali e silvopastorali, foreste e piantagioni

4.1 Distribuzione, superficie, dinamica e caratteristiche colturali delle sugherete

Il dato statistico più recente sulla diffusione della sughera nel nostro Paese è fornito dall'inventario forestale nazionale del 2005 (INFC)². Esso riporta una superficie complessiva pari a 168.602 ettari per i boschi alti e 17.742 per boschi bassi, boschi radi e boschetti (afferenti alle altre terre boscate). A livello regionale (Tab. 4.1), si distinguono le seguenti situazioni:

- Regioni in cui i popolamenti di sughera presentano una diffusione territoriale molto localizzata: Liguria (nuclei sparsi a est di Sestri Levante e qua e là tra Bergeggi e Albenga), Campania (prevalentemente in Cilento, per poco più di 300 ha, con maggiore addensamento nel Golfo di Policastro intorno a Sapri) e Puglia (circa 50 ha in provincia di Brindisi).
- Regioni della Penisola affacciate sul Tirreno, in cui le sugherete coprono estensioni più rilevanti, ma comunque ridotte rispetto alle principali formazioni forestali: Toscana (6.142 ha secondo INFC – 3.184 ha secondo l'inventario forestale regionale del 1996 –, nella fascia costiera a sud dell'Arno, nelle

² Nel mese di settembre 2022 sono stati pubblicati i dati ufficiali relativi all'inventario forestale nazionale del 2015 (Gasparini et al., 2022). Secondo questi dati, la superficie delle sugherete (colonna Totale sugherete in Tab. 4.1) è aumentata in Lazio (2,579 ha), Calabria (5,224 ha), Sicilia (17,261 ha) e Sardegna (152,755 ha), mentre il totale a livello nazionale è di 184,330 ha e le sugherete ricadenti nelle altre terre boscate (boschi bassi, radi e boscaglie) ammontano a 16,930 ha. Nel documento si è mantenuto il commento ai dati del 2005, in attesa di un'analisi più approfondita della tendenza evidenziata dai nuovi dati dell'inventario che richiede una lettura più complessa del semplice dato numerico, in relazione alla maggiore frequenza degli incendi negli ultimi anni ed alla difficoltà di coglierne gli effetti sulle sugherete attraverso rilievi campionari.

province di Grosseto e Livorno), Lazio (2.211 ha, nelle zone vicino alle coste delle province di Viterbo, Roma e Latina), Calabria (4.851 ha, soprattutto nella provincia di Catanzaro, più rare in quelle di Reggio Calabria e Cosenza).

- Sicilia: le sugherete sono stimate presenti su 18.830 ha (inventario forestale regionale) o 15.541 ha (INFC), soprattutto nelle province di Palermo, Messina e Siracusa (nell'insieme circa l'85% di tutte le sugherete dell'Isola), ma anche in quelle di Trapani, Enna e Catania.
- Sardegna: su una superficie di 139.489 ha (dato INFC), principalmente nelle province di Sassari e Nuoro (nell'insieme, il 77% delle sugherete dell'Isola), ma anche nelle province di Cagliari e Oristano (rispettivamente pari al 12 e all'11% delle sugherete dell'Isola). La carta regionale dell'uso del suolo (RAS 2008) distingue 80.489 ha di sugherete pure con copertura >25% (sugherete reali), 57.934 ha di sugherete con copertura tra 5 e 25% (associate a colture temporanee o pascoli, sugherete potenziali) e 489.877 ha di boschi di latifoglie con sporadica presenza della sughera. L'insieme dei primi due tipi di sughereta darebbe grosso modo l'estensione individuata dall'inventario forestale nazionale.

Regione	Sugherete (<i>Boschi alti</i>)				Sugherete (<i>Boschi bassi, Boschi radi e Boscaglie</i>)	Non rilevato da INFC
	Sugherete mediterranee	Pascolo arborato a sughera	Sugherete non classificate per la sottocategoria	Totale Sugherete		
	Superficie (ha)	Superficie (ha)	Superficie (ha)	Superficie (ha)	Superficie (ha)	
Liguria	0	0	0	0	0	nuclei isolati
Toscana	6,142	0	0	6,142	361	
Lazio	2,211	0	0	2,211	0	
Campania	368	0	0	368	368	
Puglia	0	0	0	0	0	circa 50 ha
Calabria	4,104	0	746	4,851	0	
Sicilia	13,267	0	2,274	15,541	2,242	
Sardegna	114,137	22,367	2,985	139,489	14,770	
Italia	140,229	22,367	6,006	168,602	17,742	

Tabella 4.1 – Distribuzione regionale delle sugherete rilevate da INFC, ripartite nelle diverse sottocategorie forestali, e indicazione dei popolamenti di limitata estensione (RL 2009, Beccarisi et al 2010), non rilevati da INFC (ultima colonna a destra).

La superficie potenziale a vocazione sughericola, evidenziata nelle statistiche forestali regionali della sola Sardegna, riflette la presenza della specie come esemplare isolato o in piccoli popolamenti non dominanti, anche nelle leccete, nei boschi di roverella e nelle pinete mediterranee. In Sardegna, secondo i dati INFC, la sughera è presente nella categoria forestale delle leccete in media con 5,7 piante ad ettaro, in quella delle pinete di pini mediterranei con 10,2, e in quella dei querceti di rovere roverella e farnia con 4,6 piante ad ettaro. Nelle diverse regioni interessate dalla presenza della sughera si possono individuare ambiti di concentrazione della specie, favorita dalle condizioni ambientali o dall'intervento umano ovvero da entrambi; un buon esempio è quello dell'Alta Gallura dove il tradizionale allevamento in sistemi agro-forestali di bovini da carne si è sempre coniugato con la coltivazione della sughera e la trasformazione, prima artigianale, poi industriale, del sughero. La presenza dell'intera filiera e lo sviluppo assunto dall'attività industriale ha giustificato l'istituzione, nel 1997, del Distretto del Sughero, di cui si dirà più avanti. Il riconoscimento di poli produttivi, e l'opportunità di azioni di sostegno, era un'esigenza già presente nella LR della Sardegna n. 4 del 9.02.1994 che li definiva come «*territori di rilevante estensione compresi nella giurisdizione di uno o più comuni, interessati da una diffusa presenza di piante da sughero, costituente soprassuoli puri o misti, coetanei o disetanei, nei quali mediante azione programmata, coordinata e costante è possibile conseguire un notevole incremento della produzione sughericola, in termini di superficie di produttività*». Questa parte della normativa non ha avuto sinora alcuna ricaduta operativa, ma è stata reinserita nella bozza di Progetto Integrato di filiera del Sughero (RAS – P.I.F., 2016).

Grazie alle conoscenze acquisite negli ultimi anni, oggi si può dire che la distribuzione delle sugherete in Italia, nei suoi tratti essenziali, è sufficientemente nota. I dati statistici variano in conseguenza dei tipi di rilevamento (ad es., tra inventario regionale e nazionale, tra inventario e carta forestale) e per effetto dei criteri di classificazione non omogenei, particolarmente per i boschi misti.

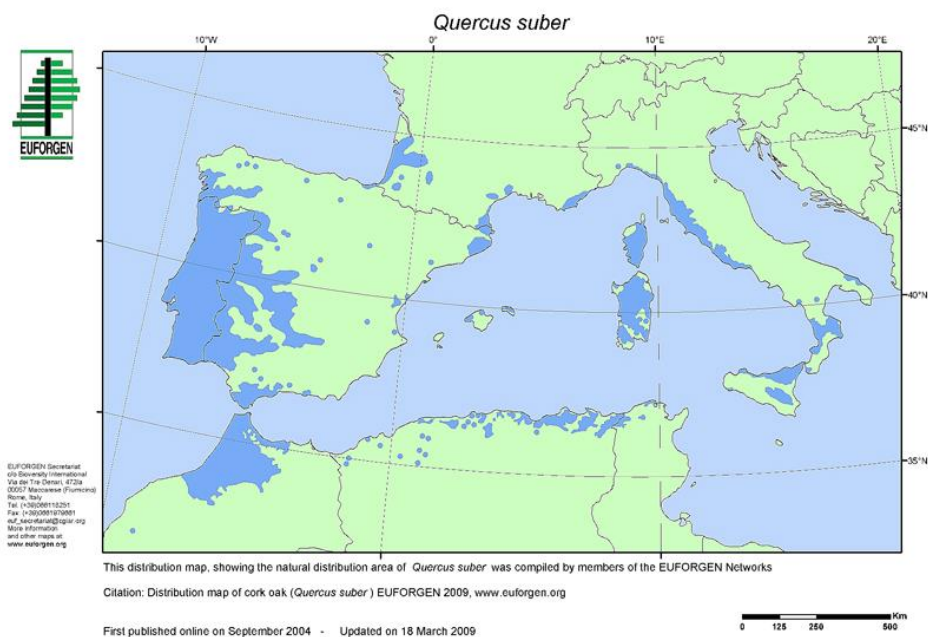


Figura 4.1 – Distribuzione delle sugherete (<http://www.euforgen.org>).

A livello mondiale, le sugherete occupano una superficie complessiva di poco più di 2 milioni di ettari ristretta all'area del Mediterraneo occidentale (Fig. 4.1). La maggior parte della superficie ricade nella Penisola iberica (61%, 715.922 ha in Portogallo, 574.248 in Spagna), una parte consistente nel Maghreb (33%, di cui 383.120 ha in Marocco, 250.000 ha in Algeria e 85.771 ha in Tunisia) e il rimanente 6% è suddiviso tra Francia (65.228 ha) ed Italia (168.602 ha).

4.2 Dinamismo delle superfici a sughera

Le statistiche inventariali e di altre fonti (ad es., PFAR Sardegna 2007) hanno evidenziato una variazione delle superfici nel corso dei decenni passati. La carta forestale del Regno d'Italia (1939) ha individuato 74.780 ettari di sugherete, mentre l'inventario forestale nazionale del 1985, considerando le sugherete tra i popolamenti specializzati, 64.800 ettari, un dato di circa 100.000 ettari inferiore a quello dell'inventario del 2005. È possibile spiegare questo incremento più recente sia come effetto del differente criterio di classificazione (in particolare, per le sugherete non produttive, ricadute nel primo inventario genericamente tra i boschi mediterranei), sia come risultato dell'evoluzione della superficie degli arbusteti e delle macchie in bosco nell'arco di un ventennio.

Tuttavia, è bene evidenziare che l'aumento di superficie riscontrato a livello inventariale non trova conferma né nei telerilevamenti territoriali, né in alcuni studi di dettaglio. In Sardegna, ad esempio, il confronto tra le due Carte dell'Uso del Suolo 2003 e 2008 (Tab. 4.2) sembra indicare la rapida trasformazione delle sugherete pure in sistemi agro-forestali (pascoli arborati), cambiamento confermato dall'analisi diacronica della copertura vegetale di aree significative della provincia di Nuoro, coinvolte in sistemi agro-forestali e vincolate in larga misura ad usi civici (Poddine e Sedda, 2007; Sedda et al, 2011). La fotointerpretazione ha messo in luce, nel periodo di osservazione 1954 - 1998, che il 29% della superficie occupata da sugherete pure ha cambiato destinazione d'uso trasformandosi in sughereta rada, macchia, pascoli naturali e seminativi. Dal 1998 al 2006 (RAS, UDS 2008) il cambiamento è proseguito in analoga direzione come conseguenza di un intensificarsi delle attività agricole e zootecniche legate alla filiera del latte ovino (Ruiu, 2016), mentre un peso modesto ha avuto l'infrastrutturazione territoriale e l'espansione degli insediamenti urbani. Un'alta frequenza degli incendi e la mancata sospensione del pascolamento nella fase di rinnovazione agamica del bosco risultano determinanti (Sirca et al, 2015).

PROVINCIA E CLASSI UDS		2.4.1.3. Sugherete con copertura tra il 5-25%, associate a prati e pascoli	3.1.1.2.2. Sugherete pure con copertura >25%	3.1.1.1. Bosco di latifoglie (copertura >20%, con querce e macchia)
Cagliari		2.886,5	1.972,3	62.227,3
Carbonia - Iglesias		277,0	243,8	18.335,9
Medio Campidano		1.159,2	1.399,3	9.677,9
Nuoro		13.327,4	23.768,8	90.820,3
Ogliastra		477,9	818,3	48.462,7
Olbia - Tempio		15.303,8	23.722,3	36.548,4
Oristano		5.175,1	8.557,8	39.028,0
Sassari		14.463,4	24.390,2	50.042,4
TOTALE	2003	53.070	84.873	355.143

	2008	57.934	80.489	489.877
	<i>Diff. 2003-08</i>	+ 4.864	- 4.384	+ 134.734

Tabella 4.2 - Superfici provinciali e regionali per diversi livelli di copertura (RAS, UDS 2008).

PROVINCIA	Superfici percorse dal fuoco (ha)		Reg. CEE 2080/92 (ha)			Saldo superfici a sughera
	totale	a sughera	Imboschimenti		Miglioramenti sugherete	
			totale	a sughera		
Cagliari	6.128	595	1.833	563	62	31
Carbonia - Iglesias	4.264	632	682	111	16	-505
Medio Campidano	1.509	244	623	198	23	-23
Nuoro	8.199	2.343	1.708	644	446	-1.253
Ogliastra	5.012	325	79	12	-	-313
Olbia - Tempio	4.185	1.024	1.346	1.297	957	1.230
Oristano	6.157	1.286	1.115	407	122	-757
Sassari	10.728	3.282	845	553	199	-2.530
Sardegna	46.183	9.730	8.230	3.785	1.825	-4.120

Tabella 4.3 - Confronto tra superfici forestali percorse dal fuoco (1998-2005), e imboschimenti e ricostituzioni boschive realizzati in base al Reg. CEE 2080/92 (al 31/05/01).

In Sardegna, il logorio e la contrazione delle sugherete pure sono stati, almeno in parte, attenuati dall'applicazione di diversi programmi di imboschimento e rimboschimento, tra i quali spiccano i Regg. (CEE) 2080/92 e 1257/99. Il primo ha finanziato interventi di ricostituzione boschiva su circa 3.000 ha di sughereta, su un totale di 3.500 ha di boschi "migliorati" (RAS PFAR, 2007), e piantagioni su ex coltivi, seminativi e pascoli, per circa 7.000 ha (Dettori e Filigheddu, 2003). Il bilancio tra superfici percorse dal fuoco (tra il 1998 e il 2005 1.216 ha anno⁻¹ di sugherete sottratte alla produzione, Dettori et al, 2008) rimane, comunque, negativo (Tab. 4.3). La sola provincia gallurese mostra, per lo stesso periodo, un bilancio positivo tra nuove piantagioni e sugherete percorse dal fuoco: +1.231 ha.

Negli anni successivi, dal 2005 al 2015, le superfici a sughera percorse dal fuoco, considerando sia i pascoli arborati che le sugherete pure, sono leggermente aumentate risultando pari a 1.430 ha anno⁻¹, ma con anni di punta in cui le superfici sono risultate quasi doppie rispetto alla media (Fig. 4.2).

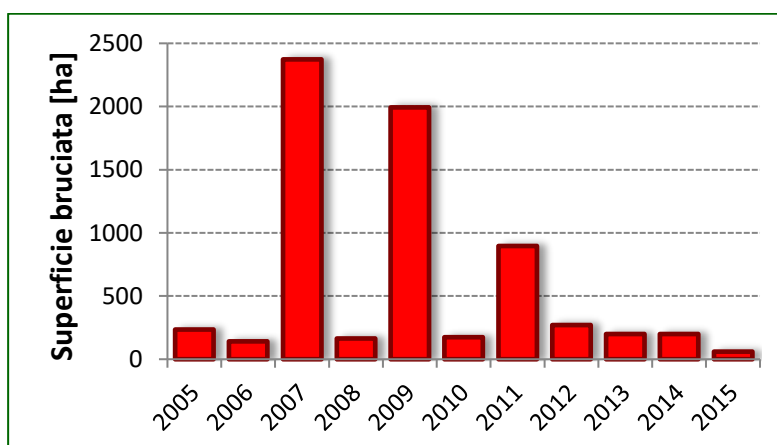


Figura 4.2 – Superfici a sughera percorse dal fuoco in Sardegna.

Dopo il passaggio del fuoco, in assenza di sovrappascolamento, la sughera è in grado di ricolonizzare, terreni a macchia mediterranea, pascoli naturali e aree caratterizzate da alta rocciosità attraverso l'emissione di numerosi e vigorosi polloni dalle matrici preesistenti, ovvero aree degradate se utilizzata come specie principale in interventi di rimboschimento. Interventi selvicolturali mirati (potature, riceppature ...) sono importanti per un rapido recupero della funzionalità economica ed ambientale del bosco. Come formazione di transizione, la sughereta tende nel tempo, in assenza di interventi antropici, ad evolvere verso la lecceta o formazioni con specie caducifoglie nelle condizioni più mesofile (Bacchetta et al, 2010). Solo nei suoli più poveri e acidi, in aree ripetutamente percorse dal fuoco, la successione secondaria si arresta all'associazione *Quercetum congestae-suberis* (Camarda e Pignatti, in Pignatti 1998) e non si evolve verso il *Viburno-Quercetum ilicis*. Queste tendenze dinamiche, che in determinate situazioni sono favorite dalla mancanza di interventi selvicolturali, possono avere delle conseguenze importanti sul paesaggio delle foreste a quercia da sughero (Pungetti et al, 2016). In definitiva, le sugherete rappresentano un ecosistema altamente dinamico e complesso, difficile da inquadrare secondo schemi rigidi di classificazione inventariale, la cui struttura ed evoluzione nel tempo dipendono fortemente dai disturbi presenti e dalla gestione da parte dell'uomo.

4.3 Governo e trattamento

Sotto il profilo colturale, le sugherete sono prevalentemente governate a fustaia, spesso "di transizione" per la frequenza ed estensione degli incendi che hanno imposto la riceppatura come tradizionale tecnica di recupero. Fanno parziale eccezione i rimboschimenti "pubblici" e le estese piantagioni nate, soprattutto in Sardegna, in applicazione del Reg. CEE 2080/1992.

La superficie dei cedui è trascurabile (6.670 ha), le fustaie coetanee sono circa 19.000 ha, quelle irregolari-disetanee circa 55.000 ha, mentre le sugherete "specializzate" sono circa 51.000 ha (di cui 45.000 ha in Sardegna, 3.600 in Toscana e 1.895 in Sicilia). La provvigione delle sugherete nelle fustaie è di 49.3 m³ ha⁻¹ a livello nazionale, mentre varia a seconda della regione (133.4 m³ ha⁻¹ in Sardegna, 95.5 m³ ha⁻¹ in Lazio, sotto 50 m³ ha⁻¹ nelle altre regioni). L'incremento corrente delle fustaie è pari a 1.2 m³ ad ettaro, meno della metà di quello delle leccete o dei querceti a foglia caduca. Il valore è leggermente più alto nelle fustaie disetanee ed articolate (1.3 m³ ha⁻¹), rispetto a quelle coetanee e transitorie (0.9 m³ ha⁻¹).

4.4 Biodiversità e gestioni speciali

L'interesse delle sugherete come habitat per la biodiversità è sottolineato dalla presenza, in oltre 60.000 ha di sughereta, di microhabitat per flora e fauna (ad es., nel caso delle sugherete, soprattutto muretti a secco e radure, di cui ben 54.830 ha in Sardegna). Tuttavia, rispetto ad altri indicatori considerati importanti per la biodiversità, le sugherete evidenziano un basso volume per unità di superficie della necromassa totale presente (1.2 m³ ad ettaro contro 2.8 nelle leccete e 8.3 nei boschi caducifogli) ed un numero totale di soggetti della rinnovazione inferiore a quello di altre categorie forestali (5.910 soggetti ad ettaro, contro una media di 10.286 dei boschi alti in generale). La sughera è spesso presente nei centri urbani, ad es. in Campania, dove andrebbe prospettato il suo impiego come specie per alberature urbane e per arredo verde dei giardini (per es. nella Villa degli Armatori Grimaldi a Posillipo).

Il vincolo idrogeologico (secondo INFC) è presente in quasi tutte le sugherete nelle regioni Toscana (94%), Lazio (100%), Campania (100%), Calabria (92%) e Sicilia (80%). In Sardegna è presente su circa 56.000 ettari (40%). Ai sensi della normativa regionale toscana (LR 39/00 Legge forestale della Toscana) tutti i boschi sono sottoposti a vincolo idrogeologico (art. 38) oltre ai terreni ricompresi nelle zone determinate ai sensi del RD 3267/1923. Le sugherete sono classificate bosco dalla normativa regionale toscana, al pari dei castagneti da frutto. I vincoli di tipo naturalistico sono più diffusi in Lazio e Sicilia (rispettivamente, 50 e 58% della superficie regionale). In Sardegna sono presenti su circa 18.000 ettari (12% della superficie regionale).

La pianificazione di distretto deve, tra l'altro, disporre di precise informazioni sull'estensione di foreste e pascoli arborati ricadenti in ambiti di tutela naturalistica, particolarmente SIC (Direttiva 92/43/CEE "Habitat") con preliminare analisi di eventuali prescrizioni presenti nei Piani di Gestione. Con riferimento alla Sardegna, la rete regionale dei SIC è costituita da 93 aree ricoprenti una superficie complessiva (terrestre/marina) pari a circa 483.000 ettari. Solo 30 siti sono interessati in modo più o meno significativo dalla presenza di aree sughericole, la cui superficie complessivamente ammonta a poco più di 25.000 ettari, di cui il 53% rappresentato da sugherete pure, il 6% da pascoli arborati e il 41% da aree a elevata vocazione (RAS PFAR, 2006).

4.5 Le cause del progressivo degrado dei sistemi agroforestali

Le cause del degrado dei sistemi agroforestali (pascoli arborati, assimilabili a *montados* e *savannas*) e silvopastorali (pascolo in foresta, talora accompagnato da decespugliamento), sono in sintesi così riassumibili (Camilo-Alves et al, 2013; Acácio e Holmgren, 2014; Arosa et al, 2017): i) modesto tasso di rinnovazione naturale delle querce e, in particolare, della sughera (Fig. 4.3), ii) precarie condizioni di benessere dei soprassuoli forestali, colpiti soprattutto da insetti e funghi.

4.5.1 Modesto tasso di rinnovazione naturale della sughera.

Questo fenomeno è causato da diversi fattori:

- a. bassa capacità di dispersione della specie e carenza di ghiande vitali (Branco et al, 2002; Pulido e Díaz, 2005; Acácio et al, 2007); in nord Africa anche il prelievo insostenibile di ghiande, destinate all'alimentazione umana o di animali domestici, e di legna da ardere (Berrahmouni et al, 2007)
- b. la pressoché totale predazione delle plantule in presenza di un elevato carico pascolante di animali domestici e selvatici (Herrera, 1995; Dettori e Filigheddu, 2003; Plieninger et al, 2004; Deplano et al, 2006; Acácio et al, 2007; Pulido et al, 2013)
- c. la bassa percentuale di sopravvivenza dei semenzali durante la stagione arida (Gimeno et al, 2009; Smit et al, 2009). Bugalho et al (2006 e 2011) registrano, in Alentejo alla fine dell'estate, valori analoghi di mortalità dei semenzali di sughera in parcelle recintate con esclusione del pascolamento e in quelle aperte al pascolamento;

- d. lo sviluppo della meccanizzazione agricola, compreso l'uso generalizzato di grandi aratri, erpici a dischi e scarificatori con distruzione degli stadi di novelleto - forteto e danneggiamento delle radici degli alberi adulti che vedono aumentare la loro suscettibilità all'attacco di parassiti e malattie (Pulido et al, 2001; Plieninger, 2007; Branco e Ramos, 2009; Arosa et al, 2015) (Fig. 4.4);
- e. l'elevata frequenza con cui gli incendi colpiscono l'agro-ecosistema (Pausas e Vallejo, 1999; Dettori et al, 2008), eliminando sia le piante adulte (soprattutto se appena decorticate: Barberis et al, 2003; Moreira et al, 2007) che i semenzali (Acácio et al, 2009 e 2010);
- f. l'estremizzazione del regime termico e pluviometrico registrato negli ultimi decenni, e i conseguenti periodi di intensa e prolungata siccità che riducono la copertura del suolo e la rinnovazione (Acácio et al, 2009).
- g. La presenza di patogeni radicale appartenenti al phylum *Oomycota*, in condizioni di elevata siccità, può avere un impatto negativo sulla rigenerazione naturale della sughera. Tali patogeni, infatti, sono in grado di ridurre il normale sviluppo dell'apparato radicale attaccando le radici del novellame non ancora lignificate e suberificate, limitando la loro capacità di sopravvivenza nel periodo estivo (Corcobado et al 2017; Domínguez-Begines et al 2020).

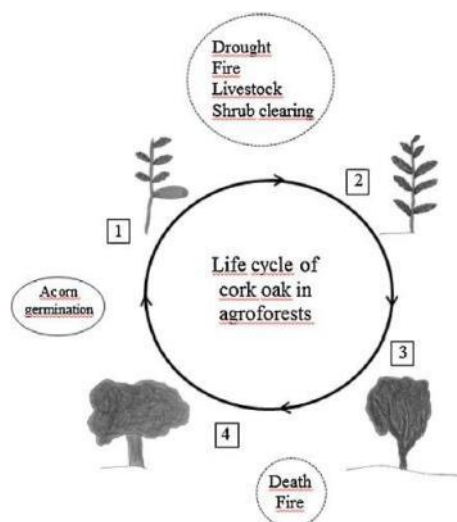


Figura 4.3 – Ciclo vitale della sughera nei sistemi agro-forestali (da Arosa et al, 2017).

Il modello predittivo sviluppato per i montados iberici identifica nel carico pascolante e nella frequenza delle arature (con eliminazione di arbusti ed elementi della rinnovazione) i principali fattori limitanti la sostenibilità a lungo termine del sistema. Arosa et al (2017) individuano in 0,40 LU.ha-1 (Livestock Unit, cioè un bovino adulto; quindi, il limite è individuato in circa 5 ovini da 50 Kg ha⁻¹) e, per le arature, in un tempo di ritorno di 5 anni i limiti di una gestione sostenibile del pascolo arborato.

Anche in Italia, in particolare in Sardegna, la crescente meccanizzazione delle imprese agricole, avviatasi negli anni Sessanta dello scorso secolo, ha avuto un ruolo importante nel modificare l'equilibrio tra le due principali componenti dell'agro-ecosistema, soprattutto là dove l'allevamento semintensivo e intensivo dell'ovino da latte è andato progressivamente sostituendo quello semiestensivo del bovino da carne. La struttura dei soprassuoli è funzione dell'organizzazione aziendale e, in particolare, della specie allevata, potendosi in sintesi distinguere due differenti tipologie multifunzionali: l'abbinamento con la filiera del latte ovino presente in particolar modo in sugherete, boschi di roverella o quercini misti della Sardegna centrale e nordoccidentale;

quella del bovino da carne diffusa nelle sugherete della Gallura (nord est), Montiferru (centro ovest) e Sulcis (sud ovest). In entrambi i casi la foresta rappresenta un'importante integrazione alimentare che si concretizza nel piano erbaceo e arbustivo (quest'ultimo utilizzato soprattutto dal bovino), nella ghianda e nella fronda.

Di recente si è proposto di individuare i sistemi agroforestali e silvopastorali regionali con il termine *Meriago* (Puxeddu et al, 2008: sito ombroso, spesso formato dalla proiezione al suolo della chioma di un grande albero, dove le greggi sostano nella calura. Pl. *Meriagos*).

La struttura arborea dei pascoli arborati risulta irregolare ma tendenzialmente coetanea (Dettori et al, 2001), condizionata dalle scelte aziendali e dalla politica agricola comunitaria e regionale. I soprassuoli ricadenti in aziende della prima tipologia (provincia di Nuoro, Fig. 4.5) mostrano una densità più elevata rispetto all'iberico montado, col valore minimo ($150 \div 200$ piante ha^{-1}) nei pascoli arborati sovente condotti a maggese (alternanza annuale di erbai autunno-vernini con pascolo); densità comprese tra $200 \div 800$ piante ha^{-1} si osservano per le foreste pascolate mentre nelle aree in via di rinaturalizzazione, con sospensione del pascolamento e un'importante presenza di elementi del novellame ($d130 \geq 5$ cm), si registrano oltre 1.000 piante ha^{-1} (Deplano et al, 2006). In tutte le strutture la diversità biologica arborea è molto bassa con una ridotta presenza di specie diverse dalla sughera.

La filiera "semi estensiva" del bovino da carne, in forte contrazione, ha abbandonato dal Secondo Dopoguerra la razza bovina locale per passare ad animali sempre più pesanti ed esigenti come la Bruna Alpina e la Bruno-Sarda, prima, e gli incroci con razze francesi quali Charolaise e Limousine, poi. Il modello, basato sulla raccolta del sughero e la vendita "fuori regione" del vitello per l'assenza nell'Isola di centri da ingrasso, è andato in crisi sia per il prolungato divieto di esportazione dei vitelli per motivazioni sanitarie (febbre catarrale degli ovini, della quale i bovini sono portatori sani), sia per la tendenza decrescente del prezzo del sughero. L'annuale vaccinazione di massa di ovini e bovini ha eliminato, nel 2016 in riferimento alla Sardegna, tutti i focolai di *blue tongue* e oggi sono autorizzate le esportazioni in tutto il resto d'Italia. Anche il prezzo del sughero mostra, da alcuni anni, una minima tendenza al rialzo, pur mantenendosi molto lontano dai valori di 15-20 anni fa. Al contempo le fluttuazioni del prezzo del latte ovino, con un'attuale tendenza al ribasso, e la politica comunitaria di sviluppo rurale potrebbero aprire un nuovo scenario per questi paesaggi bio-culturali.



Figura 4.4 – Aratura e diciocciamento trasformano la foresta in un pascolo arborato (a destra: la sospensione del pascolamento ha favorito la rinnovazione naturale (Pintus e Ruiu, 2006)

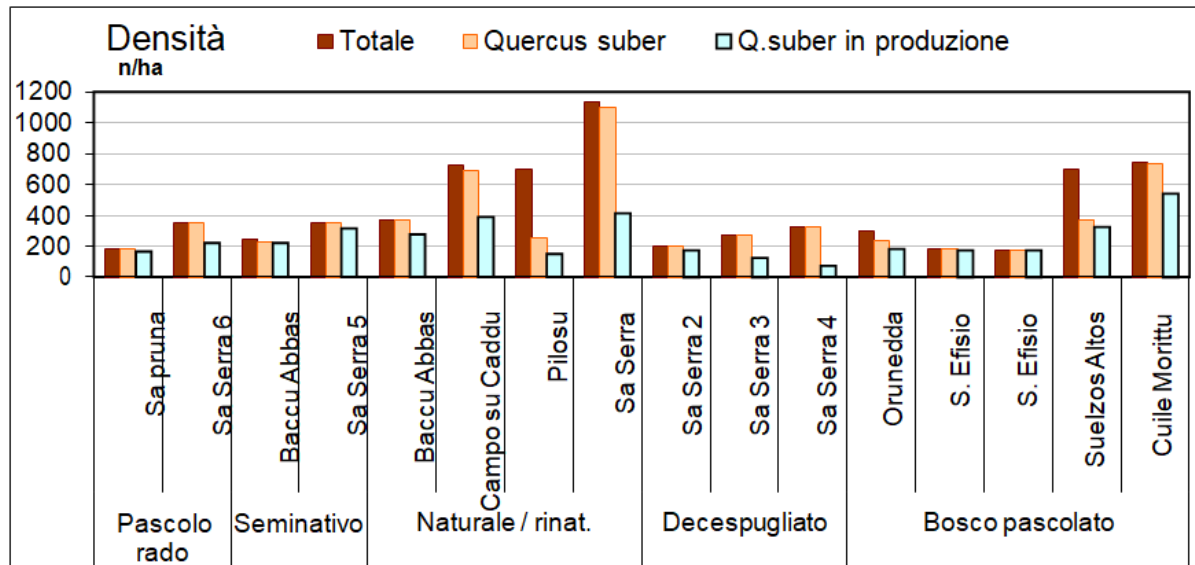


Figura 4.5 – Eterogeneità strutturale di sistemi agro- forestali e silvopastorali (Deplano et al, 2006)

La tendenziale riduzione delle entrate delle imprese agroforestali, in parte riconducibile al trend decrescente del prezzo del sughero, ha provocato, in tutto il sud Europa, fenomeni di abbandono dei pascoli arborati cui è seguita una rapida espansione del piano arbustivo. Infatti, in assenza di attività di coltivazione, questi ecosistemi sono rapidamente ricoperti da specie arbustive native, infiammabili, come *Cistus* spp, che innalzano il rischio di gravi incendi forestali (Joffre et al, 1999), provocano perdita di eterogeneità tra gli habitat e causano un decremento del valore conservativo dell'area.



Figura 4.6 - La sughereta prima (a sinistra) e dopo il passaggio del decespugliatore a martelli (foto Caredda e Franca, 2006)

4.5.2 Benessere e condizioni fitosanitarie

4.5.2.1 Premessa

Secondo i dati di INFC, nelle sugherete gli incendi sono il danno più frequente (19.000 ha), seguito dai danni da selvaggina (su 12.000 ha), da parassiti (11.000 ha) e infine quelli derivati da eventi meteorici (1.800 ha). I fenomeni di dissesto (erosione idrica, caduta o rotolamento di pietre) sono presenti solo su circa 3.000 ha.

Relativamente alla Sardegna, nel PFAR (RAS, 2006) si riporta: «*Le condizioni fitosanitarie delle foreste a sughera evidenziano anche in Sardegna una progressiva tendenza al deperimento delle piante, in linea con una evidenza del fenomeno riscontrata in tutto il bacino del Mediterraneo. Le cause sono da ricondursi fondamentalmente all'eccessiva semplificazione dei sistemi forestali e agroforestali derivante da una gestione selvicolturale non adeguata e dagli incendi boschivi. I danni maggiori risultano più frequenti per i sistemi più intensivi, per i quali si evidenzia una marcata diminuzione dei livelli di produzione*». In Sardegna, la crescente diffusione della sindrome del deperimento quercino (*oak decline*) è associata prevalentemente ad attacchi parassitari ed è conseguenza di cambiamento climatico, incendi, erranee gestioni agro-forestali, tecniche di estrazione approssimative (Linaldeddu et al. 2011; Moricca et al. 2016).

Fin dagli inizi degli anni '90 del secolo scorso, le condizioni sanitarie delle sugherete in tutto il loro areale di distribuzione sono via via peggiorate in seguito alla diffusione di eventi di degrado riconducibili alla sindrome nota col termine di “deperimento del bosco”. Si tratta di una malattia complessa di difficile definizione e soluzione a causa dei molteplici fattori avversi di natura biotica e abiotica che vi possono essere coinvolti. Fattori, per di più, che possono variare per tipo, frequenza e intensità nelle diverse situazioni stazionali in seguito all'influenza esercitata dall'uomo, direttamente (variazioni di governo o incuria del bosco) o indirettamente (urbanizzazione dell'agro), e agli ormai conclamati mutamenti globali del clima che hanno comportato un incremento delle temperature medie stagionali e modificazioni sensibili nel regime delle precipitazioni annuali con aumento in frequenza di eventi meteorici estremi.

In queste condizioni e soprattutto in mancanza di adeguate misure di prevenzione e difesa le piante più facilmente subiscono stress vegetativi anche intensi che ne limitano la funzionalità e le predispongono a rinnovati attacchi da parte dei parassiti, funghi endofiti e insetti fitofagi, normalmente presenti nei vari ecosistemi. Tali parassiti vengono definiti “opportunisti” in quanto approfittano della ridotta reattività delle piante in stress per colpire i vari organi o aggredire quelli che già li ospitano, causando disfunzioni e disseccamenti che aggravano lo stato sanitario delle piante tanto da renderne irreversibile il degrado vegetativo verso un esito letale.

4.5.2.2 Insetti fitofagi

Numerose specie di insetti si sviluppano sulla quercia da sughero (Villemant & Fraval, 1993a; Villemant & Fraval, 1993b), ma solo alcune possono raggiungere densità di popolazione elevate e rappresentare una minaccia alle produzioni e allo stato di salute delle piante. Tra questi, i defogliatori *Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera Erebidae) gli xilofagi *Coraebus florentinus* (Herbst) e *Coraebus undatus* (Fabricius) (Coleoptera Buprestidae) e il xilomicetofago *Platypus cylindrus* (Fabricius) rappresentano le principali minacce per la quercia da sughero nel Mediterraneo (Tiberi et al., 2016).

Lymantria dispar è una specie caratterizzata da notevole polifagia e si sviluppa su oltre 400 specie arboree, arbustive ed erbacee (Liebhold et al, 1995), tra cui conifere e eucalipti (Luciano & Lentini, 2016a; Floris et al, 2018). La defogliazione altera le condizioni fisiologiche della pianta, riducendo o annullando completamente la biomassa fotosintetica, e di conseguenza interferisce con la traspirazione e la distribuzione degli elaborati. Queste alterazioni influenzano la formazione degli organi riproduttivi e l'attività cambiale con una conseguente riduzione del ritmo di crescita della pianta. Gli effetti dell'attacco sulla sughera non si limitano solo alla riduzione dell'accrescimento in altezza (63%) e del diametro della pianta (riduzione ampiezza degli

anelli del legno del 45%) ma hanno soprattutto effetto sulla produzione del sughero che, in caso di defogliazione totale, raggiunge una riduzione fino al 100% (Cambini, 1971; 1975). Indagini condotte in Sardegna hanno dimostrato che la defogliazione totale può causare la perdita produttiva di un anno equivalente a 1,5 quintali di sughero in una foresta degradata e a 7,6 quintali di sughero in un bosco sottoposto ad una corretta conduzione selvicolturale (Lentini et al, 2020). In termini economici è stato stimato che, con i prezzi medi di mercato del 2003, le perdite di produzione per ettaro corrispondono rispettivamente a 285 e 1.444 euro in un ciclo di produzione di 10 anni (Luciano et al, 2003). In aggiunta agli effetti diretti ed indiretti sulle piante, le defogliazioni deturpano il paesaggio di molte zone a vocazione turistica durante l'inizio della stagione estiva, con il conseguente scoraggiamento da parte dei turisti a soggiornare in molte strutture ricettive ubicate in zone sughericole. Infine, le alterazioni fisiologiche legate alla defogliazione determinano anche la riduzione o la mancata produzione delle ghiande, importante fonte di nutrimento per gli allevamenti bradi. Non sono infine da sottovalutare gli effetti indiretti delle continue defogliazioni sullo stato di vigoria delle piante e sulla loro capacità di resistere all'insieme di avversità patogene che danno luogo al fenomeno del deperimento delle querce (Franceschini & Luciano, 2013).

Lymantria dispar è caratterizzata da variazioni temporali di abbondanza di popolazione che determinano fluttuazioni più o meno regolari. Il livello della popolazione può mantenersi in una fase di latenza per periodi più o meno lunghi, in equilibrio con la disponibilità alimentare e la cenosi degli antagonisti. A intervalli più o meno regolari, le popolazioni del fitofago manifestano incrementi della densità di popolazione che danno origine alle gradazioni. La periodicità delle fluttuazioni, e quindi anche dei periodi di massima presenza dell'insetto, è strettamente legata alla complessità dell'ecosistema. In particolare, nelle sugherete che conservano un certo grado di complessità floristica grazie alla presenza del sottobosco, le esplosioni demografiche di *L. dispar* si manifestano ogni 7-9 anni, al culmine delle quali provoca, per uno o due anni consecutivi, defogliazione totale di estesi comprensori (Luciano & Delrio, 1982; Lentini et al, 2020). In querceti degradati, come per esempio nelle sugherete intensamente pascolate, le infestazioni sono più frequenti e si ripetono ogni 5-6 anni. L'estrema semplificazione dell'ecosistema può contribuire a una sensibile riduzione dell'entomofauna ospite degli entomofagi polifagi e polivoltini indispensabili nel contenimento dell'erebide a basse densità (Lentini et al, 2020; Mannu et al, 2020). A causa dell'impatto negativo delle infestazioni di *L. dispar*, in Sardegna è presente una rete di siti di monitoraggio permanenti sui principali boschi a quercia dell'isola (Cocco et al 2010, Franceschini & Luciano, 2013), che permette la tempestiva individuazione delle aree a rischio di defogliazione.

Nel breve periodo, l'unica concreta possibilità di contenimento delle infestazioni dei lepidotteri defogliatori in ambiente forestale è rappresentata dall'impiego di preparati a base di *Bacillus thuringiensis kurstaki* (Btk), che riducono i danni provocati dalle pullulazioni dei fillofagi senza alterare i già precari equilibri ambientali tipici delle foreste a sughera. Il programma di controllo a *L. dispar* in Sardegna è iniziato nel 2001 dopo un lungo periodo di sperimentazione, durante il quale sono stati testati diversi ceppi di Btk, formulati commerciali, tecniche di distribuzione aerea, e gestione delle applicazioni in funzione della fase di gradazione dell'insetto (Luciano & Lentini, 2012; Mannu et al, 2020). Con questo mezzo, nel periodo compreso tra il 2001 e il 2019 sono stati difesi complessivamente 211.600 ettari di sugherete a rischio di defogliazione. I piani di difesa sono resi possibili grazie a una stretta collaborazione tra l'amministrazione Regionale della Sardegna (supporto finanziario), il Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale (gestione di una rete di oltre 600 stazioni di monitoraggio della densità dei lepidotteri), l'Agenzia Forestas (supporto alle stazioni dei mezzi aerei), il Servizio Ricerca per la sughericoltura e la silvicoltura di Agris Sardegna (gestione degli appalti e coordinamento dei piani di difesa) e il Dipartimento di Agraria dell'Università di Sassari (consulenza scientifica e collaborazione nella valutazione dei risultati dei piani di difesa). Tali trattamenti proteggono la vegetazione e salvaguardano le produzioni di sughero ma, tuttavia, non sono in grado di ridurre la frequenza delle gradazioni. L'unica strategia di difesa che consenta nel lungo periodo di evitare le pullulazioni del fitofago è di natura selvicolturale e consiste nel ripristinare la complessità dell'ecosistema ricreando le condizioni di resistenza ambientale che ostacolano la capacità di crescita del lepidottero. A tale scopo sarebbe opportuno aumentare la biodiversità vegetale, conservando il sottobosco e favorendo le formazioni miste, che si accompagna alla presenza di numerose convittime dei nemici naturali di *L. dispar*. In tal modo i predatori e

i parassitoidi permangono costantemente ad alte densità di popolazione evitando le progradazioni dei lepidotteri dannosi.

In questo ambito potrebbe risultare utile anche implementare il complesso dei nemici naturali introducendo nuove specie che agiscono in fase di latenza e che in altri ambienti si sono dimostrati altamente specifici nei confronti di *L. dispar* e totalmente innocui per le altre specie di insetti. Un agente di contenimento biologico adatto a questo scopo potrebbe essere rappresentato dal fungo entomopatogeno *Entomophaga maimaiga* Humber, Shimazu & Soper che si è mostrato efficace nel contenimento delle popolazioni di *L. dispar*, sia nel suo areale di origine (Giappone ed Estremo Oriente) sia nelle zone in cui è stato introdotto (Stati Uniti ed Europa balcanica), anche quando il defogliatore si trova in fase di latenza. Sebbene il fungo entomopatogeno sia specifico e possa svilupparsi solo su *L. dispar*, dimostrando una relazione evolutiva con questo ospite (Hajek, 1999), esso non è mai ritrovato in aree geografiche comunemente infestate dall'erebide. Studi condotti recentemente sul ruolo dei fattori biotici che regolano le popolazioni di *L. dispar* hanno dimostrato l'assenza del fungo dalle foreste della Sardegna (Contarini et al, 2013).

Coraebus florentinus è una specie diffusa nei paesi del bacino Mediterraneo (Cardenas & Gallardo, 2012; Kuban & Bily, 2013), con un areale di distribuzione in via di espansione come conseguenza del riscaldamento globale (Buse et al, 2013; Sallé et al, 2014). Il buprestide si sviluppa principalmente alle spese delle querce, tra cui *Q. ilex*, *Q. suber*, e *Q. pubescens*, ma è segnalato anche su castagno (*Castanea sativa* Mill) (Schaefer, 1949; Cardenas & Gallardo, 2012). Le femmine adulte sono presenti in tarda primavera e nei mesi estivi e depongono le uova su rami e ghiande. Lo sviluppo larvale dura 2-4 anni e le larve scavano delle gallerie di alimentazione subcorticali lungo i rami che possono essere lunghe fino a 1,5 metri. A maturità quasi completata, le larve scavano una galleria circolare denominata "cercine" nella corteccia interna causando l'interruzione dei flussi linfatici e il disseccamento della branca infestata. La larva, quindi, risale di 5-10 al di sopra del cercine e scava una cella d'impupamento per il completamento del ciclo. I danni causati dalle infestazioni di *C. florentinus* sono ascrivibili al disseccamento dei rami, talvolta su più della metà della chioma, e un conseguente indebolimento delle piante attaccate. Inoltre, *C. florentinus* sembra possa avere un ruolo nella trasmissione di alcuni funghi patogeni che sono coinvolti nel deperimento quercino (Pinna et al, 2019). È possibile, tuttavia, che l'insetto abbia un ruolo indiretto (es. fori di sfarfallamento determinano punti d'ingresso delle infezioni) nella trasmissione di patogeni fungini poiché l'ovideposizione avviene al di fuori dei tessuti dell'ospite (Sallé 2016). Il monitoraggio delle popolazioni di *C. florentinus* viene eseguito attraverso l'osservazione dei rami infestati e la stima della densità d'infestazione. Infatti, sebbene in laboratorio siano state identificate alcune sostanze potenzialmente attrattive nei confronti degli adulti (Fürstenau et al 2012), osservazioni preliminari condotte in Sardegna non hanno evidenziato una loro potenziale efficacia nel monitoraggio delle popolazioni. La biologia di *C. florentinus*, caratterizzata dallo sviluppo endofitico delle larve all'interno di rami e branche, rende impraticabile l'utilizzo di prodotti insetticidi per il controllo delle infestazioni del buprestide. Inoltre, i trattamenti insetticidi sono fortemente sconsigliati nei contesti ambientali naturali e semi-naturali per via della loro potenziale attività nei confronti degli organismi non target. L'unico mezzo di controllo attualmente praticabile è rappresentato dall'eliminazione delle branche infestate attraverso pratiche di potatura (Gallardo et al 2018). I rami e le branche infestate sono facilmente riconoscibili per via della manifestazione sintomatica tipica dell'attacco, caratterizzata da un ingiallimento e un disseccamento repentino delle foglie presenti sullo stesso ramo. Se effettuate prima dello sfarfallamento degli adulti, l'eliminazione delle porzioni di pianta infestate portano alla conseguente riduzione della popolazione del buprestide.

Sebbene l'insetto fosse considerato un fitofago di secondaria importanza a causa delle ridotte infestazioni, negli ultimi anni l'espansione del suo areale in vasti comprensori subericoli della Sardegna desta forte preoccupazione. Vista la crescente importanza di questo coleottero, la Regione Sardegna nell'ambito di un "PROGETTO INTEGRATO - CENTRO PER I MONITORAGGI FITOSANITARI IN AMBITO FORESTALE" [Centro funzionale per i monitoraggi fitosanitari delle piante forestali e Primi interventi attivi per il controllo delle infestazioni di *Phytophthora* ssp. nei vivai e di *Coerebus florentinus* in bosco] ha

finanziato una linea di ricerca per definire l'esatta diffusione di *C. florentinus* nei comprensori forestali isolani e per verificare l'efficacia della lotta meccanica per il contenimento delle sue infestazioni. Allo stato attuale si ha un'indicazione dei principali comprensori infestati sulla base dei rilievi effettuati dal CFVA nei siti della rete di monitoraggio impiegata per il rilievo delle ovature di *Lymantria dispar*. Da questi rilievi è emerso che *C. florentinus* sia presente nella provincia di Sassari (territori comunali di Ardara, Pattada, Buddusò e Alà dei Sardi), nella provincia di Nuoro (Sorgono, Gavoi e Fonni) e nella provincia di Oristano (Paulilatino, Ghilarza, Abbasanta, Aidomaggiore e Norbello). Tali dati non sono però esaustivi in quanto non evidenziano la reale distribuzione degli attacchi del coleottero. Infatti, osservazioni non quantitative operate dal personale dell'Università e di Agris hanno permesso di verificarne la presenza anche nei territori comunali di Sassari, Ozieri, Macomer, Benetutti e Orotelli.

La prova sperimentale di difesa ha lo scopo di valutare la sostenibilità tecnica ed economica della lotta meccanica con l'asportazione dei rami infestati. A tale scopo, i ricercatori dell'Università degli Studi di Sassari e dell'agenzia Agris Sardegna hanno predisposto una serie di incontri e sopralluoghi in campo con il personale del CFVA, dell'Agenzia Forestas e del Comune di Buddusò, per la definizione del progetto e per l'individuazione di un'area sperimentale in cui applicare la lotta attiva con l'eliminazione delle branche infestate per due anni consecutivi. La sua realizzazione è stata possibile solo grazie all'intervento gratuito dell'Agenzia Forestas che, per le sue competenze nell'organizzazione e gestione delle operazioni selvicolturali e per la disponibilità di personale specializzato per le operazioni di taglio ed eliminazione del materiale vegetale infestato, ha consentito un notevole risparmio economico. La prova di lotta ha interessato un'area subericola comunale nel territorio di Buddusò. I lavori del primo anno di attività che hanno avuto inizio il 01/04/2021, sono terminati il 28/05/2021 e hanno interessato una superficie di circa 150 ha. Complessivamente sono stati recisi 14.230 rami da 5.489 piante infestate con un numero medio di 37 piante trattate per ettaro. Il numero medio di rami tagliati è risultato superiore all'infestazione media stimata nel mese di marzo (2,6 rami/pianta).

Il lavoro è stato svolto impegnando un totale di 313 giornate con un costo totale di 38.000 euro circa, di cui 36.000 euro sono rappresentati dagli stipendi del personale e 2.000 euro dal materiale di consumo (benzina e olio lubrificante per catene). Pertanto, il costo del primo anno del progetto di lotta si aggira intorno a 250 €/ettaro. La valutazione finale dell'efficacia della tecnica di lotta potrà essere attuata solo nel 2023 a seguito della completa eliminazione dei rami infestati nel 2019 (infestazioni osservabili nel 2021) e nel 2020 (infestazioni osservabili nel 2022).

Coraebus undatus è una specie oligofaga infeudata soprattutto alle piante del genere *Quercus* e diffusa nell'Europa centrale e nelle regioni mediterranee, comprese quelle dell'Africa settentrionale. Nelle aree subericole, l'insetto sembra preferire per l'ovideposizione le sughere demaschiate. Gli adulti sono presenti nei mesi estivi con curve di volo variabili in funzione delle condizioni climatiche. In Spagna, ad esempio, in Andalusia gli sfarfallamenti avvengono a partire da maggio mentre in Catalogna gli adulti sono presenti solo da giugno. Lo sviluppo larvale dura mediamente due anni e le larve scavano lunghe gallerie di alimentazione nel fellogeno che possono incrociarsi formando un labirinto. Al termine del suo sviluppo, la larva scava una cella pupale nello spessore del sughero.

Il buprestide è considerato uno dei principali insetti dannosi alle produzioni subericole (Du Merle & Attié, 1992; Jimenez et al, 2012). I. In Spagna, nel comprensorio subericolo dell'Estremadura, è stato stimato che le perdite di produzione dovute agli attacchi del buprestide siano dell'ordine di 5 milioni di euro all'anno (Gallardo et al 2012). La specie risulta particolarmente dannosa nelle sugherete deperenti a seguito di infestazioni da parte di lepidotteri defogliatori o per periodi prolungati di siccità nonché per impropri interventi antropici, quali le lavorazioni del suolo per la semina di erbai o un eccessivo carico di animali al pascolo (Du Merle & Attié, 1992; Jimenez et al, 2012). I danni, che si evidenziano al momento della decortica; sono legati alla presenza delle gallerie di alimentazione gradualmente inglobate nel sughero durante la formazione di nuova scorza suberosa. La presenza di gallerie all'interno del sughero determina una variazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche del prodotto con un conseguente deprezzamento nel mercato (Oliveira et

al 2015). Inoltre, in presenza di forti infestazioni, le plance di sughero attaccate sono difficilmente estraibili dalla pianta e durante le operazioni di decortica vengono asportate anche porzioni di fellogeno, danneggiando così irrimediabilmente anche la futura produttività delle piante (Luciano & Lentini 2016b).

In Sardegna, *C. undatus* è stato segnalato in passato solo sporadicamente e i suoi attacchi non destavano preoccupazione. Tuttavia, più di recente sono stati segnalati gravissimi attacchi nel territorio comunale di Tempio Pausania (Gallura). In quest'area le prime segnalazioni dell'insetto risalgono al 2016 ed erano limitate ad una zona limitrofa al centro abitato. Negli ultimi cinque anni, gli attacchi di *C. undatus* sono fortemente aumentati e hanno interessato quasi il 100% delle piante decorticate nel 2021 in alcune località. La reale distribuzione dell'insetto nel comprensorio dell'Alta Gallura non è nota ma è presumibile che *C. undatus* si stia progressivamente diffondendo da diversi focolai d'infestazione. Le segnalazioni di danni alle produzioni nel comune limitrofo di Calangianus e nel territorio comunale di Berchidda fanno presupporre che gli attacchi dell'insetto possano interessare un'area subericola estesa per oltre 5000 ha.

In Sardegna, i danni causati da questo insetto hanno provocato un forte allarme da parte dei proprietari delle sugherete e degli industriali che lavorano nella filiera del sughero, non solo per le perdite di produzione di rilevanza economica ma anche per l'incertezza legata all'impossibilità di valutare il valore del sughero prima dell'estrazione e della mancanza di informazioni della reale distribuzione dell'insetto sul territorio.

In Italia, infestazioni di *Coraebus undatus* su sughera sono note anche in Sicilia, in particolare sui Nebrodi, e in Toscana.

Allo stato attuale, non sono disponibili tecniche di lotta efficaci per contrastare le infestazioni di *C. undatus*. L'impiego di insetticidi, anche in endoterapia, non ha dato risultati significativi in sperimentazioni condotte nella penisola Iberica e, in ogni modo risulterebbe poco sostenibile dal punto di vista ambientale ed economico. Sono invece più promettenti strategie di difesa preventive basate sulle catture massali degli adulti e sull'utilizzo di prodotti repellenti l'ovideposizione, sebbene anche tali tecniche siano citate in report ma non sono state pubblicate in riviste scientifiche. Allo stesso modo, si riporta che le pratiche selvicolturali che favoriscono la vigoria possono aumentare la resistenza delle piante agli attacchi di *C. undatus* in quanto è noto che l'incremento del flusso linfatico può essere associato ad una maggiore mortalità delle larve (Soria e Ocete, 1992).

Il pericolo di diffusione di *C. undatus* è particolarmente preoccupante non solo per il forte deprezzamento del sughero infestato ma per la difficoltà di controllare la crescita delle popolazioni con metodi efficaci e sostenibili in ambito forestale. Per limitare la diffusione di questo insetto dannoso, in Italia è stata approvata una legge (art. 1, commi 893, 894 e 895 della legge n. 234 del 30 dicembre 2021) che rende obbligatorio il trattamento termico del sughero prima della movimentazione al di fuori del territorio regionale di estrazione. Inoltre, viene stanziato un contributo di 150.000 euro per l'Università degli Studi di Sassari per effettuare attività di monitoraggio e verificare l'efficacia dei trattamenti termici. L'obbligo di trattamento termico e i criteri di gestione del finanziamento devono essere stabiliti con appositi decreti attuativi che ancora non sono stati pubblicati.

Platypus cylindrus ha un'ampia diffusione (Ucraina, Caucaso, Asia minore, Iran, Europa centrale e meridionale e Africa del nord) ed è caratterizzato da notevole polifagia sviluppandosi a spese di diverse specie arboree quali melo, querce, castagno, faggio, frassino, olmo, noce, ciliegio selvatico ed eucalipto (Luciano & Franceschini 2016). Gli adulti colonizzano in genere piante deperenti anche se in letteratura non mancano segnalazioni di attacchi su alberi apparentemente sani. In Marocco, ad esempio, sulla quercia da sughero il Platipodide è considerato sia uno xilofago primario, che attacca e porta a morte in meno di una stagione piante sane, sia uno xilofago secondario, che s'installa su alberi evidentemente deperenti o su parti morte di tronchi. L'attacco su sughera si manifesta da una notevole presenza sui tronchi di rosura biancastra che viene espulsa dai maschi, attraverso i fori d'ingresso delle gallerie. Se la pianta è ancora vigorosa reagisce all'ingresso dei coleotteri con l'emissione di essudati nerastri, ricchi di sostanze tanniche, che fuoriescono dall'apertura delle gallerie frammisti alla rosura e solo dopo qualche tempo si rapprendono. Il coleottero predilige penetrare nelle

piante in corrispondenza di lesioni del fellogeno che possono essere prodotte durante le operazioni di decortica (ferite causate da un maldestro impiego della scure, lacerazioni prodotte al fellogeno durante il distacco delle plance, incisioni longitudinali praticate col filo dell'accetta, subito dopo la decortica, al fine di ottenere la delimitazione delle nuove plance. I maschi colonizzano le piante con le prime gallerie di penetrazione che vengono subito raggiunte dalle femmine. Queste ultime ospitano in particolari strutture toraciche (micangi) particolari specie di funghi simbiotici che infettano le gallerie formando un feltro di ife fungine che rappresentano l'alimento degli adulti e delle larve di *P. cylindrus* (Batra, 1963; Fraedich, 2008). Gli adulti possono però veicolare anche funghi patogeni che innescano il fenomeno del deperimento delle querce e provocano severe perdite economiche (Sousa et al, 1995; 2002). Il più importante gruppo di funghi simbiotici al gruppo Ophiostomales che include i generi *Ceratocystiopsis*, *Graphilbum*, *Leptographium*, *Ophiostoma*, *Raffaelea* e *Sporothrix* (Hyde et al, 2020; Strzalka et al, 2020). Studi condotti in Europa sul deperimento delle querce hanno evidenziato che l'associazione *Ophiostoma-Ceratocystis* è patogena per la pianta (Badler, 1992; Delatour et al, 1992). Più recente è la descrizione della nuova specie *Ceratocystiopsis quercina* sp. Nov. associata con i sintomi del declino vegetativo delle sughere (Inacio et al, 2022).

Le infestazioni più gravi ad opera di questo Coleottero si sono registrate in sugherete sottoposte a decortica in annate con primavera siccitose. L'attacco, sebbene non porti a morte la pianta, causa un notevole declassamento della qualità della scorza suberosa che presenta numerose ed evidenti chiazze decolorate oblunghe, concentrate, spesso, in un solo lato del fusto. Nel lungo periodo, potrebbero comunque risultare più gravi gli effetti dello sviluppo di infezioni conseguenti all'inoculazione di funghi patogeni, di cui l'insetto è riconosciuto vettore. Essi, infatti, colonizzano progressivamente i tessuti interni e diffondono nel sistema vascolare sostanze tossiche dando luogo ad infezioni sistemiche che generalizzano il deperimento delle piante.

4.5.2.3 Agenti fitopatogeni

Negli ultimi decenni la quercia da sughero ha attirato l'attenzione di numerosi studiosi soprattutto in considerazione delle nuove minacce, legate in particolare ai cambiamenti climatici in atto e all'introduzione nell'ecosistema sughera di patogeni fungini esotici invasivi, che possono arrecare danni tanto gravi da compromettere anche la stessa sopravvivenza di intere formazioni forestali (Santini et al, 2013). Infatti, la globalizzazione dei mercati, con l'inevitabile diffusione di materiale vegetale infetto, ha comportato l'introduzione progressiva di patogeni alieni in ambienti in cui non erano presenti, con effetti spesso devastanti (Liebhold et al, 2012; Jung et al, 2016). Inoltre, sempre più di frequente si sono create condizioni climatiche che hanno favorito sia l'insediamento e la diffusione di patogeni esotici in ambienti non nativi, sia la recrudescenza degli attacchi di patogeni endemici su piante ospiti predisposte da condizioni ambientali avverse, per lo più in seguito ad un'anomala distribuzione delle precipitazioni oppure ad una loro sensibile riduzione. In queste condizioni, gli alberi sono soggetti a stress vegetativi ripetuti e intensi che ne limitano la funzionalità e li predispongono a rinnovati attacchi anche da parte dei parassiti normalmente presenti nei vari ecosistemi. Tali parassiti, definiti "opportunisti" in quanto approfittano della ridotta reattività delle piante in stress per colpire i vari organi o aggredire quelli che già li ospitano, causano disfunzioni e disseccamenti che possono divenire sistemici fino a configurare sindromi, indicate genericamente col termine di "deperimento", che esprimono un degrado vegetativo delle piante progressivo e irreversibile verso un esito letale. Di seguito, vengono illustrate alcune delle principali problematiche fitopatologiche emergenti su quercia da sughero e le possibili strategie di gestione e difesa per mitigarne gli effetti negativi.

Tra i diversi agenti fitopatogeni quelli più frequentemente associati al fenomeno del deperimento sono microrganismi fungini appartenenti alle famiglie delle Xylariaceae Tul. & C. Tul. e Botryosphaeriaceae Theiss. & Syd. e da Oomiceti del genere *Phytophthora* de Bary. Le malattie della quercia da sughero possono interessare diverse parti della pianta: chioma, fusto o radici. I patogeni della chioma aggrediscono foglie, gemme, germogli e rametti. Le prime manifestazioni sintomatiche consistono in macchie di diversa pigmentazione e grandezza, che possono confluire tra di loro, interessando l'intera foglia, a cui segue necrosi. Tra i principali patogeni della chioma si annoverano: *Cystodendron dryophilum* (Pass.) Bubak agente della

cistodendrosi, malattia che colpisce piante giovani e adulte. Si manifesta con caratteristiche macchie zonate, anche molto estese, e causa una defogliazione lenta ma graduale, talvolta totale; *Microsphaera alphitoides* Griffon et Maubl., un ascomicete agente del mal bianco che attacca le giovani foglie. Inizialmente compaiono piccole aree ricoperte da micelio di colore bianco che si estendono rapidamente fino a interessare l'intera superficie fogliare causando una riduzione della fotosintesi con conseguente necrosi; *Apiognomonina quercina* (Kleb.), ascomicete agente dell'antracnosi della quercia, particolarmente diffuso in Sardegna e Sicilia. Si manifesta con macchie fogliari di varie forme e dimensioni nonché con la successiva necrosi delle stesse foglie e dei giovani rametti di uno o due anni; *Lembosia quercina* (Ell. et G. Martin) Tracy and Earle agente della ticchiolatura, facilmente riconoscibile per le tipiche macchie, provoca prematura caduta delle foglie; *Uredo quercus* Brond. agente della ruggine, malattia che generalmente colpisce le foglie causando filloptosi ma può arrecare danni anche ai fusti.

Tra i patogeni fungini agenti di cancri e disseccamenti su fusto e rami, particolarmente dannosi sulle querce sono quelli appartenenti alle famiglie delle *Xylariaceae* e *Botryosphaeriaceae*. Tra le prime, molto diffusa nelle sugherete è *Biscogniauxia mediterranea*, agente del “cancro carbonioso” delle querce e di altre specie forestali. È un fungo ubiquitario in grado di comportarsi sia da endofita, senza causare malattia, sia da parassita in piante che vegetano in condizioni di stress o debilitate dalla senescenza. Particolarmente suscettibile agli attacchi di *B. mediterranea* è la quercia da sughero, dove è possibile osservare nei tessuti colonizzati dal fungo lo stroma nero carbonaceo che irrompe a livello sottocorticale fino a formare il tipico cancro carbonioso sul fusto e sui rami ormai disseccati (Moricca et al, 2016). La diffusione di questo patogeno è strettamente legata alle condizioni climatiche e alla gravità delle infezioni, pertanto tra i possibili interventi di lotta rientrano quelli di tipo preventivo, indirizzati a ridurre il quantitativo di inoculo mediante l'asportazione e l'abbruciamento delle parti infette della pianta.

Tra le *Botryosphaeriaceae*, degna di nota è la diffusa presenza di *Diplodia corticola* nelle sugherete in Sardegna, patogeno in grado di attaccare le piante indipendentemente dalla loro età. I sintomi associati alle infezioni di *D. corticola* si manifestano sulle grosse branche e lungo il fusto e sono caratterizzati dalla presenza di aree depresse più o meno estese che evolvono in cancri corticali spesso umidi per la fuoriuscita di essudati nerastri. A livello sottocorticale i tessuti legnosi appaiono imbruniti con lesioni che interessano i vasi xilematici causando forti squilibri a livello fisiologico nelle piante colpite. Spesso il fungo penetra facilmente attraverso le ferite causate durante le operazioni di decortica, compromettendo da un lato la rigenerazione del sughero e dall'altro la vitalità della pianta stessa. Ciò sottolinea l'importanza di una corretta esecuzione della decortica, evitando di causare ferite profonde che possono costituire facili vie di accesso per i propaguli di *D. corticola*, nonché di altri pericolosi patogeni. Diverse altre specie di *Botryosphaeriaceae*, alcune delle quali di nuova descrizione, stanno pericolosamente emergendo in ambiente mediterraneo e rappresentano una serie minaccia per i popolamenti forestali quercini (Moricca et al, 2016).

Gli agenti responsabili di attacchi agli apparati radicali della quercia da sughero sono principalmente specie appartenenti ai Basidiomycota, Ascomycota e Oomycota. Oggetto degli attacchi possono essere sia i semenzali in vivaio che in bosco e le piante adulte. Tra i più importanti patogeni radicali si annovera *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kummer, che su quercia da sughero è stato riscontrato in tutto il suo areale di distribuzione come agente di “marciume radicale e del colletto”. Le piante colpite da “marciume radicale e del colletto” manifestano un deperimento generale della chioma, dapprima limitato ad alcuni rami. Le foglie appaiono mal sviluppate, divengono clorotiche e cadono prematuramente via via che i rami si disseccano. Segue il disseccamento di porzioni sempre più ampie della chioma, inizialmente corrispondenti al settore radicale colpito dal fungo, poi dell'intera pianta. Le radici infette si presentano nerastre e di consistenza spugnosa; la scorza si distacca con facilità ed al di sotto di essa si notano le placche miceliari bianche del fungo collegate da cordoni rizoidi che tendono ad avvolgere le radici e a risalire verso il colletto della pianta. Qui il micelio assume una tipica forma a ventaglio e si sviluppa colonizzando gli strati sottocorticali di porzioni sempre più ampie di tronco, estendendosi sia verso l'alto, sia a cingere la circonferenza dello stesso. Nelle porzioni infette dei tronchi di piante di quercia da sughero, l'estrazione del sughero avviene con difficoltà e di norma comporta anche il distacco del fellogeno e spesso di buona parte del libro e del cambio, che appaiono fortemente disorganizzati. Recentemente *A. mellea* è stata associata alla presenza del TCA (2,4,6- tricloroanisolo) nelle

plance di sughero (Salvatella et al, 2019). Tuttavia, il ruolo del fungo nella formazione del cloroaniso è ancora non completamente chiaro.

Recenti indagini in diverse sugherete deperenti della Sardegna hanno rivelato il coinvolgimento di numerose specie di *Phytophthora* nell'eziologia di tali fenomeni (Scanu et al, 2013; Seddaiu et al, 2020). Tra queste, *P. cinnamomi* è risultata la più diffusa e sicuramente quella in grado di causare danni significativi sulle piante indipendentemente dalla loro età. *Phytophthora cinnamomi* Rands è un patogeno estremamente aggressivo, inserito nella lista del Global Invasive Species Database (<http://www.issg.org>) e considerato tra i 100 patogeni alieni più pericolosi a livello mondiale (Lowe et al, 2000). Su querce da sughero *P. cinnamomi* è responsabile della sindrome nota col nome di “Disseccamento repentino delle querce”, sia nelle sugherete sarde che della penisola (Scanu et al, 2013).

La situazione appare altresì molto grave anche in Sicilia dove sono noti da tempo fenomeni di deperimento a carico delle querce da sughero

In particolare, *P. cinnamomi* attacca progressivamente l'apparato radicale degli alberi che, di conseguenza, dapprima manifestano chiome microfilliche, poi ingiallimenti e disseccamenti di porzioni sempre più ampie delle stesse, e infine si disseccano completamente. Nelle sugherete, i casi di disseccamento improvviso delle piante si verificano in genere alla fine della stagione estiva e si caratterizzano per il fatto che le foglie disseccate restano a lungo attaccate ai rami, i fusti manifestano alla base i tipici essudati brunastri e gli apparati radicali appaiono privi delle radici assorbenti più sottili, talvolta con le radici laterali marcescenti e con quelle principali interessate da imbrunimenti (Scanu et al, 2013). Oltre alla *P. cinnamomi* numerose altre specie sono state recentemente riportate associate a fenomeni di deperimento della quercia da sughero, tra cui *P. ×cambivora*, *P. gonapodyides*, *P. plurivora*, *P. pseudocryptogea*, *P. psychrophila*, *P. quercina*, *P. syringae* e *P. tyrrhenica* (Seddaiu et al, 2020). La maggior parte di queste specie sono state introdotte dai loro centri di origine attraverso il trasporto nei nostri ambienti di materiale vegetale infetto (Jung et al, 2016), evidenziando l'importanza della sanità del materiale di propagazione in fase di impianto. Oggigiorno, l'unica strategia di lotta efficace contro gli attacchi da *Phytophthora* prevede l'utilizzazione di prodotti chimici ad azione sistemica come Metalaxyl, Fosetyl-Al e Dimetomorf, il cui impiego tuttavia è consentito solamente in vivaio. Un'alternativa valida in campo forestale è rappresentata dall'uso del “fosfonato di potassio”, un ammendante che oltre a possedere proprietà fungicide nei confronti degli oomiceti, ed in particolare delle specie di *Phytophthora*, si comporta anche come induttore di resistenza, essendo capace di attivare nella pianta i meccanismi di difesa che contrastano lo sviluppo dei processi infettivi.

4.6 Restauro dei sistemi agro-silvopastorali o silvopastorali

Negli ultimi decenni, la Politica Agricola Comunitaria (PAC) ha finanziato interventi con effetti spesso contraddittori sui sistemi in questione. Infatti, l'erogazione, agli imprenditori agricoli, di un sostegno finanziario commisurato al numero di capi allevati, può aver favorito modelli di super pascolamento responsabili in alcune aree della ridotta rinnovazione delle sugherete. Al contempo la riforma Mac Sharry della PAC ha portato all'adozione di ammortizzatori socio-economici quali il *set-aside* e regolamenti comunitari (Reg. 2080/92 e 1257/99) che hanno, ad esempio, consentito sia di realizzare piantagioni di sughera su ex coltivi sia di ristrutturare i soprassuoli in produzione (Dettori et al, 2006 e 2008; Pinto-Correia et al, 2011).

In seguito, sono stati adottati e promossi schemi agro-ambientali «per proteggere la biodiversità attraverso la riduzione degli effetti negativi dell'agricoltura (ad es. riduzione nell'impiego di pesticidi e fertilizzanti) e la promozione di pratiche rispettose dell'ambiente, inclusa l'agricoltura tradizionale, tramite compensazione monetaria per gli agricoltori» (Kleijn e Sutherland, 2003). L'insufficiente integrazione tra le diverse azioni ha limitato l'efficacia delle misure agroambientali nel contrastare la tendenza all'abbandono: «per esempio gli imprenditori ricadenti in aree autorizzate a ricevere compensazioni agroambientali per mantenere l'agricoltura tradizionale potevano ricevere pagamenti più elevati attraverso la conversione dei terreni coltivati in piantagioni forestali» (Pinto-Correia 2000). Inoltre, gli obiettivi delle misure agroambientali erano spesso mal definiti (Baylis et al 2008).

I successivi cambiamenti della PAC (riforma Fischler) hanno convertito l'aiuto diretto alle aree cerealicole e ad alcune specie di animali da allevamento nel Premio Unico Aziendale sganciato dalla produzione (disaccoppiamento) ma vincolato ai requisiti imposti dalla condizionalità. Questo, insieme col decremento dei prezzi dei cereali e dei prodotti animali, ha anche elevato le difficoltà a mantenere competitivi i modelli tradizionali simili alle dehesas. La sostituzione della fase produttiva agricola può contribuire alla degradazione attraverso la scomparsa di stoppie e paglia e la perdita della risorsa foraggiera causata dall'invasione degli arbusti. Molti proprietari, infatti, si sono orientati verso l'eliminazione della fase colturale (coltivazioni) e la sostituzione di pecore e capre con bovini, nonostante questo possa severamente limitare la rinnovazione della sughereta (Bugalho et al, 2011).

L'attenzione della FAO e della Comunità Europea per il silvopastoralismo rimane, comunque, alta, come dimostrano gli studi del CIHEAM (Decandia et al, 1998) e il recente finanziamento, nell'ambito del VII Programma Quadro, del progetto AGFORWARD (AGroFORestry that Will Advance Rural Development, Gennaio 2014-Dicembre 2017: <https://www.agforward.eu/index.php/it/>) che ha come obiettivi lo sviluppo di tecniche agronomiche e sistemi gestionali sostenibili. La mitigazione può essere facilitata dall'introduzione di nuove specie e varietà di fabacee fissatrici di azoto, come le mediche (*Medicago* spp.) e il trifoglio sotterraneo (*Trifolium* spp.), ovvero di mescolanze accuratamente scelte di leguminose capaci di potenziare le risorse foraggere, aumentare la fertilità del suolo, fermare l'espansione degli arbusti e formare delle fasce tagliafuoco (Crespo et al, 2004). Già il Progetto Interreg Italia-Francia "Suberex" aveva dimostrato come sia possibile ridurre l'impatto delle produzioni foraggere a supporto della filiera del latte ovino sostituendo l'impianto di erbai autunno-vernini (decespugliamento con lama frontale e successiva aratura) col miglioramento pascolo eseguito con decespugliatori a martello (Fig. 4.6). Il successivo apporto di concimi fosfatici e l'infittimento del piano erbaceo, necessario in presenza di cotiche degradate con bassa consistenza della *seed bank*, forniscono produzioni foraggere simili, per quantità e qualità, all'impattante insediamento degli erbai. Tra le misure tecniche ad azione puntuale rientra anche l'uso di protezioni individuali (*shelter*) per difendere la rinnovazione e il novelleto dal pascolamento, soprattutto in fase di insediamento di una nuova sughereta. La turnazione del pascolo ha avuto, invece, una minore diffusione poiché richiede la disponibilità di vaste superfici e proprietà di grandi dimensioni dove alternare parcelle pascolate e lasciate alla rinnovazione con sviluppo del piano arbustivo (Pulido et al, 2010).

Più di recente il restauro dei sistemi agroforestali e silvopastorali è stato motivato dai loro molteplici servizi ecosistemici: sequestro del carbonio, conservazione della qualità delle acque e della biodiversità, controllo della desertificazione, tutela del suolo (Moreno et al, 2014). In questa prospettiva le dehesas sono definite come «sistemi creati dall'uomo con ecosistemi naturali incorporati» piuttosto che come «sistemi naturali con influenza umana incorporata.» (Ellis e Ramankutty, 2008). I proprietari terrieri che forniscono, attraverso una gestione adeguata del territorio, benefici ambientali (ad esempio la qualità dell'acqua e la conservazione della biodiversità) potrebbero ricevere specifici premi: il pagamento può essere diretto (ad es *cash*) o indiretto (ad es. fornitura di sementi o di alveari) e/o completato da assistenza tecnica per lo sviluppo di piani di gestione (Wunder 2005; Engel et al, 2008). Alcuni progetti per la remunerazione dei S.E. generano effetti positivi per la conservazione della biodiversità, migliorando al contempo il benessere umano (Tallis et al 2008). Pinto-Correia, già nel 2000, sosteneva che misure di premialità per i S.E. «possono essere applicate alla conservazione e al restauro dei degradati ecosistemi di savana basati sulla quercia da sughero, ed estese alle savane dove l'abbandono mette in pericolo la persistenza di questo sistema socio-ecologico. I tradizionali strumenti di conservazione (ad esempio aree protette, regolamenti) e le misure agroecologiche sono risultati insufficienti per la salvaguardia delle savane a quercia da sughero». La premialità riservata ai S.E. è quella più adatta per interventi su ecosistemi modellati dall'uomo in quanto fornisce incentivi economici per migliorare le pratiche di gestione e può essere utilizzata per compensare i proprietari terrieri per obiettivi esattamente definiti, come ad esempio lo stoccaggio del carbonio o altri servizi ecosistemici (Bugalho et al, 2011).

In Italia la tutela giuridica e il rilancio delle sugherete trovano fondamento sia su normative a carattere generale, come i D. Lgs. N. 227/2001 e n. 42/2004, che specifiche e, talora, locali. Per la Sardegna si può ricordare, tra le più recenti, la L.R. n. 4/94, il Piano Forestale Ambientale Regionale (2007) e L.R. n. 8/2016 (legge forestale della Sardegna).

Quest'ultima riporta (art. 31, comma 3 e 4) quanto segue «La Regione, entro sei mesi dalla data di entrata in vigore della presente legge, approva il programma straordinario pluriennale per lo sviluppo della sughericoltura di cui all'articolo 1 della legge regionale 9 febbraio 1994, n. 4 (Disciplina e provvidenze a favore della sughericoltura e modifiche alla legge regionale 9 giugno 1989, n. 37, concernente "Disciplina e provvidenze a favore della sughericoltura e dell'industria sughericola"), e definisce obiettivi e strategie di valorizzazione del settore a breve, medio e lungo termine». e ancora «4. La Regione individua annualmente le risorse destinate alla valorizzazione del comparto sughericolo e all'attuazione delle misure previste nel piano straordinario pluriennale di cui al comma 3, riguardanti azioni dirette o di agevolazione del credito, nei limiti delle disposizioni di legge e dei regolamenti comunitari».

A queste si aggiungono le risorse del Piano di Sviluppo Rurale 2014/2020, misura 8.2.8. M08 - Investimenti nello sviluppo delle aree forestali e nel miglioramento della redditività delle foreste (articoli da 21 a 26), che prevedeva:

- S. 8.1; sostegno alla forestazione/all'imboschimento. Finalizzata a coprire gli impegni pregressi assunti ai sensi dei Reg. (CEE) n. 2080/1992 e (CE) n. 1257/1999, in transizione dai precedenti periodi di programmazione. Importo € 20.000.000,00;
- S. 8.3; sostegno alla prevenzione dei danni arrecati alle foreste da incendi, calamità naturali ed eventi catastrofici. Importo € 13.000.000,00;
- S. 8.6; sostiene investimenti in tecnologie silvicole e nella trasformazione, mobilitazione e commercializzazione dei prodotti delle foreste, al fine di migliorare le prestazioni economiche e ambientali delle micro e piccole aziende forestali. Importo € 8.000.000,00.

Quindi gli impegni ventennali a compensazione dei “mancati redditi” (CEE n. 2080/92) pesano sulla Misura per circa il 50%. Si deve, però, tenere presente che è possibile spostare risorse verso le misure più gettonate in presenza di un'ampia progettualità.

Le possibili politiche e azioni da mettere in campo sono analizzate, tra l'altro, nel già citato PFAR (RAS 2007, http://www.regione.sardegna.it/documenti/1_73_20080129180054.pdf) che dedica il primo degli otto Progetti Operativi Strategici alla sughericoltura: «Accrescimento della competitività della filiera sughero in termini soprattutto qualitativi per un miglioramento delle condizioni economiche; miglioramento della funzionalità ecologica dei sistemi agroforestali a prevalenza di sughera.» differenziando gli interventi tra le sugherete private, con prevalente funzione produttiva, e quelle pubbliche, multifunzionali ma con prevalente funzione protettiva.

L'armonia o, a seconda dei casi, il conflitto tra la componente agricola e quella forestale sono sostenute/risolte attraverso un processo di regolamentazione che è «insita nella caratterizzazione preliminare della vulnerabilità e della sensibilità del sistema ambientale. La lettura analitica del sistema si basa sulla valutazione dello stato reale della componente forestale, sulle condizioni stazionali, sulle modalità di gestione dell'attività zootecnica. La vulnerabilità rappresenta dunque il risultato interpretativo di una commistione di condizioni e processi differenti (forma di governo, sistema selvicolturale, stadio evolutivo nel caso di sistemi a struttura coetanea o coetaneiforme, stato fitosanitario, condizioni pedo-morfologiche e stato di degrado del suolo, specie pascolanti e modalità di pascolamento), che mira a definire il livello ottimale di sostenibilità del sistema. Gli squilibri derivanti da un medesimo utilizzo zootecnico acquisiscono una intensità che varia a seconda della particolare vulnerabilità del sistema ad essere danneggiato dalla pressione esterna a cui è sottoposto.».

Gli indirizzi per la ricerca dell'equilibrio e di modelli gestionali sostenibili prevedono le seguenti azioni:

a. Regolamentazione dei carichi, periodi e tempi di pascolamento. In tutti i casi di vulnerabilità attestata su livelli non elevati, tale quindi da non riguardare contesti ambientali di particolare criticità, è pianificata una regolamentazione della gestione del pascolamento che tenga in considerazione:

- la specie di interesse zootecnico pascolante (bovini, equini, suini, caprini, ovini) in considerazione del

diverso comportamento alimentare;

- il massimo carico teorico sostenibile in relazione alla disponibilità di biomassa;
- i tempi di permanenza;
- i turni di pascolamento, ovvero il periodo compreso fra una pascolata e l'altra;
- la stagione di pascolamento;
- il carico istantaneo per gli effetti di degrado a carico della risorsa suolo (costipamento, sentieramento, parziale scopertura del terreno per eliminazione della vegetazione con innesco di fenomeni erosivi ecc.).

b. Sospensione del pascolamento. La sospensione del pascolamento è prevista in tutti i casi di elevata vulnerabilità (aree critiche) del sistema forestale ed in particolare:

- nei nuovi impianti fino alla completa affermazione del soprassuolo (rinnovazione affermata)
- in corrispondenza a interventi selvicolturali finalizzati a promuovere la rinnovazione agamica e gamica attuati nell'ambito dell'applicazione dei diversi trattamenti selvicolturali;
- nelle aree degradate individuate dagli strumenti di piano, nei quali siano previsti interventi di ricostituzione della copertura forestale;
- nei contesti alquanto semplificati dove si opti per orientamenti basati sull'evoluzione naturale (in senso stretto o guidata);
- nei soprassuoli appena percorsi da incendi o in fase di ricostituzione.

I tempi di sospensione variano in funzione dei ritmi di accrescimento della vegetazione e della specie pascolante.

Nei sistemi agro-forestali il PFAR indica gli Indirizzi e le tecniche, alternative, di lavorazione meccanica del suolo per arginare eventuali fenomeni di degrado:

Trasformazione da sistemi foraggero semi-intensivi a sistemi silvopastorali

Nelle situazioni di bassa o media altitudine all'uso agricolo sono messe in atto una serie di azioni tese a limitare i fenomeni erosivi e ad ottimizzare l'utilizzo delle risorse foraggere;

Nel breve periodo le azioni di prevenzione e di mitigazione prevedono il ricorso a tecniche di lavorazione del terreno a basso impatto (realizzazione di erbai mediante *minimum tillage*, semina su sodo, semina a strisce, azioni di decespugliamento solo della parte aerea degli arbusti), escludendole nelle aree a maggior pendenza o in quelle oramai compromesse;

Il ricorso a specie foraggere poliennali e autoriseminanti può ridurre il ricorso alle lavorazioni frequenti.

Trasformazione da sistemi foraggero semi-intensivi a sistemi forestali

Abbandono culturale (pratiche agronomiche e utilizzazione zootecnica) per favorire il processo di ricolonizzazione da parte di essenze arbustive autoctone, con particolare riferimento alle aree di transizione sistema agricolo – sistema forestale; progressivo sostegno al processo di ricolonizzazione, soprattutto nelle aree maggiormente degradate e più vulnerabili, mediante il ricorso a rimboschimenti e rinfoltimenti con uso di specie arbustive frugali e ad alto potere di ricolonizzazione.

Gli interventi di restauro puntuale sono illustrati nella Misura PR2 “Valorizzazione economica diretta e indiretta dei contesti forestali esistenti” e, in particolare, PR2.2 distinguendo i seguenti Indirizzi:

Ricostituzione di aree percorse da incendio

In questi contesti «assume quindi carattere di primaria rilevanza l’analisi tecnica preliminare degli effetti sui popolamenti forestali conseguenti al passaggio del fuoco ai fini della valutazione delle possibilità di recupero delle formazioni» e prosegue «Per le latifoglie quindi si indica l’avvio delle attività di ceduzione e delle eventuali tramarrature, calibrate in base all’entità del danno rilevato a livello di singolo individuo. In alcuni casi la ceduzione può risultare non necessaria ma può ritenersi sufficiente un’energica azione di potatura per favorire la ricostituzione di chiome ben conformate. Per il contesto delle sugherete l’operazione di ricostituzione, finalizzata ad accelerare il processo di recupero, consentendo una riduzione dei tempi di mancata produttività, configura una più significativa sostenibilità economica dell’intervento di recupero rispetto agli altri sistemi forestali.»

Ricostituzione di aree danneggiate da avversità biotiche

«La progressiva semplificazione dei sistemi forestali e l’elevata pressione antropica rappresentano le condizioni di aumento della vulnerabilità degli stessi ad attacchi di natura biotica. Negli ultimi decenni, infatti, risultano in aumento i casi di deperimento diffuso da parte di agenti biotici, fenomeno d’altra parte diffuso e complesso che interessa l’intero settore delle formazioni forestali mediterranee, di cui il caso delle querce, ed in particolare delle sugherete, rappresenta l’aspetto più preoccupante per i risvolti legati anche alla natura economica causata dai danni. Le azioni di pianificazione devono quindi porre l’accento, in primo luogo, sulla limitazione dei fattori predisponenti attraverso una gestione forestale programmata che consenta una progressiva rinaturalizzazione dei sistemi forestali, con conseguente aumento della complessità e funzionalità. Le azioni preventive prevedono la ricostituzione di popolamenti misti più funzionali attraverso l’adozione di forme di trattamento più conservativo rispetto a quello tradizionale (mirato soprattutto a consentire la presenza di un efficiente piano dominato vivo), e il differimento temporale delle utilizzazioni. Per quanto concerne le operazioni di ricostituzione delle formazioni danneggiate da avversità biotiche, generalmente applicate in termini più localizzati rispetto agli altri casi, sono proposte le indicazioni generali già previste nella precedente sezione delle aree percorse da incendio (ceduzioni, tramarrature, succisioni, rinfoltimenti, protezione rinnovazione affermata).»

L’incremento delle problematiche fitosanitarie negli ultimi anni è in parte dovuto anche ai cambiamenti globali, che da un lato favoriscono l’introduzione di specie patogene esotiche e dall’altro ne facilitano la loro stabilizzazione e diffusione in foresta (Moricca et al 2016; Jung et al 2018). Pertanto, la gestione delle sugherete deperienti che vedono coinvolti patogeni fungini non può prescindere da un’attenta e periodica attività di monitoraggio fitosanitario volta a individuare tempestivamente l’insorgenza di focolai d’infezione e bloccare sul nascere attraverso l’adozione di idonee misure di prevenzione e difesa una loro possibile diffusione epidemica.

Laddove il deperimento vede coinvolti agenti patogeni secondari opportunisti, in grado di esprimere caratteri di virulenza solo quando le piante vanno incontro a periodi di stress vegetativo, come per esempio *B. mediterranea* e *D. corticola*, le strategie di difesa saranno indirizzate principalmente a migliorare le condizioni di vegetazione delle piante in modo da innalzare la loro soglia allo stress. A tale proposito, oltre ad applicare le normali pratiche di igiene forestale, potrebbe essere utile: ridurre la densità degli alberi e contenere lo sviluppo della vegetazione di macchia; razionalizzare le attività agro-silvo-pastorali; effettuare una corretta esecuzione della decortica, senza provocare ferite profonde che, oltre a danneggiare le piante, possono costituire facile via di accesso per il micelio di germinazione dei propaguli fungini; evitare di estrarre il sughero nei giorni piovosi, la pioggia e l’umidità elevata, infatti, favoriscono sia la diffusione dei propaguli del patogeno, sia l’insorgenza delle loro infezioni soprattutto nella parte di fusto sottoposta all’estrazione del

sughero; abbattere le piante ormai compromesse e/o eliminare le parti infette al fine di ridurre il carico d'inoculo presente nel bosco; bruciare tutto il materiale di risulta sul posto, oppure in luoghi di raccolta avendo però cura di coprire con un telone il carico durante l'esbosco.

Nel caso in cui il deperimento è una diretta conseguenza di attacchi di patogeni radicali, come per esempio *Phytophthora* spp., al fine di evitare una ulteriore intensificazione e diffusione del fenomeno è necessario: circoscrivere le zone infette con adeguate recinzioni per impedire la circolazione di animali selvatici ed evitare il transito di automezzi e di persone soprattutto durante il periodo invernale e comunque dopo precipitazioni particolarmente intense e conseguente formazione di zone fangose; realizzare nei punti di accesso alle zone infette spazi attrezzati per il lavaggio con acqua a pressione e la disinfezione con soluzioni di ipoclorito di sodio delle scarpe delle persone e delle ruote dei veicoli; predisporre intorno alle zone infette fasce di vegetazione erbacea per ostacolare la diffusione dei propaguli del patogeno; regimare lo scorrimento delle acque discendenti da zone infette, favorire il drenaggio e impedire il ristagno delle acque meteoriche; tenere pulite le scoline laterali delle strade e dei sentieri; bandire le lavorazioni profonde, che possono causare lesioni agli apparati radicali, vie preferenziali di penetrazione dei propaguli del patogeno; abbattere le piante morte o infette, avendo cura se possibile di asportare anche le ceppaie; il materiale di risulta deve essere bruciato e le eventuali buche vanno trattate prima delle piogge primaverili con solfato di rame e calce in eguali proporzioni. Tali operazioni dovrebbero essere effettuate durante i mesi freddi, con temperature inferiori a 15°C, quando il patogeno è poco attivo e quindi limitata è la possibilità di diffusione delle sue infezioni.

Attualmente si prospetta la possibilità di effettuare la lotta chimica utilizzando fosfonati, biostimolanti che oltre ad essere attivi nei confronti degli oomiceti, in particolare contro le specie di *Phytophthora*, agiscono anche come induttori di resistenza attivando nella pianta meccanismi che ostacolano lo sviluppo delle infezioni. Essi possono essere somministrati in soluzione acquosa tramite aspersione sulla loro chioma, oppure per via endoterapica mediante iniezioni con siringhe applicate sul fusto di alberi adulti che manifestano i primi sintomi della malattia.

In caso di rimboschimenti o ricostituzioni boschive è indispensabile che le piante impiegate siano sane e provengano da vivai in cui questi patogeni sono assenti. A tal proposito sarebbe utile che le piante fossero accompagnate da una certificazione fitosanitaria, oltre che da quella sull'origine del materiale.

Ricostituzione di aree danneggiate per altre cause abiotiche.

«Tra i danni per avversità abiotiche si citano gli schianti da neve e quelli da vento. Per quanto concerne i danni da neve, i casi di maggior frequenza sono riscontrati nelle sugherete semplificate e coltivate al limite altitudinale superiore dell'areale di vegetazione, e nei rimboschimenti in cui non vengano effettuati da tempo interventi colturali. Nel contesto delle sugherete danneggiate da schianti da neve, la ricostituzione prevede la realizzazione di tagli di regolarizzazione (potature) al fine di consentire la formazione di una chioma bilanciata, e la previsione di interventi di rinfoltimento o di assistenza alla rinnovazione naturale nelle aree rese libere da sradicamenti.»

Questi interventi di livello locale sono inseriti in una Architettura della Pianificazione Forestale articolata su tre livelli: regionale, territoriale, particolareggiata. La pianificazione deve ricercare la «sinergia fra le Regioni, le Province e gli Enti Locali, del sistema complessivo della pubblica amministrazione. Soprattutto preme mettere in rilievo l'importanza attribuita ai processi di governance che si esplicano nella partecipazione e nel coinvolgimento dei soggetti locali nei processi complessi di condivisione di obiettivi, strategie e responsabilità.»

In questa struttura gerarchica il (Nuovo) Piano Sughericolo Nazionale può inserirsi al livello più alto divenendo il punto di raccordo delle iniziative regionali e il fulcro della politica nazionale.

4.7 Descrizione e restauro dei sistemi silvani

La tipologia “foreste di quercia da sughero” è di difficile delimitazione perché esiste un gradiente dell’intensità di utilizzazione che da attività di pascolamento a basso impatto (nel tempo e nello spazio) si spinge sino alla completa esclusione di attività agricole e pastorali. Il protocollo dell’Accademia Italiana di Scienze Forestali SAM (Standard Appenninico Mediterraneo): https://aisfdotit.files.wordpress.com/2013/06/sam_20_09_200468.pdf; Marchetti, 2004) riconosce per le sugherete le seguenti tipologie:

- a) Sistemi silvani. Alti fusti, puri e misti con sughera, dove il sughero rappresenta una quota significativa del reddito anche per la sua elevata qualità. Eventuali attività pastorali sono tali da non compromettere la densità del bosco. La proprietà dei boschi è in prevalenza privata, ma non mancano importanti soprassuoli a proprietà pubblica.
- b) Sistemi silvopastorali. Alti fusti, puri e misti con sughera, dove la redditività deriva dal sughero e da attività zootecniche estensive (pastoralismo). Il suolo è coperto da cespugliame e pascoli naturali, mancano le coltivazioni (arature). La rinnovazione, difficile, è in larga parte agamica.
- c) Sistemi agrosilvani. Pascoli arborati sempre più radi, sovrastanti un piano erbaceo formato da colture agrarie quali erbai autunno vernini o cereali ad uso zootecnico. Sistema aperto sostenuto da input di energia e materiali provenienti dal settore agricolo. La modesta qualità del sughero e la mancata organizzazione spazio-temporale delle decortiche compromettono la redditività della componente arborea. La rinnovazione è assente, nel bosco si diffonde il “deperimento quercino”.

La dizione “sugherete mediterranee” utilizzata dall’INFC (2005) non sembra coincidere coi “Sistemi silvani” poiché vi riconduce, nel quadro nazionale, 140mila ettari su 169mila, valore elevato anche per quanto detto nel precedente paragrafo. Come già ricordato, in Sardegna, la carta regionale dell’uso del suolo (RAS, 2008) classifica le sugherete in funzione della copertura, definendo “pure” quelle con valori >25%. Queste formazioni occuperebbero, nell’Isola, 80.489 ha.

Il sistema silvano (sughereta “forestale”, “pura”, “reale” o “specializzata” che dir si voglia) si caratterizza per il peso prevalente del sughero sul reddito complessivo della foresta e/o dell’azienda, che rimane comunque un sistema multifunzionale. Rientrano nella tipologia molti soprassuoli pubblici gestiti -in proprietà, concessione ovvero occupazione di lunga durata- dall’Agenzia Fo.Re.STAS, i più significativi sottoposti a Pianificazione Forestale Particolareggiata. La loro estensione supera di poco i 6.000 ettari, valore pari al 42% delle superfici a sughera gestite dall’Agenzia. Seguono le sugherete ricadenti in aziende agrarie che hanno rallentato o abbandonato l’allevamento del vitello da carne, sovente in Alta Gallura e con imprenditori in età avanzata, dove i carichi sono così bassi da consentire la rinnovazione della specie, spesso nelle aree pascolive intercluse nella foresta. Infine, una nuova tipologia di recente formazione, ancora soprattutto in Gallura, è quella delle foreste acquisite dagli industriali del sughero, dove è praticato il controllo dello strato arbustivo mediante decespugliamento ma non è consentita l’aratura. Il decespugliamento viene attuato al fine di ridurre la quantità di biomassa infiammabile e il rischio di incendio, illuminare e arieggiare la foresta per limitare la formazione di tricloroanisolo (TCA) e molecole analoghe. Bisogna però sottolineare che non sono disponibili dati scientifici sufficienti per valutare l’influenza della forma di gestione forestale sulla contaminazione del sughero da TCA. L’agenzia Agris Sardegna sta sviluppando un progetto multidisciplinare sul tema al quale partecipano le maggiori aziende sughericole locali.

La struttura dei soprassuoli “pubblici” sottoposti a PFP è esemplificata nella tabella 4.5 con i valori registrati nelle estese e storiche foreste di sughera della regione geografica del Goceano (Sardegna centro – settentrionale) e, in particolare, con le osservazioni condotte in località Fiorentini (comuni di Anela, Bultei e Bono). Si tratta di sugherete di alta collina e montagna, ricadenti su substrati di origine metamorfica, gestite con finalità produttive e protettive, coetaniformi e note per l’elevata qualità del sughero. È, comunque, consentito il pascolo regolamentato che prevede la presenza di carichi molto modesti, in genere di ovini. Le dieci aree di saggio riportate segnalano una copertura elevata (70÷80%) che deriva da una densità media di 540 piante ha⁻¹, di cui il 92% è rappresentato dalla sughera. Le piante in produzione rappresentano, nell’ordine,

il 76 e l'83% delle piante e delle querce da sughero complessivamente presenti. Il diametro a petto d'uomo e l'altezza media delle sughere è, rispettivamente, pari a 28 cm e 7 metri. L'altezza di decortica è modesta e di gran lunga inferiore a quanto consentito dalla normativa. Il diametro del fusto sottoscorza "a metà cannone", cioè misurato nel punto intermedio tra il suolo e il punto di passaggio tra sughero gentile e sugherone (in questo caso, quindi, ben al di sotto di d130), risulta di circa 23 cm dando luogo a una Superficie generatrice (Sg) in media di 326 m² ha⁻¹. Si precisa che la "superficie generatrice possibile" indica i metri quadri di fellogeno, e quindi di fusto sotto scorza, che rigenerano, dopo ogni decortica, il tessuto suberoso; per la sua determinazione si utilizza l'altezza di decortica e il diametro del fusto misurato, appunto, a metà "cannone" (altezza di decortica). Il successivo calcolo della produzione potenziale è stato qui condotto assumendo uno spessore del sughero, al 10° anno, di 35 mm e un suo peso specifico di 250 kg/m³, anche in ragione dell'alta densità del sughero di queste foreste; la stima fornisce una produzione per pianta, nel turno decennale, di 7 kg pari, in media, a 2,9 t ha⁻¹. La struttura che il sistema silvano assume quando è inserito in un'azienda privata è esemplificato in tabella 4.6, dove sono sintetizzati l'uso del suolo e i dati dendrometrici di una sughereta dell'Alta Gallura (comune di Aglientu). L'azienda ha nella produzione del sughero la principale fonte di reddito, integrata dall'allevamento di bovini da carne basato sull'incrocio industriale tra bruno sarda e Charolaise per un carico complessivo di 20 bovini adulti e 10 suini spalmato su circa 200 ettari, cioè circa 0,1 LU·ha⁻¹ (Cecchini, 2004).

AdS	Quota <i>m s.l.m.</i>	Tutte le specie presenti		Sughere			Sole sughere in produzione						
		Copertura arborea %	Densità soprassuolo <i>n/ha</i>	Densità <i>n/ha</i>	D130 <i>cm</i>	H <i>m</i>	Densità <i>n/ha</i>	h decortica <i>m</i>	Spessore del sughero <i>mm</i>	Diam. h/2 Sottoscorza <i>cm</i>	Sg <i>m²/ha</i>	Produzione potenziale	
												<i>t/ha</i>	<i>kg/pianta</i>
91	648.3	80	565	377	28.4	7.3	339	1.15	23	23.3	284.2	2.5	7.3
98	856.9	90	886	848	27.1	7.5	753	1.05	24	19.9	492.7	4.3	5.7
100	986.1	80	509	509	30.5	5.8	283	1.05	21	29.1	272.3	2.4	8.4
104	821.4	70	471	414	28.6	6.9	396	1.20	24	22.3	331.7	2.9	7.3
106	726.4	75	433	414	23.2		396	1.06	22	18.1	238.0	2.1	5.3
107	721.0	75	603	603	29.2	7.3	471	1.23	40	22.2	404.2	3.5	7.5
110	721.8	80	471	433	26.2	7.7	358	1.27	10	22.6	322.1	2.8	7.9
111	839.9	80	546	490	30.3	6.9	414	1.14	13	24.1	356.7	3.1	7.5
113	639.8	70	678	659	28.2	6.2	471	1.19	8	22.5	395.5	3.5	7.3
114	766.6	70	226	207	27.3	6.8	207	1.09	14	23.4	165.9	1.5	7.0
Medie	772.8	77	539	495	27.9	6.9	409	1.14	20	22.8	326.3	2.9	7.1

Tabella 4.5 – Struttura di sugherete specializzate (paracoetanee) pubbliche (Goceano, SS)

Tipologia di soprassuolo	Quota media	Densità totale	dg diametro di area bas. media	hg altezza corrisp. al dg,	H Decortica	Sg	Produzione Potenziale	
	(m)	(p/ha)	(cm)	(m)	(cm)	(m ² /ha)	kg/p	t/ha
Fustaia di sughera paracoetanea	440	644	26,4	9,6	158	646	8,4	5,41
Fustaia di sughera tendenzialmente disetanea	475	39	33,1	10,8	195	70,2	15,9	0,62
Ceduo di leccio e sughera (post-incendio)	390	1.650	13,9	7,4	138	321	3,33	5,50
Macchia degradata con matrice forestale a prevalenza di sughera	380	-	-	-	-	-	-	-
Ceduo misto a prevalenza di leccio e sughera (post-incendio)	380	1.375	13,5	7,6	122	247	1,3	1,75
Ceduo misto a prevalenza di leccio e sughera	380	1.725	14,5	6,4	135	521	1,2	1,99
Fustaia coetanea di sughera con forte pascolamento	370	344	21,3	7,5	153	310	8,6	2,95
Fustaia di sughera in condizioni di maggior artificialità	430	1.800	9,6	4,8	120	128	0,8	1,44

Tabella 4.6–Principali parametri dendrometrici di una sughereta a gestione privata (Cecchini, 2004)

L'analisi ribadisce l'importante influenza sia della gestione sia degli inevitabili incendi poiché a fianco della sughereta specializzata (*Fustaia di sughera paracoetanea*: 644 p ha⁻¹, presente sul 61% dell'azienda) si ritrova una *Fustaia coetanea di sughera con forte pascolamento* coincidente con l'area di sosta del bestiame bovino (densità 344 p ha⁻¹, che diviene di 475 p ha⁻¹ con l'esclusione del pascolamento mediante recinzione metallica). Inoltre, il verificarsi nel passato di incendi localizzati ha dato origine a processi di ricolonizzazione testimoniati da *Ceduo di sughera percorso da incendio* (nel 1983: 1.650 p ha⁻¹) e *Ceduo misto di leccio e sughera* (1.375÷1.725 p ha⁻¹) sempre originatisi a seguito di incendio e ricoprenti complessivamente l'8% dell'azienda. Le aree a macchia (*Macchia degradata con matrice forestale a prevalenza di sughera*) e la *Fustaia di sughera tendenzialmente disetanea* derivano dalle superfici occupate, sino a 50 anni fa, da colture cerealicole: nella prima la coltivazione del grano duro è stata preceduta dall'eliminazione totale dello strato arboreo, nella seconda sono state salvate alcune grosse piante di sughera. La *Fustaia di sughera in condizioni di maggior artificialità* deriva, infine, da un intervento di miglioramento forestale (infittimento) finanziato dal Reg. CEE 2080/92. La sughereta specializzata, o sistema silvano, risulta monospecifica, ha un'altezza media di circa 10 m, un'area basimetrica di circa 25 m² ha⁻¹, un'altezza di decortica di 1,6 m (a fronte di un valore potenziale di 2,3 m) e una superficie generatrice di 650 m² ha⁻¹. La produzione potenziale risulta, a fine turno, di 8 kg pianta⁻¹, che equivale a 5,41 t ha⁻¹. Secondo Natividade (1950), il valore qui rilevato mette insieme qualità e quantità di scorza suberosa (Dettori et al, 2001).

Sughero raccolto in una azienda privata

Q

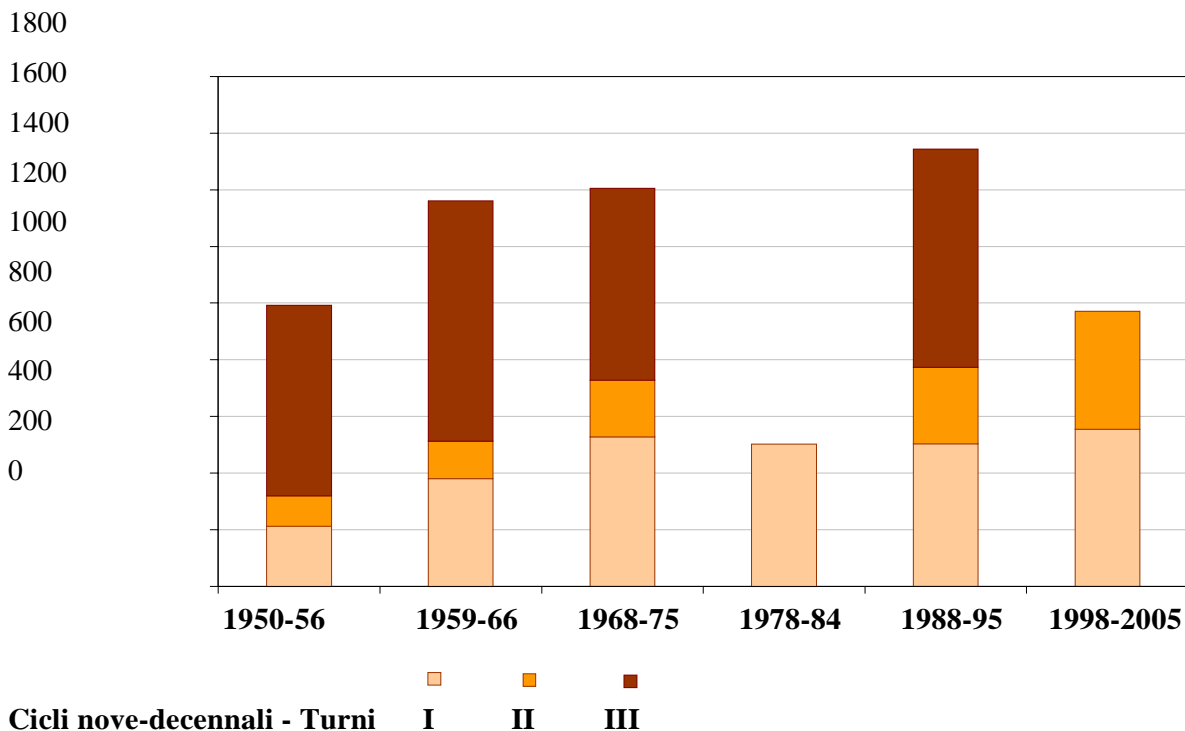


Figura 4.7 – Articolazione del piano di assestamento delle decortiche applicato tra il 1950 e il 2005

L'azienda in questione ha organizzato la raccolta del sughero in tre turni al fine di conseguire un reddito ogni 2-3 anni e limitare i danni di eventuali incendi; sono disponibili le registrazioni per il periodo 1950 – 2005 (Fig. 4.7). In sintesi, le circa 20.000 piante in produzione, distribuite su 165 ettari netti nelle tipologie di bosco prima descritte, hanno fornito nelle tre levate, con turno di decortica di 9 anni, da 96 a 155 tonnellate di sughero, cioè da 58 a 94 q ha⁻¹. Il ciclo 1978-84 è stato alterato dall'incendio del 1983.

I sistemi silvani sono, in Sardegna, gestiti con la periodica sostituzione degli alberi stramaturi applicando una tradizionale forma di trattamento che prevede un intervento su piccola superficie con funzione di “taglio di sementazione”; la rinnovazione che si afferma negli spazi liberi proviene sia dal seme caduto al suolo che dalle ceppaie ancora capaci di emettere vigorosi polloni. Poiché la produttività sughericola si esaurisce sul piano qualitativo prima della facoltà pollonifera, il taglio di una sughera non più produttiva determina normalmente il riscoppio di polloni. La rinnovazione agamica è naturalmente favorita dal sughericoltore poiché i polloni opportunamente allevati raggiungono le dimensioni minime richieste per la messa in produzione molto più rapidamente dei fusti originati da seme; inoltre è possibile per il proprietario del bosco migliorare la qualità media del sughero lasciando sviluppare i polloni provenienti dagli alberi plus varianti per questo carattere.

In via teorica la tradizionale forma di trattamento prima descritta può essere accostata al classico schema selvicolturale dei “tagli successivi”. In tal caso si suggerisce (Dettori et al, 2001) di procedere alla rinnovazione della particella matura in due fasi: si elimina, dopo la decortica, circa la metà delle piante presenti rilasciando le migliori portasemi, favorendo la disseminazione, l'attecchimento e lo sviluppo della rinnovazione da seme. Dopo la successiva decortica si procede all'eliminazione totale del soprassuolo del ciclo precedente e si comincia a curare anche l'allevamento dei polloni sviluppatasi dalla base delle piante tagliate. Le modalità e l'intensità del primo taglio devono essere modulate in funzione delle caratteristiche stazionali. Gli alberi porta seme saranno uniformemente distribuiti nella particella in base a criteri topografici, distanziando tra loro le chiome, affinché non risultino a contatto. L'importanza della quota di rinnovazione agamica si accentua in presenza di attività zootecniche in bosco, in funzione della specie pascolante, del carico e del turno; si dovrà anche valutare la consistenza delle popolazioni di cinghiale.

Si stima che una sughereta coetanea (specializzata) non consenta più di 10-15 decortiche se è in stazione scadente, e non più di 15-20 se in stazione fertile. Ne scaturisce la raccomandazione di procedere alla rinnovazione con turni rispettivamente di 150, massimo 250 anni. Più propriamente, il grado di deperimento degli alberi dipende dalla ampiezza delle chiome e dalla proporzione di fusto o di rami sottoposti a decortiche. Sovente il numero delle decortiche, più che sul vigore delle piante, influisce sulla qualità e sulla regolarità degli assortimenti perché, con l'età e col susseguirsi delle raccolte, aumenta la probabilità che insorgano calli da ferita che rendono difficile l'asportazione di plance intere, facilitando l'insediamento di insetti o di funghi. Nella pratica, le piante si sfruttano per età indefinite e l'esecuzione del taglio è sovente imposta più dallo scadimento qualitativo del sughero che dalla perdita di vitalità.

L'insediamento del novellame, di origine gamica o agamica, sarà facilitato da apposite cure colturali quali i decespugliamenti e le lavorazioni superficiali localizzate. Il taglio di sementazione, e la conseguente disponibilità di luce e nutrienti, provocherà non solo l'affermazione della rinnovazione ma anche la comparsa di numerose specie invadenti, erbacee e arbustive. Ripuliture, sfolli e, infine, i “tagli intercalari”, cioè realizzati prima dello scadere del turno, hanno il compito di regolare la densità della popolazione e di supplire all'insufficiente pressione selettiva, che, in ecosistemi artificiali o seminaturali, induce livelli di mortalità modesti e non correttamente indirizzati. Sugli alberi ormai affermati e sovrastanti il sottobosco (giovane perticaia o palina) si interviene coi diradamenti che hanno funzioni diverse quali la selezione dei soggetti meglio conformati e l'eliminazione di quelli deboli, con doppia cima o con sughero di qualità inferiore. La regolazione della mescolanza (eliminazione parziale o totale di leccio, roverella, fillirea arborea, corbezzolo, ecc.) e della densità ha come obiettivo l'instaurarsi di condizioni ambientali idonee alla rinnovazione naturale.

Quale risultato dei tagli intercalari si avrà:

- riduzione del numero di individui per unità di superficie (densità)
- incremento degli accrescimenti diametrici, soprattutto nelle stazioni più aride
- modifica della curva di distribuzione dei diametri e del rapporto di snellezza (altezza/diametro)

- riduzione temporanea della massa legnosa corrente.

L'intensità dei diradamenti dovrebbe essere tale da consentire una distanza teorica fra le piante pari a 1,25 volte il diametro della chioma, il che implica assenza di contatto e una copertura del 60% (Natividade, 1950; Pizzurro et al, 2010). Orientativamente, l'intensità dei tagli intercalari può essere regolata in modo da ottenere i valori di densità appresso riportati:

- 650-700 piante per ettaro a 18-20 anni
- 400 piante a 30 anni (età della prima estrazione)
- 200-220 piante a 70-80 anni.

Le indicazioni empiriche desumibili da quanto in precedenza riportato suggeriscono che anche densità di 700 - 800 alberi per ettaro sono capaci di produzioni più che soddisfacenti sia sotto il profilo quantitativo che qualitativo; tuttavia, si deve rilevare che la densità elevata comporta un maggior numero di estrazioni per ottenere la stessa quantità di sughero, incidendo negativamente sul bilancio finanziario della sughereta.

La gestione delle sugherete secondo schemi disetanei è stata proposta per accentuarne la multifunzionalità e sostenibilità nell'ambito di un modello di bosco misto ad elevata diversità biologica, dove la sughera, che rimane la specie prevalente, è accompagnata da altre essenze quercine (leccio e roverella) e da un ricco strato arbustivo (Ruiu et al, 1994; Pintus, 1996; Palmas, 2001 e 2004; Pintus e Ruiu, 2006). Il modello è difficilmente reperibile tra le sugherete di proprietà privata, fatta eccezione per la momentanea disetaneità introdotta dagli incendi, mentre si va diffondendo nei soprassuoli pubblici come modello di gestione forestale sostenibile adottato dall'Agenzia Fo.Re.STAS.

4.8 Rimboschimenti e piantagioni

Il trend decrescente della produzione italiana di sughero può essere rallentato non solo col restauro dei soprassuoli esistenti ma anche con l'impianto di nuove sugherete, attività che nel passato ha potuto godere di risorse importanti – dal progetto Speciale n. 24 della CASMEZ al CEE Reg. 2080/92–, cui si aggiunge la lunga attività di rimboschimento sviluppata, in Sardegna, dagli enti regionali: in tempi diversi dall'Azienda Foreste Demaniali all'Ispettorato Forestale, dall'Ente Foreste all'Agenzia Fo.Re.STAS. Un'analisi dettagliata, relativamente alla Sardegna, è riportata nel PFAR (Proposta di Piano, 2005).

Le tecniche di rimboschimento, ormai consolidate, si basano sull'utilizzo di semenzali in contenitore posti a dimora, nelle aree pendenti, in gradoni di limitata ampiezza (1,2÷1,5 m), realizzati lungo le curve di livello da escavatori autolivellanti muniti di braccio con scarificatore terminale ("ragno"), distanziati di 8÷10 m lungo le linee di pendenza. Le conifere inserite per la loro funzione baliatica, non più del 25% delle piante messe a dimora, sono intervallate ogni 3-4 querce lungo il gradone con interasse di 2,5-3 m. Resta, invece, critica la fase di produzione vivaistica e la conseguente disponibilità di materiali di base (Bullitta et al, 2010; Dettori e Cillara, 2015). In Sardegna si è, di recente, riavviata la procedura prevista dalla normativa, anche grazie alle attività di ricerca sviluppate nell'ambito del progetto regionale "Multifunzionalità delle Foreste a Quercia da Sughero" (RAS, 2014) che punta alla realizzazione del DATABASE delle Risorse Genetiche Forestali di sughera e alla valutazione delle caratteristiche adattative in ottemperanza al D. Lgs. 386/2003 (de Dato et al, 2016 a e b). Di particolare importanza il recepimento da parte della Regione Autonoma della Sardegna del D.L. 386/2003 che ha consentito l'individuazione boschi da seme. Successivamente è stata ricostituita la Commissione regionale che sovrintende all'applicazione dei vari regolamenti in materia. Si cita, inoltre, il progetto finanziato dall'Assessorato della difesa dell'ambiente della Regione Autonoma della Sardegna che vede la partecipazione di Università di Sassari, Agenzia Agris, Agenzia Forestas e Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale (CFVA), che prevede il monitoraggio di tutti i vivai dell'Agenzia Forestas e la creazione di un vivaio modello finalizzato alla produzione di materiale di propagazione certificato.

Alla fustaia coetanea possono essere ricondotti anche i circa 7.000 ettari di piantagioni a sughera (Dettori e Filigheddu, 2003) eseguite su ex coltivi (seminativi e, in minor misura, pascoli) tra la metà degli anni '90 e i primi anni del terzo millennio ai sensi del Reg. (CEE) n. 2080/92 e 231/96, prorogate con la misura H del Reg. 1257/99 (Fig. 4.8). In tutti i casi l'erogazione di ventennali "mancati redditi" ha escluso la presenza di attività agricole e pastorali nelle superfici imboschite, mentre il sostegno alle "cure culturali", per i primi 5 anni di vita

delle piantagioni, ne ha assicurato l'affrancamento). Il modello prevalente ha previsto delle distanze di piantagione di 3x3 m (circa 1.000 piante ha⁻¹) e l'inserimento di un filare di conifere (*Pinus* spp.) ogni tre filari di sughera; la lavorazione di fondo a "doppio strato" e la gestione meccanica dei suoli per il controllo di erbe e cespugli; il diradamento geometrico della conifera a partire dall'8°-10° anno; un incremento medio, soprascorza, di 0,6 (al colletto, nei primi 10 anni di vita) e di 0,5 cm anno⁻¹, a petto d'uomo, al 20° anno (Dettori et al, 2006; Deplano e al, 2017). Purtroppo, il mancato recepimento della L. n. 269/73 ha comportato massicce importazioni di postime dai paesi iberici, con conseguenze sulla struttura genetica delle popolazioni e la qualità del sughero sardo ancora da valutare.



Figura 4.8 – Piantagione di sughera eseguita con i finanziamenti del Reg. (CEE) 2080/92.

L'intervento ha, a 20° anni dall'impianto, dato luogo a strutture coetanee molto dense, da diversificare con diradamenti geometrici, delle conifere, e selettivi delle querce, per giungere progressivamente dalle attuali 700-800 piante ha⁻¹ a 400-500 piante mature (Tab. 4.7). La sughereta in produzione potrà essere gestita, presumibilmente, con tagli rasi su piccole superfici o tagli successivi; la loro resistenza al fuoco sarà presumibilmente elevata per la possibilità di meccanizzare le ripuliture e per il controllo del cespugliame esercitato dagli animali al pascolo; le attività zootecniche saranno attuabili con esclusione del periodo di rinnovazione, ma con carichi sempre modesti in quanto l'elevata copertura arborea non consentirà lo sviluppo di rigogliosi piani dominati. La resa in sughero è potenzialmente elevata, mentre il livello qualitativo sarà legato alla stazione e alle tecniche colturali; si ricorda a tale proposito che le concimazioni e le arature peggiorano la qualità del sughero.

L'evoluzione del modello comporta un avvicinamento progressivo a condizioni naturali basato su opportuni diradamenti (sistematici e selettivi insieme) con reintroduzione per disseminazione spontanea del leccio, o di altre specie in relazione alle caratteristiche stazionali, ma sempre in una quantità minima, e del sottobosco al fine di aumentare la biodiversità e la resilienza dell'ecosistema. Indagini condotte in collaborazione fra Agris e Università di Sassari hanno evidenziato la presenza di fenomeni di deperimento ascrivibili a diverse specie di *Phytophthora* e altri patogeni fungini. Poiché l'adozione di questo modello potrebbe risultare finanziariamente penalizzante (ma non in presenza di pullulazioni di fillofagi) rispetto alla sughereta specializzata, si suggerisce l'adozione di meccanismi finanziari di compensazione.

La valutazione dell'efficacia del Regolamento 2080/92 pare opportuna per indirizzare le future scelte tecniche e di governance territoriale. Questo anche perché gli impegni assunti limitano, come detto, le risorse finanziarie che il PSR Sardegna 2014/2020 può indirizzare verso il settore forestale, sughericolo in particolare.

Comune	Quota (m s.l.m.)	N. sughere /ha	% cons.	% fallanze	H media (m)	Spessore		IM 130 cm	Età
						D130 (cm)	sugh. D130 (mm)		presunta prima decortica (anni)
Calangianus	506	1011	9		3.7	11.5	16.4	0.57	33.3
Calangianus	539	900	19		3.3	9.5	13.9	0.50	38.3
Luras	264	1056	4		3.4	10.6	14.2	0.59	32.3
S. Ant. di Gallura	381	978	12		3.5	10.4	14.5	0.55	34.9
S. Ant. di Gallura	354	922	17		4.1	12.3	18.2	0.65	29.4
Arzachena	146	711	33		3.6	11.0	17.3	0.55	34.7
Bitti	726	711	15		3.9	12.5	15.7	0.62	30.7
Luogosanto	451	678	25	19	2.9	7.0	10.8	0.37	52.2
Aglientu	263	467	25	28	3.2	7.6	10.9	0.36	53.0
Arzachena	146	711	25	20	6.4	11.6	14.4	0.58	33.0
Arzachena	173	778	25	11	5.3	11.6	17.2	0.58	32.9
Olbia	103	622	25	15	4.2	9.8	12.7	0.49	39.1
Luogosanto	203	378	25	46	2.9	6.4	11.1	0.33	57.1
Arzachena	133	767	25	11	3.8	9.4	14.0	0.52	36.7
Aglientu	360	311	50	22	3.0	8.0	9.9	0.44	43.2
Luogosanto	106	544	50	1	4.3	10.1	15.0	0.46	41.4
Trinità	198	325	50	11	3.2	7.2	10.6	0.36	52.8
Telti	370	378	50	16	2.8	6.9	11.4	0.34	55.5
Medie pure (n=7)	417	898		15.6	3.6	11.1	15.7	0.58	33.38
<i>Dev. Stand.</i>		<i>138</i>			<i>0.3</i>	<i>1.1</i>	<i>1.6</i>	<i>0.05</i>	<i>2.96</i>
Medie consoc. (n=11)	210	475		17.4	3.5	8.2	12.1	0.42	46.55
<i>Dev. Stand.</i>		<i>179</i>			<i>1.2</i>	<i>1.9</i>	<i>2.3</i>	<i>0.09</i>	<i>9.19</i>

Tabella 4.7 – Performance delle piantagioni di sughera al 20° anno (Sardegna centro-settentrionale).

Gli studi condotti su un campione rappresentativo di giovani piantagioni (Dettori et al, 2006), poi ripetuti a 20 anni dall'impianto (Deplano et al, 2017), mostrano ritmi di accrescimento inferiori alle attese, giustificate dall'impianto su ex seminativi e, quindi, in suoli relativamente profondi e fertili. Infatti (Tab. 4.7) si registra al 20° anno la moria di circa il 15% delle sughere, una loro altezza media di 3,7 m; un d130 soprascorza di 9,1 cm e un incremento medio del fusto, soprascorza, di 0,5 cm anno⁻¹. Il periodo improduttivo (o di attesa, intervallo tra la piantumazione e la demaschiatura) è variabile a seconda della stazione e delle tecniche d'impianto. L'utilizzo di *shelter* può ridurre sensibilmente questo periodo improduttivo e la mortalità delle piantine (Pintus e Ruiu, 2016). Le piantagioni sono, di norma, sottoposte a regolari cure colturali, consistenti nella rimozione del cespugliame mediante lavorazioni meccaniche del suolo e sporadiche potature. A partire dal 15° anno viene, di norma, realizzato un diradamento geometrico limitato alla sola conifera, impiantata in funzione baliatica, e, nelle stazioni più fertili, un diradamento selettivo sulle sughere. La consociazione col pino al 25% non ha dato risultati positivi poiché le sugherete pure mostrano (Tab. 4.7) performance superiori per tutti gli indicatori considerati.

Il giudizio può essere moderatamente positivo, da una parte tenendo conto del notevole impegno finanziario profuso, dall'altra del sostanziale fallimento delle piantagioni eseguite con altre latifoglie (ciliegio e noce, in particolare) che hanno registrato elevatissime percentuali di mortalità legate, tra l'altro, all'aridità della stagione estiva (Dettori et al, 1993).

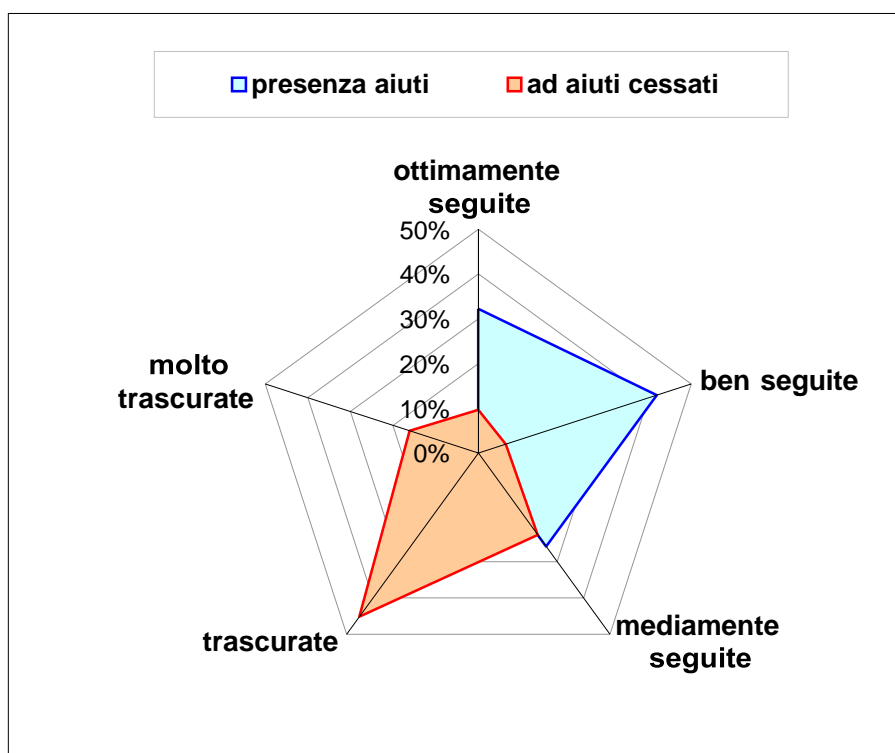


Figura 4.9 – Livello di attenzione in presenza del sostegno pubblico alle “cure colturali” nei primi 5 anni di vita delle piantagioni (Dettori et al, 2006).

4.9 Irrigazione

Trattandosi di una specie forestale, l'irrigazione è sempre stata considerata una pratica agronomica lontana dalla gestione delle sugherete. Tuttavia, studi ormai anche lontani nel tempo dimostrano la stretta relazione tra irrigazione e velocità di crescita del sughero e quindi riduzione dei tempi di decortica (Mayor et al, 1994; Camilo-Alves et al, 2020; Vessella et al, 2010). Come hanno scritto Camilo-Alves et al, “There is a need for new production techniques that maximize cork oak growth and vitality.” Alcune prove in corso in Sicilia confermano le grandi potenzialità della tecnica ma occorre ancora effettuare degli studi finalizzati a valutare l'esatta quantità di acqua necessaria ad ottenere le migliori performance per evitare inutili sprechi di questa rara e preziosa risorsa, i turni d'irrigazione in base all'andamento climatico e la durata del periodo d'intervento.

Le ricerche condotte da Vessella e collaboratori (2010) indicano che l'impiego dell'irrigazione nei nuovi impianti potrebbe portare a notevoli benefici economici portando il periodo della prima decortica a 12-20 anni dall'impianto contro i 18-30 anni delle sughere non irrigate. L'obiettivo ultimo sarebbe abbassare l'età della demaschiatura a meno di 10 anni. Tuttavia, per il raggiungimento di questo traguardo non sono stati ancora compiutamente definiti i regimi idrici e gli apporti di fertilizzanti più idonei, le densità d'impianto ottimali e i genotipi più adatti. Inoltre, non sono reperibili studi economici specifici che riportino il reale guadagno marginale legati ai costi dell'irrigazione.

Cap 5 – Conservazione e materiali di moltiplicazione

5.1 Conservazione ed impiego dei materiali di moltiplicazione dei boschi di sughera in Italia

La necessità di conservare la biodiversità e le risorse genetiche forestali (RGF) è sempre più evidente anche alla luce del sesto rapporto sui cambiamenti climatici (IPCC, 2022) dell'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), dove si evidenziano scenari di rischio drammatici dovuti all'aumento del riscaldamento globale. L'incremento delle temperature medie superficiali terrestri di 1,5 °C nei prossimi due decenni comporterà rischi alti per le ondate di calore subite dalle popolazioni e dagli ecosistemi, con perdita di produttività agricola e scarsità di risorse idriche. Questi rischi potranno duplicarsi o triplicarsi in caso di incrementi di temperatura fino a 3 °C. Il settore forestale, nel suo complesso, potrà giocare un ruolo importante nella mitigazione dei cambiamenti climatici e dei disturbi correlati. In questo contesto è stato riconosciuto un ruolo cruciale alle risorse genetiche forestali nel sostenere la resilienza degli ecosistemi forestali (Bratislava Declaration, 2021), e la loro conservazione sarà estremamente importante per attuare gli impegni del Green Deal Europeo e, di conseguenza, della Strategia Europea sulla Biodiversità e della Strategia Forestale Europea.

Nel Novembre 2021 il network EUFORGEN - EFI ha presentato la Strategia sulle Risorse Genetiche Forestali per l'Europa

(https://www.euforgen.org/fileadmin/templates/euforgen.org/upload/Publications/Thematic_publications/FGR_Strategy4Europe.pdf)

con l'obiettivo di migliorare le informazioni disponibili e la disponibilità di RGF su scala europea. La strategia di conservazione è basata sulla selezione di Unità Genetiche di Conservazione (UGC) a livello di specie, che includano quelle popolazioni che per dimensione e caratteristiche genetiche, ecologiche e fisiologiche, rappresentino l'intera gamma della variazione genetica della specie nel suo areale di vegetazione. I diversi Stati europei del network EUFORGEN si sono impegnati ad implementare nei prossimi anni e su scala nazionale (1) lo sviluppo, la caratterizzazione e la revisione regolare dei protocolli di caratterizzazione delle RGF, e (2) ad incrementare la proporzione delle RGF studiate.

Il sistema informativo europeo delle RGF (EUFGIS, www.eufgis.org), già attivo dal 2010, raccoglierà le informazioni relative alle UGC che rispettino requisiti minimi pan-europei e le renderà disponibili per favorire attività di conservazione, gestione e monitoraggio delle RGF ritenute strategicamente più importanti, o in pericolo di estinzione, in conseguenza ai cambiamenti ambientali o altri disturbi. Il network EUFORGEN si impegna, inoltre, a migliorare con dati ambientali (inclusi quelli climatici) e telerilevati la caratterizzazione di tutte le UGC che sono parte di EUFGIS, al fine di definire una rete centrale a livello europeo che rappresenti la diversità e la variazione presente entro ogni specie a livello nazionale, regionale e locale. Il sistema EUFGIS sarà, quindi, uno strumento importante per affrontare l'incertezza determinata dai cambiamenti climatici nella conservazione e gestione delle RGF, anche per aspetti che includono l'evoluzione spaziale e temporale dei popolamenti di una specie, il loro valore intrinseco, la valutazione delle minacce da affrontare e argomenti relativi all'impiego come materiale di moltiplicazione. Attualmente l'Italia ha incluso nel database EUFGIS solo 2 popolamenti di *Quercus suber* ITA00212 e ITA00268, localizzati rispettivamente a Sticciano Scalo (GR) in Toscana e a Tuscania nel Lazio.

Ben diversa appare la situazione relativa ai materiali di base di *Q. suber* iscritti ai registri regionali ed a quello nazionale in Italia. In totale sono presenti 39 materiali di base. La Toscana presenta 1 solo materiali di base, 2 sono in Liguria e in Puglia, 15 in Sardegna e 19 in Sicilia. Nella tabella 5.1 vengono indicate nel dettaglio le informazioni principali incluse nel registro nazionale dei materiali di base per la sughera.

Tabella 5.1 Materiali di base iscritti nel registro nazionale dei boschi da seme per *Q. suber*.

N	Specie	Cat.	Codice	Località	Altitudi-ne	Superficie (ha)	Regione di provenienza
885	qsu	2	IT/qsu/2/C/LIG/0001	Bergeggi(SV)	220	2	3.1 Appenninica n-occidentale
895	qsu	1	IT/qsu/1/C/LIG/0011	Pietra Ligure(SV)- Ranzi	240	1.6	3.1 Appenninica n-occidentale
1544	qsu	1	IT/qsu/1/D/PUG/0031	Bosco Preti- Brindisi (BR)	50	15.2	5.3 Adriatica meridionale
1550	qsu	1	IT/qsu/1/D/PUG/0034	I Lucci - Brindisi (BR)	48	9.5	5.3 Adriatica meridionale
1603	qsu	1	IT/qsu/1/E/SAR/0023	Jenna De Sa Pira Alase (NU)	918	85	6.1 Sarda settentrionale
1604	qsu	1	IT/qsu/1/E/SAR/0024	C. For. Crastazza (NU)	650	18	6.1 Sarda settentrionale
1605	qsu	1	IT/qsu/1/E/SAR/0025	C. For. Sa Pruna Fiorentini (SS)	750	517	6.1 Sarda settentrionale
1606	qsu	1	IT/qsu/1/E/SAR/0026	C. For. Is Cannoneris (CA)	602	21	6.2 Sarda meridionale
1607	qsu	1	IT/qsu/1/E/SAR/0027	C.S. Su Praile - M. Limbara Sud (SS)	818	291	6.1 Sarda settentrionale
1608	qsu	1	IT/qsu/1/E/SAR/0028	C. For. Marganai (SU)	745	41	6.2 Sarda meridionale
1609	qsu	1	IT/qsu/1/E/SAR/0029	C.S. M. Olia (SS)	588	160	6.1 Sarda settentrionale
1610	qsu	1	IT/qsu/1/E/SAR/0030	C.S. M. Pisanu (SS)	929	121	6.1 Sarda settentrionale
1611	qsu	1	IT/qsu/1/E/SAR/0031	C. For. Monti Mannu (SU)	635	355	6.2 Sarda meridionale
1612	qsu	1	IT/qsu/1/E/SAR/0032	C.S. Guardie Forestali Sette Fratelli (CA)	609	386	6.2 Sarda meridionale
1613	qsu	1	IT/qsu/1/E/SAR/0033	C. For. Gianni Stuppa Sos Litos Sa Stumbas (SS) (NU)	475	170	6.1 Sarda settentrionale
1614	qsu	1	IT/qsu/1/E/SAR/0034	C.S. S'appara Terranova (SS)	600	178	6.1 Sarda settentrionale
1615	qsu	1	IT/qsu/1/E/SAR/0035	C.S. Uatzo (NU)	991	56	6.2 Sarda meridionale
1616	qsu	1	IT/qsu/1/E/SAR/0036	C. For. Usinava' (NU)	456	8	6.1 Sarda settentrionale
1622	qsu	1	IT/qsu/1/E/SAR/0042	Cusseddu Miali Parapinta (SS)	440	47	6.1 Sarda settentrionale
1633	qsu	1	IT/qsu/1/F/SIC/0002	Bosco della Ficuzza (PA)	600-1000	250	7.2 Siciliana meridionale
1646	qsu	1	IT/qsu/1/F/SIC/0005	Zingaro (TP)	5-900	1600	7.2 Siciliana meridionale
1651	qsu	1	IT/qsu/1/F/SIC/0006	Valle del Sosio (PA)	600-900	100	7.2 Siciliana meridionale
1669	qsu	1	IT/qsu/1/F/SIC/0015	Niscemi (CL)	100-200	220	7.2 Siciliana meridionale
1679	qsu	1	IT/qsu/1/F/SIC/0017	Buccheri (SR)	400-500	2	7.2 Siciliana meridionale
1683	qsu	1	IT/qsu/1/F/SIC/0019	Zerbetto (PA)	1040-1100	50	7.1 Siciliana settentrionale
1687	qsu	1	IT/qsu/1/F/SIC/0020	Bosco Sant'Andrea - Monte Pagano (PA)	400-850	50	7.1 Siciliana settentrionale

1709	qsu	1	IT/qsu/1/F/SIC/0026	Cozzo Luminario - San Guglielmo (PA)	800-1400	150	7.1 Siciliana settentrionale
1713	qsu	1	IT/qsu/1/F/SIC/0028	Bosco Sugheri - San Mauro Castelverde (PA)	350-600	60	7.1 Siciliana settentrionale
1714	qsu	1	IT/qsu/1/F/SIC/0029	Serradaino (PA)	400-500	15	7.1 Siciliana settentrionale
1726	qsu	1	IT/qsu/1/F/SIC/0031	Favare di Petralia (PA)	1300-1600	400	7.1 Siciliana settentrionale
1727	qsu	1	IT/qsu/1/F/SIC/0032	Bosco di Favara e Granza (PA)	500-850	50	7.1 Siciliana settentrionale
1760	qsu	1	IT/qsu/1/F/SIC/0047	Salina (ME)	200-900	80	7.1 Siciliana settentrionale
1787	qsu	1	IT/qsu/1/F/SIC/0066	Buscemi (EN)	710-913	93	7.1 Siciliana settentrionale
1789	qsu	1	IT/qsu/1/F/SIC/0067	Gazzana (EN)	565-873	83	7.1 Siciliana settentrionale
1829	qsu	1	IT/qsu/1/F/SIC/0077	San Michele (ME)	135-300	58	7.1 Siciliana settentrionale
1846	qsu	1	IT/qsu/1/F/SIC/0083	Pasqualetto (AG)	248-396	71	7.2 Siciliana meridionale
1869	qsu	1	IT/qsu/1/F/SIC/0099	Cimia (CL)	450-460	4.5	7.2 Siciliana meridionale
1882	qsu	1	IT/qsu/1/F/SIC/0104	Scorace (TP)	402-640	121	7.2 Siciliana meridionale
1903	qsu	2	IT/qsu/2/C/TOS/0018	Sugheretine- Roccastrada (GR)	48-60	6.39	4.2 Tirrenica interna

Come evidenziato, la situazione relativa ad attività di conservazione delle risorse genetiche forestali di sughera in Italia risulta molto limitata nelle diverse regioni, soprattutto se comparata all'elenco dei materiali di base iscritti nei registri regionali che permettono l'impiego del materiale di moltiplicazione forestale di sughera di provenienza certificata. Appare sempre più evidente e necessario trovare una via per armonizzare a livello nazionale conservazione, gestione ed impiego delle RGF di sughera anche alla luce della recente Strategia sulle Risorse Genetiche Forestali per l'Europa. Il Piano Nazionale del Sughero offre l'opportunità per avviare un'azione di coordinamento tra le Regioni che possa coniugare esigenze di ricerca e sperimentazione su *Q. suber* con aspetti più applicativi di conservazione, gestione ed uso delle RGF basati su solide conoscenze scientifiche e una strategia al passo con l'Europa. Le attività prioritarie in questo contesto potrebbero concentrarsi: 1) sulla ricognizione di lavori pubblicati relativi alla presenza di boschi di sughera in Italia in relazione alla loro caratterizzazione genetica al fine di evidenziare e proporre di colmare lacune di conoscenza su scala regionale e nazionale; 2) sull'opportunità di realizzare test di provenienza o common garden studies in diverse regioni italiane per valutare l'adattamento ambientale delle popolazioni di sughera italiane ai cambiamenti climatici; 3) sull'implementazione di una strategia di conservazione delle risorse genetiche di sughera su base nazionale seguendo le indicazioni definite dalla Strategia sulle RGF per l'Europa per la selezione di unità genetiche di conservazione di sughera; 4) sulla rimodulazione del numero di boschi da seme su scala regionale e relativa proposta di modifica ai regolamenti regionali in base alle conoscenze scientifiche acquisite per facilitare l'impiego di materiali di moltiplicazione di sughera.

5.2 Vivaistica e quadro della normativa a livello nazionale e regionale

Il settore vivaistico riveste una importanza strategica per la sua determinante funzione legata alla produzione di materiali di moltiplicazione destinati ai nuovi impianti. La produzione in vivaio di piante da impianto di quercia da sughero rientra a pieno titolo in questa fattispecie.

Le strutture adeguate e l'organizzazione produttiva dei vivai unite alle competenze e alla professionalità dei vivaisti sono condizioni essenziali per la produzione di materiali di moltiplicazione di qualità e sani dal punto di vista fitosanitario. Il legislatore nazionale, al riguardo, ha previsto dei criteri minimi di selezione per il vivaismo

in generale, al fine di favorire e promuovere la professionalità del settore. A tale proposito è stato adottato il decreto ministeriale 12 novembre 2009 che determina i requisiti di professionalità e la dotazione minima di attrezzature per svolgere tale attività; decreto che al momento è in fase di revisione e adeguamento alla normativa vigente.

Il settore vivaistico per la sua particolarità produttiva è infatti caratterizzato da norme comunitarie e nazionali specifiche che si sono via via sviluppate nel corso del tempo e che riguardano sia gli aspetti fitosanitari, sia quelli di certificazione e commercializzazione dei materiali. Fra le diverse normative vi sono poi quelle che rivestono carattere di obbligatorietà e altre che invece possono essere assunte su base volontaria.

Relativamente alle norme fitosanitarie, sul piano della generalità, il nuovo regime fitosanitario europeo, in applicazione dal 14 dicembre 2019, ha introdotto nuovi obblighi per tutti gli attori della filiera, compresi coloro che moltiplicano e commercializzano piante da impianto, ha modificato l'organizzazione dei Servizi fitosanitari e le procedure di sorveglianza, nonché la responsabilità diretta dei vivaisti sulla sanità dei vegetali.

Al riguardo, il regolamento (UE) 2016/2031 relativo alle misure di protezione contro gli organismi nocivi per le piante, insieme al regolamento (UE) 2017/625 relativo ai controlli ufficiali e al regolamento (UE) 2021/690 che istituisce il programma di finanziamento rappresentano al momento le norme fondamentali da cui discendono gli atti delegati, di esecuzione e le decisioni che regolano la materia.

A livello nazionale la norma fitosanitaria di riferimento è il D. Lgs n. 19/2021 concernente la protezione delle piante dagli organismi nocivi, a cui stanno seguendo diversi atti normativi applicativi di secondo livello.

Sono diversi gli adempimenti a cui l'Operatore Professionale (OP), ovvero il vivaista, deve ottemperare per svolgere la propria attività. In prima istanza (art. 35 del D. Lgs 19/2021) deve essere registrato al Registro Ufficiale degli Operatori Professionali (RUOP) di cui all'articolo 65 del regolamento (UE) n. 2016/2031. A tal fine deve presentare una domanda di registrazione secondo quanto previsto dall'articolo 66, paragrafo 2, del regolamento (UE) n. 2016/2031 al Servizio fitosanitario regionale (SFR) nel cui territorio di competenza ha la propria sede legale, indicando tutti i Centri aziendali e i campi di produzione utilizzati per svolgere la propria attività di produzione di piante da impianto.

Il SFR competente per territorio ove ricade il centro aziendale o il campo di produzione, concede poi al vivaista che ne fa richiesta l'autorizzazione a rilasciare i passaporti delle piante, previa verifica dei requisiti di cui al regolamento (UE) 2019/827. Il passaporto delle piante è un'etichetta ufficiale utilizzata per lo spostamento di piante, prodotti vegetali e altri oggetti nel territorio dell'Unione. L'articolo 79, punto 1, lettera a) prevede che i passaporti, salvo le eccezioni previste dagli articoli 80 e 81 del regolamento (UE) n. 2016/2031, siano richiesti per tutte le piante da impianto, quindi anche per *Quercus suber*.

Il contenuto e il formato del passaporto sono previsti dall'articolo 83 del regolamento (UE) n. 2016/2031 e dal regolamento di esecuzione (UE) 2017/2313 della Commissione del 13 dicembre 2017 che ne definisce le specifiche.

I passaporti delle piante sono rilasciati dagli OP autorizzati sotto la loro responsabilità, e sotto la supervisione delle autorità competenti, ovvero dei Servizi fitosanitari regionali.

Vi sono prescrizioni sostanziali relative ai passaporti delle piante per lo spostamento nel territorio dell'Unione Europea, e diverse sono le condizioni che devono essere soddisfatte per il rilascio, il quale è possibile solo dopo un esame scrupoloso eseguito dal vivaista o, in determinati casi, dall'Autorità competente.

I passaporti delle piante sono apposti sull'unità di vendita prima dello spostamento nel territorio dell'Unione. Se le piante sono trasportate in un imballaggio, in un fascio o in un contenitore, il passaporto può essere applicato su tale imballaggio, fascio o contenitore

L'autorità competente concede all'Operatore professionale l'autorizzazione a rilasciare passaporti delle piante se possiede le conoscenze necessarie per effettuare gli esami riguardanti gli organismi nocivi da quarantena rilevanti per l'Unione o gli organismi nocivi soggetti a misure fitosanitarie e se dispone di sistemi e procedure che gli consentono di rispettare gli obblighi in materia di tracciabilità di cui agli articoli 69 e 70 del regolamento (UE) n. 2016/2031.

L'Operatore professionale autorizzato che intende rilasciare un passaporto delle piante deve inoltre obbligatoriamente identificare e controllare i punti critici del suo processo di produzione e i punti critici relativi allo spostamento delle piante per quanto riguarda i diversi aspetti relativi al proprio processo produttivo. Deve inoltre conservare per almeno tre anni i dati riguardanti l'identificazione e il controllo dei suddetti punti.

L'Operatore professionale autorizzato può anche istituire un Piano di gestione dei rischi connessi agli organismi nocivi di cui all'art. 38 D. Lgs 19/2021. In questo caso l'autorità competente approva tale piano se sono soddisfatte tutte le condizioni previste dall'articolo 91 del regolamento (UE) n. 2016/2031.

L'autorità competente può revocare (art. 39 D. Lgs 19/2021) l'autorizzazione a rilasciare passaporti delle piante agli Operatori professionali in caso di inosservanza delle regole fitosanitarie.

Ulteriori informazioni e approfondimenti inerenti la materia fitosanitaria sono reperibili nel sito web del servizio fitosanitario nazionale all'indirizzo: <https://www.protezionedellepiante.it/>

5.3 La certificazione del materiale forestale di moltiplicazione della quercia da sughero

L'esito di interventi di afforestazione con specie quercine di vaste aree dell'Europa Sudoccidentale ha avuto risultati non sempre soddisfacenti, spesso in reazione all'utilizzo di materiale di moltiplicazione di scarsa qualità e non autoctono. Questo ha fatto emergere la necessità di utilizzare materiale genetico di provenienza conosciuta e certificata ed idoneo al sito di destinazione. La tutela della biodiversità da un lato e la qualità del seme dall'altro rappresentano infatti gli elementi essenziali per l'attecchimento nelle condizioni pedoclimatiche della stazione nonché per l'adattamento alle modificazioni ambientali dovute al cambiamento climatico globale.

La specie *Quercus suber* L. è inclusa nell'allegato I alla Direttiva 1999/105/CE, sulla produzione, moltiplicazione e commercializzazione del materiale di moltiplicazione delle specie forestali (MFM), che prevede un rigoroso sistema di controllo che assicuri la tracciabilità dal sito di provenienza, al vivaio, fino all'impiego finale, e caratteristiche di qualità fenotipica e genetica in grado di assicurare la rapidità di sviluppo, lo stato fitosanitario e la qualità delle stazioni di impianto.

In Italia, il D. Lgs n. 386 del 10 novembre 2003 ha recepito le disposizioni della Direttiva europea, abrogando la precedente Legge n. 269/1973. Il decreto prevede la suddivisione dei "materiali di base" in quattro categorie: "*Identificati alla fonte*", "*Selezionati*", "*Qualificati*" e "*Controllati*", cui corrispondono gradi crescenti di selezione e controllo. Le Regioni e le Province Autonome, nel ruolo di "Organismo ufficiale" sono responsabili del controllo della qualità del MFM, assicurando che solo i materiali di base ammessi in una delle 4 categorie possano essere utilizzati per la produzione di materiali destinati alla commercializzazione. Tali materiali, iscritti nel "*Registro dei materiali di base*", devono essere accompagnati da un "*Certificato principale di identità*" (C.P.I.).

Per scegliere il più appropriato materiale genetico per gli interventi di infittimento, ricostituzione boschiva o riforestazione, il decreto prevede l'individuazione delle regioni di provenienza, definite come "*... il territorio o l'insieme dei territori soggetti a condizioni ecologiche sufficientemente uniformi e sui quali si trovano soprassuoli o fonti di semi con caratteristiche fenotipiche o genetiche analoghe, tenendo conto dei limiti altimetrici ove appropriato*" ed effettuare delle prove sperimentali in campo per testare la variabilità dei tratti adattativi della specie.

Nel 2010, l'intero territorio della Sardegna è stato definito "Regione di provenienza" per la sughera, il leccio e la roverella. La Delibera della Giunta Regionale n. 38/11 del 18.09.2012 ha successivamente individuato i soggetti istituzionali competenti, i ruoli e le funzioni per l'attuazione della normativa nazionale quali le procedure autorizzative di verifica dei materiali di base, il rilascio della "Licenza per la produzione, conservazione, commercializzazione e distribuzione", ecc.

I fornitori che hanno conseguito la licenza per la produzione, conservazione, commercio e distribuzione, a qualsiasi titolo, di materiali forestali sono iscritti in un apposito Registro ufficiale dei fornitori di materiali forestali di moltiplicazione ai sensi dell'articolo 4 del D. Lgs. 386/2003 e tengono un per ogni sito produttivo, un registro di carico e scarico ai sensi dell'articolo 5 del D. Lgs. 386/2003.

L'Ente Foreste della Sardegna, nel 2016 divenuto Agenzia FoReSTAS, soggetto iscritto al registro ufficiale dei fornitori della regione Sardegna, ha individuato in 14 Foreste Demaniali le "Unità di Ammissione", iscritte al registro regionale dei materiali di base, nelle quali è ammessa la raccolta del materiale (ghiande) destinato alla produzione in vivaio del materiale forestale certificato. Successivamente, è stata riconosciuta come Unità di Ammissione la sughereta sperimentale dell'Agenzia regionale Agris a Tempio Pausania. Seguendo le procedure di produzione e tracciabilità previste dalla normativa nazionale e comunitaria, dal 2017 presso i vivai dell'Agenzia sono in produzione in Sardegna oltre 60.000 piante di quercia da sughero certificata.

Con D.M. MIPAAF n. 9403879 del 30/12/2020 è stato istituito il Registro Nazionale dei Materiali di Base, alimentato dai Registri Regionali dei Materiali di Base delle Regioni e delle Province autonome di Trento e di Bolzano. Il successivo D.D. N. 307490 del 06/07/2021 ha provveduto all'approvazione del Registro nazionale dei materiali di base, contenente 37 materiali di base di *Quercus suber* iscritti come "identificati alla fonte" (1 in

Liguria, 2 in Puglia, 15 in Sardegna e 19 in Sicilia) e 2 iscritti come “selezionati” (1 in Liguria e 1 in Toscana). Il D.M. n. 269708 del 11/06/2021 ha previsto la suddivisione del territorio italiano in 19 Regioni di Provenienza. Sono almeno 6 le regioni di provenienza a maggiore rilevanza per la sughera (4.1 Tirrenica costiera, 3.5 Appenninica calabrese, 6.1 Sarda settentrionale, 6.2 Sarda meridionale, 7.1 Siciliana settentrionale, 7.5 Siciliana meridionale).

Recenti normative nazionali relative alla promozione delle attività di forestazione urbana e periurbana hanno determinato la necessità di una nuova programmazione della produzione di materiali forestali di moltiplicazione, che prestino con maggiore attenzione alla biodiversità sia specifica sia genetica, fondamentale per l'adattamento ai rapidi cambiamenti in atto.

Dal punto di vista ambientale, economico e sociale occorre pertanto fornire una risposta adeguata all'enorme interesse dell'opinione pubblica, delle istituzioni italiane ed europee per le numerose iniziative di piantagione di alberi legate alla Strategia europea per la biodiversità al 2030, alle politiche di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici, al “Decreto clima” (D.L. 14 ottobre 2019, n. 111, convertito, con modificazioni, dalla Legge 12 dicembre 2019, n. 141) ed al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza.

Al riguardo è stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale il decreto ministeriale 17 maggio 2022 con cui sono state approvate le “Linee guida per la programmazione della produzione e l'impiego di specie autoctone di interesse forestale”. Le linee guida forniscono un quadro di riferimento omogeneo per la gestione delle diverse fasi attuative delle iniziative di rimboschimento e di creazione di nuovi boschi, anche in aree urbane e periurbane, affinché gli interventi siano realizzati nel rispetto della biodiversità forestale con l'obiettivo finale di avere foreste estese e resilienti, ricche di biodiversità, capaci di contribuire alle azioni di mitigazione e adattamento alla crisi climatica, offrendo benefici ecologici, sociali ed economici.

La qualità del materiale vivaistico forestale, sia in termini di provenienza sia in termini di adeguatezza all'ambiente in cui verrà messo a dimora sarà fondamentale per la riuscita degli impianti insieme alla necessità di un'adeguata programmazione degli interventi. Le linee guida rappresentano uno strumento di supporto per la realizzazione degli interventi che dovranno essere realizzati e che forniscono le indicazioni tecniche per lo svolgimento degli interventi, le indicazioni per il reperimento, la tracciabilità e la coltivazione in vivaio del materiale di moltiplicazione, il coordinamento tra tutti i soggetti coinvolti.

Cap 6 - Aspetti produttivi della filiera del sughero

6.1. Proprietà e caratteristiche della raccolta

Secondo l'INFC, oltre 142.000 ha delle sugherete (circa 84%) sono di proprietà privata, mentre i restanti 26.000 ettari risultano di proprietà pubblica (di cui i tre quarti di proprietà comunale o provinciale). A livello regionale, la proprietà privata è largamente dominante in Sardegna (86%) e Toscana (100%), mentre è comunque prevalente in Calabria (77%), Sicilia (63%) e Lazio (50%). Il tipo di proprietà privata di gran lunga prevalente è quella individuale; in Sardegna circa 1.866 ettari sono di proprietà di industrie o società private.

In Sardegna, l'Agenzia Forestale Regionale per lo Sviluppo del Territorio e dell'Ambiente della Sardegna (FORESTAS), gestisce circa 15.078 ettari di sugherete, circa il 6% sul totale delle superfici sughericole regionali, ripartite in pascoli arborati (168 ettari pari all'1% sul totale), sugherete reali (poco più di 6.000 ettari, pari al 42%) e aree ad elevata vocazione (circa 8.600 ettari, pari al 57%). La gestione avviene in parte su superfici demaniali o per concessione o occupazione.

Le proprietà forestali private in Sardegna, a preminente presenza di sughera, risultano più frazionate in alcune aree regionali (Bassa Gallura, Sassarese, Mandrolisai) dove la superficie media si aggira intorno ai 15-20 ettari, mentre troviamo grandi superfici nel resto della Sardegna (Alta Gallura e soprattutto Iglesiente dove le superfici medie superano i 100 ettari).

Nell'area Gallurese prevale una utilizzazione mista del bosco in quanto generalmente l'allevamento di bovini da carne, tipico della zona, permette il pascolamento delle essenze pabulari del sottobosco, mentre nel resto della Regione prevale un utilizzo a pascolo con bestiame di piccola taglia. La presenza del bestiame, soprattutto del bovino, nella sughereta è fatto storico che ha contribuito a preservare la stessa da incendi. Il bestiame al pascolo,

infatti, permette un maggior controllo del sottobosco e conseguentemente favorisce, l'accesso ed i lavori selvicolturali agli addetti alla gestione della sughereta. Differenti interpretazioni del ruolo del pascolo e dell'importanza del sottobosco, hanno spesso portato a conflitti, anche di natura giuridica, tra proprietari e forestali con conseguenze pratiche sulla gestione della sughereta. In particolare, gli industriali e gli intermediari/commercianti del sughero spingono per l'adozione di modelli di gestione "semplificata" poiché ritengono che la presenza di un sottobosco alto e diffuso nella sughereta favorisca, attraverso una minore insolazione dei fusti e una ridotta circolazione d'aria, l'azione di quegli agenti biologici (*Armillaria in primis*) che sarebbero in grado di favorire la comparsa di cloro-fenoli precursori del TCA. D'altra parte, una semplificazione del sistema favorisce le cicliche pullulazioni dei lepidotteri defogliatori. Le imprese di trasformazione del sughero e i produttori di tappi di sughero per uso enologico, ritengono sia fondamentale un'appropriata pulizia del bosco: in particolare, sarebbe ideale che ogni quercia da sughero abbia libero intorno a sé uno spazio del diametro di almeno metri 5, privo di sottobosco.

In questo modo si eviterebbe il rischio di contatto dello stesso con la materia prima sughero, con il vantaggio che la stessa potrebbe crescere e svilupparsi in una situazione favorevole di ventilazione che porterebbe ad avere dei risultati finali in termini organolettici del prodotto tappo di sughero decisamente migliorativi. Il sughero che viene estratto per legge in Sardegna ogni 10 anni subisce un continuo contatto con il sottobosco carico di umidità, dovuta anche alle precipitazioni piovose, e sicuramente potenziale pericolo di proliferazioni di muffe varie.

Una contestuale attività di pascolo nella sughereta, se opportunamente monitorata e controllata, consentirebbe una "naturale" pulizia del bosco, e non rappresenterebbe una minaccia per l'equilibrio dell'ecosistema: un pascolo controllato e non eccessivo (va scongiurata, ad esempio, la presenza di quantità ingenti di letame intorno alle querce da sughero) potrebbe essere inoltre un sistema per eliminare o ridurre i costi dovuti ad una periodica attività di pulizia del bosco svolta dall'uomo.

Sarebbe importante studiare con approccio multidisciplinare le caratteristiche dei terreni e più in generale degli ecosistemi caratterizzati dalla presenza delle querce da sughero, per verificare l'incidenza dei diversi fattori ambientali sulla qualità organolettica dei tappi di sughero, e nel caso, sarebbe opportuno effettuare delle politiche di informazione e sensibilizzazione per tutti i proprietari, sia pubblici che privati, affinché si possano adottare tutte le possibili soluzioni per produrre un sughero e quindi dei tappi di alta qualità organolettica.

Altro aspetto importantissimo riguarda il rimboschimento e la messa a coltura di nuove piantagioni di sughero se consideriamo le necessità del settore; problema che persiste dovuto in gran parte alla mancanza di incentivi.

Se si confronta, ad esempio, quanto avviene per la raccolta del sughero in Spagna e Portogallo con quanto accade in Sardegna, ci si accorge di diversi elementi che hanno avvantaggiato, finora, la crescita, la gestione e il conseguente approvvigionamento della materia prima nella penisola iberica, tra cui una selvicoltura finalizzata in primis alla raccolta di sughero per uso enologico, che comprende quindi una periodica pulizia del bosco e interventi di diradamento. Altro aspetto, come sopra indicato, riguarda certamente la cura del sottobosco che, rispetto alle sugherete sarde, dopo essere stato ridotto dall'attività di pulizia si ricrea e sviluppa con tempi più lunghi; lo strato arbustivo diventa invadente dopo circa 3 anni dal taglio in base alla fertilità della stazione e alle specie dominanti.

Da un decennio circa assistiamo, purtroppo, ad un abbandono completo di molte superfici a sughereta. Tutto ciò ha comportato un incremento della superficie boschiva nel suo complesso, ma anche una contemporanea riduzione della percentuale a sughera, il tutto a beneficio della lecceta e del bosco misto.

Da qualche anno è nata in Sardegna l'Associazione Produttori di Sughero e Biomasse Forestali con lo scopo di salvaguardare e sviluppare l'attività dei soci proprietari-produttori di sugherete a livello nazionale. Nel complesso l'Associazione rappresenta una superficie di circa 5.000 ha e conta di ampliare la stessa fino a 7.000.

Per quanto riguarda l'estrazione del sughero in Sardegna, si riscontrano tre casistiche principali di "soggetti" che effettuano questa operazione. Il primo caso riguarda l'estrazione da parte delle imprese agricole che, oltre alla fase di impianto e l'applicazione delle necessarie cure colturali, provvedono anche all'estrazione del sughero, attività che permette alle imprese di integrare il reddito proveniente dall'attività strettamente agricola nell'ottica di multifunzionalità dell'impresa. L'estrazione può avvenire, inoltre, ad opera di aziende "forestali" che effettuano la compravendita del sughero quale "frutto pendente" oppure ci possono essere aziende/industrie di trasformazione del sughero per uso enologico che utilizzano propri dipendenti e dipendenti stagionali per l'estrazione del sughero in bosco. In questo terzo caso, in particolare per gli operatori stagionali che effettuano l'estrazione del sughero, questi devono essere "qualificati" in base all'esperienza sul campo ed è l'azienda di

trasformazione del sughero che rilascia una dichiarazione in cui comunica al centro per l'impiego la "qualifica", in base alla formazione sul campo che il lavoratore ha ricevuto. Prima della fase di decortica, tutti i soggetti interessati devono comunicare l'avvio dell'estrazione al comando del corpo forestale regionale tramite apposito modulo di comunicazione inizio attività estrazione sughero. Sarebbe opportuno che tale modulo venisse modificato in modo da poter identificare gli operatori che eseguiranno l'estrazione.

Nell'ambito delle operazioni di estrazione del sughero, inoltre, esiste una gerarchia di ruoli che si può riassumere nel seguente modo:

- direzione lavori
- caposquadra
- estrattore
- raccoglitore (operatore che raccoglie il sughero prelevato dall'estrattore)
- addetto al carico

I ruoli sopra elencati possono essere ricoperti sia da dipendenti della ditta di trasformazione, sia da imprenditori agricoli o loro dipendenti, sia da dipendenti stagionali. In particolare, estrattori e raccoglitori sono quasi sempre dipendenti stagionali o imprenditori agricoli (solo il 5% degli estrattori proviene dalle aziende di trasformazione del sughero).

Il periodo di estrazione e raccolta del sughero, generalmente, va da maggio a settembre. In Sardegna il CFVA, sentita l'Agenzia AGRIS, rilascia una comunicazione in cui viene ufficialmente designato il periodo in cui è possibile la raccolta del sughero. In caso di danni dovuti a fattori climatici avversi (forte siccità, come nel 2016) al passaggio di incendi che rendono alcune aree temporaneamente non utilizzabili o a cause biotiche derivanti dall'azione di parassiti ai danni delle sugherete (ad es. si veda il recente caso dei lepidotteri defogliatori), è sempre il Corpo Forestale, ovvero l'ente forestale regionale, a decidere se eventualmente bloccare la raccolta in modo da non stressare ulteriormente le querce da sughero.

Riguardo ai mezzi utilizzati per l'esbosco e per il trasporto della materia prima presso le industrie di trasformazione o presso il magazzino delle aziende forestali, i mezzi solitamente sono di proprietà della ditta di trasformazione, delle aziende forestali o delle imprese agricole.

Per quanto riguarda i costi legati alle attività di estrazione, raccolta, carico e trasporto, in genere l'attività di estrazione del sughero rappresenta la voce di costo più elevata per le aziende di trasformazione. È chiaro che i costi aumentano o diminuiscono anche in base alle stazioni forestali che possono essere più o meno pianeggianti (in Sardegna, ad esempio, spesso il terreno è in pendenza e roccioso, fattori che rendono più faticosa, difficile e costosa, l'estrazione del sughero).

Esiste poi un'attività che rappresenta esclusivamente un costo per la ditta che effettua la raccolta del sughero: l'estrazione del sughero maschio/verGINE (o demaschiatura), che di solito non è possibile eseguire prima dei 25 anni di età della pianta, è infatti una attività in perdita, dato che il valore di mercato del sughero maschio (che oggi si aggira intorno ai 30÷35 €/q) non copre i costi di estrazione (che solitamente variano dai 55 ai 75 €/q). Per questa ragione:

- spesso il sughero maschio viene ceduto gratuitamente alle aziende che hanno effettuato l'estrazione³;
- l'operazione di estrazione del sughero maschio, che avviene dopo 25 - 50 anni, in funzione della fertilità della stazione e delle cure colturali applicate (Abeltino et al, 2000; Dettori et al, 2006), viene denominata "messa in coltura" proprio perché è a partire dal momento dell'avvenuta estrazione del sughero maschio che la pianta inizia a produrre il sughero "gentile" (il cui valore di mercato consente di coprire i costi

³ L'accordo stipulato, dopo attento sopralluogo, tra proprietario e intermediario fissa, di norma, un prezzo medio per l'intera produzione del bosco, che non è mai omogenea sotto il profilo merceologico. Nell'accordo l'intermediario si impegna sia a demaschiare le piante giovani sia a sollevare l'altezza di decortica. L'Agenzia Fo.Re.S.T.A.S. e i comuni procedono alla vendita del sughero attraverso bandi di gara che sono preceduti da cavallettamento totale per un calcolo preciso del sughero "pendente" (Agenzia) o campionario affidato a libero professionista. Di norma l'estrazione è a carico dell'acquirente, sempre con impegno a demaschiare e sollevare l'altezza di decortica. Solo in alcuni centri esiste la tradizione di vendere il sughero in paese già in cataste selezionate per qualità merceologica (Alà dei Sardi e Buddusù nel nord-est) e Ortuero nel centro Sardegna.

legati alle attività di estrazione) che verrà estratto circa ogni 10 anni.

Ai fini di una buona stima della resa di estrazione del sughero in bosco, il sughero gentile presente sulle piante è ripartito in tre categorie merceologiche:

- *sughero gentile “calibrato”*, adatto per la produzione di tappi ad uso enologico; questo è di norma diviso in tre sottocategorie: 1°, 2° e 3° (talora 4° che sconfina nella “macina”) in funzione di densità, elasticità, numero e distribuzione delle lenticelle, assenza di difetti quali le “macchie” o il “formicato”;
- *sughero gentile “sottile”*, adatto per la produzione di rondelle (destinate quindi sempre ad uso enologico);
- *sughero gentile “da macina”*, destinato in minima parte a diventare “granina” per l’industria di trasformazione che produce ad esempio tappi tecnici di agglomerato, e in gran parte all’edilizia.

Il sughero gentile “calibrato” e quello “sottile” hanno un valore di mercato più alto, mentre il sughero gentile “da macina” ha un valore di mercato basso: tramite propri tecnici, ogni azienda del settore è in grado di riconoscere il valore della massa sughericola da estrarre in considerazione delle percentuali qualitative di tipologie di sughero presenti nel bosco. Questo è importante perché:

- il valore “medio” del sughero gentile include non solo il sughero “calibrato” e quello “sottile” ma anche il valore del sughero “da macina” che sarà presente in un determinato bosco;
- se, attraverso una stima del “bosco in piedi”, la percentuale di sughero “da macina” è troppo elevata, è ovvio che il valore medio in massa sarà più basso; il valore di mercato del sughero “da macina” si è aggirato negli anni scorsi, infatti, intorno ai 35-45 €/q (valore di mercato del sughero da macina già estratto), mentre nella campagna 2021 la “macina” è stata quotata 60-70 €/q”.

Esistono, infine, rari casi di sugherete in cui non viene effettuata l’estrazione perché non esiste viabilità forestale e pertanto i costi di prelievo sarebbero insostenibili, essendo molte stazioni forestali situate in terreni scoscesi e impervi. Per i proprietari forestali così come per le aziende che effettuano l’estrazione, realizzare una rete di viabilità forestale rappresenterebbe ovviamente un costo troppo elevato, per cui una quantità significativa di sughero potenzialmente estraibile rimane in bosco⁴.

L’abbandono delle sugherete, legato per lo più ad un discorso finanziario, è un fenomeno recente, e limitato, in Sardegna, mentre in Francia è molto diffuso in Corsica e nel dipartimento del Var (Provenza-Alpi-Costa Azzurra). Negli anni recenti, la raccolta può essere rinviata, ma è da tener presente che il sughero con oltre 20 anni di età ha un minore valore merceologico per la presenza di fenditure e irregolarità, nonché per i maggiori costi di estrazione. L’eccessiva “annosità” del sughero determina infatti, da un punto di vista tecnico, una minore elasticità dello stesso, in quanto sicuramente più “legnoso” rispetto al sughero con meno di 20 anni di età.

Fatta eccezione per i dati diffusi dalla CCIAA di Sassari, non risulta l’esistenza di un osservatorio dei prezzi medi di vendita del sughero nei diversi assortimenti. Attraverso un sondaggio presso alcune aziende, è stato possibile individuare un *range* di valore di mercato per i diversi tipi di sughero prelevabili in bosco:

- per il “sughero vergine”, il *range* è 30 – 35 €/q;
- per il “sughero gentile in massa (“calibrato”, “sottile”, “da macina” e quote variabili di sugherone), su pianta in piedi, il *range* varia da 50 a 250 €/q.

⁴ L’estrazione coincide con una generale manutenzione del bosco perché intorno a ogni pianta si libera uno spazio (*fare la piazza*) eliminando la macchia, il cespugliame e le specie arboree concorrenti (leccio e corbezzolo in prevalenza, nel passato questi materiali sostenevano la filiera del carbone) per facilitare l’azione degli scorzini. Inoltre, si ripristina la viabilità sia per le piste forestali che per gli stradelli che i trasportatori percorrono a piedi trasportando a spalla le plance. I proprietari più attenti effettuano nell’occasione una potatura di riforma e alcuni, soprattutto gli industriali, trattano il fusto decorticato con fungicidi nel tentativo di fermare/ridurre il cancro carbonioso (*Biscogniauxia mediterranea*).

6.2 I dati sulla produzione di sughero

Secondo De Philippis (1936), in Sardegna un ettaro di buona sughereta in piena produzione può avere un incremento annuo di 200-500 kg di sughero fresco (120-300 kg di sughero commerciabile); ad ogni turno di decortica di 10 anni si possono ricavare da 1,1÷1,5 a 2,8÷3,0 tonnellate di sughero commerciabile. In alcune sugherete private dell'Iglesiente, le produzioni medie annue con sughero di 10 anni sono comprese fra 282 e 647 kg con numero di piante per ettaro oscillante tra 388 e 1080. Sanfilippo (1979), dopo aver raccolto i dati relativi all'estrazione del sughero da 350.000 piante, ritiene che la realtà sughericola isolana possa essere rappresentata dai seguenti dati:

- produzione di sughero gentile, circa 5 kg/albero/turno, ovvero 0,5 kg/albero anno⁻¹;
- produzione di una sughereta con 500 ÷ 1.000 piante ha⁻¹ nell'ordine pari a 250 e 500 kg anno⁻¹;
- superficie di plancia media per albero, 0,7 m²;
- peso medio per m² di plancia, 7,1 kg;
- produzione di sugherone, 4,6 kg/albero (tra demaschiatura e rialzo di decortica);
- superficie di plancia media per albero alla demaschiatura, 0,33 m².

Lo stesso Autore sottolinea che la qualità del sughero di uno stesso popolamento non è uniforme. Le quantità di sughero estratte possono, inoltre, variare notevolmente da un anno all'altro in funzione degli andamenti climatici, degli incendi o per la mancata demaschiatura, o in funzione dell'andamento del prezzo di mercato del prodotto grezzo.

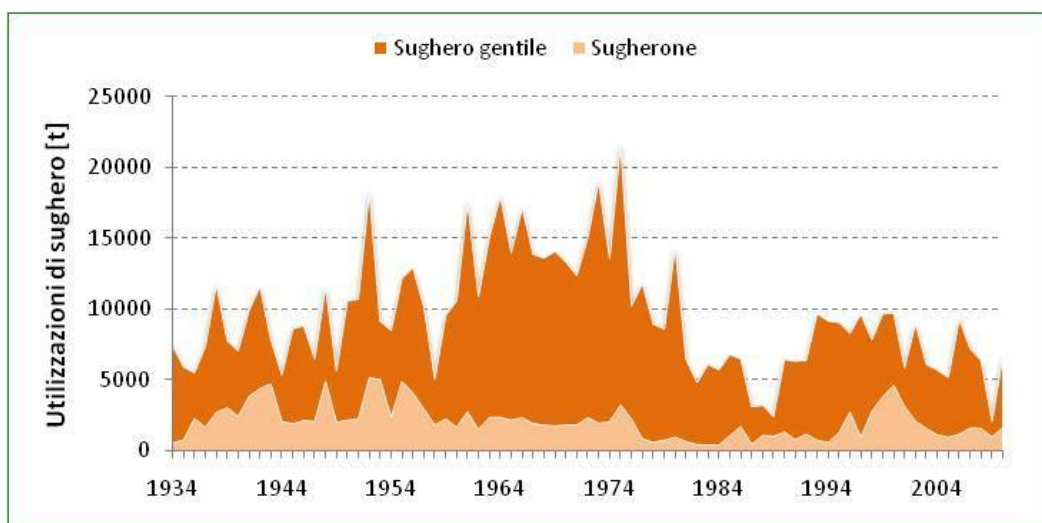


Figura 6.1 – Produzione italiana di sughero in tonnellate (ISTAT, serie storiche).

A livello mondiale, secondo i dati riportati dall'associazione portoghese del sughero (APCOR), la produzione di sughero del 2012 è stata di 201.000 t (Tab. 4, par. 8). Tra i Paesi produttori, primeggiano il Portogallo (49%) e la Spagna (30%), mentre i Paesi del Maghreb coprono circa il 14% e la Francia il 2,6% del totale. L'estrazione italiana sarebbe stata di 6.161 t, circa il 3% del totale mondiale. Nel 2021, a fronte di una produzione mondiale di circa 200.000 t, la produzione nazionale si attesterebbe intorno a 17.000 t, pari all'8,5% del totale.

Nel 2002 (secondo gli ultimi dati ISTAT disponibili) la nostra produzione di sughero gentile era concentrata quasi esclusivamente in Sardegna e Toscana (rispettivamente, per l'86% e per il 12%, sul totale di 9.070 tonnellate). La produzione italiana ha avuto un massimo negli anni Sessanta, con valori doppi o tripli rispetto a quelli attuali (Fig. 6.1).

Tra i fattori che possono spiegare questo andamento si possono ricordare quelli direttamente legati alla struttura delle aziende produttrici, alla trasformazione della filiera del sughero, ma anche quelli legati ai cambiamenti socioeconomici e dei consumatori o dell'industria del vino, sia a livello locale (in particolare, in Sardegna) che

più generale.

In sequenza, si ricordano:

- Lo spopolamento delle aree interne della Sardegna, la regione italiana col più basso tasso di natalità, con conseguente invecchiamento degli imprenditori. Il dimezzamento delle aziende agricole (al cui interno sono collocate le sugherete private) passate dalle 112.167 del 2000 alle 60.812 del 2010.
- Aumento del costo del lavoro, con conseguente aumento del costo di estrazione del sughero in bosco.
- Mancanza di un'adeguata viabilità forestale.
- Scoraggiamento da parte dei proprietari forestali, delle imprese agricole e delle aziende di estrazione legate alla difficoltà di coprire, ad esempio, i costi di “messa a coltura” (con tempi di ritorno dell’investimento molto lunghi dovuti al naturale ciclo della sughereta) e di realizzazione di vie di esbosco. Inoltre, prezzi che non consentono un’adeguata remunerazione e la presenza di danni derivanti da incendi, da condizioni fitosanitarie avverse (es. *oak decline*), da gestioni agro-forestali e tecniche di estrazioni approssimative che in molti casi compromettono le produzioni con ricadute negative sui redditi dell’impresa.
- Alcune aziende di trasformazione, di dimensione medio – piccole, sono scomparse o hanno subito ridimensionamenti a causa di:
 - o fattori di natura finanziaria (il sughero estratto rimane fermo in piazzale per almeno 9 mesi prima di stagionare ed essere quindi trasformato e venduto; pertanto, pur essendo “capitale fermo”, prima che la ditta di trasformazione riesca ad essere pagata dai propri clienti per la vendita del sughero trasformato passa molto tempo);
 - o difficoltà nel fare investimenti in tecnologia e strumenti che sono spesso non alla portata di piccole aziende (ad es., per garantire il controllo della produzione dal punto di vista organolettico).
- L’affermarsi, nella filiera sughericola, di pochi grandi gruppi industriali e l’imponente contrazione numerica dell’impresa artigiana, che incontra sempre maggiori difficoltà a reperire la materia prima. La diversificazione delle attività e degli interessi dei grandi gruppi industriali, ora fortemente impegnati, ad es., nel turismo.
- La diffusione del tappo tecnico (agglomerati, birondellati, etc.), che ha consentito una più elevata efficienza nell’utilizzo del sughero con riduzione degli sfridi.
- Il trend decrescente del prezzo del sughero, registrato a partire dalla fine del Novecento e solo di recente in ripresa, ha ridotto l’interesse degli imprenditori e nei sistemi agro-forestali ha favorito la componente zootecnica.
- L’introduzione dell’euro che ha facilitato gli scambi internazionali.
- Il ridursi del consumo di vino (in Italia dai circa 100 l/anno pro capite degli anni ’60 agli attuali 42), il diverso ruolo del vino nello stile di vita occidentale con accresciuta sensibilità del consumatore al “gusto di tappo”.
- La diffusione di chiusure alternative al tappo in sughero (silicone, vetro, alluminio), soprattutto per i vini fermi di pronta beva e nei nuovi mercati tradizionalmente non legati al turacciolo di sughero.
- Le sempre più precarie condizioni fitosanitarie delle foreste.
- Le carenze del sistema regionale pubblico di ricerca e innovazione che non supporta a sufficienza la filiera. Il limitato impegno nella fase di innovazione di industrie e PMI.
- Negli ultimi anni, la decortica di sughero maschio è aumentata grazie al prezzo più vantaggioso che riesce a coprire i costi di estrazione mettendo quindi in produzione piante che dopo la seconda decortica inizieranno a produrre sughero gentile per tappi. Di conseguenza, si prevede per gli anni a venire un ulteriore aumento.

6.3 Utilizzazioni

Le chiusure enologiche sono di gran lunga il prodotto trainante del mercato e dell'economia della filiera, rappresentando quindi un passaggio obbligato per ogni progetto di rilancio. Infatti, dal tappo si ricava circa l'80% del reddito della sughereta e circa il 90% di quello del sughero raccolto e avviato alla trasformazione; la rimanente quota è riconducibile ai manufatti in sughero per rivestimenti e per l'isolamento termo-acustico in edilizia, oggetti di artigianato, ecc., al valore della legna (meno apprezzata, per l'uso energetico, di quella del leccio), della ghianda (ottimo alimento zootecnico) e di eventuali diritti di pascolo (erbatico).

Tuttavia, in tempi recenti lo sviluppo della bioedilizia anche a seguito delle misure specifiche che prevedono l'utilizzo di materiali biodegradabili e comunque "naturali" ha dato grosso impulso alla utilizzazione del sughero nel settore dei rivestimenti e per l'isolamento termo-acustico in edilizia. Si consideri, altresì, che l'utilizzo in enologia è oggi di fatto appannaggio del sughero sardo di ottima qualità, sebbene la Sicilia vantì una lunga tradizione. Infatti, Cancila (1995, 2007), riporta l'esistenza in Sicilia alla fine dell'800 ma anche nel '900 di fabbriche per l'ottenimento di tappi da sughero soprattutto nell'area di Castelvetro dove la sughera è oggi relitta e dove esistono ancora delle ditte che preparano tappi di sughero sebbene con sughero sardo.

6.3.1 Chiusure enologiche

Negli anni '50 del secolo scorso in Europa, nel passaggio da una società contadina a una industriale, il consumo di vino aveva assunto nuovi significati e funzioni. Ad esempio, in Italia e Francia i consumi si erano ridotti, per la concorrenza di bevande alternative (birra e bibite analcoliche gassate), passando dagli oltre 100 l pro-capite anno⁻¹ agli attuali 40÷45 l. Al contempo aumentava l'esigenza di un'alta qualità perché il vino non era più percepito come una fonte d'energia (un alimento) ma veniva consumato, in prevalenza, per motivazioni edonistiche e di socializzazione. A partire dagli anni Ottanta si era avvertita la necessità di industrializzare e ammodernare il ciclo produttivo del tappo in sughero per rispondere alle esigenze di una moderna enologia. Il ruolo centrale della produzione del tappo è rafforzato dalla considerazione che l'Italia ha consolidato, nel 2016, la sua posizione di primo produttore mondiale di vino con 48,8 M di hl, precedendo Francia e Spagna che, nell'ordine, si fermano a 41,9 e 37,8 Mhl (OIV, 2016). I volumi globali oscillano tra i 260 e i 300 milioni di hl anno⁻¹, con valori decrescenti negli ultimi anni per il verificarsi di sfavorevoli andamenti meteorologici. Rimane, comunque, alta la domanda internazionale di chiusure affidabili e sicure, e l'abbinamento nel giudizio del consumatore del vino di alta qualità con le chiusure in sughero: le percentuali di consumatori che vedono nel tappo in sughero un indicatore di qualità oscillano tra l'83% del mercato francese e il 93% di quello statunitense, passando per l'85% del consumatore cinese (Bleibaum, 2013). Fino a pochissimo tempo fa, le chiusure risultavano prevalentemente in sughero per i vini di fascia medio-alta e per i mercati tradizionali; per vini di pronta beva e per i mercati non legati al tappo in sughero, erano anche utilizzate chiusure alternative. Attualmente, l'approccio delle cantine e dei consumatori sta cambiando, *diventando sempre più chiaro che la scelta di un tappo piuttosto che un altro non è legata alla qualità del vino, ma è figlia di una valutazione che permette di utilizzare la chiusura più adatta per la tipologia, la durata e le occasioni di consumo di ogni prodotto* (L'abito non fa il monaco e il sughero non fa il vino buono: il tappo si è evoluto ed è ora di accettarlo. Alessandra Biondi Bartolini, 14 Aprile 2022. Rivista online www.ilfattoalimentare.it).

La produzione del tappo si può far iniziare con la raccolta del sughero, che può essere eseguita da un intermediario che acquista il sughero "in pianta" ovvero direttamente dall'industria di trasformazione. Le plance di sughero grezzo, dopo una prima selezione in bosco con separazione del sugherone e della "macina" (sughero di bassa qualità non trasformabile in tappi) dal sughero lavorabile, passano attraverso le seguenti fasi di lavorazione:

1. **Selezione** all'ingresso dello stabilimento: visiva ed eventualmente olfattiva, finalizzata a scartare le plance affette da "macchia gialla" (dovuta allo sviluppo di muffe quali ad esempio l'Armillaria), "verdone" (sughero con tessuto non completamente suberificato visibile nella pancia e caratterizzato da una colorazione più chiara), "formicato" (dovuto alla nidificazione di diverse specie mirmecofile), cipollature, "anni secchi" e "ala di mosca". In questa fase si seleziona il sughero anche in base allo spessore (calibro) e si rifilano le plance eliminandone le irregolarità e la parte basale (zeppa o pedana), che può presentare difetti perché a contatto col suolo (spesso "terrosa"). Per le definizioni dei difetti vedere la Norma ISO 633.

2. Stagionatura: avviene “in cortile” dove il sughero, ordinato in cataste su superfici pavimentate o su supporti che ne evitano il contatto col suolo, permane per 6-24 mesi. In questo periodo si verifica un calo ponderale del 20-30%, influenzato dalle condizioni ambientali e dalla qualità del sughero. Durante la stagionatura, inoltre, si verificano fenomeni d'idrolisi e d'ossidazione chimica ed enzimatica che portano ad una parziale depolimerizzazione della suberina e alla trasformazione di alcuni composti fenolici.
3. Bollitura: si esegue di norma per immersione in acqua bollente per un'ora allo scopo di eliminare la curvatura delle plance, aumentarne lo spessore e la lavorabilità, diminuire il contenuto di tannini e di sostanze idrosolubili, sanificare il sughero. Si devono utilizzare acque non clorate, che potrebbero innescare la formazione di cloro-derivati, precursori del tricloroanisolo (TCA).

Le imprese di trasformazione organizzano il proprio assortimento merceologico in funzione delle richieste del mercato o di specifici clienti. Le tipologie dei tappi sono, in linea di massima, suddivisibili in chiusure in sughero naturale e tappi tecnici (tappi in sughero agglomerato e tappi in sughero agglomerato con rondelle).

I tappi di sughero naturale monopezzo di fascia alta, caratterizzati da bassa porosità e anelli d'accrescimento regolari, sono generalmente destinati a grandi vini (in genere rossi) che completano il loro affinamento in bottiglia. Questo tappo garantisce che la maturazione del vino avvenga nelle migliori condizioni.

I tappi monopezzo di qualità visiva inferiore, dopo la fustellatura possono essere sottoposti ad un processo di “colmatatura”, che consiste nel riempimento delle discontinuità del tessuto suberoso con una miscela di polveri di sughero e collanti idonei al contatto con alimenti. I tappi colmatati sono generalmente impiegati per la chiusura di vini di fascia medio – bassa.

Il ciclo produttivo del tappo monopezzo prosegue con le seguenti fasi:

4. Raschiatura: eliminazione della “schiena” e della “pancia” delle plance
5. Tiratura in bande: taglio delle plance in strisce (bande) la cui larghezza è funzione della lunghezza del tappo da produrre. Si ricorda che il tappo monopezzo si ricava dalla plancia in direzione longitudinale. Ciò richiede che il sughero sia “calibrato”, abbia cioè uno spessore sufficiente alla fabbricazione del tappo
6. Quadrettatura: le bande sono tagliate a mano dai quadrettai in parallelepipedi e tornite per eliminare gli spigoli vivi. Questo tipo di lavorazione è in genere destinato a sugheri di fascia medio – alta.
7. Fustellatura: taglio delle bande con lame cilindriche (fustelle) per l'ottenimento dei tappi grezzi
8. Rifinitura: intestatura e rettifica dei tappi allo scopo di regolarizzare le superfici e rendere parallele le teste
9. Lavaggio ed essiccazione: eseguita con diverse modalità allo scopo di sanificare, pulire e depolverizzare i tappi, oltre che omogeneizzare l'aspetto visivo
10. Selezione: suddivisione dei tappi in classi di qualità visiva. L'operazione può essere eseguita manualmente o attraverso macchine ottiche o pneumatiche
11. Timbratura: apposizione di un marchio/logo della cantina e di indicazioni che permettono la rintracciabilità del prodotto (sugherificio, numero di lotto, logo per alimenti)
12. Rivestimento dei tappi: eseguito per uniformare la tinta della superficie e migliorare la tenuta dei tappi.
13. Trattamenti superficiali con sostanze ammesse al contatto con gli alimenti; in particolare: a) lubrificazione: trattamento di superficie che permetta un'introduzione del tappo agevole ed un'estrazione con una forza che rientri nei valori di riferimento normati; b) trattamento anticapillarità: trattamento di superficie che limiti l'assorbimento di liquido e/o la sua risalita lungo il corpo del tappo
14. Confezionamento: eseguito in contenitori idonei al contatto con gli alimenti in grado di mantenere le caratteristiche del prodotto finito
15. Trattamenti di sterilizzazione: hanno lo scopo di abbattere la carica microbica residua
16. Controlli Qualità: sono eseguiti durante tutto il ciclo produttivo e sono finalizzati alla verifica delle specifiche tecniche del prodotto quali, ad esempio, caratteristiche dimensionali, contenuto d'umidità,

forza d'estrazione, cessioni, presenza di TCA o altre sostanze responsabili di deviazioni organolettiche.

Generalmente il tappo tecnico è formato da granuli di sughero di buona qualità incollati tra loro, con dimensioni comprese nell'intervallo (0,25÷ 8) mm (ISO 633:2019 Cork – Vocabulary). Nella procedura *tradizionale* viene utilizzata la tecnica dell'estrusione: una miscela di granuli di sughero e collanti è fatta passare dentro lunghi stampi metallici cilindrici dove, a caldo, si formano le *cannelle* che saranno poi tagliate in funzione della lunghezza voluta. Tappi tecnici di qualità più elevata sono fabbricati col metodo dello stampo individuale, basato sulla compressione della miscela collante – granulato di sughero dentro stampi cilindrici individuali che passano dapprima nella sezione riscaldata di un forno per iniziare la polimerizzazione del collante, e successivamente in una sezione refrigerante per il raffreddamento. Normalmente i tappi tecnici detti *tradizionali*, sono prodotti utilizzando granuli di sughero con dimensioni comprese nell'intervallo (2,5÷ 8) mm (Il tappo di sughero per vino spumante – guida all'utilizzo, ed. 2018).

Negli ultimi anni si sono affermati i tappi in sughero microgranulato caratterizzati da microgranuli aventi granulometria compresa nell'intervallo (0,25÷ 3) mm (ISO 633:2019 Cork – Vocabulary). L'agglomerato può contenere agenti espandenti (composti termo-espandenti che hanno la funzione di migliorare la risposta elastica). La massa di questi tappi è costituita almeno per il 65% di granuli di sughero. Questi prodotti sono proposti dalle aziende come privi di TCA perché i granuli sono sottoposti, preventivamente, a trattamenti termici fino a 180 °C che permettono l'allontanamento dell'eventuale contaminante.

Il tappo tecnico, in qualsiasi modo ottenuto, può portare, a una, o ad entrambe le estremità del corpo di agglomerato, dei dischi di sughero naturale per evitare il contatto diretto del vino con i granuli incollati (Fig. 6.2).



Figura 6.2 – Dischi per la rifinitura basale e apicale dei tappi

Un tipo particolare di tappo tecnico è costituito dal “tappo spumante”, caratterizzato da un diametro maggiore, rispetto a quelli per tappatura a raso, e destinato a una chiusura particolare detta “chiusura a fungo” per la forma che assume dopo la stappatura.

Per la chiusura di superalcolici, mirto, grappe, whisky ..., sono spesso utilizzati tappi con testa costituiti da una parte in sughero destinata ad essere introdotta nel collo della bottiglia e da una testa che può essere costituita da

materiali diversi: legno, ceramica, plastica, dalle più svariate forme e colori.

6.3.1.1. Problematiche delle tappature con sughero

Le principali industrie europee, organizzate nella Confederazione Europea del Sughero (C.E. Liège), nel 1996 hanno pubblicato la prima edizione di “*International Code of Cork Stopper Manufacturing Practices*”, che codifica le buone pratiche di fabbricazione allo scopo di migliorare la qualità dei tappi di sughero agendo sull’aspetto tecnico e organizzativo di tutte le fasi del processo produttivo. Il “Codice” (Vers. 7.00, ed. Giugno 2018) viene aggiornato periodicamente e, sulla base delle sue prescrizioni, è attivo il sistema di accreditamento internazionale “Systecode” con verifiche affidate al *Bureau Veritas*, un ente terzo indipendente. Mentre questa certificazione si è diffusa nei Paesi della penisola iberica, ha visto l’adesione di un ridotto numero di aziende italiane. Nella Campagna 2021 hanno aderito solo quattro aziende nazionali: tre di tipo produttivo e una di tipo commerciale.

Il consumatore è sempre più informato ed educato ad apprezzare le tante sfumature e sensazioni che un vino può offrire ed è sempre più esigente anche riguardo le prestazioni del tappo in termini di tenuta ai liquidi e ai gas, forza d’estrazione, assenza di cessioni di gusti e odori anomali generalmente indicati come “gusto o sentore di tappo” (*cork taint*).

Il difetto della colatura consiste nella fuoriuscita di vino dalla bottiglia durante la fase di stoccaggio in posizione orizzontale a causa di una tenuta insufficiente. Possono concorrere all’insorgere di questo difetto molteplici fattori: struttura del tessuto suberoso, trattamento di lubrificazione non efficace, procedure d’utilizzo del tappo non corrette quali eccessivo riempimento delle bottiglie, temperature di riempimento inadeguate, dimensioni dei tappi non adeguate ai colli, difettosità dei colli delle bottiglie, danneggiamento del tappo ad opera della tappatrice, coricamento delle bottiglie dopo un tempo insufficiente al recupero elastico del tappo, sbalzi termici eccessivi durante lo stoccaggio e il trasporto del vino imbottigliato.

Relativamente alla forza d’estrazione esistono documenti tecnici che stabiliscono l’intervallo di valori accettabili per una tappatura corretta (ISO 16420:2013. *Cork. Cork stoppers for still wines. Mechanical and physical specifications*). Forze d’estrazione più basse del limite inferiore possono comportare problemi di tenuta con eccessivi scambi gassosi negativi per la conservazione del vino e, per i vini frizzanti, risalita del tappo e perdite di pressione. Forze d’estrazione maggiori del limite superiore comportano difficoltà di sturamento con possibili rotture dei tappi.

Il difetto noto come “gusto di tappo” riguarda un insieme di sensazioni sgradevoli, prima olfattive e, in seguito, gustative, che il consumatore avverte al momento dell’apertura della bottiglia e successivo assaggio del vino (il vino è definito *corky*). Il “gusto di tappo” è quasi sempre legato alla presenza di 2,4,6-tricloroanisolo (TCA). Questa molecola è molto diffusa nell’ambiente, infatti oltre che nel tappo può essere presente nei locali d’imbottigliamento e può contaminare pallet in legno, botti e bottiglie.

Allo stato delle conoscenze, vi è unanimità di consensi sull’interazione tra l’azione di batteri e funghi e i costituenti del tappo in sughero, in particolare la lignina presente nelle pareti cellulari (Barreto *et al*, 2011). Tra gli agenti biologici un ruolo centrale è giocato dall’*Armillaria mellea*, il comune “chiodino”, capace di sintetizzare una tossina proteica che già nel sughero naturale, quindi in foresta, in presenza di composti clorurati porta alla formazione di triclorofenoli a partire dalla lignina. Una linea di ricerca alternativa e/o parallela propone, invece, un’origine antropica legata all’imponente utilizzo industriale di clorofenoli, dal DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano) largamente utilizzato in Sardegna negli anni ’50 per combattere la zanzara anofele, al più recente TCP (2,4,6-triclorofenolo), componente di vernici, prodotti igienizzanti per il legno e i pavimenti, nonché principio attivo di tanti pesticidi di largo uso sino a non molti anni fa. Anche l’uso del cloro per la potabilizzazione delle acque può aver avuto un ruolo nell’inquinamento dei suoli forestali (Sefton e Simpson, 2005). Soleas *et al* (2002) hanno trovato una correlazione appena significativa tra i contenuti in TCA e TCP (triclorofenolo) di 2.400 vini e dei rispettivi tappi in sughero, ma anche molti vini difettosi (*corky*) privi di triclorofenoli ovvero con concentrazioni inferiori alla soglia di sensibilità strumentale e, quindi, non avvertibili dal consumatore.

Le principali industrie europee del sughero hanno risposto al problema “gusto di tappo” e alla diffusione di chiusure alternative, prima col “Progetto Quercus”, sviluppato da una rete di laboratori pubblici e privati, poi con un’intensa attività normativa che ha portato alla pubblicazione della Norma ISO 20752-2014 *Cork stoppers - Determination of releasable 2, 4, 6-trichloroanisol (TCA)*.

Nonostante i grandi sforzi compiuti e gli innegabili progressi, il *cork taint* rimane un problema centrale. L'analisi dei dati ottenuti dal laboratorio di un'importante industria nazionale del settore conferma la portata del fenomeno. Infatti, nel quadriennio 2011-2014, l'analisi sensoriale di 133 partite commerciali di tappi in sughero monopezzo ha fatto rilevare sentori anomali (*off-flavours*) nel 4,1% dei campioni. La successiva analisi GC-MS della soluzione idroalcolica in cui gli stessi tappi erano stati immersi ha mostrato contenuti di TCA rilasciabile >10 ng l⁻¹ nel 4,5% dei campioni, mentre si sono collocati al di sotto di 4 ng l⁻¹ (generalmente accettata come soglia di percezione) il 59,4% dei campioni (Figura 17). I restanti campioni presentavano contenuti di TCA compresi nell'intervallo 4÷10 ng l⁻¹. È importante rilevare, tuttavia, che la percezione del “sentore di tappo” è legata alla sensibilità individuale ovvero alla preparazione del consumatore. A conferma della complessità del fenomeno diversi campioni difettosi all'analisi sensoriale non rivelano contenuti sensibili di TCA (Soleas *et al*, 2002).

La contaminazione da TCA sembra interessare il sughero di un numero crescente di foreste e viene sempre più spesso associata al modello di gestione dei boschi di sughera che, a causa della mancata esecuzione di cure colturali atte a tenere sotto controllo lo sviluppo dello strato arbustivo, sono soggette a condizioni di maggiore umidità e bassa luminosità. Tale situazione, insieme ai cambiamenti climatici in atto, tenderebbe a modificare negativamente il microclima delle foreste favorendo lo sviluppo di agenti biologici, sia batterici sia fungini, produttori di cloroanisoli e altre sostanze responsabili del “gusto di tappo”. I primi risultati di una ricerca sviluppata in Spagna (Veloso *et al*, 2015) confermano la stretta correlazione positiva tra “macchia gialla” e TCA, e tra TCA e presenza nella sughereta di un piano arbustivo.

Recenti ricerche condotte in Sardegna (Urgeghe *et al*, 2017) hanno valutato i contenuti del TCA rilasciabile, secondo il metodo ISO 20572, in cilindri ricavati da sughero naturale non stagionato né bollito aventi le stesse dimensioni del tappo standard. Il monitoraggio ha interessato sei soprassuoli dell'Agenzia FoReSTAS, distribuiti nell'alta collina della regione Sardegna su suoli di origine magmatica, caratterizzati da presenza minoritaria di altre specie arboree, da uno strato arbustivo ricco e articolato, da assenza di interventi colturali diversi dalla raccolta del sughero, a confronto con una sughereta privata con buona densità del soprassuolo ma sottobosco rado (Fig. 6.3, Tab. 7). I primi risultati confermano sia la portata del fenomeno (due soprassuoli oltre i 10 ng l⁻¹) e altri due nell'intervallo 4÷10 ng l⁻¹, sia la forte variabilità tra le singole piante poiché, spesso, la responsabilità di un elevato valore medio è riconducibile a una o due delle 20 piante analizzate per ogni foresta. Attualmente è in fase di sviluppo il progetto *Gestione forestale delle sugherete: valutazione della relazione fra modello di gestione e contaminazione del sughero*, finanziato con la Legge regionale 7 agosto 2007, n. 7: “Promozione della ricerca scientifica e dell'innovazione tecnologica in Sardegna”. Il progetto è condotto in collaborazione fra tre Servizi dell'Agenzia Agris Sardegna, le principali aziende sughericole sarde, Federlegno Arredo e Confindustria Centro Nord Sardegna. Il Progetto, avviato nel mese di aprile 2021, si pone l'obiettivo di valutare l'influenza dei diversi modelli di gestione forestale delle sugherete sui livelli di contaminazione da cloroanisoli del sughero. Il lavoro prende in esame le principali aree sughericole sarde e affronta per la prima volta col metodo scientifico e con approccio multidisciplinare il problema degli incrementi nella contaminazione da TCA segnalato nei sugheri provenienti dai boschi della Sardegna. Le aree di studio vengono caratterizzate dal punto di vista forestale, e sono stati eseguiti rilevamenti per valutare lo stato fitosanitario e le caratteristiche dei suoli. In ciascuna area sono prelevati campioni di sughero sui quali sono eseguite prove per individuare la composizione della microflora e analisi per misurare il livello di contaminazione da 2,4,6-TCA. Lo studio porterà all'individuazione di un modello di gestione forestale che rappresenti la giusta sintesi fra il valore economico della materia prima e la valenza ambientale del bosco. Un tale modello di gestione forestale delle sugherete potrebbe costituire un punto di riferimento per gli operatori del settore e per la pianificazione di interventi pubblici di tutela del patrimonio sughericolo della Sardegna. I primi risultati della sperimentazione, relativi a 2 aree di studio estratte nel 2021 nel Comune di Tempio Pausania, sembrano confermare livelli di contaminazione da TCA più alti nelle sugherete cespugliate.

L'interpretazione del fenomeno deve tenere presente che le sugherete sarde, al contrario di quelle iberiche, sono rappresentate da “savane” solo per una quota minoritaria poiché le densità sono molto più alte di quelle delle *dehesas* (50÷100 piante ha⁻¹) raggiungendo le 400÷600 piante ha⁻¹. La contaminazione da TCA assume un particolare rilievo perché sembra interessare un numero crescente di foreste, tra le quali, in Sardegna, soprassuoli sinora noti per l'alta qualità del sughero. Negli ultimi anni, le imprese e gli intermediari tra proprietari e imprese, applicano al prezzo di acquisto del sughero in pianta, già basso, una penalizzazione anche del 30% in presenza di sentori di muffa o della sintomatologia visiva della “macchia gialla”.

Tutte queste evidenze hanno portato i grandi gruppi d'acquisto a suggerire ai proprietari della Sardegna di controllare l'eccessiva densità delle sugherete con decespugliamenti, potature e diradamenti selettivi. Restano

fortemente sconsigliati la lavorazione meccanica dei suoli, la realizzazione di erbai autunno-vernini, il miglioramento dei pascoli e la distribuzione di fertilizzanti chimici.

Tale modello di gestione comporta, comunque, la semplificazione dell'ecosistema che potrebbe perdere in resilienza e risultare, ad esempio, più esposto alle pullulazioni dei lepidotteri defogliatori.

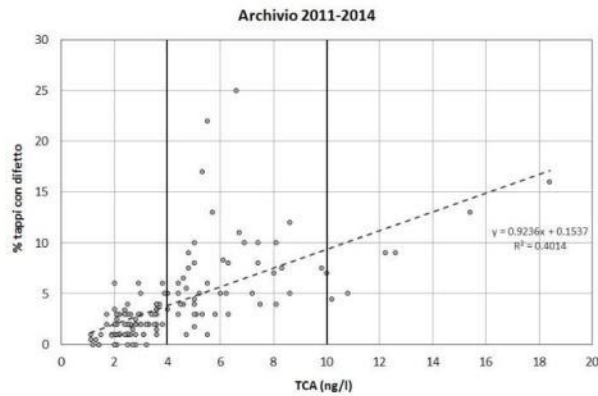


Figura 6.3 – Relazione tra analisi sensoriale (% tappi con difetto all'analisi olfattiva) e strumentale per l'analisi del TCA (le barre verticali indicano le soglie di percezione a 4 e 10 ng/l)

Foresta	Comune	Quota s.l.m.	mGestione	TCA rilasciabile ng l ⁻¹ (±dev.st.)
Sos Littos	Alà dei Sardi	710	Pubblica	0,8 (±0,2)
Limbara	Berchidda	458	“	12,8 (±17,9)
Fiorentini	Bultei	580	“	12,2 (±12,8)
Monte Olia	Monti	630	“	2,2 (±0,8)
Neoneli	Neoneli	550	“	5,4 (±4,4)
Sette Fratelli	Burcei	610	“	3,1 (±2,7)
Antonuzzu	Padru	171	Privata	1,0 (±0,3)
MEDIA	-	505		4,8 (±0,2)

Tabella 7 – Contenuti in TCA rilasciabile (ISO 20572: 100 cilindri di sughero grezzo per plancia da 5 piante) in foreste a gestione pubblica e privata

6.3.2 Edilizia

6.3.2.1 Premessa

Il sughero trova impiego nell'edilizia sotto forma di diversi prodotti. I compositi di granulato miscelati con resina (urea-formaldeide, fenoliche o a base di melammina, poliuretaniche) (Fig. 6.4) sono quelli in cui vengono riciclati gli scarti di lavorazione e i tappi. Molto diffuso è anche il sughero espanso che deriva da un processo in cui solo il calore e il vapore ad elevata temperatura aumentano la dimensione del granulato originario dando luogo a un pannello finale che può essere destinato, in base al processo di produzione, a isolamento acustico, termico oppure isolamento dalle vibrazioni. Nel sughero espanso sono mantenute le proprietà originarie del materiale (idrofobo,

ecc.) che in qualche caso, come per la stabilità dimensionale, risultano esaltate. L'ultimo prodotto molto impiegato comunemente in edilizia è il composito gomma-sughero (Knapic et al, 2016).

Il sughero è utilizzato come strato interno di pannelli sandwich e pannelli di compensato e rappresenta, quindi, una valida alternativa alle schiume sintetiche, comportando una presumibile diminuzione del carbon foot-print (Gil, 2015) (Fig. 6.5). Notevole è, poi, l'impiego come materiale in grado di smorzare l'impatto delle vibrazioni e delle radiazioni luminose. Impiegato anche per pavimentazioni flottanti (Demertzi et al, 2015).



Figura 6.4 – Pannello in sughero agglomerato (foto Romagnoli).

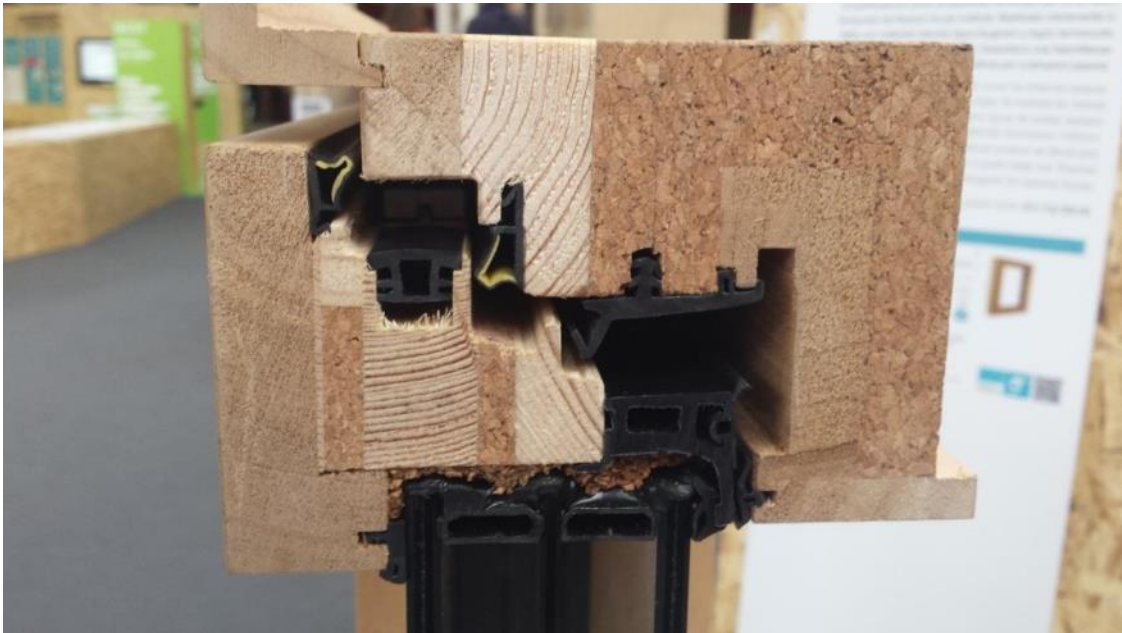


Figura 6.5 – Esempio di strato isolante in sughero per un infisso (foto Romagnoli)

6.3.2.2 Materiali assorbenti a base di sughero

Recentemente alcuni studi hanno dimostrato la potenzialità del sughero come bio-assorbimento di elementi inquinanti (Pintor et al, 2012) e precursore di carboni attivati; questa tipologia di impiego rappresenta una valida alternativa per ottenere prodotti ad elevato valore aggiunto dai residui della lavorazione.

6.3.2.3 Nuovi materiali compositi

Accanto ai pannelli sandwich che trovano impiego in edilizia, sono stati eseguiti dei test per compositi sughero-plastica (Gil, 2015), mescolando il sughero con polipropilene e polietilene; il risultato è un prodotto con ottime performances per manufatti per esterno e costruzioni navali. L'ulteriore inclusione di fibre naturali, come quelle della noce di cocco, aumenta le performances meccaniche del prodotto (Fernandes et al, 2013 a, b). Altri compositi come biopolimeri a base di sughero, si sono rivelati di notevole interesse per alcune applicazioni come pavimentazioni e applicazioni strutturali (Vilela et al, 2013). Inoltre, sughero è risultato essere un buon agente rinforzante negli adesivi, soprattutto se mescolato con resine epossidiche sembra limitare l'insorgere delle fessurazioni. Altre sperimentazioni sono quelle che hanno interessato la possibilità di ottenere dei compositi sughero-cemento. Nei laboratori dell'Agenzia Agris Sardegna sono stati condotti studi per valutare l'efficienza dell'abbinamento sughero-lana di pecora sarda nella costruzione di pannelli destinati all'isolamento termigrometrico in edilizia. Il sughero e la lana di pecora sono risorse particolarmente importanti per l'economia della Sardegna e rivestono grande importanza anche sotto l'aspetto ecologico ambientale in quanto risorse rinnovabili. I risultati ottenuti hanno messo in evidenza che, a parità di spessore, un pannello composito costituito da lana e da sughero registra prestazioni migliori di un pannello *monocomponente di lana o di sughero*. In particolare, tra i pannelli compositi presi in esame, il pannello costituito da uno strato di lana e uno di sughero (*bicomponente*) fa registrare le prestazioni migliori. Infatti, mentre la presenza del sughero conferisce al pannello rigidità e portanza, garantendo anche un buon sfasamento termico temporale, la presenza della lana alleggerisce il pannello e ne migliora la conduttività termica e l'assorbimento d'acqua per immersione" (G. Marzeddu, M. Giua, F. Pampiro, 2019. Pannelli destinati all'isolamento termico. Abbinamento sughero – lana. Secondo contributo. Quaderni del DIRSS N° 16. Agris Sardegna. Sassari).

6.3.3. Altri prodotti in sughero

Il sughero, anche riciclato, trova impiego in svariate applicazioni quali casalinghi, manici per coperchi e ferri da stiro, oggettistica, nastri per manubri di biciclette da corsa, ecc. Ultimamente, con specifici brevetti, si ottengono accessori per l'abbigliamento e accessori quali borse, bracciali e scarpe (Fig. 6.6) e complementi d'arredo. In tempi recentissimi è stata sviluppata una ceramica ecologica ottenuta da un trattamento del materiale con esaferrite (Gil, 2015). Il materiale ha, poi, delle notevoli potenzialità nei prati artificiali e nelle pavimentazioni per attività sportive all'esterno: non assorbe acqua e risulta soffice provocando minori infortuni in caso di caduta degli atleti. E' idoneo anche per parti interne di caschi, per l'elevata capacità di assorbimento di urti, molte sono poi le applicazioni negli interni dell'industria dell'automobile, ma anche parti di canoe e kayaks per la capacità di assorbire l'impatto con le rocce e l'idrofobicità del materiale. Gli estratti della corteccia di sughero sono stati poi oggetto di analisi in campo medico (Bejarano et al, 2015).



Figura 6.6 – Capo di abbigliamento realizzato in sughero (foto Romagnoli)

6.4 Le imprese di trasformazione del sughero

Negli anni precedenti il 2008 l'industria nazionale della trasformazione del sughero, che nelle statistiche disponibili su Eurostat comprende anche le imprese che lavorano i materiali da intreccio, ha visto il settore in calo (Fig. 4), sia come numero di imprese (da 650 a 456), che come addetti (da 3.065 a 2.781 unità). La tendenza è simile a quella di altri Paesi europei: ad esempio, in Portogallo, le imprese sono passate da 1.417 a 1.240 e l'occupazione è scesa da 14.184 a 11.347 unità.

I dati più recenti dell'ISTAT, riguardanti il solo settore della trasformazione del sughero in Italia, evidenziano per il 2011 (anno dell'ultimo censimento dell'industria) la presenza di 217 imprese in cui sono occupati 1.718 addetti. Nel quadriennio successivo (Fig. 6.7, a destra) il numero di imprese ed addetti è ulteriormente calato (rispettivamente, 177 e 1.449, nel 2015).

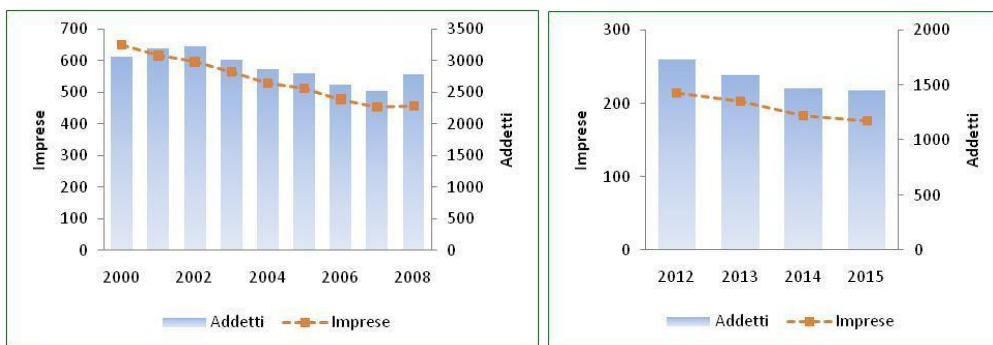


Figura 6.7 – Numero di imprese e occupazione del settore del sughero e materiali da intreccio (a sinistra, fonte Eurostat) e solo del settore del sughero (a destra, fonte ISTAT) in Italia.

Rispetto alla collocazione geografica delle imprese, va rilevato che il 56% di esse è ubicata in Sardegna, dove è presente anche il 64% degli addetti del settore (Fig. 6.8). Nel resto d'Italia, circa il 30% di imprese e addetti è presente al Nord, mentre il Centro e il resto del Mezzogiorno (inclusa la Sicilia) svolgono in questo contesto un ruolo molto marginale. Va sottolineato il collegamento del comparto sughero con le zone dove le aziende enologiche sono più numerose: le regioni dove si vendono più tappi di sughero corrispondono, infatti, alle regioni in cui la produzione di vino è maggiore: Piemonte, Veneto, Emilia-Romagna, Toscana, Puglia, Trentino.

La concentrazione di aziende enologiche in alcune regioni (ad esempio in Veneto) è tale da aver attirato anche alcune aziende e gruppi dall'estero, i quali hanno deciso quindi di localizzare alcune filiali anche in Italia.

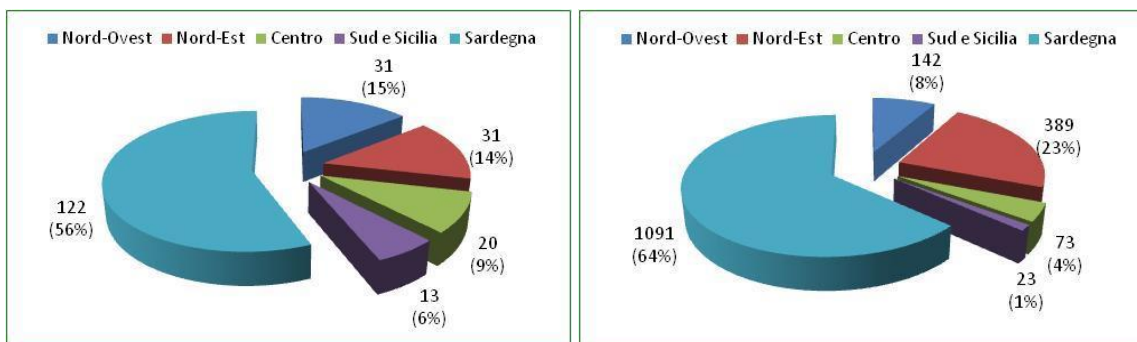


Figura 6.8 – Numero di imprese (sinistra) e occupazione (destra) del settore del sughero nel 2014 in Italia (ISTAT).

In Sardegna, il comparto del sughero nel 2004 presentava 156 imprese e 1.670 addetti. La lavorazione del sughero è concentrata in una zona che comprende i comuni di Calangianus, Tempio Pausania, Berchidda, Aggius e Luras, riconosciuta dalla Regione Sardegna nel 1997 come distretto industriale del sughero, unico caso nel nostro Paese. Nel 2011, le imprese legate alla trasformazione del sughero nella provincia allora esistente di Olbia-Tempio (soppressa nel 2016) rappresentavano ben l'84% di quelle della Regione, pari a 122 imprese con 1091 addetti (Fig. 6.9).

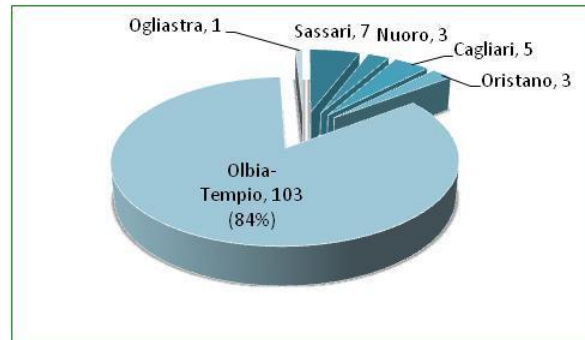


Figura 6.9 – Numero di imprese del settore del sughero nel 2011 nelle province della Sardegna (ISTAT).

In Gallura i prodotti in sughero sono il primo prodotto, in valore, delle esportazioni, per un ammontare complessivo annuo di circa 20 milioni di euro, nel biennio 2013-2014 (dati Camera Commercio Sassari). La maggior parte delle imprese del distretto è legata alla produzione di tappi naturali semilavorati, una parte minore ha diversificato la produzione di tappi (tappi naturali finiti, incollati, agglomerati) e i prodotti, altre utilizzano il sughero in forme diverse (edilizia e settore calzaturiero) e, infine, vi sono imprese che si occupano dell'intermediazione tra imprese produttrici e consumatrici del prodotto finito.

I dati più recenti evidenziano un progressivo ridimensionamento del settore industriale. Nell'aprile del 2013 sarebbero rimaste solo 25 imprese industriali (752 dipendenti) e 28 aziende artigianali per un totale di 837 addetti. In meno di un decennio, si sarebbero dunque persi circa due terzi delle imprese e metà delle persone occupate. Secondo un documento recente di Confindustria Centro Nord Sardegna, sulla base dei dati INPS aggiornati alla fine del 2019 e relativi alla provincia di Sassari, risultano presenti ancora 21 aziende industriali con un totale di 601 dipendenti, di cui 507 operai, 91 impiegati e 3 dirigenti, mentre le aziende artigianali sarebbero 25, con un totale di 72 dipendenti, di cui 61 operai, 3 apprendisti, 2 apprendisti qualificati e 6 impiegati. Questi dati, seppure fortemente ridimensionati rispetto ai numeri registrati da un rilevamento nel 2005, che contava in Sardegna 156 aziende di trasformazione, con 1670 dipendenti e 153 milioni di € di fatturato, attestano comunque la presenza di un settore dotato di una sua vitalità e uno sviluppo tecnologico di assoluto livello.

Se si confronta la situazione in Italia con il Paese principale produttore di sughero al mondo, ovvero il Portogallo, risultano evidenti le seguenti differenze:

- la tassazione sulle imprese italiane è il circa il doppio di quelle portoghesi;
- il costo della manodopera relativo alla trasformazione del prodotto ad uso enologico per le aziende italiane è il doppio rispetto a quello sostenuto dalle aziende portoghesi;
- la viabilità forestale nelle sugherete portoghesi è facilitata dal fatto che i boschi sono situati su un terreno mediamente più pianeggiante rispetto ai boschi italiani.

A fronte del progressivo ridimensionamento industriale e di un contesto che unisce carenza di materia prima a più alti costi di produzione, suggerendo la necessità, da parte di Enti centrali e locali, di avviare iniziative concrete di rilancio del settore, dal punto di vista della tecnologia non esistono, invece, grosse differenze tra le aziende di trasformazione del sughero italiane e quelle straniere.

6.5 Il valore del comparto sughericolo

Il comparto sughericolo nazionale, nel 2020, ha superato il valore di 266 milioni di euro, con una tendenza in crescita nell'ultimo quadriennio (Fig. 6.10). Il prodotto principale (90% del valore della produzione) è costituito dai tappi, in sughero naturale o agglomerato. Nel periodo 2016-2020 è cresciuto in maniera più netta il valore della produzione dei tappi in sughero agglomerato (in valore, da 137 a 161 milioni di euro).

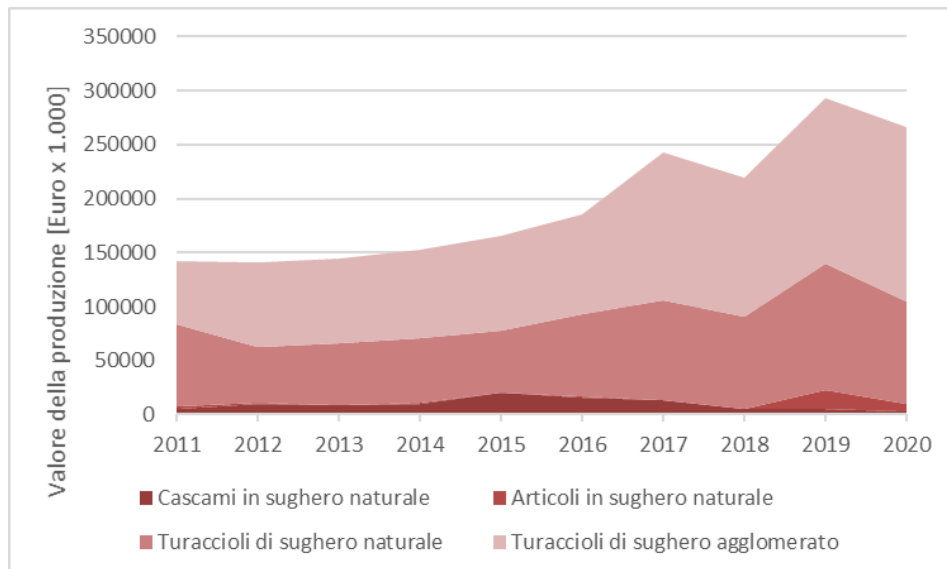


Figura 6.10 – Valore della produzione del settore del sughero in Italia, ripartita per prodotti principali (ISTAT). Per le due voci principali (tappi in sughero naturale e agglomerato) sono indicati i valori annui.

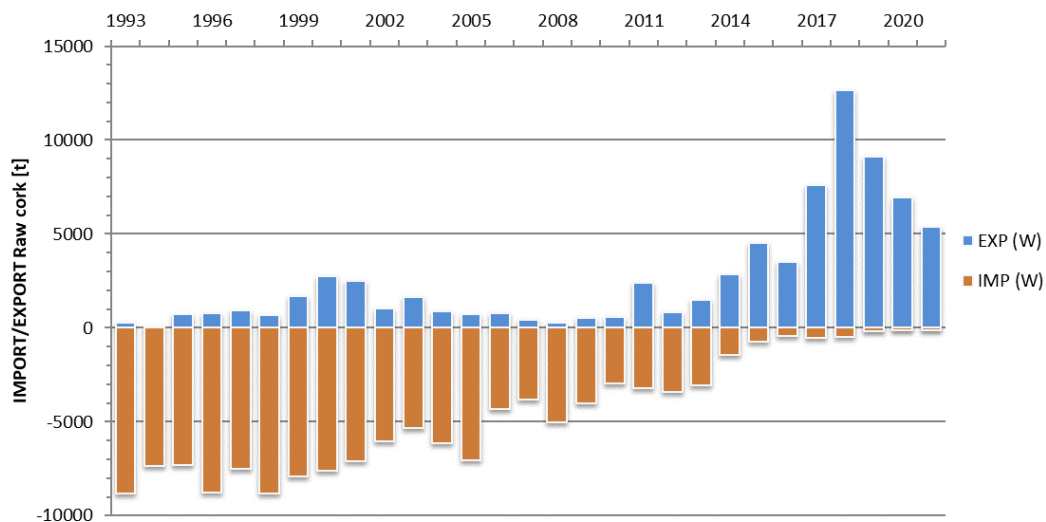


Figura 6.11 – Saldo commerciale per la categoria di prodotto 450110 - *Sughero naturale, greggio o semplicemente preparato* (ISTAT, dati commercio estero). Sono indicate le esportazioni (EXP, valori positivi) e le importazioni (IMP, valori negativi) verso il mondo (W).

I dati relativi ai quantitativi importati e esportati di sughero grezzo, prodotto necessario all'industria di trasformazione, evidenziano un cambiamento negli anni più recenti (Fig. 6.11). Fino al 2005 i quantitativi importati hanno superato le 6.000 t/anno, con quote variabili, a seconda degli anni, ripartite tra i Paesi iberici (Spagna e Portogallo) e gli altri Paesi produttori. A partire dall'anno successivo, i quantitativi si sono progressivamente ridotti: in una prima fase più o meno sotto 4.000 t/anno, dal 2016 il calo è stato ancora più

sensibile per giungere a meno di 200 t/anno negli ultimi due anni.

Le esportazioni di sughero grezzo sono state molto limitate (meno di 900 t/anno) fino al 1998 e ristrette ai Paesi non iberici (in primo luogo Germania, Austria e Stati Uniti). Successivamente, tra il 1999 e il 2003, hanno visto una crescita che è arrivata a superare 2.000 t negli anni 2000-2001, interamente verso Spagna e Portogallo. Dopo un periodo di esportazioni assai limitate (2004-2010), negli ultimi anni sono riprese in maniera massiccia, superando 4.000 t nel 2015 e attestandosi nettamente sopra 5.000 t negli anni più recenti. In base ad informazioni fornite da Confindustria Centro Nord Sardegna, negli ultimi 2-3 anni questa tendenza è confermata con un ulteriore aumento delle esportazioni di sughero grezzo verso la penisola iberica. La quasi totalità dell'esportazione italiana di sughero grezzo è diretta, infatti, nell'ultimo quindicennio verso Portogallo e Spagna, i due principali produttori e trasformatori, a livello mondiale di sughero grezzo.

In definitiva, sia pure con i limiti della frammentarietà dei dati disponibili e provenienti da fonti diverse, vari indicatori, quali la riduzione del numero di imprese e degli occupati, in particolar modo nel distretto industriale più importante (Gallura – Sardegna), la riduzione progressiva delle importazioni di sughero grezzo e il recente aumento delle esportazioni verso Paesi leader del settore (Portogallo e Spagna), segnalano non solo il ridimensionamento industriale in corso, ma anche la difficoltà, da parte dell'industria nazionale, di trasformare il nostro prodotto grezzo.

6.6 Il commercio internazionale

Il valore mondiale delle esportazioni del sughero e dei suoi prodotti si è attestato complessivamente a circa 1,6 miliardi di euro nel 2020. Esso è calato costantemente fino al 2008 e ha raggiunto il minimo di questo secolo nel 2009 (1,12 miliardi), in coincidenza con la crisi economica globale che ha investito, in forme più o meno gravi, i Paesi trasformatori (ad esempio, Portogallo e Spagna). Successivamente, è iniziata una moderata crescita fino al 2018. Una simile tendenza si è verificata anche per il valore delle esportazioni dei tappi, principale prodotto della trasformazione industriale, mentre il valore dei prodotti in sughero agglomerato ha visto nel medesimo periodo una tendenza in crescita ed ha superato, intorno al 2008, il valore dei prodotti in sughero naturale (Fig. 6.12).

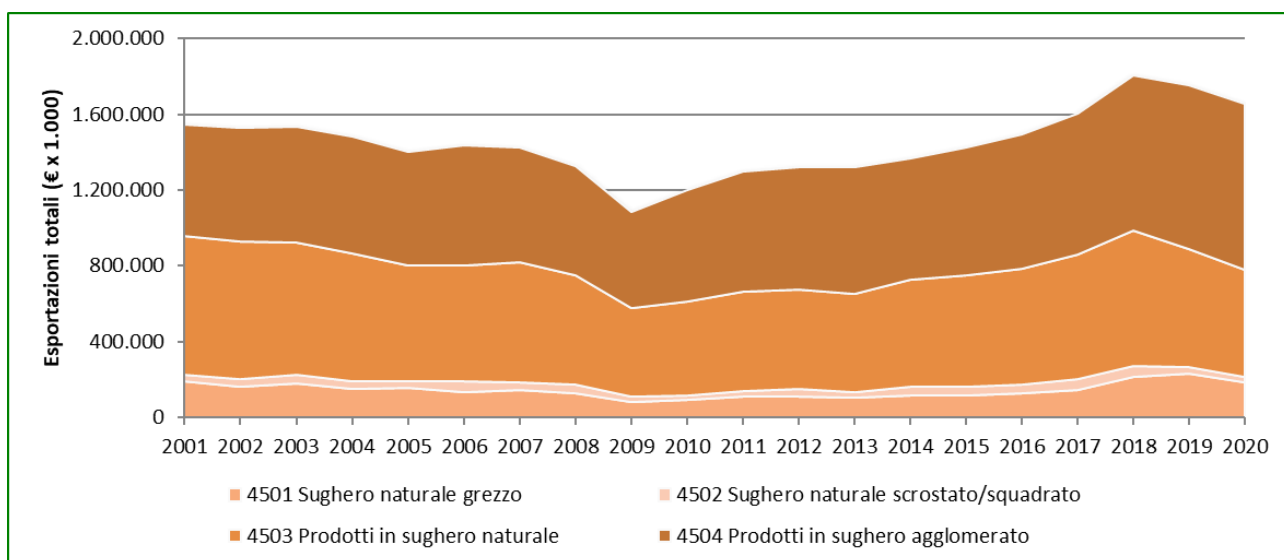


Figura 6.12 – Valore delle esportazioni mondiali dei prodotti del sughero (dati Nazione Unite).

Il saldo commerciale italiano relativo al settore (Fig. 6.13) è complessivamente sempre stato negativo fin dal 1993, anno di inizio della serie storica, ma è peggiorato nel corso del tempo. In particolare, le esportazioni hanno raggiunto un apice negli anni 2000-2001 superando 65 milioni di euro, successivamente sono rimaste più o meno

costanti ed inferiori alla soglia di 50 milioni di euro.

L'export di tappi in sughero naturale supera attualmente di poco i 17 milioni di euro, dopo alcuni anni su valori inferiori. L'import di questo prodotto è leggermente calato negli ultimi anni, a fronte del forte incremento dell'import di prodotti in sughero agglomerato (oltre 120 milioni di euro).

In definitiva, come evidenziano le esportazioni degli ultimi anni a livello mondiale, il settore del sughero complessivamente non sembra in una crisi profonda. È vero che è in atto una trasformazione generale per effetto dei cambiamenti nell'industria enologica (imbottigliamento) e per l'aumento dell'importanza dei prodotti in sughero agglomerato rispetto a quelli in sughero naturale, ma i dati più recenti evidenziano una espansione del settore (esportazioni in valore), dopo una crisi dovuta probabilmente anche a fattori esogeni.

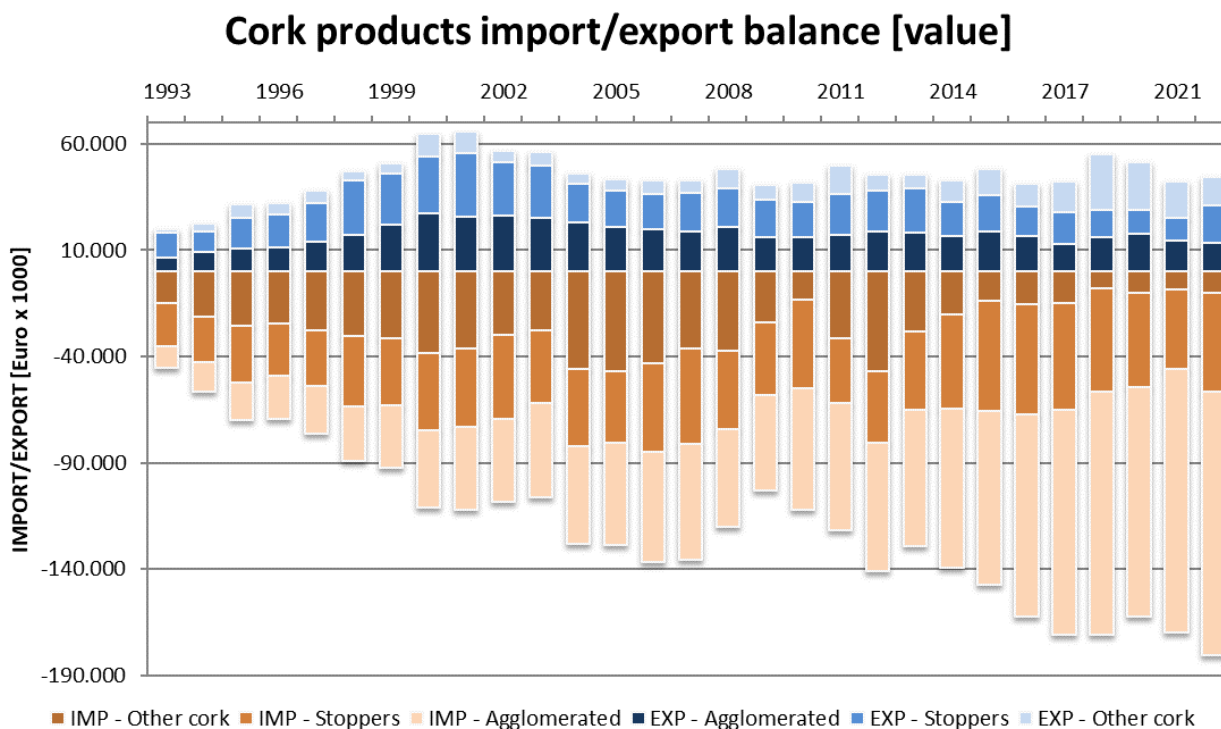


Figura 6.13 – Saldo commerciale per le categorie di prodotto 450310 (Tappi in sughero naturale), 4504 (Prodotti in sughero agglomerato) e altri prodotti in sughero (ISTAT, dati commercio estero). Sono indicate le esportazioni (EXP, valori positivi) e le importazioni (IMP, valori negativi) verso il mondo.

Il mercato, infatti, assiste da un lato all'aumento dell'impiego di nuovi sostituti ai tappi di sughero, accompagnato da politiche aggressive di vendita e marketing, dall'altro al progressivo consolidamento dell'industria enologica (produzione e imbottigliamento del vino), formata da poche imprese sempre più grandi e dedicate all'export, alla ricerca di maggiore competitività attraverso la riduzione dei costi di produzione.

L'industria del sughero ha reagito a queste sfide operando su diversi fronti:

- a) migliorando i sistemi di controllo della qualità, inclusi numerosi tentativi di eliminazione del tricloroanisolo (TCA) anche nei tappi in sughero naturale, per rispondere alle esigenze dei consumatori;
- b) promuovendo la certificazione del sughero a diversi livelli della filiera; ad esempio, la grande industria della trasformazione del sughero ha rapidamente e diffusamente adottato le “buone pratiche di fabbricazione” previste dalla certificazione “Systecode” elaborata dalla C.E. Liège (Confederazione europea del Sughero: <http://www.celiege.eu/>);
- c) investendo in attività di ricerca rivolta non solo all'interazione tra tappo in sughero e la qualità del vino, ma anche nei diversi possibili impieghi del sughero.

6.7. I rapporti con l'industria enologica

Come è noto, il settore del sughero è tradizionalmente legato ai destini dell'industria di imbottigliamento del vino. L'Italia è al primo posto al mondo per la produzione di vino (periodo 2013-2019), per un valore di circa 10,5 miliardi di euro, con esportazioni in costante crescita dal 2009 che superano in valore 5 miliardi di euro l'anno. Nel complesso, la produzione mondiale di vino mostra, pur con un andamento fluttuante, una tendenza espansiva che, nel 2016-2017, è stata frenata dai modesti risultati ottenuti in Francia, Argentina e Cile (Fig. 6.14). In termini di valore, comunque, il regime dei prezzi del vino francese è più elevato di quello italiano. Nel 2015 le vendite di vino in Italia hanno mostrato un +3,5%, all'estero +6,5%. Per gli spumanti, gli incrementi sono stati rispettivamente del 6,3% e del 15,2%. Questi numeri evidenziano due aspetti:

1. finché il sughero rimane un prodotto apprezzato dall'industria del vino, non mancano le potenzialità di espansione per l'industria sughericola, considerata ancora l'importanza che svolge il tappo (in sughero naturale o agglomerato) nel contesto del settore, soprattutto per i vini di elevata qualità;
2. la propensione "internazionale" dell'industria del vino, rende essenziale tener conto delle preferenze dei consumatori nei vari Paesi, in un'ottica di investire sui mercati più inclini ad apprezzare il prodotto in sughero.

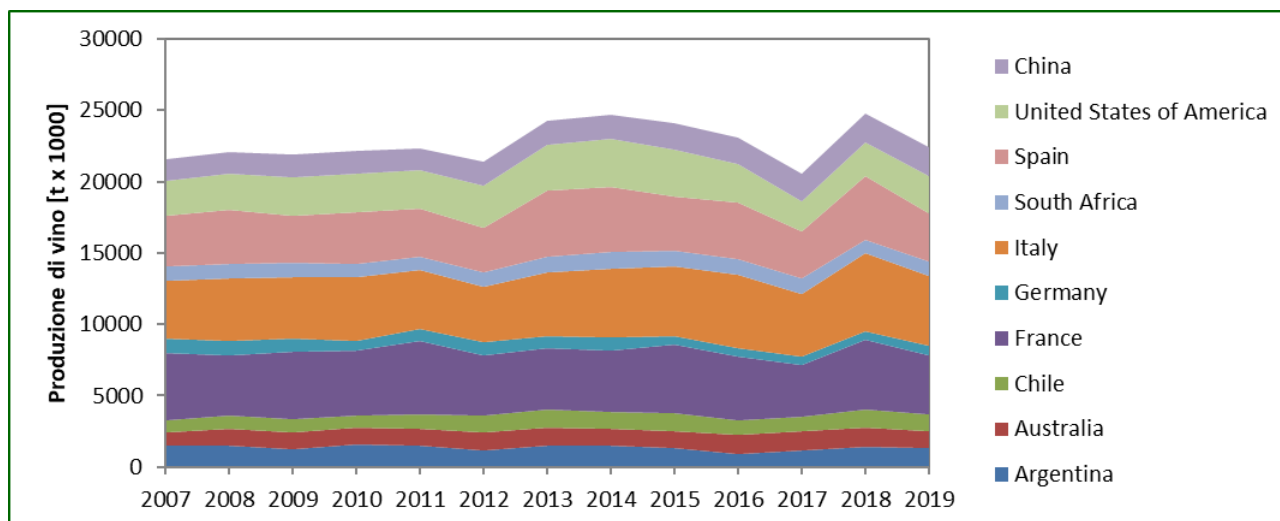


Figura 6.14 – Andamento della produzione di vino nei principali paesi produttori (dati FAOSTAT).

L'utilizzazione a fini enologici del sughero rappresenta oltre l'80% dell'impiego industriale del prodotto. Nell'ultimo ventennio è cresciuta in modo esponenziale la produzione destinata all'estero soprattutto Francia, Germania, Romania, Sud Africa, Stati Uniti, America Latina (soprattutto Argentina) e ultimamente Cina.

In Italia le regioni più importanti dove l'utilizzo del sughero nell'industria enologica è prevalente risultano, il Veneto, la Toscana, l'Emilia-Romagna, il Friuli, il Piemonte, la Sicilia e la Sardegna. In queste aree oramai sta prevalendo l'uso del tappo di sughero microgranulato (tappo ottenuto da granulato di sughero con aggiunta o meno di agenti espandenti e collanti) rispetto al tappo naturale. Un aspetto da non sottovalutare è la necessità di limitare i contenziosi fra produttori e utilizzatori di tappi di sughero lavorando alla creazione di Disciplinari e Documenti tecnici cui fare riferimento. Ciò consentirebbe di valorizzare i controlli in accettazione e ridurre i tempi utili per contestare le forniture. Si segnala, in proposito, la pubblicazione nel 2018 del manuale "Il tappo di sughero per vino spumante – Guida all'utilizzo" redatto in collaborazione fra Università Cattolica del sacro Cuore di Piacenza, Agris Sardegna, Assoenologi, Assovetro, Assoimballaggi di Federlegno Arredo, Stazione Sperimentale del vetro e Unione Italiana Vini. È in corso di realizzazione, inoltre, l'aggiornamento del "Nuovo disciplinare sulle metodiche analitiche per il controllo del tappo di sughero ad uso enologico".

Pur in un contesto di mercati esteri in forte espansione, il mercato principale per le aziende di trasformazione del sughero ad uso enologico italiane rimane quello nazionale. Si potrebbe azzardare una stima che vede il 60 - 70% della produzione di sughero nazionale destinata al mercato interno e almeno il 30% destinata al mercato estero.

Inoltre, mentre nel mercato italiano si utilizzano tutte le tipologie di tappi di sughero (mono pezzo, agglomerato, ecc.) per quanto riguarda i mercati esteri, ce ne sono alcuni, ad esempio l'Australia e, più in generale, i Paesi anglosassoni, dove si preferiscono attualmente chiusure con materiali alternativi al sughero.

Vari studi hanno evidenziato che il sughero viene associato dal consumatore alla qualità del vino: negli Stati Uniti circa il 94% dei consumatori di vino preferisce il tappo in sughero, in Francia l'89%, in Italia l'85% e in Cina l'85%.

Le imprese più attente a queste dinamiche, tra le quali alcune italiane, riflettono queste tendenze, assumendo una dimensione internazionale e concentrando l'esportazione di tappi verso Paesi tra i principali produttori e consumatori di vino (ad es., Stati Uniti, Germania, Cina, Francia, Australia), attraverso strutture commerciali intercontinentali.

Ovviamente, il fenomeno di espansione della struttura commerciale in paesi produttori e consumatori di vino interessa anche l'Italia: alcune aziende straniere sono sicuramente interessate al mercato italiano, essendo il nostro Paese il principale produttore di vino al mondo, e questo genera naturalmente una competizione sul mercato fra imprese italiane ed imprese straniere.

A partire dal 1° gennaio 2022, vi è la possibilità di certificare i “turaccioli di sughero naturale, non agglomerati, e senza leganti” ai sensi del nuovo regolamento europeo sull'agricoltura biologica (Reg. UE n. 2018/848), come previsto dall'allegato I dello stesso regolamento. L'inclusione del tappo di sughero nel regolamento europeo del biologico è un riconoscimento importante nei confronti del sughero (dal punto di vista ambientale) e può essere uno strumento utile ad aprire nuovi sbocchi di mercato. Il passaggio dalla teoria alla pratica non è banale e prevede una serie di ostacoli che FederlegnoArredo sta cercando di superare dialogando con il MIPAAF. Le criticità sono sostanzialmente due: una riguarda la certificazione biologica delle foreste, l'altra l'ammissione in agricoltura biologica delle sostanze utilizzate nella fase di lavorazione.

6.8. Certificazione della Gestione Forestale Sostenibile e dei Servizi ecosistemici

Una delle strategie più importanti sviluppate negli ultimi anni al fine di sostenere l'utilizzo dei prodotti in sughero è rappresentata dalla certificazione della gestione forestale sostenibile. Successivamente alla Conferenza Mondiale su Ambiente e Sviluppo di Rio de Janeiro del 1992, anche nell'ottica della lotta all'illegalità nelle utilizzazioni e nella commercializzazione di legname proveniente dal Sud America, dall'Africa, dall'Asia ed anche da paesi dell'Est Europa, sono state attivate diverse iniziative, da parte di governi nazionali e da parte di varie organizzazioni non governative, con lo scopo di arrivare a definire e, di conseguenza, poter verificare quanto sancito attraverso i principi della cosiddetta “gestione forestale sostenibile”.

La sostenibilità della gestione forestale si basa su quattro punti fondamentali:

- a) Capacità di carico sopportabile dagli ecosistemi e, quindi, definizione dei livelli di asportazione della biomassa prodotta (legno o, più genericamente, prodotti non legnosi);
- b) Capacità degli ecosistemi di autorinnovarsi;
- c) Disponibilità di materia prima in grado di alimentare il mercato e di rispondere alla domanda dei trasformatori;
- d) Uguali possibilità di utilizzo delle risorse da parte delle popolazioni residenti.

Questi quattro punti sono le fondamenta sulle quali sono stati costruiti diversi sistemi per sviluppare e monitorare la sostenibilità della gestione delle risorse naturali.

Dai principi generali di una gestione forestale sostenibile sono stati sviluppati gli standards di buona gestione ai quali deve rispondere una foresta per poter essere certificata. Tra gli standards di buona gestione quello della “Conservazione della biodiversità, tutela del paesaggio, delle funzioni ecologiche, della stabilità e dell'integrità della foresta”, è facilmente adattabile alle sugherete in funzione di come esse vengono utilizzate da un punto di vista produttivo.

In Europa i principali standard per la definizione della gestione sostenibile delle foreste sono rappresentati dal Forest Stewardship Council (FSC) e dal Pan European Forest Certification (PEFC) che attribuiscono un marchio di qualità e che prevedono, entrambi, anche la certificazione della cosiddetta “catena di custodia”. Gli standards internazionali di buona gestione, FSC e PEFC, sono ben adattabili alle sugherete, partendo dal presupposto che

questa specifica produzione forestale, non comportando l'abbattimento delle piante, è già sinonimo di corretta integrazione tra gli aspetti economici e quelli ambientali. La materia prima retraibile, il sughero, è un prodotto rinnovabile che costituisce il fondamento principale della valorizzazione economica di queste tipologie forestali.

La Certificazione forestale esprime la necessità di una corretta gestione selvicolturale delle sugherete, dove alla produzione finale del sughero si aggiungono le economie derivanti dalle attività complementari come la zootecnia, l'apicoltura, la raccolta di funghi e di piante officinali, stimolando la cosiddetta gestione attiva.

La Certificazione forestale richiede la predisposizione di un piano di gestione a medio e lungo termine, esplicita la sostenibilità della gestione forestale e identifica tutti gli interventi forestali necessari al mantenimento e miglioramento delle condizioni forestali delle sugherete.

Essa deve essere vista, quindi, non solo come un premio alla corretta gestione dei boschi, ma come uno degli elementi fondamentali per il miglioramento della qualità del prodotto finale e quindi dell'economia globale dell'intera filiera.

Il valore aggiunto, ottenuto dalla materia prima proveniente da boschi gestiti secondo i principi della sostenibilità, deve poi trovare la sua valorizzazione con la certificazione della cosiddetta "catena di custodia", che accompagna la certificazione forestale e permette ai proprietari di vendere il sughero come prodotto certificato. In questo contesto risulta fondamentale il coinvolgimento delle industrie sugheriere che, certificandosi a loro volta, devono impegnarsi a garantire la tracciabilità del tappo di sughero e degli altri prodotti sughericoli, mantenendo separate le lavorazioni del prodotto ottenuto dalla materia prima certificata e chiudendo così la catena di custodia che attesta che le imprese di trasformazione utilizzano materia prima proveniente da foreste gestite secondo i principi della sostenibilità.

La certificazione forestale può essere chiesta dal singolo proprietario e, cosa oltremodo importante, da associazioni di proprietari che ottengono la cosiddetta certificazione di gruppo con una riduzione del costo e del carico di lavoro per ciascun membro del gruppo, in relazione alle attività di preparazione e mantenimento della certificazione.

La sensibilità degli utilizzatori finali, nei confronti dei prodotti provenienti o ottenuti da materie prime originate in foreste di cui è certificata la gestione sostenibile, diventa sempre maggiore ed in questo contesto il tappo di sughero e gli altri prodotti sughericoli possono assumere un notevole valore aggiunto derivante dall'essere un prodotto di origine naturale, nato da una materia prima rinnovabile e riciclabile.

Da un recente studio comparativo risulta evidente come i paesi dell'area mediterranea con maggiore superficie di sugherete certificate per la gestione forestale sostenibile (secondo i requisiti del Forest Stewardship Council®-FSC® – e del Programme for Endorsement of Forest Certification - PEFC) siano anche i Paesi con maggiore superficie sughericola relativa e assoluta e con maggior capacità produttiva, cioè Portogallo e Spagna (Tab. 8). In questi Paesi la certificazione della gestione forestale si è estesa sia attraverso l'impegno di grandi proprietari singoli (pubblici o, per lo più, privati) sia attraverso il raggruppamento di diversi piccoli proprietari privati (per lo più agricoltori) riuniti in certificazioni "di gruppo".

Nel caso dell'Italia risultano certificate (secondo lo schema del Forest Stewardship Council) sugherete ricadenti preminentemente nella Regione Sardegna. In particolare, i primi 66 ha certificati fanno parte della sughereta sperimentale dell'Agenzia AGRIS Sardegna (Tempio Pausania). Dal 2021, la filiera del sughero sostenibile comprende anche i 99,3 ettari della sughereta di Lu Canniscioni, in località Baldu (Tempio Pausania), di proprietà della società agricola Limbara del Gruppo Molinas che, insieme alla Ditta Ganau, ha ottenuto anche la certificazione FSC per la fabbrica.

A queste due realtà si è aggiunta anche la proprietà di Gianna Masu in località Cultisia (Luogosanto), che riguarda circa 28 ettari di bosco misto a sughera, e la sughereta Pianos di Masala Antonio di circa 150 ettari che ricade nei comuni di Monteleone Roccadoria e parte di Romana.

In Toscana, il Complesso Forestale Colline Metallifere di circa 15.000 ettari ha la doppia certificazione PEFC e FSC e comprende circa 56 ettari di sugherete. Infine, è giusto ricordare che fino al 2014 risultavano certificati anche 8500 ha di sugherete gestite dall'Ente Foreste Sardegna (oggi Agenzia Fo.Re.STAS), certificazione poi terminata a causa di problematiche per lo più amministrative.

Superficie forestale					Produzione annuale		
Paese	Superficie (ha)*	% della superficie e totale	Superficie certificata (ha) (FSC*+PEFC*)	Superficie certificata %	Paese	Produzione annuale di sughero (t) 2016	%
Portogallo	715.992	34	144.053* 21.000**	54.5%	Portogallo	100.000	49,6%
Spagna	574.248	27	55 000* 109.058**	44.9%	Spagna	61.504	30,5%
Marocco	383.120	18	-	-	Marocco	11.686	5,8%
Algeria	230.000	11	-	-	Algeria	9.915	4,9%
Tunisia	85.771	4	-	-	Tunisia	6.962	3,5%
Francia	65.228	3	-	-	Italia	6.161	3,1%
Italia	64.800	3	302*, 56**	0,5%	Francia	5.200	2,6%
Totale	2.119.089	100	648.646	30,6%	Totale	201.428	100%

Tabella 8 - Superficie delle sugherete certificate nei diversi paesi produttori e altri dati relativi a superficie e produzione forniti dall'associazione portoghese APCOR (Sierra-Pérez et al, 2015). N.B.: I dati di superficie per l'Italia di questa tabella non coincidono con quelli riportati dalle statistiche inventariali nazionali e regionali. I dati relativi alla superficie certificata nota sono stati aggiornati a maggio 2022 (Fonte: * info.fsc.org, ** PEFC Italia).

Allo stato attuale sono in fase di certificazione una serie di sugherete private e pubbliche con un trend in continua, positiva evoluzione. Tale tendenza è stimolata da un mercato internazionale che richiede con sempre maggior insistenza prodotti certificati che, pertanto, vengono pagati ad un prezzo sensibilmente superiore rispetto al prodotto grezzo non certificato. A titolo d'esempio, nel corso del 2021 il sughero prodotto nella sughereta certificata di Cusseddu Miali Parapinta (Agris Sardegna) è stato venduto con un rialzo d'asta di oltre il 60% sebbene, a livello internazionale, il sughero certificato venga venduto con rialzi medi variabili dal 10 al 20%.

Negli ultimi anni, per le sugherete certificate PEFC e FSC, stanno assumendo sempre maggior valore ulteriori certificazioni basate sui servizi ecosistemici ("*ecosystem services*") che secondo la definizione proposta dal MEA - Millennium Ecosystem Assessment, sono i "*molteplici benefici forniti dagli ecosistemi al genere umano*" (MEA, 2005). Il MEA descrive quattro categorie di servizi ecosistemici:

1. **supporto alla vita** (come ciclo dei nutrienti, formazione del suolo e produzione primaria),
2. **approvvigionamento** (come la produzione di cibo, acqua potabile, materiali o combustibile),
3. **regolazione** (come regolazione del clima e delle maree, depurazione dell'acqua, impollinazione e controllo delle infestazioni),
4. **valori culturali** (fra cui quelli estetici, spirituali, educativi e ricreativi).

Nel 2020 la sughereta di Agris Sardegna di Tempio Pausania ha ottenuto, prima a livello mondiale, la certificazione dell'impatto della gestione forestale sostenibile sui principali servizi ecosistemici, seguita anche da alcuni proprietari privati (dati aggiornati al 2021). I servizi certificati sono: **Tutela e Conservazione della biodiversità, Sequestro e accumulo del carbonio, Tutela del suolo, Tutela dei Servizi idrici, e fornitura di Servizi educativi.**

La certificazione dei servizi ecosistemici esalta la multifunzionalità delle sugherete ed apre la strada per la ulteriore valorizzazione delle risorse naturali, diventando una seria attrattiva per le grandi società che vogliono investire nella valorizzazione di questi servizi. Il primo esempio di questo tipo è riferito alla sughereta di "Cusseddu Miali Parapinta" che ha ricevuto nel 2021 un finanziamento da parte della Conad per la valorizzazione di alcuni servizi ecosistemici.

L'utilizzo di prodotti trasformati certificati avviene per lo più nel settore enologico (tappi), seguita dall'edilizia sostenibile (isolanti termo-acustici) e dalla moda (accessori). Per quanto riguarda lo schema FSC, ad Aprile 2022

sono 359 i certificati legati alla trasformazione e/o commercializzazione di prodotti in sughero (certificati di Catena di Custodia - CoC), coinvolgendo fino a 522 siti produttivi. Di questi, se ne contano 63 in Portogallo, 40 in Germania, 28 in Spagna, 19 in Italia e 15 in Francia. Per quanto riguarda lo schema PEFC, sono 560 le realtà aziendali nel mondo che trasformano e/o commercializzano prodotti in sughero certificato (aziende con certificazione di Catena di Custodia - CoC). Di questi, se ne contano 250 in Germania, 89 in Belgio, 45 in Portogallo, 35 in Italia, 11 in Austria, 10 in UK, 9 in Irlanda, 5 in Francia, 4 in Spagna, 1 in Olanda e 1 in Korea del Sud. Tecnicamente, la certificazione per la gestione delle sugherete può essere raggiunta da qualsiasi proprietario europeo che si doti, individualmente o in gruppo, di un piano di gestione pluriennale e sia in grado di rispettare gli indicatori previsti dagli standard di certificazione applicabili. Il maggior ostacolo può essere rappresentato dai costi vivi per la certificazione e per la preparazione preliminare, in particolare lì dove non siano presenti incentivi pubblici a sostegno delle attività preparatorie o manchi la capacità organizzative per raggruppare le piccole proprietà che caratterizzano questo contesto produttivo⁵.

⁵ CREA Centro Foreste e Legno, Università di Sassari e CNR Istituto per lo Studio degli Ecosistemi hanno avviato nel 2016 un progetto sulla certificazione: *La sostenibilità della gestione delle sugherete: studio preliminare di un prototipo di certificazione e proposta di indicatori specifici*, Nuoro, 16 novembre 2016, 2° Workshop del progetto RAS “Multifunzionalità delle foreste a quercia da sughero”, Primi risultati delle attività di ricerca.

Cap 7 - Le politiche e le normative

7.1 Gli orientamenti delle politiche europee di rilievo per la sughericoltura

I prodotti non legnosi come il sughero rappresentano una risorsa strategica di primaria importanza per il perseguimento degli ambiziosi obiettivi fissati dalle politiche europee, finalizzate all'uso sostenibile delle risorse ambientali, alla conservazione della biodiversità, alla bioeconomia circolare, al turismo sostenibile, alla transizione energetica ed alla costruzione di ecosistemi resilienti. Una sintesi delle più rilevanti politiche che attualmente influenzano il settore dei prodotti non legnosi, e dunque del sughero, è proposta nel Libro Bianco sui prodotti non legnosi di recente pubblicazione (Martinez et al, 2021), se ne elencano alcune:

Il **Green Deal europeo** (2019) mira alla transizione verso un'economia a emissioni zero, circolare e *bio-based*. Il sughero può sostituire significativamente materiali non rinnovabili e ad elevato impatto ambientale in numerose applicazioni industriali, dall'edilizia alla nautica, dall'aerospaziale al tessile, addirittura nella cosmetica e in tanti altri settori. Le strategie di sviluppo ed il marketing territoriale e di prodotto dovrebbero evidenziare questa valenza a tutti i livelli.

La **Strategia Forestale dell'UE** (2021) mira a promuovere la gestione sostenibile delle foreste a sostegno della conservazione della biodiversità e della mitigazione del cambiamento climatico e di altri servizi ecosistemici, nonché della crescita sostenibile e la creazione di posti di lavoro a sostegno dello sviluppo rurale. Il sughero è menzionato esplicitamente insieme ad altri prodotti non legnosi quale componente fondamentale di filiere locali ad alto valore sociale ed ambientale.

La **Politica Agricola Comune (PAC) post 2020** fissa rinnovate ambizioni di *“sostenibilità, e salvaguardia della posizione dell'agricoltura al centro delle politiche socio economiche dell'UE”*, e sostenendo *“il futuro economico degli agricoltori attraverso la promozione di un settore agricolo intelligente, resiliente e diversificato che rafforzi il tessuto socio-economico delle aree rurali”*. Le filiere sughericole ed agroforestali sono ottimi esempi di diversificazione del reddito agricolo e forestale, di sostegno ad un'agricoltura complessa e multifunzionale, che pone le persone al centro di un modello di sviluppo delle aree rurali e degli ecosistemi naturali.

La **Nuova Strategia Industriale per l'Europa** (2020) e in particolare la *“Mid Century Vision 2050”* identificano tra le sfide chiave l'aumento della sostenibilità, la riduzione delle emissioni e la circolarità delle industrie chimiche europee. Il sughero rappresenta una opportunità per le industrie che intendono perseguire queste finalità in diversi settori industriali.

La **Strategia dell'UE per la biodiversità fino al 2030** fissa obiettivi ambiziosi per la *protezione della natura e il contrasto al degrado degli ecosistemi* e mira a: espandere e gestire efficacemente le aree protette (fino a coprire il 30% del territorio); espandere le pratiche agro-ecologiche (fino a oltre il 25% del territorio produttivo); ridurre l'uso di pesticidi del 50%; e ripristinare i terreni con pratiche di gestione biologica. Le sugherete, come descritto in seguito, rappresentano habitat di importanza comunitaria di numerosi siti facenti parte della rete natura 2000, circa 30 su 93 SIC solo in Sardegna.

L'**Azione per il clima dell'UE**, al centro del *Green Deal* europeo, pone l'obiettivo della neutralità climatica per il 2050 mediante una gestione forestale attiva e multifunzionale, una selvicoltura climate-smart, la sostituzione di prodotti non rinnovabili con prodotti rinnovabili, l'integrazione tra attività forestali e agricole e per paesaggi più resilienti al cambiamento climatico.

Il **Programma strategico sulle foreste mediterranee** (2013) elaborato nel gruppo Silva Mediterranea della FAO, evidenzia l'importanza che le politiche per la gestione forestale siano strettamente coordinate alle strategie di sviluppo socioeconomico. Ciò significa integrare il livello paesaggio/territorio nelle politiche e rafforzare la partecipazione dei portatori d'interesse (*stakeholders*). Proprio il coinvolgimento di questi ultimi appare uno degli elementi più critici. Gli obiettivi principali attorno ai quali sviluppare le politiche per i boschi mediterranei, di cui le sugherete sono una parte importante se si considera la loro rilevanza socioeconomico, sono:

- sviluppo e promozione di beni e servizi dalla foresta (produzione sostenibile, rafforzamento del ruolo delle foreste nello sviluppo rurale, promozione di obiettivi di *governance* a livello di paesaggio);
- maggiore resilienza al cambiamento climatico (prevenzione incendi, gestione risorse genetiche e biodiversità per rafforzare l'adattamento, ripristino di paesaggi forestali degradati);

- rafforzare capacità e mobilitare risorse (sviluppo conoscenze, istruzione e comunicazione, rafforzamento cooperazione internazionale, adattare sistemi di finanziamento esistenti e sviluppare meccanismi innovativi).

7.2 La sughericoltura nella normativa nazionale

Tra le novità normative più importanti del panorama forestale italiano vi è l'approvazione del Testo unico in materia di foreste e filiere forestali (TUFF)⁶ e l'emanazione dei decreti attuativi in esso richiamati. La norma in sé rappresenta il quadro di riferimento e di coordinamento di tutte le disposizioni inerenti la valorizzazione e tutela dei boschi italiani, disciplina di competenza regionale.

Il TUFF rimanda per le disposizioni inerenti gli interventi colturali nelle sugherete alla norma nazionale di riferimento, la **Legge 18 luglio 1956, n. 759** (Coltivazione, difesa e sfruttamento della sughera), che considera come sugherete tutti i popolamenti, puri o misti, nei quali siano presenti almeno 25 sughere per ettaro. La normativa disciplina la raccolta del sughero (dimensioni minime per demaschiatura e raccolta di sughero gentile, stagione), vieta l'abbattimento delle sughere, anche se non produttive, e il diradamento senza preventiva autorizzazione, vieta la trasformazione delle sugherete in altre colture, anche se non sottoposte a vincolo idrogeologico e ancorché danneggiate da incendi senza autorizzazione. Secondo questa legge, l'esercizio della coltura agraria o del pascolo è subordinato ad autorizzazione, è vietata l'accensione di fuochi (bruciatura di frasche e stoppie) nel periodo giugno-ottobre. Viene prevista anche l'istituzione di una carta sughericola (registro delle sugherete esistenti).

Tra i decreti attuativi del TUFF maggiormente rilevanti per il comparto sughericolo vi è sicuramente la recente approvazione della **Strategia Forestale Nazionale** (GU Serie Generale n.33 del 09-02-2022), declinata in azioni operative, azioni specifiche e azioni strumentali. Tra i punti di forza del settore forestale italiano la strategia riconosce alla sughericoltura un importante ruolo ambientale, socioeconomico e di conservazione paesaggistico-culturale locale, e dedica ad essa un'azione specifica "A.S.9 Agroselvicoltura, sistemi agroforestali e sughericoltura", mirante a delineare le linee di intervento che riguardano questo particolare ambito di carattere strategico per l'azione di governance. L'azione specifica A.S.9 unisce due contesti altamente correlati, quello dei sistemi agroforestali e agro silvo pastorali, e quello delle sugherete, in cui la sughera è presente a volta senza soluzione di continuità nel passaggio da una forma più propriamente boschiva ad una più aperta (pascoli arborati). L'azione si articola in due sotto-azioni, entrambe altamente riferibili alla valorizzazione della sughericoltura. La prima sotto-azione A.S.9.1 mira a promuovere l'innovazione, lo scambio di conoscenza, la creazione di network di operatori economici e siti dimostrativi, la formazione a tutti i livelli, in collaborazione con il mondo della ricerca, per la valorizzazione dei sistemi agroforestali, anche agendo sulle politiche di settore. La seconda sotto-azione A.S.9.2. mira ad incrementare la base produttiva del prodotto sughericolo sia attraverso nuovi impianti, che con il recupero funzionale di sistemi produttivi abbandonati o degradati. Sono previste inoltre azioni per la valorizzazione produttiva, per la migliore governance territoriale, nonché interventi per colmare il gap conoscitivo di tipo cartografico, inventariale e relativi alla filiera produttiva. Si riportano integralmente le linee di intervento che definiscono come la sotto-azione si concretizza:

A.S.9.2.a) Promuovendo e sostenendo la GFS delle sugherete nonché incrementando la base produttiva della risorsa sughericola mediante la messa a dimora di nuove sughere, la gestione dei rimboschimenti, la realizzazione di infittimenti ed impianti di sughera e la messa in produzione in ambito forestale ed agricolo in contesti vocati, anche con sistemi agro-selvicolturali innovativi e materiale di propagazione certificato.

A.S.9.2.b) Mantenendo l'equilibrio bioecologico delle sugherete in contesti forestali ed agro-silvopastorali, tramite una gestione selvicolturale sostenibile ed il recupero funzionale dei sistemi soggetti a pressioni di natura biotica ed abiotica o a fenomeni di abbandono.

A.S.9.2.c) Incrementare la competitività della filiera sughericola attraverso interventi volti a: integrazione orizzontale e verticale della filiera; promozione di forme innovative di aggregazione tra produttori sughericoli, anche in partnership pubblico-private, realizzazione di accordi interregionali di filiera, la sperimentazione di azioni economiche e fiscali innovative a supporto degli operatori del settore sughericolo; gestione pianificata delle sugherete; adesione a schemi volontari di certificazione forestale e azioni di marketing territoriale; sperimentazione di PES e la promozione dei GPP di prodotti in sughero; qualificazione degli operatori del settore

⁶ <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/12774>

sughericolo per la gestione, estrazione, classificazione e vendita del sughero, e riconoscimento dei requisiti professionali; rafforzare le basi informative minime della filiera sughericola, con particolare attenzione al comparto produttivo primario e al settore della prima trasformazione; aggiornare e ricostruire il quadro delle competenze istituzionali per raccordo e coordinamento delle politiche di tutela e sviluppo, inclusi lo sviluppo rurale (PSR), la tutela della biodiversità e del paesaggio, le politiche industriali e del turismo; ricognizione ed armonizzazione delle normative regionali in materia sughericola.

A.S.9.2.d) Integrando ed aggiornando i dati cartografici ed inventariali disponibili con l'individuazione delle tipologie vegetazionali caratterizzate dalla presenza di sughera, la realizzazione di idonea cartografia e inventario delle aree di interesse sughericolo, prevedendo la redazione di un rapporto periodico nazionale (biennale) sullo stato della sughericoltura in Italia.

Benché quasi tutti i decreti attuativi del TUFF abbiano un effetto diretto o indiretto sul settore sughericolo, di particolare rilevanza è il Decreto Albi (D.M. N. 4470 del 29/04/2020 - Definizione dei criteri nazionali per iscrizione agli albi regionali delle imprese forestali), che definisce i requisiti minimi che le imprese debbono possedere per poter essere iscritte ai registri nazionali delle imprese forestali. Tra questi uno dei requisiti fondamentali è rappresentato dalla dimostrazione di una adeguata formazione professionale attraverso percorsi codificati e riconosciuti a livello nazionale ed europeo secondo, anch'esso disciplinato dal relativo decreto (D.M. N. 4472 del 29/04/2020 - Definizione dei criteri nazionali per la formazione professionale degli operatori forestali). E' opportuno in tal senso segnalare il recente percorso della regione Autonoma della Sardegna che, recependo le indicazioni ed i criteri minimi definiti dai suddetti decreti, ha emanato con deliberazione n. 40/12 del 14.10.2021 il "Disciplinare per la tenuta dell'Albo regionale delle imprese forestali"⁷, che prevede una apposita categoria per gli operatori del settore del sughero e i relativi requisiti per la formazione professionale.

Per favorire tale processo è utile che le Regioni interessate lavorino alla definizione di un profilo professionale di operatore per il comparto sughericolo, quale riferimento univoco delle competenze, fondamentale per realizzare una formazione professionale omogenea a livello sovraregionale. L'obiettivo è quello di riconoscere il profilo dell'addetto del comparto sughericolo nei propri Repertori Regionali dei Profili di Qualificazione e di promuovere percorsi formativi che garantiscano analoghi livelli di qualificazione.

Si cita infine sul piano normativo il recente emendamento alla legge nazionale di bilancio 2022 che impone il trattamento termico del sughero mediante tecniche di bollitura prima della movimentazione fuori dal territorio regionale di estrazione (Commi 893-895) come azioni di "Tutela della qualità del sughero nazionale e monitoraggio del *Coraebus undatus*" e istituisce un fondo per le attività di monitoraggio sulla diffusione dell'insetto, tramite apposito decreto ministeriale.

7.3 La sughericoltura nella normativa regionale

7.3.1 Sardegna

Con **Legge Regionale n. 5 del 1952** veniva istituita in Sardegna la Stazione Sperimentale del Sughero (SSS), oggi confluita nell'Agenzia di Ricerca in Agricoltura (AGRIS), con il compito di effettuare ricerche ed esperienze al fine di incrementare e migliorare la coltivazione e la produzione della sughera e l'utilizzazione dei suoi prodotti. Negli anni, dal momento della sua istituzione, la SSS ha svolto un importante ruolo di supporto alla filiera su tutto il territorio regionale e nazionale. Si ricorda la costante presenza nelle maggiori istituzioni europee quali il Comitato Consultivo Foreste e Sughero presso l'Unione Europea, la Confederazione Europea del Sughero (C.E. Liège), gli Enti Internazionali e Nazionali di Normazione (UNI ISO), l'Organizzazione Internazionale di Lotta Biologica (OILB).

La SSS ha contribuito anche alla definizione delle normative di settore. La **Legge Regionale n.13 del 1959** unitamente al relativo regolamento attuativo (DPGR n. 30 del 9 dicembre 1961), oltre a disciplinare gli interventi

⁷ <https://delibere.regione.sardegna.it/protected/57200/0/def/ref/DBR57174/>

<https://delibere.regione.sardegna.it/protected/57201/0/def/ref/DBR57174/>

selvicolture specifiche delle sugherete, richiama l'esigenza della Carta Sughericola e individua speciali provvidenze destinate ai proprietari che allevino piante di sughera nate spontaneamente. Tali provvidenze vengono potenziate a distanza di un trentennio, nell'impianto normativo della **Legge Regionale n. 37 del 9 giugno 1989** "Disciplina e provvidenze a favore della sughericoltura e dell'industria sughericola" che contiene numerosi elementi innovativi ed ancora attuali per il potenziamento ed il rilancio del comparto, nonostante la sua limitata attuazione. Viene ad esempio introdotto quale strumento atto a definire organicamente gli obiettivi e le strategie di settore a breve, medio e lungo periodo il *Programma straordinario pluriennale per lo sviluppo della sughericoltura*. L'amministrazione regionale viene autorizzata a costituire un *Monte Sugherete*, tramite l'acquisizione di complessi sughericoli da fare gestire all'Azienda foreste demaniali o alla Stazione sperimentale del sughero, per creare *aziende sughericole pilota*. Vengono previsti formazione professionale e contributi per gli interventi selvicolture nelle sugherete. Viene incentivato l'*associazionismo tramite la costituzione di consorzi*, con contributi a fondo perduto per l'istituzione di centri elaborazione dati, l'acquisto di materie prime e la vendita, la realizzazione e gestione di impianti di prima lavorazione e opifici. Vengono previsti prestiti agevolati mediante l'istituzione di un apposito *Fondo di Rotazione per lo sviluppo dell'industria sugheriera*.

Tuttavia, nelle more della redazione del Regolamento Attuativo previsto nelle disposizioni finanziarie della norma, tali innovativi strumenti programmatici e finanziari non trovano concreta attuazione ed, a soli cinque anni di distanza dalla sua emanazione, la legge n. 37/89 viene superata da una nuova norma sulla sughericoltura, la **Legge Regionale n. 4 del 1994**, attuale normativa di riferimento del settore per la Regione Sardegna. Tale norma ha una portata molto più limitata della precedente, configurandosi essenzialmente come strumento mirato a regolamentare e disciplinare gli interventi selvicolture in sughereta e relativo regime sanzionatorio. Viene data a tal fine e per la prima volta una definizione più stringente di "*sughereta*", che viene distinta dalle "*alberature sparse di sughero e formazioni di sughera degradate*" sulla base di parametri quali la copertura percentuale delle piante da sughera in soprassuoli a prevalenza di sughera (più del 40% della copertura totale è occupata da piante di sughero) o misti (più del 50% della copertura del soprassuolo forestale è occupata da piante di sughero), sulla base del numero di ceppaie (200/ettaro), di semenzali o giovani soggetti di sughera (600/ettaro). Solo nelle "*sugherete*" così definite, e previa individuazione con decreto dell'Assessore all'Ambiente (art. 11), l'esercizio delle colture agrarie, del pascolo ed il decespugliamento vengono subordinati all'ottenimento dell'autorizzazione dell'Ispettorato Forestale competente per territorio.

Gli effetti di tali disposizioni sono tuttora oggetto di controversie. Infatti, salvo un unico caso, l'individuazione formale delle sugherete con il suddetto decreto assessoriale non fu mai effettuata e la distinzione tra sugherete ed alberature sparse rimane tutt'oggi indefinita. Ciò fa sì che in alcune situazioni, soprattutto in terreni privati e specialmente in sistemi di *agro-forestazione*, non si riescano a disinnescare i fenomeni negativi connessi all'utilizzo agricolo o pastorale intensivo. D'altra parte, la norma, che avrebbe dovuto apportare dei benefici di carattere anche economico oltre che ambientale al settore, ha funzionato quasi esclusivamente sotto l'aspetto sanzionatorio, facendo registrare contenzioso forti contrasti tra le autorità preposte al controllo, i proprietari e le imprese di estrazione; tutto ciò ha contribuito nel tempo ad disincentivare la gestione delle sugherete e dei terreni forestali.

La Legge 4/94 ha, inoltre, introdotto il concetto di *poli di intensificazione sughericola*, ovvero territori di rilevante estensione interessati da una diffusa presenza di piante da sughero nei quali mediante azione programmata, coordinata e costante conseguire un notevole incremento della produzione sughericola, in termini di superficie e di produttività. Su di essi si sarebbe concentrata l'azione del *Programma straordinario per la sughera*, i programmi di formazione annuali regionali ed il regime comunitario di aiuti previsti dal regolamento comunitario 2080/92. Tali poli, tuttavia, non sono stati mai formalmente individuati.

Allo stato attuale, al fine di consentire alle sugherete ed a tutti i soprassuoli forestali a vocazione sughericola di ricevere la dovuta tutela e valorizzazione, è quanto mai necessario ridefinire il quadro normativo e programmatico di riferimento. È ad esempio necessario coordinare la definizione di "*sughereta*" con la definizione di "*bosco*" data dalla normativa nazionale (D. Lgs 34/2018) e regionale (LR 8/2016). L'amministrazione regionale, nell'ambito del tavolo inter-assessoriale sul sughero, sta valutando l'opportunità di estendere la definizione di "*sugherete*" anche a soprassuoli con presenza di sughera e copertura totale superiore al 20% in modo che anche questi soprassuoli, particolarmente suscettibili di miglioramento con interventi di rinfittimento e ricostituzione boschiva, possano beneficiare delle premialità previste nei finanziamenti del piano di sviluppo rurale (Criteri di Selezione PSR 2014-2020 - misura 8.6).

Un nuovo impulso alla sughericoltura è atteso con l'attuazione della **Legge Regionale n. 8 del 27 aprile 2016** "Legge Forestale". In essa sono numerosi i richiami alla valorizzazione delle filiere produttive connesse alla

gestione dei boschi. In particolare, l'art. 31 “*valorizzazione delle filiera foresta-sughero*” individua gli indirizzi selvicolturali mirati all'aumento della funzionalità dei sistemi attuali quale strategia per una produzione di maggiore qualità ed il supporto all'adozione di modelli di gestione forestale sostenibile. La norma ripropone l'adozione di un *programma straordinario pluriennale per lo sviluppo della sughericoltura*, la redazione dell'*inventario sughericolo* e della *carta sughericola* per la quantificazione e qualificazione del patrimonio sughericolo. Ampio spazio è dedicato alla *certificazione forestale* delle sugherete e del prodotto sughero, all'associazionismo ed alla costituzione di *partnership pubblico-private* per favorire la stabile collaborazione tra gestori delle foreste ed i trasformatori e tutti gli agenti della filiera.

Infine, in Sardegna le Prescrizioni di Massima e di Polizia Forestale (PMPF approvate con Decreto n. 3022/3 del 31 marzo 2021) di cui al R.D.1126/1926 (Regolamento per l'esecuzione del R.D.L.3267/1923) definiscono le condizioni di pascolo nelle aree gravate da Vincolo Idrogeologico previsti dal R.D.L. n° 3267/1923, dal R.D.13.02.1933 n° 215 e dalla L. 25. 07.1952 n° 991, e nei boschi e pascoli appartenenti agli Enti pubblici che non siano dotati di un piano economico approvato ed in vigore.

7.3.2 Toscana

In Toscana le sugherete al pari dei castagneti da frutto sono considerate bosco (art 3 legge regionale 21 Marzo 2000, n. 39 ‘legge forestale della Toscana’). Il regolamento attuativo della legge, Dpgr 48/R/2003 ‘regolamento forestale della Toscana’ detta le norme tecniche per l'utilizzazione delle sugherete. In particolare, ai sensi dell'art 53 del succitato regolamento costituisce sughereta qualsiasi area di estensione non inferiore a 2000 mq e di larghezza maggiore di 20 metri che abbia una densità non inferiore a venticinque piante di sughera per ettaro.

Non sono soggette alle norme delle sugherete ma alla disciplina dei boschi, le formazioni pure o miste di sughera, pur derivanti dall'abbandono colturale di sugherete, che siano state già oggetto di taglio boschivo per la produzione legnosa o dove la vegetazione arborea forestale abbia una densità superiore a cinquecento fusti o polloni ad ettaro.

La formazione di sugherete da boschi puri o misti di sughere attualmente destinati alla produzione legnosa e dalle formazioni soggette alla disciplina dei boschi è soggetta ad autorizzazione. Per tale intervento può essere richiesta la predisposizione di un piano di coltura e la costituzione di deposito cauzionale a garanzia della corretta esecuzione dei lavori e delle cure colturali ivi previste.

L'estrazione del sughero dalle piante di sughera ovunque radicate è soggetta a dichiarazione ed è consentita a condizione che:

1. il fusto abbia raggiunto una circonferenza di 60 centimetri, misurati a metri 1,30 da terra e sopra scorza;
2. la parte di fusto decorticata non superi in altezza il triplo della misura della circonferenza;
3. sia effettuata solo dopo che il sughero abbia raggiunto l'età di nove anni;
4. sia effettuata esclusivamente nel periodo 15 maggio – 31 agosto.

Nelle sugherete è liberamente esercitabile il taglio della vegetazione arbustiva invadente mentre sono soggetti a dichiarazione:

1. la sostituzione di piante di sughera morte o non più produttive;
2. il taglio delle piante arboree di altre specie, sparse o presenti in piccoli gruppi, qualora la loro eliminazione non comprometta l'assetto idrogeologico e, ove necessario, si provveda alla messa a dimora di piante di sughera in sostituzione;
3. l'estirpazione delle ceppaie delle piante da sostituire, purché le buche siano subito colmate e si provveda alla sollecita messa a dimora delle piante in sostituzione.

Il taglio delle sughere è soggetto ad autorizzazione.

7.3.3 Sicilia

Per quanto riguarda la legislazione della Regione Sicilia sulle sugherete, questa non ha una legislazione specifica

ma si fa riferimento alle recenti, “Prescrizioni di massima e di polizia forestale” del 20 gennaio 2006 di tutte le provincie siciliane e che rimandano alla legge n° 759 del 1956 per le modalità di decortica. Le prescrizioni sono abbastanza omogenee e a livello provinciale. In tali prescrizioni viene data l’indicazione che, nei boschi misti, dove sono presenti piante di sughera, queste devono essere mantenute e non devono essere utilizzate neppure nei turni successivi in maniera da trasformare il ceduo in un bosco che assume la fisionomia di una fustaia a sughera.

Negli ultimi anni la regione Sicilia si è dotata di un “Programma regionale di gestione attiva delle sugherete, 2020-2022”, che è stato redatto espressamente per la gestione del patrimonio sughericolo pubblico gestito dal Dipartimento Regionale dello Sviluppo Rurale e Territoriale (DRSRT) e con la finalità di programmare gli interventi selvicolturali nelle sugherete pubbliche. Con questo programma, che si ispira alla filosofia del Piano Forestale Regionale, si intende attuare una strategia regionale per lo sviluppo della filiera del sughero attraverso diverse azioni: pianificazione delle superfici sughericole; programmazione triennale degli interventi di gestione attiva delle sugherete demaniali o comunque affidate in gestione ad DRSRT; difesa dagli incendi; conservazione, miglioramento e recupero delle superfici sughericole; promozione di reti di cooperazione tra il mondo della ricerca e le imprese; certificazioni delle produzioni e formazione di addetti specializzati. In questo documento vengono definiti gli obiettivi gestionali quali la tutela, la conservazione e valorizzazione della funzione naturalistica e paesaggistica per migliorare la stabilità e funzionalità delle sugherete prevedendo interventi articolati in funzione del regime di proprietà, dei vincoli esistenti nonché delle condizioni delle sugherete.

In particolare, nelle aree più fertili, viene prevista la conversione a fustaia, attraverso tagli di avviamento.

7.4 Normativa sulla difesa con l’impiego del mezzo aereo

La realizzazione dei piani di lotta ai defogliatori forestali è complicata dalla normativa nazionale che consente l’impiego dei mezzi aerei per l’irrorazione degli insetticidi solo attraverso una autorizzazione temporanea di 120 giorni ottenuta seguendo una procedura autorizzativa su richiesta delle Regioni. Tale procedura comporta tempi molto lunghi con una conseguente registrazione in deroga dei prodotti destinati alle irrorazioni aeree dopo circa 4 mesi dalla richiesta formale.

La lentezza dell’iter della procedura autorizzativa è attribuibile alla complessità dei due diversi decreti legislativi a cui è necessario sottostare. Più in particolare, l’impiego di prodotti fitosanitari mediante mezzo aereo in Italia è vietato ai sensi del comma 1, art. 13 del D. Lgs. 14 agosto 2012, n. 150 (Attuazione della Direttiva 2009/128/CE che istituisce un quadro per l’azione comunitaria ai fini dell’utilizzo sostenibile dei pesticidi). Costituisce deroga al divieto di irrorazione aerea la possibilità da parte delle Regioni di rilasciare specifica autorizzazione solo previo parere favorevole del Ministero della salute (sentiti il Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali e il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare) e solo se soddisfatte le condizioni del comma 2, art. 13. Tra queste condizioni le più importanti sono:

1. non devono esistere modalità di applicazione alternative praticabili dei prodotti fitosanitari, oppure l’irrorazione aerea deve presentare evidenti vantaggi in termini di riduzione dell’impatto sulla salute umana e sull’ambiente;
2. i prodotti fitosanitari utilizzati devono essere già registrati in seguito ad autorizzazione rilasciata dal Ministero della salute per l’impiego nell’irrorazione aerea, a seguito di una valutazione specifica dei rischi per la salute umana e per l’ambiente.

Pertanto, non soddisfacendo il formulato microbiologico a base di Btk la predetta condizione b), si perviene a un esito negativo della possibilità di realizzare i trattamenti aerei con procedura in deroga. Tuttavia, il D. Lgs. 150/12 (art. 13, comma 8) dispone anche che in situazioni di emergenza fitosanitaria, nel caso in cui non risultassero disponibili prodotti fitosanitari già registrati a seguito di autorizzazione rilasciata dal Ministero della Salute per l’irrorazione aerea, le Regioni e le Province autonome di Trento e di Bolzano che intendano autorizzare il trattamento aereo conformemente al presente articolo, devono preventivamente individuare uno specifico prodotto fitosanitario per il quale l’impresa produttrice presenti al Ministero della salute domanda di autorizzazione eccezionale ai sensi dell’articolo 53 del regolamento (CE) n. 1107/2009 finalizzata alla produzione dei soli quantitativi necessari all’effettuazione del trattamento oggetto di autorizzazione in deroga ai sensi del comma 2. L’immissione sul mercato e l’utilizzo di prodotti non autorizzati è consentito, infatti, in deroga al divieto imposto dall’art. 28, anche nei casi di emergenza fitosanitaria. È quanto previsto all’art. 53 del Regolamento, che prevede che *“uno Stato membro può autorizzare, per non oltre centoventi giorni, l’immissione*

“sul mercato di prodotti fitosanitari per un uso limitato e controllato, ove tale provvedimento appaia necessario a causa di un pericolo che non può essere contenuto in alcun altro modo ragionevole.”

La Regione Sardegna ha potuto formalmente operare, perlomeno a partire dal 2012, sulla base della legittimità offerta dal citato comma 8, art. 13, D. Lgs. 150/12 che combina la deroga al divieto di irrorazione aerea con la procedura di deroga al divieto di immissione in commercio e impiego di prodotto non autorizzato dallo Stato membro ai sensi dell'art. 53 Reg. 1107/2009.

Per cercare di rendere più brevi i tempi legati all'ottenimento delle autorizzazioni per i trattamenti aerei, l'Assessorato all'Ambiente della Regione Sardegna ha avanzato una proposta tesa alla semplificazione delle procedure, pur rispettando l'attuale quadro normativo. In particolare, è stato chiesto ai ministeri statali competenti la predisposizione di una normativa che permetta la registrazione dei prodotti fitosanitari a base di Btk per utilizzo con irrorazione aerea su ambiti forestali costituiti dalle specie *Q. suber* (contro *L. dispar* e *M. neustrium*) e *Pinus* sp. (contro la processionaria del pino). All'atto dell'approvazione del prodotto fitosanitario in Italia risulterebbe superata la deroga di cui all'art. 53 Reg. 1107/2009 e non più necessaria la procedura di cui al comma 8, art. 13 D. Lgs. 150/12. In buona sostanza si configurerebbe, per i trattamenti dei defogliatori della sughera o per quelli contro la processionaria del pino, la sola applicazione ordinaria della procedura autorizzativa in deroga per i trattamenti aerei di cui all'art. 13 comma 2 del D. Lgs. 150/2012.

Inoltre, poiché non diversamente limitato o impedito dalla legge, si potrebbe prospettare anche l'ipotesi che l'autorizzazione alla deroga ordinaria ex comma 2, art. 13 del D. Lgs. 150/2012, mantenuti gli obblighi di monitoraggio, controllo, vigilanza sugli effetti eventuali dei trattamenti sulla salute umana, possa avere un periodo di validità coincidente con la durata delle gradazioni dei defogliatori forestali.

C'è da segnalare che nell'ambito del PO FESR 2014-2020 sono stati eseguiti interventi a tutela delle sugherete con mezzo aereo con preparato microbiologico a base di *Bacillus thuringiensis* Kurstaki per lepidotteri defogliatori; dal 2015 al 2020 le risorse spese, rappresentate da fondi regionali, ammontano per le sugherete della Sardegna in cui si è manifestato il problema a circa € 6.817.000

7.5 Le politiche dello sviluppo rurale

Le politiche di sviluppo rurale rappresentano il principale strumento finanziario dell'UE rivolto al settore forestale. Nei diversi **Programmi di Sviluppo Rurale** (PSR) regionali 2014-2020 le sugherete sono citate in maniera specifica nei PSR di Sardegna, Toscana e Lazio, in maniera generica nel PSR Calabria. In particolare, la sottomisura 8.6 (Sostegno agli investimenti in tecnologie silvicole e nella trasformazione, mobilitazione e commercializzazione dei prodotti delle foreste) prevede “Interventi selvicolturali finalizzati al recupero e alla valorizzazione economico-produttiva di popolamenti forestali specifici”, tra i quali anche le sugherete. Si tratta di interventi di miglioramento e recupero produttivo di sugherete degradate. Tra gli interventi attivabili a favore anche delle sugherete si può citare la sottomisura 8.3 “Sostegno alla prevenzione dei danni arrecati alle foreste da incendi, calamità naturali ed eventi catastrofici”. Anche la sottomisura 8.4 (Sostegno al ripristino delle foreste danneggiate da incendi, calamità naturali ed eventi catastrofici), nel **PSR Toscana** cita le sugherete come boschi nei quali è previsto un sostegno per la ricostituzione del potenziale forestale danneggiato. In Sardegna non è stata attivata la sottomisura 8.4 perché in contrasto con l'art. 10 comma 1 della Legge 353/2000.

Nel **PSR Sardegna** viene sottolineata la crisi che investe il comparto del sughero, anche come conseguenza del degrado delle sugherete, dell'abbandono culturale e della minore quantità di produzione. Tra le esigenze (4.2.20 “Promuovere la gestione sostenibile delle foreste e la valorizzazione del sughero”), vi è quella di promuovere la creazione e sviluppo di attività silvicole connesse alla gestione forestale sostenibile, al fine di creare nuove opportunità di lavoro, di investire in strutture, infrastrutture e dotazioni strumentali e di promuovere adeguate politiche di valorizzazione del sughero migliorandone la gestione, certificazione e produzione.

Il duplice aspetto delle sugherete come sistemi forestali e agro-forestali evidenzia la complessità di mirate politiche rivolte a migliorare gli aspetti più critici della fase iniziale della filiera (produzione di sughero), nonché la possibilità di potenziali conflitti tra obiettivi divergenti di carattere selvicolturale-forestale, agricolo e paesaggistico-territoriale. In questo contesto, la sottomisura 8.1 del PSR Sardegna, dedica il 50% dei contributi finanziari (complessivamente 41 milioni di €) al sostegno degli impegni relativi a “Interventi Reg. 2080/1992 e 1257/1999 in transizione dai precedenti periodi di programmazione”.

Oltre alle misure specifiche per il settore forestale, un importante ruolo può essere svolto dalla Cooperazione e, in particolare, dalla misura relativa alla creazione di **Gruppi Operativi (GO) del Partenariato Europeo per l'Innovazione (PEI)** previsti dalla *Sottomisura 16.1* (Sostegni per la costituzione e operatività dei GO del Pei) e *16.2* (Sostegni per progetti pilota e per lo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie). Venti PSR su 21 hanno programmato l'intervento (unica eccezione la Valle d'Aosta) e fino al 2020 sono attesi complessivamente 626 Gruppi operativi con una dotazione finanziaria per i due interventi di 320 milioni di euro.

Date le problematiche riscontrate nel settore del sughero, i GO rappresentano un'opportunità per il settore. I GO sono dei partenariati che, secondo un approccio interattivo all'innovazione, si costituiscono per realizzare progetti che, partendo dalla rilevazione dei fabbisogni di innovazione del contesto locale, siano in grado di fornire soluzioni adeguate e pratiche (Vagnozzi 2016), secondo l'obiettivo del PEI di aumentare la produttività e migliorare l'uso sostenibile delle risorse. Essi non realizzano ricerca e sperimentazione, bensì la loro funzione principale è promuovere l'adozione delle innovazioni e divulgare i risultati dei progetti realizzati. Al termine del progetto, il GO cessa di esistere.

I GO devono essere composti da almeno due soggetti rientranti nelle seguenti categorie:

- imprese agricole, forestali, imprenditori agroalimentari
- ricercatori
- consulenti

ma anche da altri soggetti, ritenuti utili al raggiungimento dell'obiettivo prefissato. Quasi tutte le Regioni prevedono l'operatività interregionale dei GO, attraverso collaborazioni tra Autorità di Gestione, su tematiche di interesse comune. Tra le regioni in cui è maggiormente diffusa la sughera, solo la Sicilia non prevede l'operatività interregionale.

Le tematiche, oggetto delle azioni innovative presentate dai GO, possono essere specifiche alle filiere regionali o trasversali ai diversi settori produttivi (uso delle risorse, tecnologie, ambiente, cambiamenti climatici, energie rinnovabili, innovazione organizzativa e sociale, ecc.).

Nel caso specifico della **Regione Sardegna**, per il nuovo periodo di programmazione 2023-2027 si sta valutando di proporre diversi interventi elencati di seguito.

SRA27 - Pagamento per impegni silvoambientali e impegni in materia di clima che ripropone la sottomisura 15.1.

L'intervento è volto a compensare i titolari della gestione di superfici forestali che assumono volontariamente impegni aggiuntivi rispetto alle normali pratiche di gestione forestale stabilite dalla normativa forestale nazionale e regionale vigente e che comportano oneri gestionali supplementari (costi aggiuntivi e mancati guadagni). L'intervento ha lo scopo di promuovere la gestione sostenibile delle foreste e l'erogazione di servizi ecosistemici con particolare riguardo alla conservazione della diversità biologica legata agli ecosistemi forestali e alla valorizzazione delle funzioni pubbliche connesse alla gestione sostenibile delle risorse forestali.

Tali finalità saranno perseguite attraverso il riconoscimento di un sostegno annuale a ettaro, per un periodo minimo di 5 anni consecutivi (fino ad un massimo di 7 anni) o per l'annata in cui vengono sostenuti mancati redditi derivanti dagli impegni assunti, compresi i costi di transazione, su tutta la superficie forestale interessata da uno o più degli impegni silvo-climatico-ambientali volontariamente assunti secondo quanto disposto dal provvedimento di concessione del contributo pubblico emesso dall'Autorità di Gestione competente. I Regolamenti forestali regionali individuano e definiscono le prescrizioni e criteri di gestione obbligatori e assumono riferimento di "base line" per il riconoscimento degli impegni silvoambientali volontari per i proprietari e titolari delle superfici forestali. Per questo intervento sarebbe interessante trovare un impegno aggiuntivo a favore delle sugherete.

SRA28 - Sostegno per mantenimento della forestazione/imboschimento e sistemi agroforestali.

L'intervento è volto a sostenere un efficace incremento della superficie forestale, attraverso l'erogazione di un

premio annuale ad ettaro, a copertura dei costi di mancato reddito agricolo e/o dei costi di manutenzione, comprese le spese di transazione, ai titolari della gestione per realizzare in particolare le azioni di:

- mantenimento degli impianti di imboscamento su superfici non agricole, per garantire un efficace prosecuzione nel tempo degli impianti di imboscamento, realizzati con il sostegno all'impianto e manutenzione previsto dai PSR regionali nelle precedenti programmazioni (Regolamento CEE n. 2080/92; PSR 2000-2006 - Misura H; PSR 2007_2013 - Misura 223);
- trasformazione a bosco permanente degli impianti di arboricoltura a ciclo medio lungo di cui era prevista la reversibilità al termine del ciclo di impegno, che presentino caratteristiche stagionali e vegetazionali idonee definite sulla base delle specificità ed esigenze previste dalle Autorità di Gestione.

SRD12 - Investimenti per la prevenzione ed il ripristino danni alle foreste

In sintesi, si ripropongono le sottomisure 8.3 e 8.4. La Regione poi stabilirà quale intervento attivare. L'intervento prevede un sostegno per la realizzazione di investimenti finalizzati a prevenire i rischi limitando i fenomeni di innesco e ripristinare le foreste e alle aree assimilate a bosco, danneggiate da disturbi naturali, biotici e abiotici (compreso l'incendio e il dissesto idrogeologico, gli attacchi di organismi nocivi e fitopatie), e altre calamità naturali, eventi catastrofici e meteorologici estremi dovuti anche al cambiamento climatico (compresi tempeste, vento e inondazioni), garantendo la tutela ambientale, il miglioramento dell'efficienza e stabilità ecologica degli ecosistemi forestali, la mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici, nonché garantendo l'offerta di servizi ecosistemici e l'incolumità pubblica.

Tali finalità saranno perseguite, nel rispetto della normativa nazionale e regionale di riferimento, attraverso l'erogazione di un contributo in conto capitale ai titolari della gestione di superfici forestali, a copertura in tutto o in parte dei costi sostenuti per realizzare le seguenti azioni di:

- 1) Prevenzione dei danni alle foreste;
- 2) Ripristino del potenziale forestale danneggiato.

L'intervento prevede con l'azione 1) un sostegno diretto agli investimenti di gestione selvicolturale, di miglioramento, adeguamento e realizzazione delle opere, attrezzature e infrastrutture al servizio del bosco volte a salvaguardare il potenziale forestale da disturbi naturali biotici e abiotici (compreso l'incendio e il dissesto idrogeologico, gli attacchi di organismi nocivi e fitopatie) e altre calamità naturali, eventi catastrofici e meteorologici estremi dovuti anche al cambiamento climatico; e con l'azione 2) un sostegno diretto agli investimenti di ricostituzione del potenziale forestale danneggiato e di ripristino dell'efficienza delle strutture ed infrastrutture al servizio del bosco distrutte o danneggiate da disturbi naturali biotici e abiotici (compreso l'incendio e il dissesto idrogeologico, gli attacchi di organismi nocivi e fitopatie) e altre calamità naturali, eventi catastrofici e meteorologici estremi dovuti anche al cambiamento climatico.

SRD15 - Investimenti produttivi forestali.

Può considerarsi la riproposizione della sottomisura 8.6. L'intervento prevede investimenti materiali ed immateriali per il miglioramento dei popolamenti forestali, l'incremento sostenibile della produttività, l'ammodernamento tecnico e di processo nella gestione, nelle utilizzazioni in bosco e nei processi di trasformazione e commercializzazione dei prodotti forestali, per garantire una migliore gestione sostenibile delle foreste, una efficace fornitura di servizi ecosistemici (in particolare di regolazione e approvvigionamento), una crescita del settore forestale in grado di offrire nuove opportunità di lavoro per la popolazione rurale.

Tali finalità saranno, nel rispetto della normativa nazionale e regionale di riferimento, perseguite attraverso, l'erogazione di un contributo in conto capitale, comprese le spese di transazione, a copertura, in tutto o in parte, dei costi sostenuti per realizzare le seguenti azioni di:

- 1) Interventi selvicolturali;
- 2) Ammodernamenti e miglioramenti aziendali;

L'intervento prevede un sostegno diretto agli investimenti materiali e immateriali, necessari a realizzare con l'azione 1) una silvicoltura sostenibile volta a incrementare il valore economico delle foreste perseguendo al

contempo obiettivi ambientali e di adattamento al cambiamento climatico, e con l'azione 2) una crescita del settore forestale nazionale, promuovendo l'innovazione tecnica e di processo nonché la valorizzazione del capitale aziendale promuovendo:

- ammodernamento, riconversione acquisizione e realizzazione di immobili e infrastrutture aziendali funzionali ai processi produttivi;
- ammodernamento del parco macchine e attrezzature per le attività di coltivazione, taglio allestimento, esbosco (compresi gli animali da soma per garantire la tutela del suolo in aree a vincoli ambientali), per la trasformazione, mobilitazione e commercializzazione dei prodotti della selvicoltura;
- introduzione di innovazione tecnica e gestionale per ottimizzare i processi di utilizzazione e trasformazione dei prodotti forestali legnosi e non legnosi;
- pianificazione forestale;
- ottimizzazione o riduzione delle emissioni e dei consumi energetici;
- valorizzazione dei residui di produzione; la produzione di energia da biomasse di origine forestale;
- adeguamento qualitativo dei prodotti legnosi e non legnosi, differenziazione e promozione della produzione sulla base delle esigenze di mercato;
- adeguamento ai sistemi di certificazione di gestione forestale sostenibile e di tracciabilità dei prodotti della selvicoltura e di certificazione della qualità dei combustibili legnosi basata sulla norma ISO 17225 (solo in abbinamento all'acquisto di nuovi macchinari ed attrezzature).

SRD011 - Investimenti non produttivi forestali.

Risulta in corso di valutazione l'opportunità di attivare anche tale intervento, soprattutto per quanto riguarda l'elaborazione di Piani di gestione forestale e strumenti equivalenti. L'intervento prevede un sostegno per la realizzazione di investimenti finalizzati a promuovere una silvicoltura sostenibile, contribuendo al conseguimento della tutela e conservazione della diversità biologica e paesaggistica, al miglioramento dell'efficienza ecologica dei sistemi forestali, alla mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici degli ecosistemi forestali, alla valorizzazione dell'offerta di servizi ecosistemici anche in termini di pubblica utilità.

Tali finalità saranno perseguite, nel rispetto della normativa nazionale e regionale di riferimento, attraverso l'erogazione di un contributo in conto capitale, comprese le spese di transazione, ai titolari della gestione di superfici forestali, aree assimilate a bosco e di pertinenza funzionale, a copertura in tutto o in parte dei costi sostenuti per realizzare investimenti non produttivi con le seguenti azioni volte a:

1. Tutela dell'ambiente, adattamento al cambiamento climatico e conservazione del paesaggio;
2. Miglioramento dell'accessibilità e fruizione pubblica delle foreste, delle aree assimilate a bosco e delle loro pertinenze funzionali;
3. Elaborazione di Piani di gestione forestale e strumenti equivalenti.

Le azioni prevedono un sostegno diretto a realizzare investimenti non remunerativi necessari per promuovere una silvicoltura sostenibile e il raggiungimento di obiettivi ambientali e di adattamento al cambiamento climatico, con particolare riguardo alla tutela e alla valorizzazione della biodiversità e alla conservazione del paesaggio bioculturale, custodite dal patrimonio forestale nazionale. Analogamente il sostegno è volto a valorizzare in termini di fruibilità le aree forestali valorizzando la fornitura di servizi ecosistemici e le funzioni didattiche, socio culturali e turistico ricreative del bosco. Una gestione sostenibile e multifunzionale dei boschi non può prescindere da una diffusa ed efficace Pianificazione forestale, che trova con questo intervento un sostegno per la sua elaborazione, adeguamento e aggiornamento.

Cap 8 - Conclusioni: necessità per lo sviluppo e la gestione delle sugherete e della filiera subericola

Il presente documento evidenzia alcune criticità del comparto subericolo che rendono complessa la gestione delle sugherete e l'organizzazione della filiera del sughero. Emerge, inoltre, la centralità della Sardegna come area di interesse per lo sviluppo del settore, mentre il resto delle regioni italiane appare in forte difficoltà. Questa situazione, tuttavia, non crea problemi di "concorrenza" tra le regioni a livello nazionale, piuttosto si avverte la necessità di integrazione di nuove tecnologie tra di esse. Esemplificativo di questo processo è l'attività di decortica operata nelle regioni del sud Italia da ditte siciliane o l'acquisto di sughero di qualità per enologia da parte di ditte siciliane dalla Sardegna. Anche la ripresa dell'attività di ricerca e caratterizzazione delle sugherete nelle regioni del Sud Italia è indicativo di questo processo (Mercurio e Spampinato, 2001, 2003; Elenco et al, 2020).

Si riassumono di seguito criticità, esigenze di ricerca e possibili proposte, in parte già evidenziate nei capitoli precedenti.

8.1 Produttività e resilienza delle sugherete

La sughereta rappresenta la migliore espressione dell'**ecosistema forestale multifunzionale** mediterraneo sul quale si basano tradizione, identità dei territori e occasioni per loro sviluppo economico. Il sughero, d'altra parte, è una materia prima la cui produzione è circoscritta a pochi Paesi ed è collegata a settori industriali nazionali importanti (es., enologico, edilizio, arredo, artigianato). Pur essendo il Portogallo il primo produttore al mondo di sughero, il sughero sardo, e, più in generale il sughero italiano, viene estratto non solo per l'industria di trasformazione nazionale, ma viene addirittura anche esportato all'estero, dato che esiste una richiesta di sughero oltreconfine sempre crescente; pertanto, aumentare la produzione di materia prima in Italia sarebbe sicuramente un fatto positivo per il comparto.

La **superficie delle sugherete** secondo i dati inventariali sembrerebbe aumentata negli ultimi decenni, ma studi di carattere locale in Sardegna ed altre regioni evidenziano una regressione in aree specifiche. Al contempo, lo stato di conservazione e di salute delle sugherete è ritenuto insufficiente o inadeguato, allineando la sughericoltura italiana al generale stato di crisi e produttività decrescente di quella mediterranea.

La **produzione nazionale** di sughero, attualmente molto inferiore a quella massima realizzata negli anni '60-'70 del secolo scorso (meno della metà o più, a seconda delle annate), potrebbe teoricamente essere incrementata, a condizione di mantenere o incrementare la superficie produttiva, di una sostenibilità economico-ambientale e di uno stato di salute soddisfacenti, da verificare a seconda del territorio considerato

8.1.1 Aumentare la base produttiva delle sugherete

Gli interventi più recenti sulle foreste esistenti e la conseguente ricostituzione boschiva hanno rappresentato un importante contributo in termini di miglioramento della qualità del sughero e nella gestione della sughereta. Il rinfoltimento delle chiarie all'interno del bosco e l'impianto ex-novo di sughera hanno portato ovviamente ad un aumento della superficie a sughereta e, allo stesso tempo, ad una disetaneità delle foreste interessate. La base produttiva potrà quindi essere aumentata con interventi di gestione attiva sulle sugherete abbandonate (demaschiatura/potatura), con il recupero di quelle degradate (ricostituzioni boschive/potature/diradamenti di specie in competizione, ecc.) e interventi sulla viabilità per favorire l'accesso ad aree sughericole.

Nell'ambito della **rinaturalizzazione di rimboschimenti artificiali**, il pur auspicabile ulteriore intervento di reimpianto, sostitutivo delle essenze messe a dimora insieme alla sughera nei vecchi impianti realizzati negli anni Novanta (conifere) volto a favorire la disetaneizzazione delle sugherete e la rinnovazione, si rende difficile per il sesto d'impianto (6x6 m) venutosi a determinare a seguito dei diradamenti previsti. Interventi innovativi, da valutare attraverso studi appositi, potranno riguardare irrigazione, fertilizzazione, meccanizzazione dell'estrazione, meccanizzazione gestione selvicolturale, ecc.

Le **sugherete abbandonate** necessitano di interventi straordinari ma anche, a regime, ordinari di gestione degli arbusti. Come emerge dalla relazione, la gestione degli arbusti è un problema fondamentale (in Sicilia è senz'altro il problema principale per la relazione che ha con gli incendi) (Fig. 8.1) il loro controllo attraverso l'aratura ha delle palesi controindicazioni, nel contempo l'espansione degli arbusti sottrae superfici foraggere (Bianchetto et

al, 2015) aumentando la pressione degli animali. Richiamando la SFN, la (ri)costituzione di sistemi agro-silvo-pastorali necessita di idonei e accessibili sistemi di gestione degli arbusti. In questo ambito risulta di notevole importanza la valutazione degli effetti della gestione e manutenzione degli arbusti sulla qualità del sughero (TCA). Tutto ciò richiede lo sviluppo della meccanizzazione per la gestione degli arbusti in contesti ambientali difficili (pendenze, e soprattutto rocciosità diffusa).

Il problema degli **incentivi** concessi in passato, ad esempio quelli relativi alle nuove piantagioni degli anni Novanta, risiede nel fatto che si è trattato di iniziative episodiche. Gli incentivi sarebbero utili ed efficaci nel lungo periodo se fossero concessi non una tantum ma più volte nel tempo e andrebbero concessi “per gradi” (ad esempio, i costi sostenuti per la pulizia del bosco riguardano attività che vanno fatte ogni anno, mentre se l’incentivo è solo iniziale, non si riuscirà nel tempo a coprire i costi degli interventi di pulizia fatti negli anni successivi alla “messa a coltura”). D’altra parte, va considerato che l’incentivo era suddiviso in mancato reddito (ventennale) e in contributo per le cure colturali (i primi 5 anni che si sovrapponeva al primo). Nel complesso, si è trattato di uno sforzo imponente, la cui efficacia è oggetto di studio e analisi.



Figura 8.1 – I boschi di sughera invasi da arbusti (a sinistra) sono maggiormente suscettibili ad incendi (a destra) se non gestiti adeguatamente.

Sarebbe utile se le aziende e/o i proprietari forestali potessero usufruire di incentivi legati a:

- lavoro di “messa a coltura”, ossia all’estrazione del sughero maschio, che, come descritto sopra, rappresenta in molti casi (in mancanza di una valorizzazione del sughero maschio) una perdita per chi effettua l’estrazione;
- realizzazione di una viabilità forestale nei boschi in cui non è presente (in modo da riconoscere ad esempio le spese sostenute per la creazione di vie di esbosco); una viabilità forestale adeguata consentirebbe anche di rendere più fruibili le sugherete a fini turistici (ad es. per escursioni a piedi, in bicicletta, a cavallo) e la manutenzione della sughereta, con realizzazione di un piano antincendio e relativi interventi (fasce), diradamenti, controllo del cespugliame/macchia e rinnovazione artificiale secondo criteri di GFS, potatura e infittimenti.
- adeguamento del parco macchine delle aziende agro-silvo-pastorali, immaginando modalità di aiuto ad aziende associate, se di ridotte dimensioni.
- possibilità di introdurre nei nuovi impianti di sughera sistemi irrigui a ridotta portata.

8.1.2 Aumentare la resilienza dell'ecosistema sughereta

Alla luce della sfida rappresentata dal **cambiamento climatico** per il bacino mediterraneo e per le sugherete in particolare, come ecosistema interessato direttamente da fenomeni più o meno direttamente collegati ad esso (es. siccità prolungata e incendi) e la crescente incidenza delle **criticità fitosanitarie** nelle sugherete (deperimento del bosco e rinnovati attacchi di patogeni opportunisti, invasivi o emergenti), emerge prioritaria la necessità di delineare e attuare strategie d'intervento utili a preservare la produttività e consistenza delle sugherete, per esempio attraverso:

- la **formazione del personale** preposto alla salvaguardia e difesa del patrimonio forestale con periodici corsi di aggiornamento specifici sulla diagnosi delle nuove avversità e sui possibili mezzi di prevenzione e cura; si rende infatti necessaria una attività di formazione e di recupero delle vecchie conoscenze poiché i crescenti fenomeni di deperimento innescati da fattori di indebolimento delle piante e determinati dalla infezione di diversi patogeni pongono numerosi interrogativi sulla corretta gestione delle sugherete e sulle più idonee pratiche di decortica delle plance di sughero. Il progressivo abbandono delle sugherete si accompagna anche alla scomparsa di figure specializzate nella pratica della decortica con conseguenti danni alle piante (tagli dell'ascia che interessano la zona cambiale, estrazione del sughero in giornate piovose che favoriscono l'insorgenza di infezioni fungine, soprattutto nella parte di fusto sottoposta all'estrazione del sughero, estrazione in giornate particolarmente calde che rendono più difficile il distacco del sughero portando in alcuni casi al completo distacco del fellogeno).
- la realizzazione e implementazione di reti di monitoraggio per prevedere le pullulazioni dei fitofagi e rilevare l'insorgenza delle infezioni dei più pericolosi patogeni della chioma e delle radici delle piante;
- la disponibilità di risorse finanziarie dedicate per contrastare tempestivamente le emergenze fitosanitarie a rischio di diffusione epidemica;
- il potenziamento del Servizio Fitosanitario Regionale nelle azioni di controllo della sanità dei materiali vegetali introdotti e diffusi nella Regione, in particolare quelli utilizzati per i rimboschimenti o la costituzione di nuovi impianti.

I recenti danni sulle sughere provocati da infestazioni di *Coraebus undatus* ma anche di avversità fungine hanno destato una forte preoccupazione nei produttori e negli industriali del sughero e esigono la definizione di progetti di ricerca tesi a definire misure di lotta per contrastarne la diffusione. Nel contempo sulla base di conoscenze già ampiamente acquisite si potrebbero semplificare e velocizzare le pratiche necessarie per avere l'autorizzazione del Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali all'introduzione di organismi alieni per la lotta ad altre avversità entomatiche quali *Lymantria dispar*.

Per contrastare gli attacchi dei patogeni fungini, la cui emergenza è favorita dal cambiamento climatico e dalla gestione della sughereta, diventa fondamentale implementare un monitoraggio fitosanitario periodico per individuare tempestivamente l'insorgenza di focolai d'infezione e bloccare sul nascere attraverso l'adozione di idonee misure di prevenzione e difesa una loro possibile diffusione epidemica.

La **Rete Natura 2000** può rappresentare un'opportunità per i gestori forestali. Benché l'inclusione delle sugherete nella rete comporti delle implicazioni gestionali e autorizzative specifiche, superabili con dei piani di gestione forestale integrati e armonizzati con gli obiettivi di conservazione dei singoli siti, essa consente, ai gestori forestali pubblici e privati, di accedere a risorse finanziarie specifiche. Fondi UE, come il FEASR e il nuovo programma LIFE per l'ambiente e il clima, dedicano particolare attenzione all'adattamento ai cambiamenti climatici ed alla mitigazione degli stessi, prevedendo misure specifiche sulle foreste. Nell'ambito del FEASR, gli Stati membri dovrebbero utilizzare almeno il 30% del contributo totale erogato per ciascun programma di sviluppo rurale, per l'attuazione delle misure relative al clima e per le questioni ambientali. Tali fondi dovrebbero essere erogati mediante pagamenti agro-climatico-ambientali e indennità a favore dell'agricoltura biologica, indennità per le zone soggette a vincoli naturali o ad altri vincoli, attraverso indennità per la selvicoltura, indennità per le aree Natura 2000 e il sostegno agli investimenti in materia di clima e ambiente.

Il **settore vivaistico** con riferimento alla sughera, pubblico e privato, almeno in alcune regioni, necessita di riorganizzazione mancando completamente indicazioni specifiche. Questo aspetto ha importanti ricadute anche sui problemi fitosanitari e diventa quindi di primaria importanza. Bisogna colmare le lacune di conoscenza su scala regionale e nazionale relative alla caratterizzazione genetica della sughera e avviare prove di confronto tra popolazioni naturali di sughera in diverse regioni italiane. Questa attività sarebbe necessaria per individuare quelle provenienze che mostrano maggiori caratteri di tolleranza e adattamento ai cambiamenti climatici. Non è

inoltre da trascurare la resistenza delle popolazioni di sughera alle avversità fungine quali la *Phytophthora cinnamomi* le cui infestazioni stanno determinando crescenti fenomeni di moria di querce e di piante della macchia mediterranea in diversi comprensori forestali. In questo senso occorre:

- Una profonda revisione e necessità di armonizzazione a livello nazionale delle indicazioni per la selezione e l'impiego dei materiali di base. Come esempio si riporta che tra i "Materiali di base iscritti nel registro nazionale dei boschi da seme per *Q. suber*" (vedi tabella 2) è inserita l'isola di Salina, dove esistono pochi alberi di sughera piantati in passato dai servizi forestali della Regione siciliana, mentre per il Lazio o la Calabria non è presente alcun materiale di base.
- Colmare le lacune di conoscenza su scala regionale e nazionale relative alla caratterizzazione genetica della sughera e avviare prove di confronto tra popolazioni naturali di sughera in diverse regioni italiane. Questa attività sarebbe necessaria per individuare quelle provenienze che mostrano maggiori caratteri di tolleranza e adattamento ai cambiamenti climatici. Non è inoltre da trascurare la resistenza delle popolazioni di sughera alle avversità fungine quali la *Phytophthora cinnamomi* le cui infestazioni stanno determinando crescenti fenomeni di moria di querce e di piante della macchia mediterranea in diversi comprensori forestali.
- Necessità di riorganizzazione del settore vivaistico forestale, pubblico e privato, per il quale, almeno in alcune regioni, mancano completamente indicazioni specifiche, questo aspetto ha importanti ricadute anche sui problemi fitosanitari e diventa quindi di primaria importanza.

8.2 Competitività della filiera sughericola

Il ridimensionamento del **settore industriale** negli ultimi quindici anni è evidente. Esso è avvenuto anche in Sardegna, dove è presente l'unico distretto industriale del sughero, ed è accompagnato dall'aumento delle esportazioni di sughero grezzo verso paesi trasformatori come Portogallo e Spagna. Quest'ultimo aspetto, se confermato come tendenza più recente, appare particolarmente preoccupante perché evidenzerebbe non solo la perdita del maggiore valore aggiunto come fonte di sviluppo locale laddove il sughero viene prodotto (vale a dire, in Sardegna), ma pone, in prospettiva, due ordini di problemi: ai produttori di sughero italiani, una maggiore dipendenza da acquirenti esteri (che possono imporre più facilmente un loro prezzo, anche come strategia commerciale volta a favorire la propria industria), mentre alle imprese italiane, una maggiore difficoltà nel reperimento di materia prima.

A livello internazionale già esiste una forte ed agguerrita concorrenza tra le industrie. Da qualche decennio le industrie italiane trovano difficoltà anche nel reperimento del prodotto estero da lavorare e subiscono, soprattutto in Sardegna, azioni di dumping portate avanti da industrie portoghesi e spagnole. È importante, quindi, attuare politiche volte ad incentivare la **produzione di sughero italiano di qualità** che possa essere utilizzato dalle industrie di trasformazione locali per la produzione di tappi.

In un contesto di moderata **espansione generale del settore**, la filiera nazionale può trovare gli elementi per invertire la tendenza al declino attuale, attraverso il perseguimento di alcune strategie mirate:

- a) a livello industriale, svolgono un ruolo cruciale gli aspetti legati all'**innovazione e alla ricerca** sui prodotti della trasformazione, determinanti per la sopravvivenza delle imprese; per l'industria della trasformazione nazionale concentrata in alcune aree del Paese (oltre alla Sardegna, in Piemonte, Veneto, Emilia-Romagna e Toscana) può essere decisivo il collegamento con l'industria enologica locale, mentre più in generale vanno estesi gli ambiti di utilizzo per nuovi prodotti che fanno leva sulla sostenibilità della materia prima sughero;
- b) alla qualità del prodotto è collegato strettamente il miglioramento della **qualificazione professionale degli addetti** operanti nel settore sughericolo, nella capacità di valutare la qualità del sughero già in bosco di selezione dei diversi assortimenti da trasformare industrialmente;
- c) a livello di mercato, in un settore in evoluzione come quello dell'imbottigliamento e dei pannelli isolanti, è necessario consolidare e rafforzare l'idea del sughero come **prodotto di una filiera italiana**, il vantaggio del sughero rispetto ad altri prodotti concorrenziali, la **sostenibilità** (ecologica, economica e sociale) dei prodotti ottenuti dal sughero; la crescente sensibilità ambientale dei consumatori e la "territorialità" della produzione aprono nuovi sbocchi di mercato per i prodotti a base di sughero italiano.

8.2.1 Migliorare la qualità del prodotto

Lo stato dell'arte della ricerca sul materiale sughero è piuttosto avanzato e sono state evidenziate notevoli **potenzialità di impiego in diversi settori**. Tutt'ora esistono dei coni d'ombra nei risultati che inducono ad esplorare e approfondire molteplici aspetti. Si sottolinea la necessità di continuare a promuovere ricerche multidisciplinari che, oltre a consentire di accrescere le conoscenze sui diversi modelli di gestione forestale delle sugherete (nell'ottica del miglioramento sia dello stato fitosanitario dei boschi sia delle proprietà organolettiche del sughero), permetta di verificare il comportamento tecnologico dei tappi di sughero naturale ottenuti da plance provenienti da foreste gestite con modelli di gestione differenti e/o caratterizzate da un diverso stato fitosanitario.

Una piena valorizzazione dei risultati della ricerca, nella fase del trasferimento del know-how, è tuttora fortemente condizionata dalla forte relazione con l'economia del prodotto tappo in sughero.

Nell'ottica della differenziazione dei prodotti in sughero, grande importanza assume lo sviluppo di manufatti compositi innovativi per l'impiego in edilizia supportati da un'adeguata documentazione tecnica e da un'efficace attività normativa.

Un'altra linea di ricerca da sviluppare è quella relativa all'impiego di alcuni prodotti bio- compositi e la possibilità di estrarre delle sostanze utili in campo medico.

Ancora molti sono i campi che possono essere esplorati sia per individuare gli aspetti morfologici/funzionali xilematici che consentono all'albero una maggiore resistenza alle avversità climatiche e ambientali sia per valutare la qualità del legno in relazione al possibile utilizzo.

Poiché l'Europa, e in particolare la scuola portoghese, è all'avanguardia nelle ricerche in questo settore, i risultati e le metodologie proposte possono divenire anche una linea guida per paesi che hanno specie arboree con caratteristiche analoghe alla *Quercus suber* L. (in particolare la Cina). È auspicabile che venga creato un network per la valorizzazione di tutte le specie con corteccia suberosa.

8.2.2 Migliorare la qualificazione professionale degli addetti operanti nel settore sughericolo

A diversi livelli è sentita la necessità di migliorare attraverso la **formazione** la qualificazione degli addetti che operano nel settore del sughero: per la valutazione della qualità del sughero in bosco, del personale addetto alla decortica (scorzini), per la classificazione e per l'accatastamento degli assortimenti sughericoli.

Alla luce di una preliminare indicazione che emerge da una verifica nel portale INAPP dell'Atlante delle Qualificazioni della Formazione per la formazione professionale regionale, solo la Regione Sardegna avrebbe introdotto la figura di addetto alla estrazione e selezione del sughero nel proprio repertorio regionale. È evidente quindi che per superare tale ritardo delle Regioni, considerata la competenza esclusiva loro assegnata in materia di Formazione, sia necessario stimolare misure di accompagnamento e di supporto alle Regioni per il riconoscimento formale di tale professione, volte in particolare:

- 1) ad avviare i processi per il riconoscimento del profilo/i degli operatori del comparto sughericolo nei Repertori Regionali dei Profili di Qualificazione, come qualificazione specifica dell'operatore forestale, nel rispetto dei requisiti minimi introdotti per questa figura dal Decreto MiPAAF - Formazione.
- 2) all'introduzione nei rispettivi Albi regionali delle imprese forestali di una categoria specifica per le imprese che operano prioritariamente nel comparto della produzione primaria del sughero, in correnza con il Decreto MiPAAF - Albi e all'istituzione di appositi elenchi dedicati agli operatori qualificati del settore.
- 3) alla promozione della formazione professionale per gli addetti alla selezione, alla decortica e alla classificazione e accatastamento degli assortimenti.

Azioni di supporto a quelle più specifiche, sopra citate, dedicate alla formazione professionale, sono quelle orientate alla animazione territoriale e all'assistenza tecnica per favorire l'iscrizione all'albo delle imprese forestali e quelle volte a mitigare gli effetti della stagionalità del lavoro (protocolli per l'integrazione delle attività lavorative agro-forestali, la destagionalizzazione e sostegno alla redditività del lavoro in bosco).

8.2.3 Marketing, certificazione e migliore accesso al mercato

A livello produttivo, il **distretto del sughero in Gallura**, sia pure ridimensionato negli ultimi anni, resta un punto di forza; nel favorire il suo sviluppo attraverso politiche adeguate, va considerata da un lato la dimensione internazionale del settore, condizionato in parte da imprese di iberiche di grandi dimensioni, dall'altro quella locale, per creare quelle sinergie tra produttori e industria, che proprio nei contesti iberici sono state tra i motivi principali di successo.

Nell'ambito di una **strategia di migliore posizionamento del settore sughericolo nel mercato** è necessario proiettare un'immagine rafforzata e positiva rispetto al pubblico che può influenzare lo sviluppo del settore nel futuro (autorità pubbliche, consumatori, imprese, società civile ecc.). Di fatto al settore sughericolo è rivolta una scarsa rilevanza politica rispetto alle condizioni di prodotto strategico europeo, ecologico e sostenibile. A molti consumatori abitudinari dei prodotti in sughero non sono pienamente noti gli sforzi in favore della qualità o della sostenibilità per conservare un ecosistema fragile e unico come le sugherete. Esistono infine alcuni limiti, da parte del settore imprenditoriale del sughero, a veicolare messaggi che difendono la qualità dei propri prodotti.

Per questo è necessario elaborare una strategia di **comunicazione** per tutto il settore sughericolo dove rendere possibile interazione positiva tra produttori e consumatori del sughero, valorizzandone le qualità come prodotto ecologico.

La garanzia di un prodotto finale di qualità attraverso il controllo di tutte le fasi della produzione applicando normative di qualità rappresenta una strategia di rinforzo della filiera produttiva. Tuttavia, tra le criticità, si segnalano l'impossibilità di finanziare i costi diretti di **certificazione** con i fondi strutturali e la mancanza di indicatori specifici per la gestione sostenibile delle sugherete nell'ambito dei prodotti forestali non legnosi (PFNL). Attualmente la richiesta di tappi di sughero certificati è bassa. Si potrebbe ipotizzare di "migliorare" il livello delle sugherete incentivando maggiormente la certificazione delle sugherete e dando, poi, il compito a ispettori (ad es. della Regione) di accertare che gli incentivi siano stati utilizzati effettivamente per centrare a pieno lo scopo suddetto. Come già sottolineato sopra, non sarebbero sufficienti incentivi una tantum.

8.3 Coordinamento istituzionale

A livello di politiche, si deve puntare allo sviluppo di una filiera del sughero 100% italiana a partire dalla materia prima e mantenendo il valore aggiunto generato a livello locale; l'attività di estrazione del sughero da parte delle imprese agricole dovrebbe essere inquadrata fiscalmente come attività connessa all'attività agricola, mentre le attività amministrative legate alla produzione, alla coltivazione e alla raccolta del sughero dovrebbero essere semplificate attraverso l'utilizzo dei centri di assistenza agricola (CAA). Per ottenere questi obiettivi è necessario promuovere una maggiore **partecipazione di tutti gli attori della filiera sughero** all'attività di normazione tecnica, nazionale e internazionale, per tutelare sul mercato i prodotti in sughero, agendo sostanzialmente su due livelli, il miglioramento della governance territoriale (integrazione orizzontale e verticale della filiera) e il coordinamento istituzionale volto anche alla revisione normativa.

8.3.1 Migliorare la governance territoriale

Attraverso una migliore integrazione orizzontale si punta a favorire la cooperazione tra le imprese esistenti, con la possibilità di sviluppare servizi ed attività comuni per coprire le carenze individuali che frenano la competitività del settore. Azioni di cooperazione potranno essere sviluppate con la messa a punto di protocolli di cork oak sharing (gestione condivisa delle sugherete), specialmente per quelle non gestite o abbandonate. Infine, accordi di filiera (integrazione verticale) potranno favorire l'acquisto del sughero in base alla qualità e alla provenienza. In generale, queste operazioni di cooperazione possono migliorare la capacità tecnologica delle imprese, riducendo la frammentazione del settore e l'interazione della filiera.

8.3.2 Coordinamento istituzionale e cooperazione internazionale

La pianificazione forestale delle risorse forestali in generale, inclusa dunque la sughericoltura, attraverso forti criticità, legate da un lato alla mancanza di **concertazione tra amministrazioni** nella redazione ed approvazione

dei diversi strumenti di pianificazione territoriale (es. Piani Forestali, Piani di gestione dei SIC sovraordinati, Piani dei parchi), e dall'altro a interpretazioni normative poco chiare relative, ad esempio, agli iter autorizzatori in materia paesaggistica (vincoli ex. art 136 del D.Lvo 42/2004) e amministrativa. Può accadere, quindi, che valutazioni di autorità competenti al rilascio dei pareri sulle valutazioni di incidenza, vietino interventi selvicolturali nel periodo dal 1° aprile al 30 luglio su vasti comprensori al fine di tutelare la fauna nel periodo riproduttivo, quando la stagione di estrazione del sughero, in Sardegna, inizia il 1° Maggio e non si protrae generalmente oltre il 15 di agosto. È indispensabile, dunque, un maggior dialogo tra le amministrazioni per la condivisione degli orientamenti gestionali complessivi del territorio. L'attuale interpretazione normativa prevede, inoltre, che l'esecuzione di ogni intervento selvicolturale, non solo infrastrutturale (recinzioni, viabilità), debba essere preceduto dalla redazione di una specifica relazione paesaggistica in caso di vincolo specifico ex art 136 DLvo 42/2004. Questa azione punta a un rafforzamento competenze istituzionali (es. enti istituzionali e di assistenza tecnica, associazioni), alla creazione di tavoli tematici permanenti del settore sughero, ma anche alla revisione normativa e fiscale del sughero (come prodotto forestale non legnoso). A livello scientifico e di società civile, coordinamento e cooperazione potranno essere migliorati tramite un convegno annuale sul sughero da tenere in Italia e il dialogo, portato avanti a livello europeo, dai gruppi di dialogo (es. civil dialogue group on forestry and cork).

8.4 Conoscenza e basi informative

A diversi livelli il settore sughericolo è carente di **informazioni aggiornate** e quindi l'elaborazione di una politica per il settore rischia di risentire pesantemente di questo aspetto. Mancano dati sull'estensione delle sugherete (sia come dato statistico che come distribuzione territoriale), così come sulla produzione di sughero (dopo l'interruzione della raccolta dei dati da parte dell'ISTAT). Se da un lato la pianificazione forestale appare uno strumento ineludibile nell'ottica della gestione sostenibile e della qualità della gestione delle sugherete, la prevalenza di boschi privati e la mancata consapevolezza sull'importanza ne limita la diffusione.

8.4.1 Colmare il vuoto conoscitivo sulla risorsa sughericola

Mancano informazioni esaurienti sulle quantità di sughero estraibile dalle sugherete esistenti, sulla qualità di esso e sulla sostenibilità delle utilizzazioni rispetto allo stato di salute dei soprassuoli. Questo vuoto conoscitivo rappresenta un ostacolo per la messa a punto di idonee strategie di valorizzazione del comparto produttivo, finalizzate a colmare il deficit ormai strutturale di materia prima.

L'adozione di strumenti di **pianificazione forestale**, sia a scala territoriale che aziendale, può fornire un contributo a migliorare l'aspetto delle informazioni, accrescendo le conoscenze sulla fisionomia e la produttività dei popolamenti, nonché fornendo un quadro sulla disponibilità di materia prima nel medio e lungo periodo per l'industria di trasformazione. L'adozione di piani forestali, soprattutto in forma associata, va tuttavia motivata e incentivata, perché si concretizza in uno strumento vincolante avente valore di legge, il Piano di gestione, che mal si concilia con la tendenza dei proprietari (spesso non imprenditori agricoli) di sugherete (spesso di piccole dimensioni) ad effettuare interventi forestali sporadici, ogni dieci anni in concomitanza con l'estrazione del sughero, senza particolari vincoli gestionali e temporali.

9. Bibliografia citata e di riferimento

- Abeltino P., D'Angelo M., Barberis A., Dettori S., Falqui A., Filigheddu M.R., Manchinu M., Mulas G.B., 2000. Risultati preliminari sulla risposta della quercia da sughero all'intensificazione culturale in Sardegna. Atti "II Congresso Nazionale SISEF", 20-22 ottobre 1999, Bologna, pp. 89-93.
- Abeltino P., Dettori S., Falqui A., Filigheddu M.R., Sedda L., 2003. Esiti delle piantagioni di quercia da sughero su ex coltivi in Sardegna. Atti "IV Congr. Naz. SISEF Meridiani Foreste", 7-10 ottobre 2003, Università degli Studi della Basilicata – Potenza.
- Acácio V., Holmgren M., 2014. Pathways for resilience in Mediterranean cork oak land use systems. *Annals of forest science*, 71, 1: 5-13.
- Acácio V., Holmgren M., Jansen P.A., Schrotter O., 2007. Multiple recruitment limitation causes arrested succession in Mediterranean cork oak systems. *Ecosystems* 10, 1220–1230.
- Acácio V., Holmgren M., Moreira F., Mohren G.M.J., 2010. Oak persistence in Mediterranean landscapes: the combined role of management, topography, and wildfires. *Ecol. Soc.* 15, 40.
- Acácio V., Holmgren M., Rego F., Moreira F., Mohren Godefridus M. J., 2009. Are drought and wildfires turning Mediterranean cork oak forests into persistent shrublands? *Agroforest Syst.* 76:389–400.
- Accademia Italiana di Scienze Forestali, 2004. SAM, Standard Appenninico Mediterraneo. https://aisfdotit.files.wordpress.com/2013/06/sam_20_09_200468.pdf. Marchetti Ed.
- AGFORWARD (AGroFORestry that Will Advance Rural Development, Gennaio 2014-Dicembre 2017. European Union's Seventh Framework Programme for Research and Technological Development (FP7): <https://www.agforward.eu/index.php/it/>)
- Ajbilou R., Marañón T., Arroyo J., 2006. Ecological and biogeographical analyses of Mediterranean forests of northern Morocco. *Acta Oecologica* 29 (2006) 104 – 113.
- Aronson J., Pereira J.S., Pausas J.G., 2009. *Cork Oak Woodlands on the Edge. Ecology, Adaptive Management, and Restoration.* Society for Ecological Restoration International. Island Press, Washington, Covelo, London.
- Arosa M.L., Bastos R., Cabral J.A., Freitas H., Costa S.R., Santos M., 2017. Long-term sustainability of cork oak agro-forests in the Iberian Peninsula: A model-based approach aimed at supporting the best management options for the *montado* conservation. *Ecological Modelling* 343: 68–79.
- Arosa M.L., Ceia R.C., Costa R.S., Freitas H., 2015. Factors affecting cork oak (*Quercus suber*) regeneration: acorn sowing success and seedling survival under field conditions. *Plant Ecol. Divers.*, <http://dx.doi.org/10.1080/17550874.2015.1051154>.
- Bacchetta G., Bagella S., Biondi E., Farris E., Filigheddu R., Mossa L., 2010. Le Serie di Vegetazione della regione Sardegna. In Blasi C. (ed.) *La Vegetazione d'Italia*, Palombi & Partner S.r.l. Roma. pp. 471-495.
- Bacchetta G., Loddo S., Serra G., 2002. Relationships between soils, climate and vegetation in *Quercus Suber*
- Badalamenti E., Scalenghe R., La Mantia T., Bueno R.S., Sala G., Pizzurro G.M., Giaimo A., Pasta S. 2020. The cork oak in the Mountains of Palermo (Italy): ecological insights from the south-eastern edge of its distribution range. *iForest* 13: 336-344. – doi: 10.3832/ifor3360-013 [online 2020-08-07]
- Badler H. Pathogenicity of *Ceratocystis* spp. in oaks under stress. In *Proceedings of an International Congress Recent Advances in Studies on Oak Decline*, Selva di Fasano, Brindisi, Italy, 13–18 September 1992; Luisi N., Lerario P., Vannini A., Eds.; pp. 31–37.
- Baldwing B., Sanderson M.J., Porter J.M., Wojciechowski M.F., Campbell C.S., Donoghue M.J., 1995. The ITS region of nuclear ribosomal DNA: a valuable source of evidence on Angiosperm phylogeny. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 82: 247-277.
- Barberis A., Dettori S., Filigheddu M.R., 2003. Management problems in Mediterranean cork oak forests: post fire recovery. *Journal of Arid Environments*, 54/3: 565-569.
- Barreto M. C., Houbraken J., Samson R. A., Frisvad J. C., San-Romão M. V., 2011. Taxonomic studies of the *Penicillium glabrum* complex and the description of a new species *P. subericola*. *Fungal Diversity*, 49, 1: 23- 33.
- Batra L.R., Ecology of ambrosia fungi and their dissemination by beetles. *Trans. Kans. Acad. Sci.* 1963, 66, 213–236.
- Baylis K, Peplow S, Rausser G, Simon L., 2008. Agri-environmental policies in the EU and United States: a comparison. *Ecol Econ* 65: 753–64.
- Beatty G. E., Provan J., 2013. Post-glacial dispersal, rather than in situ glacial survival, best explains the disjunct distribution of the Lusitanian plant species *Daboecia cantabrica* (Ericaceae). *Journal of Biogeography*, 40, (2): 335-344.
- Beccarisi L., Biondi E., Casavecchia S., Ernandes P., Medagli P., Zuccarello V., 2010. La quercia da sughero (*Quercus suber* L.) nel Salento: analisi diacronica e sinfitosociologica (Adriatico meridionale, Italia).

Fitosociologia 47 (3-16).

- Bejarano I., Godoy-Caucho B., Franco L., Martinez-Canas M.A., Tormo M.A., 2015. *Quercus suber* L cork extracts induce apoptosis in human myeloid Leukaemia HL 60 cells. *Phytotherapy Research*, 29: 1180-1187.
- Bellarosa R., 1995. Variabilità Genotipica Di Alcune Popolazioni Italiane Di *Quercus Suber* L. *Ann. Accad. Ital. Sc. For.* Xliv: 161-182.
- Bellarosa R., Delre V., Schirone B., Maggini F., 1990. Ribosomal RNA genes in *Quercus* spp. (Fagaceae). *Plant Syst. Evol.* 172 : 127-139.
- Bellarosa R., Schirone B., Maggini F., 1993. Geni per l'rRNA ribosomale in *Quercus crenata* Lamk. *Giorn. Bot. Ital.* 127(3) : 508.
- Bellarosa R., Schirone B., Maggini F., Fineschi S., 1996. Inter-intraspecific variation in three Mediterranean oaks (*Q. cerris*, *Q. suber*, *Q. crenata*). Pp. 239-276. In: Proceeding of the Workshop on Inter- and intra-specific variation in European oaks: Evolutionary implications and practical consequences. 15-16 June 1994, Brussels. Off. Publ. of the European Communities, Luxembourg.
- Bernetti G., 1995. *Selvicultura speciale*. Unione Tipografico-Editrice Torinese (UTET).
- Berrahmouni N., Escute X., Regato P., Stein C., 2007. Beyond cork: a wealth of resources for people and nature. Lessons from the Mediterranean. Rome, Italy: WWF Mediterranean.
- Bianchetto E., Buscemi I., Corona P., Giardina G., La Mantia T., Pasta S., 2015. Fitting the Stocking Rate with Pastoral Resources to Manage and Preserve Mediterranean Forestlands: A Case Study. *Sustainability*, 7: 7232-7244; doi:10.3390/su7067232. ISSN 2071-1050
- Biondi Bartolini A., 2022. L'abito non fa il monaco e il sughero non fa il vino buono: il tappo si è evoluto ed è ora di accettarlo. 14 Aprile 2022. Rivista online www.ilfattoalimentare.it
- Blasi C., 2010. La vegetazione d'Italia con carta delle serie di vegetazione in scala 1:500.000. Palombi Ed. Bleibaum 2013, OpinionWay 2014, AstraRicerche 2014, CTR Market Research 2014
- Bosetto G., 1955. Conservazione e miglioramento delle sugherete in Italia. In *Atti del Congresso Nazionale di Selvicoltura* (Vol. 1).
- Branco M., Branco C., Merouani H., Almeida M.H., 2002. Germination success, survival and seedling vigour of *Quercus suber* acorns in relation to insect damage. *For. Ecol. Manage.* 166: 159–164.
- Branco M., Ramos P., 2009. Coping with pests and diseases. Cork oak woodlands on the edge: ecology, adaptative management, and restoration. Society for Ecological Restoration International Island, Washington, 103-111.
- Bugalho M.N., Caldeira M.C., Pereira J.S., Aronson J., Pausas J.G., 2011. Mediterranean cork oak savannas require human use to sustain biodiversity and ecosystem services. *Front. Ecol. Environ.* 9: 278–286.
- Bugalho M.N., Lecomte X., Pile S., Caldeira M.C., 2006. Efeitos do pastoreio por cervídeos na regeneração arbórea e composição florística de uma pastagem. *Revista de Ciências Agrárias* 29:145–157.
- Bullitta S., Dettori S., Manchinu M., Filigheddu M.R., Piluzza G., 2010. Characterization of Sardinian cork oak (*Quercus suber* L.) genetic resources for economically important traits. *Genetic Resources and Crop Evolution*, DOI 10.1007/s10722-010-9636-7.
- Buse J., Griebeler E.M., Niehuis M. 2013. Rising temperatures explain past immigration of the thermophilic oak-inhabiting beetle *Coroebus florentinus* (Coleoptera: Buprestidae) in southwest Germany. *Biodivers Conserv* 22:1115–1131
- Camarda I., Luciano P., Franceschini A., 2016. *Avversità delle piante forestali in Sardegna (manuale per il riconoscimento)*. Nuova Stampa Color, Muros (SS), Editor: Pietro Luciano e Antonio Franceschini, ISBN: 978-88-99323-07-3.
- Cambini A., 1971. Valutazione dei danni causati dagli insetti defogliatori alla quercia da sughero. In: *Proceedings of 1° convegno regionale del sughero*, Tempio Pausania, Italy, 14-16 ottobre 1971:327-339
- Cambini A., 1975. Effetti delle defogliazioni singole e duplici sull'accrescimento della quercia da sughero *Quercus suber* L. *Memorie della Stazione sperimentale del sughero*, Tempio Pausania. 31 p
- Camilo-Alves C., Dinis C., Vaz M., Barroso J.M., Ribeiro N.A., 2020. Irrigation of Young Cork Oaks under Field Conditions—Testing the BestWater Volume. *Forests* 2020, 11, 88; doi:10.3390/f11010088.
- Camilo-Alves C.S.P., da Clara M.I.E., Ribeiro N.M.C.A., 2013. Decline of Mediterranean oak trees and its association with *Phytophthora cinnamomi*: a review. *Eur. J. For. Res.* 132: 411–432.
- Camus A., 1936-1954. *Les chênes*. Monographie du Genre *Quercus*. 1-2-3. Paris.
- Cancila O., 1995. *Storia dell'industria in Sicilia*. Editori Laterza.
- Cancila R., 2007. *Gli occhi del principe*. Castelvetro: uno stato feudale nella Sicilia moderna. Viella.
- Cardenas A.M., Gallardo P., 2012. The effect of temperature on the preimaginal development of the jewel beetle,

- Coroebus florentinus* (Coleoptera: Buprestidae). Eur J Entomol 109:21-28
- Carvalho A., 1957. Identificação de um possível fóssil de sobreiro (*Quercus suber* L.) proveniente de solos do mioceno lacustre do Alentejo. Bol. Soc. Brot. 32 : 75-81.
- Cecchini C., 2004. Tesi di laurea Pianificazione multifunzionale in un'azienda agro silvo pastorale della Gallura. Linee guida per un piano di gestione. Facoltà di Agraria, Università di Sassari.
- Ceia R.S., Ramos J.A., 2014. Birds as predators of cork and holm oak pests. Agrofor. Syst., 10.1007/s10457-014-9749-7.
- Cerón S., 1879. Industria forestal-agrícola. Cádiz, 427 pp.
- Cocco A., Cossu A.Q., Erre P., Nieddu G., Luciano P., 2010. Spatial analysis of gypsy moth populations in Sardinia using geostatistical and climate models. Agric For Entomol 12:417-426
- Codice Internazionale delle Pratiche per la Produzione di Tappi in Sughero 2018. Confédération Européenne du Liège (C.E.Liège), Vers. 7.00, ed. Giugno 2018.
- Contarini M., Luciano P., Pilarska D., 2014. Preliminary investigations to possible introduction of *Entomophaga maimaiga* in Sardinia. IOBC-WPRS Bulletin 101:227-233.
- Contarini M., Luciano P., Pilarska D., Pilarski P., Solter L., Huang W.F., Georgiev G., 2013. Survey of pathogens and parasitoids in late instar *Lymantria dispar* larval populations in Sardinia, Italy. Bulletin of Insectology 66(1):51-58.
- Corcobado T., Miranda-Torres J.J., Martín-García J., Jung T., Solla A., 2017. Early survival of *Quercus ilex* subspecies from different populations after infections and coinfections by multiple *Phytophthora* species. Plant Pathol., 66, 792–804.
- CORINE biotopes manual. Habitats of the European Community. Data specifications – Part 2. Published by the Commission of European Communities, 1991.
- Corona P., Quatrini V., Schirru M., Dettori S., Puletti N. 2018. Towards the economic valuation of ecosystem production from cork oak forests in Sardinia (Italy). iForest 11: 660-667. doi: 10.3832/ifor2558-011
- Corti R., 1955. Ricerche sul ciclo riproduttivo di specie del genere *Quercus* della flora italiana. II: Contributo alla biologia ed alla sistematica di *Quercus suber* L. e in particolare delle forme a sviluppo biennale della ghianda. Ann. Acc. Ital. Sci. For. 4:55-133.
- Costa A., Barbosa I., Roussado C., Graça J., Spiecker H., 2016. Climate response of cork growth in the Mediterranean oak (*Quercus suber* L.) woodlands of southwestern Portugal. Dendrochronologia, 38: 72-81.
- Crespo D.G., Barradas A.M.C., Santos P.V., Carneiro J.P.G., 2004. Sustainable improvement of Mediterranean pastures. Pp. 840–842 in Grassland Science in Europe, Vol. 9. European Grassland Federation, Lucerne, Switzerland.
- Cullotta S., 2003. Forest and pre-forest types of Sicily. PhD thesis, Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic, 382 pp.
- Cutini A., Muscas F., Carta V., Casula A., Dettori S., Filigheddu M.R., Maltoni S., Pignatti G., Romano R., 2019. Analisi e proposte per la valorizzazione della sughericoltura e della filiera sughericola Italiana. Rete Rurale Nazionale, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Roma.
- Davis M.B., Zabinski, C., 1992. Changes in geographical range resulting from greenhouse warming: Effects on biodiversity in forests. In: Global Warming and Biological Diversity. Eds R.P. Peters and T.E. Lovejoy. Yale Univ. Press. New Haven and London, 297-208.
- De Dato G., Cutino I., Monteverdi M.C., Ducci F., 2016. Conservazione e gestione delle Risorse Genetiche Forestali nell'area Mediterranea: problemi e indirizzi in vista degli effetti del cambiamento del clima. Workshop del progetto RAS “Multifunzionalità delle foreste a quercia da sughero”: Multifunzionalità e Gestione sostenibile delle foreste mediterranee. Cagliari, 21 Gennaio 2016.
- De Dato G., Ducci F., Monteverdi M.C., Proietti R., Teani A., 2016. *Quercus suber*, Valorizzarne le risorse genetiche in vista degli effetti del cambiamento globale. Seminario del progetto RAS “Multifunzionalità delle foreste a quercia da sughero”, Nuoro, 16 novembre 2016.
- De Dato G., Teani A., Mattioni C., Marchi M., Monteverdi M.C., Ducci F. 2018. Delineation of seed collection zones based on environmental and genetic characteristics for *Quercus suber* L. in Sardinia, Italy. iForest 11: 651-659. - doi: 10.3832/ifor2572-011
- De Faveri D., Lambri M., 2018. Il tappo di sughero per vino spumante – Guida all'utilizzo. Tecniche Nuove. Milano.
- De Philippis A., 1936. La Sughera (*Quercus suber*) ed il Leccio (*Q. ilex*) nella vegetazione arborea mediterranea. Bulletin de la Silva Mediterranea, X Ann., Déc. 1935. Firenze.
- Decandia M., Molle G., Sitzia M., Cabiddu A., Ruiu P.A., Pampiro F., Pintus A., 1998. Effect of polyethylene

- glycol on browsing behaviour and performance of late lactating goats. In FAO/CIHEAM Meeting on the Nutrition of Sheep and Goats.
- Del Bono C., 1993. Il distretto industriale del sughero in Gallura. Osservatorio economico e finanziario della Sardegna. Quaderni di Analisi, 2, Banco di Sardegna, Sassari.
- Del Favero R., 1992. Un'esperienza di studio di tipologia forestale. Annali Accademia Italiana Scienze Forestali, XLI: 65-84.
- Del Favero R., 2008. I boschi delle regioni meridionali e insulari d'Italia. Cleup.
- Delatour C., Menard A., Vautrot A., Simonin G., 1992. Pathogenicity assessment of Ophiostomatales: Ophiostoma querci on oak compared to O. novo-ulmi on elm. In Proceedings of an International Congress Recent Advances in Studies on Oak Decline, Selva di Fasano, Brindisi, Italy, 13–18 September 1992; Luisi, N., Lerario, P., Vannini, A., Eds.; pp. 59–65.
- Demertzi M., Garrido A., Dias A.C., Arroja L., 2015. Environmental performance of cork floating floor. Materials and Design,
- Deplano G., Dettori S., Filigheddu M. R., Zucca G.M., 2017. Results of cork oak afforestation carried out under EEC 2080/92 Regulation in Gallura (Sardinia). Int. Congress on Cork Oak, Sassari, 25-26 may.
- Deplano G., Dettori S., Filigheddu M.R., Scotti R., Sedda L., 2006. Uso del suolo e struttura nelle foreste di quercia da sughero della Sardegna centrale. Ricerca e sughericoltura. Risultati di un triennio d'indagini nelle sugherete della Provincia di Nuoro. PIC Interreg III A Francia – Italia. A cura di Luciano P. e Franceschini L. Nuoro, 1° dicembre 2006.
- Dettori S., Cillara M., 2015. Considerazioni sulla filiera vivaistica nel settore forestale, con particolare riferimento alla quercia da sughero. Il florovivaismo in Sardegna: quando il bello ha i suoi problemi. Giornata di studio, Cagliari 15 maggio 2015. Supplemento a «I Georgofili. Atti dell'Accademia dei Georgofili», Anno 2015 - Serie VIII - Vol. 12. (191° dall'inizio).
- Dettori S., Delogu M., Falqui A., Manca G., Mavuli S., Poddighe D., 1993. Comportamento bio-agronomico di noce e ciliegio da legno in Sardegna. Primi risultati. Atti "Arboricoltura da Legno e Politiche Comunitarie". Tempio Pausania 22-23 giugno- Tipografia Chiarella Sassari.
- Dettori S., Falqui A., Filigheddu M.R., Sedda L. 2006. Performance di recenti imboschimenti con quercia da sughero in ex-coltivi. Forest@ 3 (3): 327-338.
- Dettori S., Filigheddu M.R., 2003. La Sughericoltura. In "L'Arboricoltura da Legno: un'attività produttiva al servizio dell'ambiente", a cura di GF Minotta. Bologna, 247 pp.
- Dettori S., Filigheddu M.R., Gutierrez M., 2001. La Coltivazione della Quercia da Sughero. POM B28 "Nuove metodologie per la gestione sostenibile dei sistemi forestali complessi nell'Italia meridionale". Accademia It. di Scienze Forestali, Firenze. Sassari, 140 pp.
- Dettori S., Filigheddu M.R., Muroli A., Puxeddu M., Deplano G., 2008. Quantità e qualità delle produzioni sughericole regionali. Atti "Alla ricerca della qualità nella filiera sughero - vino", Oristano, 12 maggio 2006, pp.: 15 - 31. Dettori e Filigheddu Eds.
- Di Benedetto L., Maugeri G., Poli Marchese, E., 1984. Principali tappe del dinamismo della vegetazione nelle Sugherete della Sicilia sud-orientale. Notiziario Fitosociologico, 19, 2: 5-12.
- Direttiva 92/43/CEE Habitat. Direttiva del Consiglio del 21 maggio 1992 Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche.
- Domínguez-Begines, J.; Avila, J.M.; Garcia, L.V.; Gómez-Aparicio, L. Soil-borne pathogens as determinants of regeneration patterns at community level in Mediterranean forests. N. Phytol. 2020, 227, 588–600.
- Du Merle P., Attié M., 1992. *Coroebus undatus* (Coleoptera: Buprestidae) sur chêne liège dans le Sud-Est de la France: estimation des dégâts, relations entre ceux-ci et certains facteurs du milieu. Ann Sci For 49:571-588
- Elena-Rosselló J.A., Lumaret R., Cabrera E., Michaud H., 1992. Evidence for hybridization between sympatric holm-oak and cork-oak in Spain based on diagnostic enzyme markers. Vegetatio 99-100 : 115-118.
- Elena-Rosselló J.A., Río J.M., García Valdecantos J.L. Santamaría I.G., 1993. Ecological aspects of the floral phenology of the cork oak (*Q. suber* L.): why do annual and biennial biotype appear? Pp. 114s-121s. In: Genetics of oaks. proc. IUFRO working party meeting, 2-6 Sept. 1991. Arboretum National des Barres, France. INRA, Paris.
- Elenco A., Bernardini V., Scalercio S., Turco R., Corona P., 2020. Aggiornamento sulla consistenza delle sugherete in Calabria. Forest@ 17: 30-32. – doi: 10.3832/efor3293-017 [online 2020-02-01]
- Ellis E.C., Ramankutty N., 2008. Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world. Front Ecol Environ 6: 439–47.
- Engel S, Pagiola S, Wunder S., 2008. Designing payments for environmental services in theory and practice: an

- overview of the issues. *Ecol Econ* 65: 663–74.
- European Environment Agency, 2006. Corine land cover classes. <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/corine-land-cover-2006-by-country/legend>.
- Falchi M. 1961. Impianto, coltura, utilizzazione e difesa delle sugherete. Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato all'Agricoltura e alle Foreste, Cagliari.
- Fernandes E. M., Correlo V. M., Mano J. F., Reis R. L., 2013. Novel cork–polymer composites reinforced with short natural coconut fibres: effect of fibre loading and coupling agent addition. *Composites science and technology*, 78: 56-62.
- Fernandes E. M., Mano J. F., Reis R. L., 2013. Hybrid cork–polymer composites containing sisal fibre: morphology, effect of the fibre treatment on the mechanical properties and tensile failure prediction. *Composite Structures*, 105: 153-162.
- Fernandes E.M., 2013. New Functionalization-reinforcement strategies for cork plastics Composites: opening a wide range of innovative applications for cork based products. PhD. Thesis Universidade do Minho, Guimaraes, Portugal.
- Fernandes E.M., Correlo V.M., Chagas J.A.M., Mano J.F., Reis R.L., 2011. Properties of new cork-polymer composites: advantages and drawbacks as compared with commercially available fibreboard materials. *Compos. Structu.* 93: 3120-3129.
- Floris I., Cocco A., Buffa F., Mannu R., Satta A., 2018. Insect pests of *Eucalyptus* plantations in Sardinia (Italy). *Redia* 101: 61-71
- Fraedrich S.W., Harrington T.C., Rabaglia R.J., Ulyshen M.D., Mayfield A.E., Hanula J.L., Eickwort J.M., Miller D.R., 2008. A fungal symbiont of the redbay ambrosia beetle causes a lethal wilt in redbay and other Lauraceae in the southeastern United States. *Plant. Dis.*, 92, 215–224.
- Fumi M. D., Mazzoleni V., Novelli, E. Galli, R. Busconi M., Blaghen M., Hassen A., Hursthouse A., Mclellan I., Pintus A., Silva Pereiira C., Varela A., Ruiu P. A., 2014. Pedologic characteristics and fungi community in unmanaged cork oak forest soil of two Mediterranean regions: Sardinia and Tunisia, in IOBC-WPRS - Working Group "Integrated Protection in Oak Forests" Proceedings of the meeting at Isle Sur la Sorgue (Avignon, France), (Isle sur la Sorgue (Avignon) France, 07-11 October 2013), IOBC-WPRS, Darmstadt 2014: 31-38 [<http://hdl.handle.net/10807/63910>]
- Fürstenau B., Rosell G., Guerrero A., Quero C., 2012. Electrophysiological and behavioral responses of the black-banded oak borer, *Coroebus florentinus*, to conspecific and host-plant volatiles. *J Chem Ecol* 38:378-88
- Gasparini P., Di Cosmo L., Floris A., De Laurentis D., 2022 (eds.). Italian National Forest Inventory. Methods and Results of the Third Survey. Springer, 576 pp.
- Gallardo A., Jiménez A., Antonietty C.A., Villagrán M., Ocete M.E., Soria F.J., 2012. Forecasting infestation by *Coraebus undatus* (Coleoptera, Buprestidae) in cork oak forests. *Int J Pest Manag* 58:275-280
- Gallardo P., Cárdenas A.M., Soriano J.M., 2018. Long-Term Assessment of Selective Pruning of *Quercus* Species for Controlling Populations of *Coraebus florentinus* (Coleoptera: Buprestidae) in Mediterranean Forests. *Forests* 9:49
- García-Fayos P., 1991. La vegetación silicícola de la Sierra Calderona (Comunidad Valenciana). *Lazaroa* 12 : 317-332.
- Gil L., 2015. New cork based Materials and Applications. *Materials*, 8:625-637.
- Gil Sánchez L., 1995. Present state of *Quercus suber* in Spain: proposal for the conservation of marginal populations. Pp. 14-20. In: *Quercus suber* Network. Report of the first two meetings, 1-3 December 1994 and 26-7 February 1995, Rome, Italy (E. Frison, MC Varela and J.Turok compilers). IPGRI, Rome, Italy.
- Gimeno T.E., Pías B., Lemos-Filho J.P., Valladares F., 2009. Plasticity and stress tolerance override local adaptation in the responses of Mediterranean holm oak seedlings to drought and cold. *Tree Physiol.* 29: 87– 98.
- Hajek A. E. 1989. Food consumption of *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae) larvae infected with *Entomophaga maimaiga* (Zygomycetes: Entomophthorales). *Environ. Entomol.* 18: 723–727
- Hampe Arndt, and Alistair S. Jump., 2011. Climate relicts: past, present, future. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 42: 313-333.
- Herrera, J., 1995. Acorn predation and seedling production in a low-density population of cork oak (*Quercus suber* L.). *For. Ecol. Manage.* 76: 197–201.
- Hewitt G. M., 2004. Genetic consequences of climatic oscillations in the Quaternary. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.*
- Hidalgo, P. J., Marín, J. M., Quijada, J., Moreira, J. M., 2008. A spatial distribution model of cork oak (*Quercus suber*) in southwestern Spain: a suitable tool for reforestation. *Forest Ecology and Management*, 255: 1,

25- 34. <http://www.academicjournals.org/AJEST>

- Hyde K.D., Norphanphoun C., Maharachchikumbura S.S.N., Bhat D.J., Jones E.B.G., Bundhun D., Chen Y.J., Bao D.F., Boonmee S., Calabon M.S., et al 2020. Refined families of Sordariomycetes. *Mycosphere*, 11, 305–1059.
- Idda L., Gutierrez M., 1984. Economia del sughero. Bollettino degli Interessi sardi, Quaderno n. 12. CCIAA Sassari, Gallizzi Ed., Sassari.
- Inácio M.L., Marcelino J., Lima A., Sousa E., Nóbrega F., 2022. *Ceratocystiopsis quercina* sp. nov. Associated with *Platypus cylindrus* on Declining *Quercus suber* in Portugal - *Biology*, 11, 750. <https://doi.org/10.3390/biology11050750>
- INFC -.Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio 2005. MiPAAF-Ispettorato Generale-Corpo Forestale dello Stato, CRA-Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Alpicoltura, Trento.
- IOBC / WPRS Working group “Integrated Protection in Oak Forests”, 2004. Proceedings of the meeting, 4-8 October, Hammamet (Tunisia).
- IPCC, 2022. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.
- ISO 633:2019. Cork – Vocabulary.
- Jimenez A., Gallardo A., Antonietty C.A., Villagrán M., Ocete M.E., Soria F.J., 2012. Distribution of *Coroebus undatus* (Coleoptera: Buprestidae) in cork oak forests of southern Spain. *Int J Pest Manag* 58:281-288
- Joffre R., Rambal S., Ratte P., 1999. The dehesa system of southern Spain and Portugal as a natural ecosystem mimic. *Agrofor. Syst.* 45, 57–79.
- Jung T., Orlikowski L., Henricot B., Abad-Campos P., Aday A.G., Aguín Casal O., Bakonyi J., Cacciola S.O., Cech T., Chavarriaga D., Corcobado T., Cravador A., Decourcelle T., Denton G., Diamandis S., Doğmuş-Lehtijärvi H.T., Franceschini A., Ginetti B., Green S., Glavendekić M., Hantula J., Hartmann G., Herrero M., Ivic D., Horta Jung M., Lilja A., Keca N., Kramarets V., Lyubenova A., Machado H., Magnano di San Lio G., Mansilla Vázquez P.J., Marçais B., Matsiakh I., Milenkovic I., Moricca S., Nagy Z.Á., Nechwatal J., Olsson C., Oszako T., Pane A., Paplomatas E.J., Pintos Varela C., Prospero S., Rial Martínez C., Rigling D., Robin C., Rytönen A., Sánchez M.E., Sanz Ros A.V., Scanu B., Schlenzig A., Schumacher J., Slavov S., Solla A., Sousa E., Stenlid J., Talgø V., Tomic Z., Tsopeles P., Vannini A., Vettraino A.M., Wenneker M., Woodward S., Pérez-Sierra A. , 2016. Widespread *Phytophthora* infestations in European nurseries put forest, semi-natural and horticultural ecosystems at high risk of *Phytophthora* diseases. *Forest Pathology*, 46: 134–163. Doi: 10.1111/efp.12239.
- Jung T., Pérez-Sierra A., Durán A., Horta Jung M., Balci Y., Scanu B., 2018. Canker and decline diseases caused by soil- and airborne *Phytophthora* species in forests and woodlands. *Persoonia*, 40: 182–220.
- Kawecki T.J., Ebert D., 2004. Conceptual issues in local adaptation. *Ecol. Lett.* 7:1225–1241.
- Kleijn D., Sutherland W.J., 2003. How effective are European agri-environment schemes in conserving and promoting biodiversity? *J Appl Ecol* 40: 947–69.
- Knapic S., Louzada J., Leal S., Pereira H., 2008. Within tree and between tree variation of wood density components in cork oak trees in two sites in Portugal. *Forestry*, 81:465-473.
- Knapic S., Machado J.S., Pereira H., 2012. Properties of cork oak related to solid wood flooring performance. *Construction and Building Materials*, 30: 569-573.
- Knapic S., Oliveira V., Machado J.S., Pereira H., 2016. Cork as building material: a review. *Holz also Roh- und Werkstoff* 74(6)
- Knapic S., Seppä I.P., Usenius A., Pereira H., 2011. Stem modeling and simulation of conversion of cork oak stems for quality wood products. *Eur. J. Forest. Res.* 130: 745-751
- Kuban V., Bily S., 2013. Fauna Europaea: Buprestidae. In: Alonso-Zarazaga MA Fauna Europaea: Coleoptera 1. Fauna Europaea version 2.6.2. <http://www.faunaeur.org>
- Le Corre V., Machon N., Petit R.J., Kremer A, 1997. Colonization with long-distance seed dispersal and genetic structure of maternally inherited genes in forest trees: a simulation study. *Genetics Research*, 69, 2: 117-125.
- Leal S., Sousa V.B., Pereira H., 2007. Radial variation of vessel size and distribution in cork oak wood (*Quercus suber* L.) *Wood Sci Technol.* 41: 339. doi:10.1007/s00226-006-0112-7.
- Leal S., Nunes E., Pereira H., 2008. Cork oak (*Quercus suber* L.) wood growth and vessel characteristics variations in relation to climate and cork harvesting. *Eur. J. Forest Research.* 127: 33-41.

- Legge 18 luglio 1956 n. 759 Coltivazione, difesa e sfruttamento della sughera. G.U., Serie Generale n.190 del 31-7-1956.
- Lentini A., Mannu R., Cocco A., Ruiu P.A., Carboneschi A., Luciano P. 2020. Long-term monitoring and microbiological control programs against lepidopteran defoliators in Sardinian cork oak forests (Italy). *Ann Silv Res* 45:21-30
- Liebhold A.M., Gottschalk K.W., Muzikam R.M., Montgomery M.E., Young R., O'Day K., Kelley B. 1995. Suitability of North American Tree Species to the Gypsy Moth: A Summary of Field and Laboratory Tests. General Technical Report NE-211
- Liège, C. E., 2006. International code of cork stopper manufacturing practices. Confédération Européenne du Liège.
- Linaldeddu B. T., Sirca C., Spano D., Franceschini A., 2011. Variation of endophytic cork oak-associated fungal communities in relation to plant health and water stress. *Forest Pathology*, 41(3), 193-201.
- López-Albacete I., Hidalgo P.J., Heras M.A., Marín J.M., Vivas P., 2007. Conservation status of thermomediterranean cork oak forest in the province of Huelva. In: Vázquez Pique', J. (Ed.), *Suberwood 2005: New Challenges for Integration of Cork Oak Forests and Products*. University of Huelva.
- Lowe S., Browne M., Boudjelas S., De Poortner M., 2000. One-Hundred of the World's Worst Invasive Alien Species. A Selection from the Global Invasive Species Database; The Invasive Species Specialist Group, International Union for Conservation of Nature (IUCN): Gland, Switzerland, Available online: <http://www.issg.org>
- Luciano P., Delrio G., 1982. I defogliatori delle foreste a *Quercus suber*. *Annali della facoltà di Agraria dell'Università di Sassari, sezione III, volume XXIX, Sassari*
- Luciano P., Franceschini A., 2013. Emergenze fitosanitarie e strategie di difesa nelle formazioni forestali della Sardegna. *L'Ital For Mont* 68:123-136
- Luciano P., Lentini A., 2012. Ten years of microbiological control program against lepidopterous defoliators in Sardinian cork oak forests. *IOBC/WPRS Bull* 76:175-178
- Luciano P., Lentini A., 2016. *Lymantria dispar*. In: *Avversità delle piante forestali in Sardegna. Manuale per il riconoscimento* (Luciano P, Franceschini A eds), Nuova Stampa Color, Muros, pp. 72-77
- Luciano P., Lentini A., 2016b. *Coraebus undatus*. In: *Avversità delle piante forestali in Sardegna. Manuale per il riconoscimento* (Luciano P, Franceschini A eds), Nuova Stampa Color, Muros, pp. 88-90
- Luciano P., Lentini A., Cao O.V., 2003. La lotta ai lepidotteri defogliatori delle sugherete in Provincia di Sassari. Edizioni Poddighe, Sassari
- Lumaret R., 1995. *Quercus suber* genetic resources in France. Pp.21-22 In: *Quercus suber* Network. Report of the first two meetings, 1-3 December 1994 and 26-7 February 1995, Rome, Italy (E. Frison, MC Varela and J.Turok compilers). IPGRI, Rome, Italy.
- Lumaret R., Tryphon-Dionnet M., Michaud H., Sanuy A., Ipotesi E., Born C., Mir C., 2005. Phylogeographical variation of chloroplast DNA in cork oak (*Quercus suber*). *Annals of Botany*, 96(5), 853-861.
- Lumaret R., Tryphon-Dionnet M., Michaud H., Sanuy A., Ipotesi E., Born C., Born C., 2005.
- Machado D., 1938. Poligamia do Sobreiro. in public. d ger. serv. flor. e aqu'colas. 5 (1) 37-41.
- Magri D., Fineschi S., Bellarosa R., Buonamici A., Sebastiani F., Schirone B., Simeone M.C., Vendramin G. G. 2007. The distribution of *Quercus suber* chloroplast haplotypes matches the palaeogeographical history of the western Mediterranean. *Molecular Ecology*, 16(24), 5259-5266.
- Mai D.H., 1989. Development and regional differentiation of the European vegetation during the Tertiary. *Pl. Syst. Evol.* 162 : 79-91.
- Mannu R., Cocco A. Luciano P., Lentini A., 2020. Influence of *Bacillus thuringiensis* application timing on population dynamics of gypsy moth in Mediterranean cork oak forests. *Pest Manag Sci* 76:1103-1111
- Manos P.S., Doyle J.J., Nixon K.C., 1999. Phylogeny, biogeography and processes of molecular differentiation in *Quercus* subgenus *Quercus* (Fagaceae). *Mol. Phyl.Evol.*12(3): 333-349.
- Martínez de Arano I., Maltoni S., Picardo A., Mutke S. et al, 2021. Prodotti forestali non legnosi per le persone, la natura e l'economia verde. Raccomandazioni per le priorità politiche in Europa. Un libro bianco basato sulle lezioni apprese nel bacino del Mediterraneo. EFI e FAO, Barcelona. <https://doi.org/10.36333/k2a05>
- Marzeddu G., Giua M., Pampiro F., 2019. Pannelli destinati all'isolamento termico. Abbinamento sughero – lana. Secondo contributo. Quaderni del DIRSS N° 16. Agris Sardegna. Sassari.
- Mayol M., Rossellò J.A., 2001. Why nuclear ribosomal DNA Spacers (ITS) tell different stories in *Quercus*. *Mol Phylogenet Evol.*;19(2):167-76. doi: 10.1006/mpev.2001.0934.
- Mayor X., Rodà F., 1994. Effects of irrigation and fertilization on stem diameter growth in a Mediterranean holm oak forest. *Forest Ecology and Management*, 68, 1: 119-126.

- McLellan I. et al, 2013. Harmonisation of physical and chemical methods for soil management in Cork Oak forests - Lessons from collaborative investigations. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 7 (6): 386-401, June 2013. DOI: 10.5897/AJEST12.101. ISSN 1996-0786 © 2013 Academic Journals-
- Mercurio R., Spampinato G. 2003. Primo contributo alla definizione tipologica delle sugherete in Calabria. In: *Atti del III Congresso Nazionale SISEF 3*: 483-490.
- Mercurio R., Spampinato G. 2001. Le sugherete della Calabria: ecologia, fitosociologia e selvicoltura. In: *III Congresso Nazionale SISEF "Alberi e foreste per il nuovo millennio"* (Università degli Studi della Tuscia, Viterbo 15-18 Ottobre 2001), Abstract-book, Contributo #c03.4.9.
- Miranda I., Gominho J., Pereira H., 2013. Cellular structure and chemical composition of cork from Chinese cork oak. *Journal of Wood Science*, 59: 1-9.
- Montero G., 1987. Producción y regeneración de los alcornocales. *Montes* 15 : 37-45. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
- Moreira F., Duarte I., Catry F., Acácio V., 2007. Cork extraction as a key factor determining post-fire cork oak survival in a mountain region of southern Portugal. *For. Ecol. Manage.* 253, 30–37.
- Moreno G., Franca A., Pinto Correia M.T., Godinho S., 2014. Multifunctionality and dynamics of silvopastoral systems.. In: (Forage resources and ecosystem services provided by Mountain and
- Moricca, S., Linaldeddu, B.T., Ginetti, B., Scanu, B., Franceschini, A., Ragazzi, A. 2016. Endemic and emerging pathogens threatening cork oak trees: Management options for conserving a unique forest ecosystem. *Plant Disease*, 100, 2184–2193.
- Natividade V.J., 1950. Subericultura. Reed. 1990. Ministério da Economia, Pescas e Alimentação, Direcção Geral das Florestas et Aquícolas, Lisboa. 387 pp.
- Naveh Z., 1974. Effects of fire in the Mediterranean Region. In: Kozlowsky T.T., *Fire and ecosystems*. Academic Press. Pp. 401-431.
- Nixon K.C., 1993. Infrageneric classification of *Quercus* (Fagaceae) and typification of sectional names. *Ann. Sci. For.* 50 (Suppl. 1): 25-34.
- Oliveira V., Lauw A., Pereira H., 2016. Sensitivity of cork growth to drought events: insights from a 24-year chronology. *Climatic Change*, 137:261–274. DOI 10.1007/s10584-016-1680-7
- Oliveira V., Lopes P., Cabral M., Pereira H., 2015. Influence of cork defects in the oxygen ingress through wine stoppers: Insights with X-ray tomography. *J Food Eng* 165:66-73.
- Palamarev E., 1989. Paleobotanical evidences of the Tertiary history and origin of the Mediterranean sclerophyll dendroflora. *Pl. Syst. Evol.* 162: 93-107.
- Palmas M., 2001. Un metodo utile per razionalizzare le altezze di estrazione del sughero nei boschi a *Quercus suber* L. e aumentarne la produzione. *Monti e Boschi*, 52, 2: 26-33.
- Palmas M., 2004. Indicazioni per la gestione sostenibile dei boschi da sughero. *Genio rurale - Estimo e territorio*, 11: 54-62.
- Pasta, S., Cullotta, S., La Mantia, T., 2000. Ecogeografia e ruolo fisionomico-strutturale delle querce sempreverdi in Sicilia. *Soc Ital Selv Ecol For*, 2: 65-71.
- Pausas J.G., Carbó E., Caturra R.N., Gil J.M., Vallejo R., 1999. Post-fire regeneration patterns in the eastern Iberian Peninsula. *Acta Oecologica*, 20, 5: 499-508.
- Pausas J.G., Marañón T., Caldeira M., Pons J., et al, 2009. Natural Regeneration. In: Aronson (Ed.), pp. 115–124, Chapter 10.
- Pavari A., 1935. Sulle condizioni di vegetazione della sughera. *Atti "Convegno Nazionale del Sughero"*, pagg. 3-30. Sassari, 8-9 maggio 1934, Gallizzi Ed., Sassari.
- Pereira H., 2015. The rationale behind cork properties: a review of structure and chemistry. *Bioresources*, 10, 3, 1-23. DOI: 10.15376/biores.10.3.Pereira
- PFAR - Piano Forestale Ambientale Regionale, 2007. Aree a vocazione sughericola, p. 108. (<http://www.regione.sardegna.it/j/v/25?s=71168&v=2&c=9&t=1>)
- Piazzetta R., An account, 2010. 10th biannual VIVEXPO Int. Symposium: Cork oak and climate change. Vivès (France). http://www.foret-mediterrannee.org/upload/biblio/FORET_MED_2010_4_443-448.pdf.
- Pignatti S., 1982. *Flora d'Italia*. Edagricole. Bologna.
- Pignatti S., 1998. *I boschi d'Italia*. Sinecologia e biodiversità. UTET, Torino.
- Pinna C., Linaldeddu B.T., Deiana V., Maddau L., Montecchio L., Lentini A. 2019. Plant pathogenic fungi associated with *Coraebus florentinus* (Coleoptera: Buprestidae) attacks in declining oak forests. *Forests* 10:488
- Pinto-Correia T. 2000. Future development in Portuguese rural areas: how to manage agricultural support for

- landscape conservation? Land Urb Plan 50: 95–106.
- Pinto-Correia T., Ribeiro N., Sá-Sousa P., 2011. Introducing the montado, the cork and holm oak agroforestry system of Southern Portugal. *Agrofor. Syst.* 82: 99–104.
- Pintor A.M., Ferreira C.I.A., Pereira J.C., Correia P., Silva S.P., Vilar V.J.P., Botelho C.M.S., Boaventura R.A.R., 2012. Use of cork powder and granules for the adsorption of pollutants: a review. *Water Res.* 46: 3152–3166
- Pintus A., 1996. Il Sughero della Giara: Produzione e Prospettive di Sviluppo. Atti del Convegno “La Giara e il Sughero, 33-37.
- Pintus A., Ruiu P. A., 2006. Piano di gestione della Sughereta Sperimentale di “Cusseddu-Miali-Parapinta”. 1ª Revisione 11.01. Stazione Sperimentale del Sughero.
- Pintus A., Ruiu P.A., 2016. Risultati a lungo termine dell'utilizzazione degli shelter nei rimboschimenti a quercia da sughero (*Quercus suber* L.) in Sardegna. OILB. Cordova 13-27 ottobre 2016.
- Pizzurro G., Maetzke F., La Mela Veca D., 2010. Differences of raw cork quality in productive cork oak woods in Sicily in relation to stand density. *Forest Ecology and Management*, 260: 923-929
- Plieninger T., 2007. Compatibility of livestock grazing with stand regeneration in Mediterranean holm oak parklands. *J. for Nature Conservation*, 15, 1: 1-9.
- Plieninger T., Pulido F.J., Schaich H., 2004. Effects of land-use and landscape structure on holm oak recruitment and regeneration at farm level in *Quercus ilex* L. dehesas. *J. Arid Environ.* 57: 345–364.
- Poddine A., Sedda L., 2007. Sugherete e filiera del sughero in provincia di Nuoro. In Sedda: analisi delle dinamiche delle coperture del suolo in alcuni sistemi agroforestali della provincia di Nuoro. Il caso delle sugherete. Progetto Suberex A: Difesa del patrimonio boschivo a *Quercus suber* nella zona transfrontaliera Sardo-Corsa. Programma di Iniziativa Comunitaria Interreg III A Francia - Italia “Isole”, Sardegna – Corsica – Toscana. Servizi Stampa Sardegna snc Ed., Cagliari.
- Pollastrini M., Chiavetta U., Cutini A., Casula A., Maltoni S., Dettori S., Corona P. 2018. Indicators for the assessment and certification of cork oak management sustainability in Italy. *iForest* 11: 668-674. - doi: 10.3832/ifor2587-011
- Pulido F., García E., Obrador J. J., Moreno G, 2010. Multiple pathways for tree regeneration in anthropogenic savannas: incorporating biotic and abiotic drivers into management schemes. *J. Applied Ecology*, 47, 6: 1272– 1281.
- Pulido F., McCreary D., Cañellas I., McClaran M., Plieninger T., 2013. Oak regeneration: ecological dynamics and restoration techniques. In: Campos, P., Huntsinger, L., Oviedo Pro, J.L., Starrs, P.F., Díaz, M., Standiford, R.B., Montero, G. (Eds.), *Mediterranean Oak Woodland Working Landscapes*. Springer Netherlands, The Netherlands, pp. 123–144.
- Pulido F.J., Díaz M., 2005. Regeneration of a Mediterranean oak: a whole cycle approach. *Écoscience* 12: 92–102.
- Pulido F.J., Díaz M., Trucios S.J.H., 2001. Size structure and regeneration of Spanish holm oak *Quercus ilex* forests and dehesas: effects of agroforestry use on their long-term sustainability. *For. Ecol. Manage.* 146: 1– 13.
- Pungetti G., Dettori S., Filigheddu MR, 2016. Rural landscape character: continental, national and regional appraisal. IALEUK Conference, Landscape characterisation: methods & applications in landscape ecology 7 – 9 september 2016, the University of Reading: 46-47.
- Puxeddu M., Pintus A., Pulina G., 2008. I Meriagos: il confine tra prateria e foresta. *Agris*, http://www.sardegnaagricoltura.it/documenti/14_43_20081014112126.pdf
- Radhouane L., 2013. Climate change impacts on North African countries and on some Tunisian economic sectors. *J. Agriculture and Environment for International Development – JAEID*, 107, 1: 101 – 113.
- Ramírez-Valiente J.A., Sánchez-Gómez D., Aranda I., Valladares F., 2010. Phenotypic plasticity and local adaptation in leaf ecophysiological traits of 13 contrasting cork oak populations under different water availabilities. *Tree Physiology* Page 1 of 10, doi:10.1093/treephys/tpq013.
- Regione Autonoma della Sardegna, 2005. Piano Forestale Ambientale Regionale, Proposta di Piano, http://www.regione.sardegna.it/documenti/1_19_20060118131511.pdf.
- Regione Autonoma della Sardegna, 2007. Piano Forestale Ambientale Regionale, Relazione generale. http://www.regione.sardegna.it/documenti/1_73_20080129180054.pdf.
- Regione Autonoma della Sardegna, 2008. Carta dell'Uso del Suolo in scala 1:25.000. <http://www.sardegnaeoportale.it/argomenti/cartedel-suolo.html>.
- Regione Autonoma della Sardegna, 2014. Progetto “Multifunzionalità delle Foreste a Quercia da Sughero”, L.R. n. 7/2007, Promozione della ricerca scientifica e dell'innovazione tecnologica in Sardegna, bando tender

2013.

- Regione Autonoma della Sardegna, Legge Regionale 9 febbraio 1994, n. 4. Disciplina e provvidenze a favore della sughericoltura e modifiche alla legge regionale 9 giugno 1989 n. 37, concernente "Disciplina e provvidenze a favore della sughericoltura e dell'industria sughericola". <http://www.regione.sardegna.it/j/v/86?v=9&c=72&file=1994004>.
- Regione Autonoma della Sardegna, Piano Forestale Ambientale Regionale, 2007. Relazione generale. http://www.regione.sardegna.it/documenti/1_73_20080129180054.pdf.
- Regione Liguria 2009. Habitat forestali. www.ambienteinliguria.it/eco3/DTS.../20090312/H_forestali.pdf.
- Regolamento (CEE) n. 2080/92, del Consiglio, del 30 giugno 1992 che istituisce un regime comunitario di aiuti alle misure forestali nel settore agricolo (GUCE L 215 del 30.07.1992). Abrogato da Regolamento (CE) n. 1257/1999 del Consiglio del 17.05.1999.
- Rizza C., Scibetta S., Pane A., Maetzke F., La Mela Veca D.S., Cullotta S., Granata G., La Spada F., Aloï F., Faedda R., Cacciola S.O., 2016. A new approach in the monitoring of the phytosanitary conditions of forests: the case of oak and beech stands in the Sicilian Regional Parks. *Italian Journal of Mycology* vol. 45: 2946.
- Romagnoli M., Cavalli D., Pernarella R., Zanuttini R., Togni M., 2015. Physical and mechanical characteristics of poor quality wood after heat treatment. *iForest* 8: 884-891.
- Ruiu M., 2016. Evoluzione spaziale e temporale delle Sugherete nella località storica di "Sa Serra" del Nuorese. Corso di laurea magistrale in Gestione dell'Ambiente e del Territorio, Relazione di tirocinio, Assessorato Enti locali, Finanze ed Urbanistica, Settore Osservatorio del Paesaggio.
- Ruiu P.A., Pampiro F., Pintus A., 1994. Studio degli accrescimenti radiali in alcune sugherete della Sardegna. Stazione Sperimentale Del Sughero. *Collana Biologica*, n°7.
- Ruju S., 2002. Il peso del sughero. Storia e memorie dell'industria sugheriera in Sardegna (1830-2000). Libreria Dessì Ed., 265 pp., Sassari.
- Sallé A., 2016. Native buprestid and longhorn beetles in the Mediterranean Basin. In: *Insects and Diseases of Mediterranean Forest Systems* (Paine TD, Lieutier F eds), Springer, pp. 199-210
- Sallé A., Nageleisen L.M., Lieutier F. 2014. Bark and wood boring insects involved in oak declines in Europe: current knowledge and future prospects in a context of climate change. *For Ecol Manag* 328:79-93
- Salvatella P., Prat C., Roselló J., Anticó E. 2019. Chloroanisoles and other chlorinated compounds in cork from different geographical areas. *Toxics*, 7, 49.
- Samuel R., Bachmair A., Jobst J., Erendorfer F., 1998. ITS sequences from nuclear rDNA suggest unexpected phylogenetic relationships between Euro-Mediterranean, East Asiatic and North American taxa of *Quercus* (Fagaceae). *Plant Syst. Evol.* 211: 129-139.
- Sanfilippo E., 1979. Miglioramento di azienda sughericola in Sardegna. In "La valorizzazione delle risorse forestali italiane", Acc. Georgofili, di Agricoltura e Scienze Forestali, Firenze.
- Sauvage C.H., 1961. Recherches géobotaniques sur les subéraies marocaines. *Série botanique* n°. 21. I.S.C. Rabat.
- Savolainen O., Pyhajarvi T., Knurr T., 2007. Gene flow and local adaptation in trees. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 38:595-619.
- Scanu B., Linaldeddu B.T., Franceschini A., Anselmi N., Vannini A., Vettraino A.M. 2013. Occurrence of *Phytophthora cinnamomi* in cork oak forests in Italy. *Forest Pathology* 43(4): 340-343.
- Schaefer L. 1949. Les Buprestides de France. Ed. Scientifiques du Cabinet Entomologique E Le Moulton, Paris
- Schwarz O., 1936-37. Monographie der Eichen Europas und der Mitteleerbegebiete. *Feddes Rep., Sonderbeihft D: 1-5*, Berlin.
- Sedda L., Delogu G., Dettori S., 2011. Forty-Four Years of Land Use Changes in a Sardinian Cork Oak Agro-Silvopastoral System: A Qualitative Analysis. *The Open Forest Science Journal*, 4, 57-66.
- Seddaiu S., Brandano A., Ruiu P.A., Sechi C., Scanu B., 2020. An Overview of *Phytophthora* Species Inhabiting Declining *Quercus suber* Stands in Sardinia (Italy). *Forests* 2020, 11, 971.
- Sefton M. A., Simpson R. F., 2005. Compounds causing cork taint and the factors affecting their transfer from natural cork closures to wine—a review. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 11, 2: 226-240.
- Serra G., Loddo S., Bacchetta G., 2002. Relationships between soils, climate and vegetation in *Quercus Suber* L. formations of the Sulcis-Iglesiente (Southern Sardinia, Italy). In : Zdruli P. (ed.), Steduto P. (ed.), Kapur S. (ed.). *7. International meeting on Soils with Mediterranean Type of Climate (selected papers)*. Bari : CIHEAM, p. 127-133. (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 50). 7. International Meeting on: Soils with Mediterranean Type of Climate, 2001/09/23-28, Valenzano (Italy). <http://om.ciheam.org/om/pdf/a50/04002026.pdf>
- Silva S.P., Sabino M. A., Fernandes E. M., Correlo V. M., Boesel L. F., Reis R. L., 2005. Cork: properties, capabilities and applications. *International Materials*

- Reviews, 50, 6: 345-365.
- Sierra-Perez J., Boschmonart-Rives J., Gabarrell X., 2105. Production and trade analysis in the Iberian cork sector: Economic characterization of a forest industry. *Resources, Conservation and Recycling*, 98, 55-66.
- Sirca C., Filigheddu M.R., Zucca G.M., Cillara M., Bacciu A., Bosu S., Dettori S., 2015. Long-term researches on post fire recovery techniques of cork oak stands. Second Int. Congress of Silviculture, Designing the future of the forestry sector, Vol. 1°: 491-496. Florence, 26-29 November 2014.
- Smit A., 1973. A scanning electron microscopical study of the pollen morphology in the genus *Quercus*. *Acta Bot. Neerl.* 22 : 655-665.
- Smit C., Díaz M., Jansen P., 2009. Establishment limitation of holm oak (*Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp.) in a Mediterranean savanna–forest ecosystem. *Ann. For. Sci.* 66: 1–7.
- Soleas G. J., Yan J., Seaver T., Goldberg, D. M., 2002. Method for the gas chromatographic assay with mass selective detection of trichloro compounds in corks and wines applied to elucidate the potential cause of cork taint. *J. of agricultural and food chemistry*, 50,5: 1032-1039.
- Soria F.J., Villagràn M., Ocete M.E., 1992. Estudios poblacionales sobre *Coroebus undatus* (Fabr.)(COL.: BUPRESTIDAE) en alcornoques de Andalucía Occidental. I: Relacion infestacion-bosque. *Bol San Veg Plagas*, 18(1): 377–383.
- Sousa E.M., Débouzie D.D., 2002. Biological characteristics of *Platypus cylindrus* F. in Portugal. *IOBC/Wprs Bull.*, 25, 75–83.
- Sousa E.M., Débouzie D.D., Pereira H., 1995. The role of the insect *Platypus cylindrus* F. (Coleoptera, Platypodidae) in the decline of cork oak stands in Portugal. *IOBC/Wprs Bull.*, 18, 24–37.
- Sousa V., Leal S., Quilho T., Pereira H., 2009. Characterization of cork oak (*Quercus suber*) wood anatomy. *I. awa journal*, 30: 149-161.
- Stewart J.R., Lister A.M., Barnes I., Dalén L., 2010. Refugia revisited: individualistic responses of species in space and time. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 277(1682), 661-671.
- Strategia Forestale Nazionale GU Serie Generale n.33 del 09-02-2022.
- Strzałka B., Jankowiak R., Bilan'ski P., Patel N., Hausner G., Linnakoski R., Solheim, H., 2020. Two new species of Ophiostomatales (Sordariomycetes) associated with the bark beetle *Dryocoetes alni* from Poland. *MycKeys*, 68, 23–48.
- Tallis H., Kareiva P., Marvier M., et al 2008. An ecosystem services framework to support both practical conservation and economic development. *P Natl Acad Sci USA* 105: 9457–64.
- Tiberi R., Branco M., Bracalini M., Croci F., Panzavolta T., 2016. Cork oak pests: a review of insect damage and management. *Ann For Sci* 73:219-232
- Touhami I., Khorchani A., Elaieb M.T., Nasr Z., Khald A., 2017. Retrospective study of drought periods effects on cork oak (*Quercus suber* L.) forest using Standardized Precipitation Index-SPI and the Ring Width Index-RWI in Tunisia. Colloque scientifique national «Climat, Eau et Société » CITET-Tunis du 31 janvier- 1er février 2017 Available from : https://www.researchgate.net/publication/315066704_Retrospective_study_of_drought_periods_effects_on_cork_oak_Quercus_suber_L_forest_using_Standardize_d_Precipitation_Index-SPI_and_the_Ring_Width_Index-RWI_in_Tunisia [accessed Mar 18, 2017].
- Toumi L., Lumaret R., 1998. Allozyme variation in cork oak (*Quercus suber* L.): the role of phylogeography and genetic introgression by other Mediterranean oak species and human activities. *Theor Appl Genet* 97: 647- 656.
- Università Cattolica del sacro Cuore di Piacenza, 2012. Il sughero: manuale tecnico per il corretto utilizzo del tappo.
- Università Cattolica del sacro Cuore di Piacenza, Agris Sardegna, 2011. Nuovo disciplinare sulle metodiche analitiche per il controllo del tappo di sughero ad uso enologico.
- Urgehe P.P., Zucca G.M., Dettori S., Filigheddu M.R., Motroni A., 2017. Monitoring rough cork TCA content in Sardinian woodlands. Int. Cork Oak Congress, Sassari, 25-26 May.
- Vagnozzi A., 2016. Innovazione e Gruppi operativi: istruzioni d'uso. <http://www.pianetapsr.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/1544>.
- Valbuena-Carabaña M., López de Heredia U., Fuentes-Utrilla P., González-Doncel I., Gila L., 2010. Historical and recent changes in the Spanish forests: A socio-economic process. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 162, 3: 492–506.
- Van Doorn M.M., Bakker A.M., 2007. The destination of arable land in a marginal agricultural landscape in

- South Portugal: an exploration of land use change determinants. *Landsc. Ecol.* 22, 1073–1087.
- Varela M.C., 1995. Conservation of genetic resources of *Quercus suber* in Portugal. Pp. 9-13. In: *Quercus Suber Network. Report of the first two meetings, 1-3 December 1994 and 26-27 February 1995, Rome, Italy* (E. Frison, M.C: Varela and J. Turok, compilers): IPGRI, Rome, Italy.
- Varela M.C., 1997. Regions of Provenance for cork oak in Portugal. Pp. 37-42. In: *Quercus Suber Network. Report of the first two meetings, 1-3 December 1994 and 26-27 February 1995, Rome, Italy* (E. Frison, M.C: Varela and J. Turok, compilers): IPGRI, Rome, Italy.
- Varela M.C., 2000. Final report of the project PRAXIS flor. 2100. EFN, Lisbon, Portugal.
- Varela M.C., 2000. The EUFORGEN *Quercus suber* Network and the research projects for the evaluation of genetic variability of cork oak- in Borelli S & Mediterranean Oaks Network, Report of the first meeting, 12- 14 2000, Antalya Turkey.
- Varela M.C., Almeida M.H., Sampaio T., Patrício M., Dettori S., Filigheddu MR., Sirca C., Bellarosa R., Vessella F., Iglesias S., Aranda I., Khouja ML., Khaldi A., 2011. Evaluation préliminaire des essais FAIR 202 de provenances de chene-liege et perspectives de recherche. Deuxième Rencontre Méditerranéenne Chercheurs-Gestionnaires-Industriels -«La Gestions des Suberaies et la Qualité du liège», 17-19 october 2011, Algérie, Jijel.
- Varela M.C., Tessier C., Ladier J., Dettori S., Filigheddu M., Bellarosa R., Vessella F., Almeida M.H., Sampaio T., Patrício M.S., 2015. Characterization of the international network FAIR 202 of provenance and progeny trials of cork oak on multiple sites for further use on forest sustainable management and conservation of genetic resources. 2° Int. Congress of Silviculture, Designing the future of the forestry sector. Florence, 26-29 November 2014, I: 65-73. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze 2015.
- Varela M.C., (ed.) 2000. HANDBOOK of the CORK OAK Concerted Action FAIR 202 (1996-2000). 1996-2000.
- Vaz M., Cochard H., Gazarini I., Graca J., Chaves M.M., Pereira J.S., 2012. Cork oak (*Quercus suber* L.) seedlings acclimate to elevated CO₂ and water stress: photosynthesis, growth, wood anatomy and hydraulic conductivity. *Trees*: 1145-1157.
- Veloso S., Bonifácio L., Diogo E., Ramos A. P., Magro A., Fernandes J. P., Bragança H., 2015. Stand factors related to sensory defects of cork planks. *Revista de Ciências Agrárias*, 38, 2: 230-237.
- Vessella F., Schirone B., 2013. Predicting potential distribution of *Quercus suber* in Italy based on ecological niche models: Conservation insights and reforestation involvements. *Forest Ecology and Management*, 304 (2013) 150–16.
- Vessella F., Parlante A., Schirone A., Sandoletti G., Bellarosa R., Piovesan G., Santi L., Schirone B., 2010. Irrigation regime as a key factor to improve growth performance of *Quercus suber* L.. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 25: 1, 68 - 74.
- Vilela C., Sousa A.F., Freire C.S.R., Silvestre A.J.D., Neto C.P., 2013. Novel sustainable composites prepared from cork residues and biopolymers. *Biomass and Bioenergy*, 55: 148-155.
- Villemant C., Fraval A., 1993a. Les insectes du chêne-liège. *Insectes* 88:13-16
- Villemant C., Fraval A., 1993b. La faune entomologique du chêne-liège en forêt de la Mamora (Maroc). *Ecol Mediterr* XIX:89-98
- Wunder S., 2005. Payments for environmental services: some nuts and bolts. Jakarta, Indonesia: Center for International Forestry Research.
- Zhou Z., Wilkinson H., Zheng-Yi W., 1995. Taxonomical and evolutionary implications of the leaf anatomy and architecture of *Quercus* L. subgenus *Quercus* from China. *Cathaya* 7: 1-34.

www.osservatoriodistretti.org/node/51/distretto-industriale-del-sughero-di-calangianus-tempio-pausania.

Appendice

Norme nazionali e internazionali sul sughero attualmente in vigore

ENTE	numero	anno	titolo
EN	13170+A 1	2015	Thermal insulation products for buildings – Factory made products of expanded cork (ICB) - Specification
ISO	633	2019	Cork — Vocabulary
ISO	2066	2004	Resilient floor coverings - Determination of moisture content of agglomerated composition cork.
ISO	2219	2010	Thermal insulation product for buildings-Factory-made products of expanded cork (ICB)- Specification
ISO	3813	2004	Resilient floor coverings - Cork floor tiles - Specification.
ISO	3850	2004	Resilient floor coverings - Determination of apparent density of composition cork.
ISO	8724	2009	Cork decorative panels-Specification
ISO	9149	2010	Cork wall coverings in rolls- Specifications
ISO	16419	2013	Cork visual anomalies of cork stoppers for still wines
ISO	16420	2013	Cork- Cork stoppers for still wines- Mechanical and physical specifications
ISO	17727	2012	Cork-Cork stoppers for still wine-Sampling plan for the quality control of cork stoppers
ISO	20752	2014	Cork stoppers. Determination of releasable 2,4,6,-Tricholoroanisol(TCA)
ISO	21128	2006	Cork stoppers. Determination of oxidizing residues-iodometric titration method
ISO	22308-1	2012	Cork bark selected as bottling product — Part 1: Sensory evaluation — Methodology for sensory evaluation by soaking
ISO	9727-1	2007	Cylindrical cork stoppers-Physical tests. Determination of

dimensions			
ISO	9727-2	2007	Cylindrical cork stoppers-Physical tests. Determination of mass and apparent density for agglomerated cork stoppers
ISO	9727-3	2007	Cylindrical cork stoppers-Physical tests. Determination of humidity content
ISO	9727-4	2007	Cylindrical cork stoppers-Physical tests. Determination of dimensional recovery after compression
ISO	9727-5	2007	Cylindrical cork stoppers-Physical tests. Determination of extraction force
ISO	9727-6	2007	Cylindrical cork stoppers-Physical tests. Determination of liquid tightness
ISO	9727-7	2007	Cylindrical cork stoppers-Physical tests. Determination of dust content
ISO	1997	2018	Granulated cork and cork powder - Classification, properties and packing.
ISO	2030	2018	Granulated cork – Size analysis by mechanical sieving.
ISO	2031	2015	Granulated cork — Determination of apparent bulk density
ISO	2190	2016	Granulated cork- Determination of moisture content
ISO	2385	2020	Packed cork — Virgin cork, raw reproduction cork, burnt cork, boiled reproduction cork and raw cork waste — Sampling to determine moisture content.
ISO	2386	2019	Packed cork — Virgin cork, raw reproduction cork, burnt cork, boiled reproduction cork and raw cork waste — Determination of moisture content.
ISO	2509	1989	Sound-absorbing expanded pure agglomerated cork in tiles
ISO	3867	2017	Composition cork – Expansion joint fillers – Test methods.
ISO	3869	2017	Composition cork – expansion joint fillers – Specifications, packaging and marking.

ISO	4708	2017	Composition cork – Gasket material – Test methods.
ISO	4710	2000	Cork – Cylindrical stoppers for sparkling wines and gasified wines – Characteristics.
ISO	4714	2000	Composition cork – Specifications, sampling, packaging and marking.
ISO	9366	2001	Agglomerated cork floor tiles – Determination of dimensions and deviation from squareness and from straightness of edges.
ISO	10106	2021	Cork stoppers – determination of global migration.
ISO	10718	2015	Cork stoppers — Characterization of a low-in-germs stopper, through the enumeration of colony-forming units of yeasts, moulds and bacteria, capable of both being extracted and growing in alcoholic medium
ISO	4709	2017	Composition cork – Gasket material system, requirements, sampling, packaging and marking.
ISO	7322	2014	Cork composition cork – Test methods.
ISO	2067	2019	Granulated cork, broken cork and crushed cork — Sampling for the determination of moisture content
UNI	10895	2001	Tappi di sughero. Analisi microbiologica e limiti per batteri , muffe e lieviti.
UNI EN	652	2011	Rivestimenti resilienti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con supporto a base di sughero – Specifica.
UNI EN	655	2011	Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle di agglomerato di sughero con strato di usura a base di policloruro di vinile – Specifica.
UNI EN	672	1999	Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa volumica apparente del sughero agglomerato.
UNI EN	688	2011	Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per agglomerati di sughero linoleum.
UNI EN	12103	2001	Rivestimenti resilienti per pavimentazione – Supporti di agglomerato di sughero – Specifiche.

UNI EN	12455	2001	Rivestimenti resilienti per pavimentazione – Specifiche per supporti a base di sughero.
UNI EN	12726	2018	Imballaggi – Baga a fascetta con diametro all’imboccatura di 18,5 mm per tappatura a sughero e capsula di garanzia.
UNI EN	13085	2001	Rivestimenti murali in rotoli – Specifiche per rivestimenti in rotoli di sughero.
UNI EN	13170	2015	Isolanti termici per edilizia. Prodotti di sughero espanso ottenuti in fabbrica. Specificazione.
UNI EN	687	2019	Rivestimenti resilienti per pavimentazioni Specifica per linoleum liscio e decorativo su supporto di agglomerati compositi di sughero.
UNI EN	12104	2019	Rivestimenti resilienti per pavimentazione – Piastrelle di sughero – Specifica.
UNI EN	12105	2001	Rivestimenti resilienti per pavimentazione – Determinazione del contenuto di umidità degli agglomerati a base di sughero.
UNI ISO	2077	1987	Agglomerati espansi autocollati di sughero. Determinazione della tensione di rottura a flessione.
UNI ISO	2189	1989	Agglomerati puri espansi di sughero. Determinazione della massa volumica apparente.
UNI ISO	2190	1991	Granulati crudi di sughero. Determinazione dell’umidità.
UNI ISO	2191	1987	Sughero - agglomerati espansi autocollati. Deformazione sotto pressione statica.
UNI ISO	2509	1993	Agglomerati espansi puri di sughero assorbenti acustici in piastrelle.
UNI ISO	3810	1990	Piastrelle di sughero agglomerato per rivestimenti di pavimenti – Metodi di prova.