

Agris

Agenzia regionale
per la ricerca in agricoltura



REGIONE
AUTONOMA
DELLA SARDEGNA

QUADERNI DEL DIRSS

DIPARTIMENTO DELLA RICERCA PER IL SUGHERO E LA SELVICOLTURA

N° 1

**Analisi di una partita di sughero grezzo
Stagionatura della materia prima e prestazioni
dei tappi naturali**

M. Giua, R. Manuedda, G. Marzeddu, F. Pampiro

Tempio Pausania
2012

Analisi di una partita di sughero grezzo Stagionatura della materia prima e prestazioni dei tappi naturali

M. Giua, R. Manuedda, G. Marzeddu, F. Pampiro

*Agris Sardegna – Dipartimento della Ricerca per il Sughero e la Silvicoltura, via Limbara 9,
07029 Tempio Pausania – Italia.*

Corresponding author: Maria Giua (migiua@agrisricerca.it).

Riassunto

È stato condotto uno studio su una partita di sughero grezzo dopo periodi di stagionatura di 3, 6, 9 e 14 mesi. È stato analizzato il calo di peso e, al termine dei diversi periodi di stagionatura, sono stati prodotti tappi di sughero naturale di dimensioni nominali 24x40 mm. I tappi sono stati suddivisi in quattro classi di qualità visiva. I tappi sono stati utilizzati in prove d'imbottigliamento della durata di sei e dodici mesi per valutare l'influenza del periodo di stagionatura e della qualità visiva sull'assorbimento di vino e sulla progressione lungo la superficie laterale del tappo.

Il sughero ha evidenziato un calo consistente di peso un mese dopo l'estrazione; in seguito si sono registrati valori variabili legati all'andamento climatico. Le masse minori sono state registrate nell'estate successiva alla decortica. Le prove d'imbottigliamento hanno evidenziato gli assorbimenti e le progressioni più bassi per i tappi ottenuti da sughero stagionato 14 mesi, mentre in corrispondenza della stagionatura di 9 mesi sono stati registrati i valori più alti.

Parole chiave: Sughero, stagionatura, perdita di peso, resa, tappi naturali, prestazioni, tenuta, assorbimento di vino, progressione di vino.

Abstract

A study on a batch of cork after seasoning periods of 3, 6, 9 and 14 months was carried out. It was analyzed the weight loss of the cork and, at the end of the different seasoning periods, were produced natural cork stoppers 24x40 mm nominal size. The corks were divided into four classes of visual quality. The corks were used for bottling tests during six and twelve months to evaluate the influence of seasoning period and visual quality on the absorption of wine and on the progression along the lateral surface of the cork stopper.

The cork showed a substantial loss of weight one month after extraction, after which there have been variable values, probably related to weather conditions. The smaller masses were registered one year after stripping. The bottling tests showed the lower values of absorption and progression for the stoppers obtained from cork seasoned 14 months, while the highest values were recorded after 9 months of seasoning.

Key Words: Cork, seasoning, weight loss, yield, natural cork stoppers, performance, sealing, wine absorption, liquid progression.

Introduzione

La trasformazione del sughero destinato alla produzione di tappi prevede, in Sardegna, un periodo di stagionatura che tradizionalmente ha la durata di almeno 12 mesi; questo tempo è ritenuto necessario per far assumere al sughero le caratteristiche tecnologiche idonee alla successiva lavorazione. Talvolta, tuttavia, per ragioni legate alle esigenze produttive dell'industria, la lavorazione è eseguita dopo periodi di stagionatura più brevi. Attualmente le buone pratiche di lavorazione stabiliscono un periodo di stagionatura di almeno 6 mesi (C.E. Liège, 2002). Tuttavia non tutti gli autori concordano con queste indicazioni. Per esempio, uno studio sull'influenza della durata del periodo di stagionatura non ha mostrato differenze fra i tappi prodotti da materia prima dopo periodi di stagionatura variabile da zero a sei mesi (Fernandes, 2004).

Il presente lavoro si propone di monitorare la massa del sughero dopo l'estrazione e l'influenza del tempo di stagionatura sulle prestazioni dei tappi di sughero naturale.

I temi trattati rivestono grande importanza per le imprese di trasformazione, interessate ad una riduzione del periodo di stagionatura per le implicazioni economiche connesse ai tempi di immagazzinamento.

Materiali e metodi

Per lo studio è stata presa in esame una partita di sughero estratto da 70 piante in un'area di circa 3000 m² situata nel perimetro urbano di Tempio Pausania in un terreno di proprietà dell'Agris Sardegna. L'area, assimilabile ad un parco cittadino, si presenta priva di strato arbustivo e con una componente erbacea costituita principalmente da graminacee annuali e poliennali.

Le operazioni di decortica, iniziate l'8 luglio 2003 e terminate il giorno successivo, hanno prodotto circa 20 quintali di sughero. Il sughero estratto è stato suddiviso in quattro cumuli omogenei per qualità visiva ed è risultato costituito dal 15% di classe I/II, dal 20% di III, dal 15% di IV e dal 50% di macina (*sughero non idoneo alla lavorazione per taglio* secondo UNI 10896, 2001; *scarto* secondo C.E. Liège, 2002).

Monitoraggio della massa

Da ogni cumulo omogeneo per classe di qualità visiva è stato prelevato un campione di circa 50 kg per il monitoraggio della massa durante la stagionatura. Per ridurre al minimo le perdite di materiale, inevitabili nelle usuali condizioni operative, le singole plance sono state rifilate per eliminare le irregolarità dei contorni, sistemate in pile con base di circa 1000x700 mm e imbrigliate con corde per facilitarne la movimentazione.

Questi campioni sono stati pesati subito dopo la decortica per la rilevazione del peso fresco e, quindi, collocati all'aperto per la stagionatura su una superficie pavimentata.

Gli stessi campioni sono stati pesati con frequenza mensile fino al mese di ottobre del 2004.

Per le pesate è stata utilizzata una bilancia con risoluzione 1 g e certificazione di taratura SIT.

Trasformazione della materia prima

Entro la prima settimana dalla decortica, dopo aver scartato la macina, col sughero idoneo alla trasformazione in tappi naturali (*sughero lavorabile* secondo la UNI 10896, 2001, *sughero per tappi* secondo C.E. Liège, 2002) sono state predisposte 4 cataste di circa 100 kg ciascuna costituite da sughero delle classi di qualità I/II, III, IV in percentuali tali da renderle rappresentative dell'intera partita.

Le cataste sono state collocate all'aperto per la stagionatura su una superficie pavimentata. Una catasta è stata fatta stagionare per 3 mesi, una per 6 mesi, una per 9 mesi e l'ultima per 14 mesi.

Al termine dei rispettivi periodi di stagionatura, sono stati prelevati circa 14 kg di sughero, sufficienti a produrre circa 1000 tappi di dimensioni nominali 24x40 mm (diametro per lunghezza). La lavorazione è stata effettuata presso l'impianto pilota del laboratorio. I tappi sono stati lavati con acqua e lubrificati con lubrificante siliconico esente da solventi in conformità alle prescrizioni del *Codice Internazionale delle pratiche per la produzione dei tappi di sughero* (C.E. Liège, 2002) e suddivisi in quattro classi di qualità visiva (A, B, C e D) in conformità al *Disciplinare sulla produzione ed utilizzo del tappo di sughero in enologia* (Stazione Sperimentale del sughero -

Università Cattolica del Sacro Cuore, 1996). I tappi sono stati contati e pesati con una bilancia con risoluzione 1 mg e certificato di taratura SIT.

Caratteristiche e prestazioni dei tappi

Dai tappi ottenuti al termine di ciascun periodo di stagionatura sono stati estratti due campioni. Il primo campione è stato utilizzato per la misura di parametri fisici secondo il *Disciplinare*, il secondo per prove d'imbottigliamento.

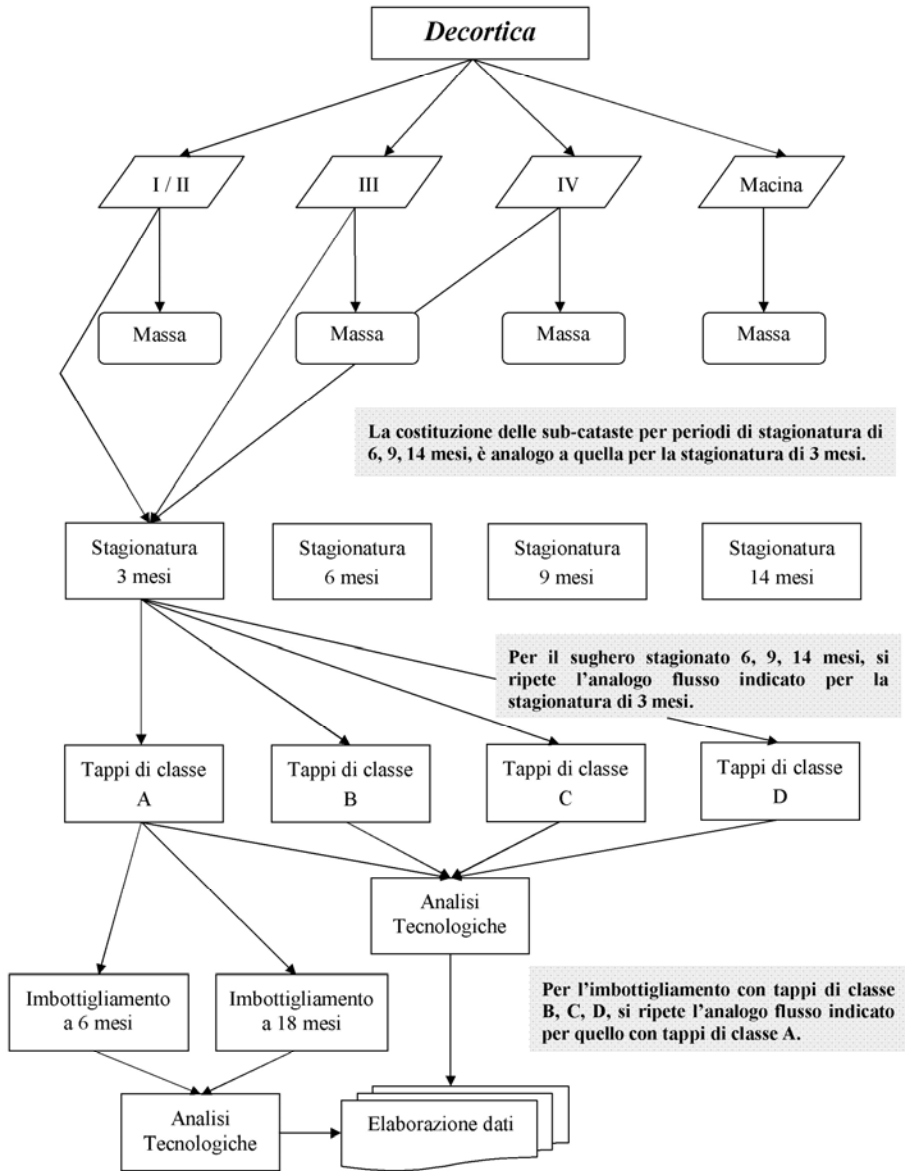
Per ogni periodo di stagionatura della materia prima e per ogni classe di qualità visiva, su 10 tappi sono stati misurati diametro, lunghezza, ovalizzazione (espressa come differenza fra i diametri misurati parallelamente e perpendicolarmente agli anelli annuali) e umidità; su 5 tappi è stato misurato il recupero del diametro dopo compressione a 16 mm, sono state eseguite misure dopo 1 minuto, 1 ora e 24 ore dalla compressione. Diametro e lunghezza sono stati misurati con un calibro centesimale munito di misuratore di forza; l'umidità è stata misurata con un igrometro elettronico con campo di misura 0-10%. Tutti gli strumenti sono stati precedentemente tarati utilizzando campioni di riferimento certificati SIT.

Le prove d'imbottigliamento, finalizzate a valutare le prestazioni dei tappi sotto il profilo della tenuta, sono state eseguite su 16 tesi sperimentali ottenute combinando i quattro periodi di stagionatura della materia prima con le quattro classi di qualità visiva dei tappi. Per ciascuna tesi sono state tappate 30 bottiglie per un totale di 480 campioni. I tappi ottenuti da sughero stagionato per 3 mesi sono stati utilizzati per la tappatura a dicembre 2003, quelli ottenuti da sughero stagionato 6 mesi a marzo 2004, quelli ottenuti da sughero stagionato 9 mesi a maggio 2004 e, infine, quelli relativi alla stagionatura di 14 mesi a novembre 2004.

Per queste prove sono state utilizzate bottiglie bordolesi da 750 ml con collo italiano (diametro interno al rasobocca di $17,5 \pm 1$ mm, diametro interno a 45 mm dal rasobocca di 19 ± 1 mm) riempite fino alla capacità nominale con vino rosso fermo, tappate rasobocca con una tappatrice semiautomatica dotata di testata di tappatura in acciaio inossidabile a quattro tasselli; i tappi sono stati compressi al diametro di 16 mm prima dell'introduzione nel collo della bottiglia. Dopo la tappatura le bottiglie sono state

tenute verticali per tre ore prima di conservarle in posizione orizzontale nei locali del laboratorio. Per ciascun campione di 30 bottiglie, 15 sono state conservate per 6 mesi e 15 per 12 mesi. Al termine dei rispettivi periodi di conservazione le bottiglie sono state stappate con un dinamometro dotato di cella di carico da 10 kN per misurare la forza d'estrazione. Dopo l'estrazione sono stati misurati l'assorbimento dei tappi e la progressione del vino sulla superficie laterale degli stessi annotando, quando presente, la colosità (fuoriuscita di vino). L'assorbimento, misurato dopo essiccazione in stufa a 103 °C, è stato espresso in percentuale del peso secco; la progressione è stata rilevata nel punto di massima risalita del vino sulla superficie laterale del tappo. I dati di assorbimento e progressione sono stati sottoposti ad analisi della varianza e al confronto fra le medie col test di Tukey.

Le attività di sperimentazione sono riassunte nel diagramma di flusso riportato di seguito.



Analisi dei risultati

Monitoraggio della massa

La massa del sughero grezzo dei quattro campioni esaminati è riportata in tabella 1 e nel grafico di figura 1. Pur presentando un andamento simile, i cali registrati risultano percentualmente maggiori nei campioni delle classi IV e macina rispetto alle classi I/II e III.

Globalmente, ad un anno dalla decortica, la partita di sughero analizzata ha fatto registrare un calo di peso del 24,7%.

Poiché tali variazioni di massa sono riconducibili, in gran parte, al contenuto d'umidità del sughero, i dati esposti sono in buon accordo con i valori riportati in letteratura. Palma (1976) riporta valori di umidità del sughero al momento dell'estrazione variabili fra il 15% e il 45% e un'umidità del sughero stagionato all'aria del 5-8%.

Tabella 1. Masse dei campioni di sughero grezzo e variazioni e percentuali rispetto alla massa iniziale rilevate mensilmente durante la stagionatura.

	Classe I/II		Classe III		Classe IV		Classe Macina	
	Massa [kg]	Calo [%]	Massa [kg]	Calo [%]	Massa [kg]	Calo [%]	Massa [kg]	Calo [%]
luglio 2003	47,894	-	45,874	-	47,269	-	47,762	-
agosto 2003	40,411	15,6	38,265	16,6	35,082	25,8	36,951	22,6
settembre 2003	41,175	14,0	39,221	14,5	35,225	25,5	37,279	21,9
ottobre 2003	42,116	12,1	40,146	12,5	36,092	23,6	38,481	19,4
novembre 2003	42,321	11,6	40,345	12,1	36,371	23,1	39,476	17,3
dicembre 2003	43,015	10,2	41,123	10,4	37,186	21,3	40,628	14,9
gennaio 2004	44,011	8,1	42,005	8,4	38,617	18,3	41,943	12,2
febbraio 2004	42,195	11,9	40,148	12,5	35,960	23,9	39,019	18,3
marzo 2004	46,793	2,3	44,872	2,2	41,346	12,5	45,879	3,9
aprile 2004	41,700	12,9	39,737	13,4	35,537	24,8	38,251	19,9
maggio 2004	46,943	2,0	45,468	0,9	42,590	9,9	45,848	4,0
giugno 2004	40,455	15,5	38,558	15,9	34,223	27,6	36,680	23,2
luglio 2004	39,009	18,6	37,062	19,2	32,631	31,0	34,968	26,8
agosto 2004	40,434	15,6	38,522	16,0	34,337	27,4	36,793	23,0
settembre 2004	39,663	17,2	37,697	17,8	33,254	29,6	35,626	25,4
ottobre 2004	39,660	17,2	37,668	17,9	33,245	29,7	35,744	25,2

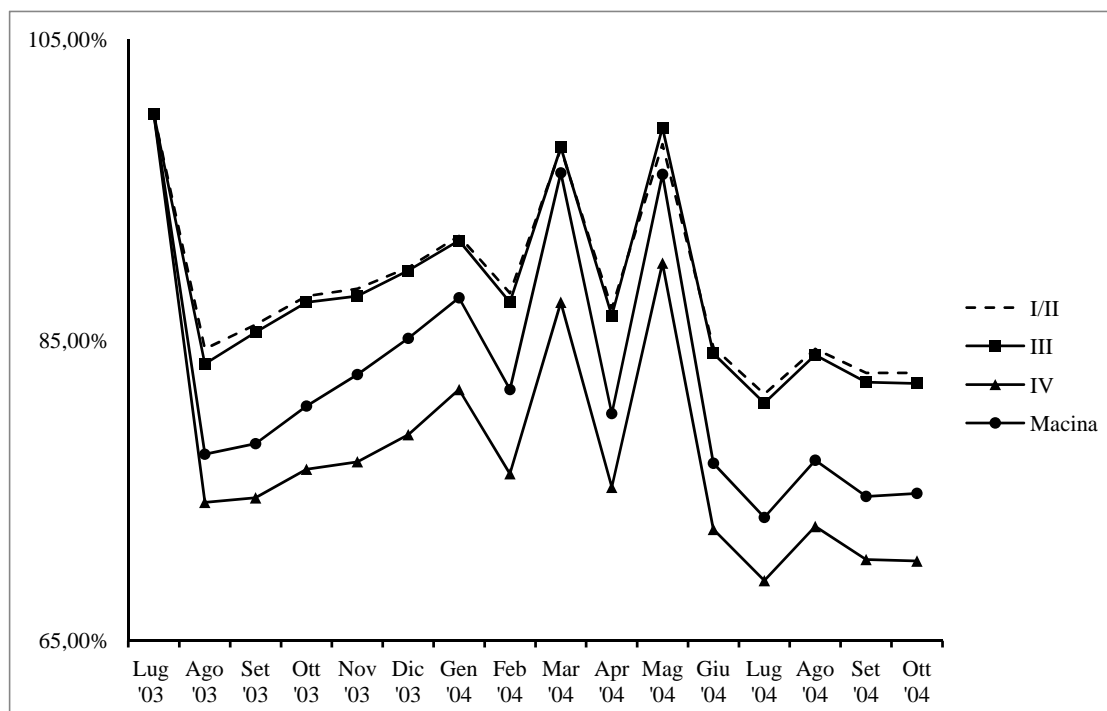


Figura 1. Variazione percentuale delle masse dei campioni di sughero grezzo rilevate mensilmente durante la stagionatura.

Costa e Pereira (1997) riportano un contenuto d'umidità al momento dell'estrazione compreso fra il 21% e il 31% riferito al peso secco e tenori d'umidità del 8-10% al termine della stagionatura all'aria. Gonzalez Adrados e Calvo Haro (1994) riportano che il contenuto d'umidità del sughero al momento dell'estrazione dalla pianta può raggiungere anche il 50% diminuendo rapidamente dopo l'estrazione fino a raggiungere il 14% dopo 10 giorni. Pereira (2007) a riguardo riporta che nelle transazioni è usuale considerare commercialmente secco un sughero col 10% di umidità, valore che si ritiene raggiunto ad un mese dalla decortica.

Trasformazione della materia prima

In tabella 2 sono riassunti, per ciascun periodo di stagionatura, la quantità di materia prima trasformata, il numero e il peso medio dei tappi prodotti per ciascuna classe di qualità visiva considerata. Nella stessa tabella sono riportati anche i tappi classificati

non commerciabili per la presenza di difetti dovuti alla materia prima o al processo di lavorazione.

Tabella 2. Tappi prodotti dalla lavorazione del sughero dopo differenti periodi di stagionatura.

Tempo di stagion.	Sughero grezzo	Classe A		Classe B		Classe C		Classe D		A+B+C+D		Tappi non commerciabili
	[kg]	pezzi	peso medio [g]	pezzi	peso medio [g]	pezzi	peso medio [g]	pezzi	peso medio [g]	pezzi	peso medio [g]	pezzi
3 mesi	13,996	127	2,84	263	2,88	227	2,94	183	3,39	800	3,01	215
6 mesi	13,967	249	2,82	247	2,93	185	3,22	113	3,50	794	3,05	173
9 mesi	13,998	217	2,85	294	2,95	204	3,06	182	3,57	897	3,08	170
14 mesi	13,909	113	2,99	350	3,28	258	3,41	137	3,46	858	3,31	197

Caratteristiche e prestazioni dei tappi prodotti dopo differenti periodi di stagionatura

In tutti i tappi sottoposti a prova il diametro, la lunghezza, l'ovalizzazione e l'umidità sono risultati all'interno delle tolleranze stabilite dall'industria. Per tappi naturali, le tolleranze rispetto ai valori nominali sono di $\pm 0,4$ mm per il diametro, $\pm 0,5$ mm per la lunghezza e $\pm 0,5$ mm per l'ovalizzazione (C.E. Liège, 2002; Stazione Sperimentale del sughero, 1996; ISO 3863, 1989; ISO 4707, 1981). Le tolleranze per l'umidità prevedono valori compresi fra il 3% e l'8% (Stazione Sperimentale del sughero, 1996).

Fra questi caratteri, particolare attenzione è stata posta nell'analisi dei diametri, caratteristica particolarmente importante ai fini della tenuta. Si rileva che i tappi ottenuti dalla lavorazione di sughero stagionato 6 e 9 mesi presentano i valori minimi più bassi e la maggiore dispersione attorno alla media, mentre i diametri dei tappi ottenuti da sughero stagionato 14 mesi risultano meno dispersi e con valori minimi più alti.

L'analisi della varianza mette in evidenza differenze significative tra i periodi di stagionatura ($p < 0,01$): il diametro medio maggiore è stato registrato per i tappi ottenuti da sughero stagionato 14 mesi mentre i valori più bassi sono quelli relativi ai tappi prodotti con sughero stagionato 6 e 9 mesi. I diametri dei tappi delle 16 tesi sperimentali sono riassunti in tabella 3.

Tabella 3. Diametri e lunghezze medi, fra parentesi i valori minimi e massimi, misurati nei tappi prodotti con sughero di diversa stagionatura suddivisi per classe di qualità visiva.

Tempo di stagion.	Classe A		Classe B		Classe C		Classe D	
	Ø [mm]	L [mm]	Ø [mm]	L [mm]	Ø [mm]	L [mm]	Ø [mm]	L [mm]
3 mesi	23,91 (23,81-24,00)	40,00 (39,89-40,12)	23,88 (23,80-23,97)	39,98 (39,84-40,08)	23,82 (23,65-23,93)	40,07 (39,94-40,19)	23,80 (23,75-23,90)	40,04 (39,89-40,20)
6 mesi	23,78 (23,70-23,89)	39,81 (39,69-39,96)	23,77 (23,66-23,90)	39,76 (39,58-39,92)	23,76 (23,62-23,86)	39,77 (39,52-40,11)	23,71 (23,52-23,93)	39,77 (39,59-40,00)
9 mesi	23,79 (23,72-23,91)	40,05 (39,95-40,15)	23,86 (23,71-24,03)	40,06 (39,95-40,18)	23,73 (23,56-23,96)	40,07 (40,01-40,16)	23,70 (23,39-23,95)	40,00 (39,85-40,11)
14 mesi	23,97 (23,91-24,04)	40,17 (40,11-40,34)	23,88 (23,79-24,04)	40,16 (40,04-40,24)	23,98 (23,88-24,12)	40,28 (40,15-40,39)	23,94 (23,74-24,09)	40,27 (40,17-40,46)

Legenda: Ø = diametro, L = lunghezza.

Tabella 4. Confronto fra le medie dei diametri (Test di Tukey).

Tempo di stagionatura	Least square mean [%]	Differenze	p value
3 mesi	23,85	3 mesi-6mesi	< 0,001
		3 mesi-9 mesi	0,002
		3 mesi-14 mesi	< 0,001
6 mesi	23,76	6 mesi-9 mesi	0,903
		6 mesi-14 mesi	< 0,001
9 mesi	23,77	9 mesi-14 mesi	< 0,001
14 mesi	23,94		

Nella tabella 4 è riportato il confronto fra le medie dei diametri dei tappi eseguito col test di Tukey.

Dall'analisi della varianza relativa al fattore qualità visiva, risulta che l'unica differenza significativa riguarda la classe A rispetto alla classe D.

Il recupero del diametro dopo compressione ha fatto registrare un valore medio globale del 97% dopo 1 minuto, del 97,5% dopo 1 ora e del 97,7% 24 ore dopo la compressione. Tali valori rientrano fra quelli normalmente riscontrati e accettati nei rapporti commerciali (Stazione Sperimentale del sughero, 1996). I valori del recupero del diametro dopo compressione sono riassunti in tabella 5.

Considerando che nelle operazioni di cantina le bottiglie vengono normalmente poste in posizione orizzontale fra 10 e 30 minuti dopo la tappatura, il recupero a un'ora dalla compressione si ritiene il più rappresentativo delle normali condizioni d'uso dei tappi.

L'analisi della varianza, effettuata sui recuperi del diametro dopo un'ora dalla compressione evidenzia differenze significative sia tra le classi di qualità visiva ($p < 0,05$) sia tra i periodi di stagionatura ($p < 0,01$).

Tabella 5. Recupero del diametro dopo compressione a 16 mm, espresso in percentuale del diametro iniziale, dei tappi prodotti con sughero di diversa stagionatura suddivisi per classe di qualità visiva.

Tempo di stagion.	Classe A			Classe B			Classe C			Classe D		
	Ø 1'	Ø 1 h	Ø 24 h	Ø 1'	Ø 1 h	Ø 24 h	Ø 1'	Ø 1 h	Ø 24 h	Ø 1'	Ø 1 h	Ø 24 h
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
3 mesi	97,4	97,9	98,0	97,6	98,1	98,2	97,3	97,9	98,0	97,4	97,9	98,1
6 mesi	97,3	97,8	98,2	96,9	97,7	98,0	96,6	97,3	97,6	95,8	96,5	96,9
9 mesi	97,2	97,7	97,9	97,5	97,9	98,1	97,1	97,6	97,8	97,0	97,5	97,7
14 mesi	97,6	98,1	98,4	97,3	97,8	98,1	97,7	98,1	98,4	97,6	98,1	98,2
Media	97,4	97,9	98,1	97,3	97,9	98,1	97,2	97,7	98,0	96,9	97,5	97,7

Legenda: Ø 1' = recupero del diametro 1 minuto dopo la compressione; Ø 1h = recupero del diametro 1 ora dopo la compressione; Ø 24h = recupero del diametro 24 ore dopo la compressione.

Tabella 6. Confronto fra le medie (Test di Tukey) relativo al recupero del diametro 1 ora dopo la compressione.

Tempo di stagionatura	Least square mean [%]	Differenze	p value
3 mesi	97,92	3 mesi-6mesi 3 mesi-9 mesi 3 mesi-14 mesi	< 0,001 0,262 0,713
6 mesi	97,32	6 mesi-9 mesi 6 mesi-14 mesi	0,055 < 0,001
9 mesi	97,67	9 mesi-14 mesi	0,025
14 mesi	98,07		

Classe di qualità	Least square mean	Differenze	p value
A	97,89	A-B A-C A-D	0,991 0,672 0,030
B	97,85	B-C B-D	0,836 0,062
C	97,73	C-D	0,329
D	97,50		

Nella tabella 6 è riportato il confronto fra le medie (test di Tukey) dei recuperi del diametro dopo 1 ora dalla compressione. Da segnalare che queste differenze pur significative statisticamente hanno un'entità che non riveste interesse dal punto di vista pratico.

Relativamente alle prestazioni dei tappi sono state misurate la forza d'estrazione, la progressione del liquido lungo la superficie di separazione fra vetro e sughero e l'assorbimento di vino da parte dei tappi.

Le forze d'estrazione, nei campioni stappati dopo sei mesi di imbottigliamento, presentavano un valore medio globale di 23,75 daN. Nei campioni stappati dopo dodici mesi di imbottigliamento la forza di estrazione media risultava di 24,15 daN. I valori ottenuti rientrano nell'intervallo 15-45 daN riportato nei documenti tecnici di riferimento (Stazione Sperimentale del Sughero, 1996). I dati relativi alle forze d'estrazione sono riassunti nella tabella 7.

L'assorbimento di vino dopo sei e dodici mesi d'imbottigliamento presenta valori medi globali rispettivamente del 36,02% e 48,3% riferiti al peso secco dei tappi. Sugli stessi campioni la progressione del vino lungo la superficie laterale dei tappi presenta valori medi globali uguali a 32,53 mm e 34,52 mm rispettivamente. Come atteso gli assorbimenti di vino dopo 12 mesi sono superiori a quelli dopo 6 mesi per tutte le qualità visive e per tutti i periodi di stagionatura analizzati (Tabella 8).

Le progressioni presentano differenze piccole fra i due periodi d'imbottigliamento analizzati (Tabella 9).

Tabella 7. Forze d'estrazione medie misurate nelle diverse tesi sperimentali.

Tempo di stagionatura	Classe A		Classe B		Classe C		Classe D	
	6 mesi imbott. [daN]	12 mesi imbott. [daN]	6 mesi imbott. [daN]	12 mesi imbott. [daN]	6 mesi imbott. [daN]	12 mesi imbott. [daN]	6 mesi imbott. [daN]	12 mesi imbott. [daN]
3 mesi	19,85	23,19	21,90	20,60	22,26	23,23	28,03	22,39
6 mesi	20,79	21,97	21,55	21,90	26,16	25,95	29,15	28,06
9 mesi	20,61	21,89	20,10	23,19	22,75	25,18	32,06	33,42
14 mesi	21,58	21,77	24,01	22,77	24,40	24,81	24,88	26,14

Tabella 8. Assorbimenti di vino misurati dopo imbottigliamenti di 6 e 12 mesi su tappi prodotti con sughero di diversa stagionatura.

Tempo di stagionatura	Classe A		Classe B		Classe C		Classe D	
	6 mesi imbott. [%]	12 mesi imbott. [%]	6 mesi imbott. [%]	12 mesi imbott. [%]	6 mesi imbott. [%]	12 mesi imbott. [%]	6 mesi imbott. [%]	12 mesi imbott. [%]
3 mesi	29,69	43,01	36,33	52,77	43,72	46,95	32,95	50,74
6 mesi	19,51	33,09	36,22	39,70	33,49	61,98	41,22	54,64
9 mesi	43,78	53,46	47,00	53,76	56,51	62,36	49,18	54,64
14 mesi	29,01	45,40	28,94	43,23	24,61	38,35	24,19	38,84

L'analisi della varianza relativa all'assorbimento di vino fa rilevare, per il fattore stagionatura, un p-value < 0,001 sia per negli imbottigliamenti a 6 mesi sia per quelli a 12 mesi. Il confronto fra le medie degli assorbimenti evidenzia che i tappi prodotti con sughero stagionato 9 mesi registrano valori più alti e significativamente diversi da quelli di tutti gli altri tappi; i tappi ottenuti da sughero stagionato 14 mesi presentano gli assorbimenti di vino più bassi.

Tabella 9. Progressioni di vino misurate dopo imbottigliamenti di 6 e 12 mesi su tappi prodotti con sughero di diversa stagionatura.

Tempo di stagionatura	Classe A		Classe B		Classe C		Classe D	
	6 mesi imbott. [mm]	12 mesi imbott. [mm]	6 mesi imbott. [mm]	12 mesi imbott. [mm]	6 mesi imbott. [mm]	12 mesi imbott. [mm]	6 mesi imbott. [mm]	12 mesi imbott. [mm]
3 mesi	37,87	37,70	37,05	39,65	38,22	36,70	33,26	37,73
6 mesi	22,11	26,10	31,09	31,47	30,19	35,43	30,98	34,40
9 mesi	38,48	39,82	39,90	39,85	39,62	39,64	39,18	38,41
14 mesi	30,35	32,88	26,81	27,67	24,49	28,41	20,87	26,42

Per il fattore qualità visiva si è ottenuto un p-value = 0,001 per gli imbottigliamenti a 6 mesi e un p-value = 0,025 per quelli a 12 mesi. Il confronto fra le medie evidenzia che i

tappi di classe A presentano in ogni caso gli assorbimenti di vino più bassi; negli imbottigliamenti a 6 mesi gli assorbimenti sono significativamente diversi da quelli di tutte le altre classi di qualità visiva, mentre a 12 mesi le differenze sono significative solo fra tappi di classe A e quelli di classe C. I confronti fra le medie per l'assorbimento di vino sono riassunti nelle tabelle 10 e 11.

Relativamente alla progressione di vino lungo la superficie laterale dei tappi, per il fattore stagionatura l'analisi della varianza fa rilevare un p-value < 0,001 negli imbottigliamenti a 6 mesi e a 12 mesi. Il confronto fra le medie evidenzia che i tappi prodotti con sughero stagionato 9 mesi registrano in ogni caso le progressioni più elevate e significativamente diverse da quelle dei tappi ottenuti da sughero stagionato 6 e 14 mesi; i tappi ottenuti da sughero stagionato 14 mesi presentano le progressioni di vino più basse.

Tabella 10. Confronto fra le medie (Test di Tukey) relativo all'assorbimento di vino dopo imbottigliamento di 6 mesi.

Tempo di stagionatura	Least square mean [%]	Differenze	p value
3 mesi	35,68	3 mesi-6mesi 3 mesi-9 mesi 3 mesi-14 mesi	0,563 < 0,001 0,001
6 mesi	32,61	6 mesi-9 mesi 6 mesi-14 mesi	< 0,001 0,061
9 mesi	49,12	9 mesi-14 mesi	< 0,001
14 mesi	26,69		

Classe di qualità	Least square mean	Differenze	p value
A	30,50	A-B A-C A-D	0,027 0,001 0,036
B	37,12	B-C B-D	0,724 1
C	39,58	C-D	0,662
D	36,88		

In riferimento alla qualità visiva l'analisi della varianza non ha evidenziato differenze significative fra le tesi sperimentali. I confronti fra le medie per la progressione di vino sono riassunti nelle tabelle 12 e 13.

Tabella 11. Confronto fra le medie (Test di Tukey) relativo all'assorbimento di vino dopo imbottigliamento di 12 mesi.

Tempo di stagionatura	Least square mean [%]	Differenze	p value
3 mesi	48,37	3 mesi-6mesi 3 mesi-9 mesi 3 mesi-14 mesi	0,986 0,045 0,087
6 mesi	47,35	6 mesi-9 mesi 6 mesi-14 mesi	0,017 0,184
9 mesi	56,06	9 mesi-14 mesi	< 0,001
14 mesi	41,46		

Classe di qualità	Least square mean	Differenze	p value
A	43,74	A-B A-C A-D	0,602 0,017 0,174
B	47,36	B-C B-D	0,312 0,852
C	52,41	C-D	0,791
D	49,72		

Tabella 12. Confronto fra le medie (Test di Tukey) relativo alla progressione di vino dopo imbottigliamento di 6 mesi.

Tempo di stagionatura	Least square mean [mm]	Differenze	p value
3 mesi	36,60	3 mesi-6mesi 3 mesi-9 mesi 3 mesi-14 mesi	< 0,001 0,133 < 0,001
6 mesi	28,42	6 mesi-9 mesi 6 mesi-14 mesi	< 0,001 0,123
9 mesi	39,30	9 mesi-14 mesi	< 0,001
14 mesi	25,63		

Tabella 13. Confronto fra le medie (Test di Tukey) relativo alla progressione di vino dopo imbottigliamento di 12 mesi.

Tempo di stagionatura	Least square mean [mm]	Differenze	p value
3 mesi	37,95	3 mesi-6mesi 3 mesi-9 mesi 3 mesi-14 mesi	< 0,001 0,494 < 0,001
6 mesi	31,85	6 mesi-9 mesi 6 mesi-14 mesi	< 0,001 0,024
9 mesi	39,43	9 mesi-14 mesi	< 0,001
14 mesi	28,85		

Per tappi di 1° qualità visiva, Gonzalez-Adrados *et al.* (2008) riportano un assorbimento di vino medio del 26,27% per imbottigliamenti a 6 mesi e del 28,11% per imbottigliamenti a 12 mesi e una progressione media di 24,00 mm per imbottigliamenti a 6 mesi e di 30,80 mm per imbottigliamenti a 12 mesi. Nel presente lavoro per tappi della classe A ottenuti da sughero stagionato 14 mesi, assimilabili alla 1° classe di qualità visiva del lavoro citato, gli assorbimenti medi di vino sono risultati rispettivamente del 29,01% e del 45,4% e le progressioni di 30,35 mm e 32,88 mm. Per il confronto dei dati è necessario tener conto che gli assorbimenti riportati da Gonzalez-Adrados *et al.* (2008) sono espressi come rapporto percentuale fra la differenza dei pesi del tappo dopo l'estrazione e prima dell'imbottigliamento e il peso secco, mentre gli assorbimenti del presente lavoro sono espressi come rapporto percentuale fra differenza dei pesi del tappo dopo l'estrazione e dopo essiccazione in stufa e il peso secco. La differente modalità di espressione dei risultati fa sì che gli assorbimenti riportati nel presente lavoro includano il contenuto d'umidità dei tappi prima dell'utilizzo (valutabile tra il 5% e il 6%). Relativamente alle progressioni di vino, Gonzalez-Adrados *et al.* (2008) esprimono questa variabile come media di 8 misure equidistanti prese sull'intera superficie laterale del tappo, mentre nel presente lavoro la progressione è espressa come picco massimo di risalita lungo la superficie laterale. Tenuto conto di queste differenze, si può affermare che per i tappi di qualità visiva A ottenuti da sughero stagionato 14 mesi gli assorbimenti e le progressioni registrati nel presente lavoro sono in buon accordo con quanto riportato da questi autori.

Conclusioni

Il sughero della partita analizzata ha evidenziato un forte calo di peso un mese dopo la decortica; successivamente sono stati registrati valori variabili, legati all'andamento climatico in considerazione che la stagionatura è avvenuta all'aperto. I valori più bassi sono stati registrati un anno dopo la decortica con un calo di peso globale del 24,7%.

In tutti i controlli, i cali sono risultati mediamente maggiori per le classi IV e macina rispetto alle classi I/II e III.

Prove d'imbottigliamento della durata di sei e dodici mesi, eseguite utilizzando i tappi ottenuti da sughero stagionato per periodi differenti, hanno evidenziato che l'assorbimento e la progressione del vino aumentano all'aumentare della permanenza in bottiglia per tutte le qualità visive e per tutti i periodi di stagionatura. L'analisi della varianza relativa all'assorbimento e alla progressione di vino ha evidenziato differenze significative per il fattore stagionatura: i valori medi più alti sono stati registrati per i tappi prodotti da sughero stagionato 9 mesi, quelli più bassi per i tappi ottenuti da sughero stagionato 14 mesi. Si osserva che in corrispondenza di questi stessi periodi di stagionatura, i diametri dei tappi prima dell'utilizzo avevano evidenziato i valori minimi più bassi e la maggiore dispersione attorno alla media per le lavorazioni dopo 6 e 9 mesi, mentre i diametri dei tappi ottenuti da sughero stagionato 14 mesi risultavano meno dispersi e con valori minimi più alti.

Lo studio dell'influenza del periodo di stagionatura del sughero sulle prestazioni dei tappi necessita di ulteriori prove su sugheri di differente origine.

Ringraziamenti

Si ringraziano i Sigg. Gavino Saba e Walter Ortu per il contributo tecnico allo svolgimento delle attività di selezione e trasformazione del sughero grezzo e per la partecipazione all'attività di prova; si ringrazia il Sig. Manlio Gala per la partecipazione all'attività di prova.

Bibliografia

C.E. Liège (2002). *Codice Internazionale delle Pratiche per la Produzione dei Tappi di Sughero*. 4^a edizione. Ed. Confédération Européenne du Liège.

Costa A. e Pereira H. (1997). *Humidade e calibre da cortiça após o descortiçamento e durante as fases de cozedura e secagem*. Sobreiro e Cortiça. Atti European conference on Cork Oak and Cork, 5-7 May 1997, Lisboa. (Ed.) H. Pereira, 347-353.

Fernandez P. (2004). *Influência do período de estabilização e da cozedura na largura dos anéis de crescimento, no coeficiente de porosidade da cortiça e em algumas características tecnológicas das rolhas de cortiça natural*. Graduation Thesis. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.

Gonzalez Adrados J.R. e Calvo Haro R.M. (1994). *Variacion de la humedad de equilibrio del corcho en plancha con la humedad relativa. Modelos de regresion no lineal para las isotermas de adsorcion*. Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales - Vol. 3 (2), 199-209.

González Adrados J.R., González-Hernández F., García de Ceca J.L., Càceres-Esteban M.J. and García-Vallejo M.C. (2008). *Wine absorption by cork stoppers* Spanish journal of agricultural research. 6(4), 645-649.

ISO 3863 (1989). *Cylindrical cork stoppers – Dimensional characteristics, sampling, packaging and marking*.

ISO 4707 (1981) *Liège – Bouchons – Echantillonnage en vue du controle des caractéristiques dimensionnelles*.

Palma P. (1976). *Il sughero*. Estratto da Tecnologia del legno “Le prove ed i legnami di più frequente impiego” volume 3 pagg. 278-333 di G. Giordano. Ed. Utet.

Pereira H. (2007). *Cork: Biology, Production and Uses*. Helena Pereira Ed., Elsevier.

Stazione Sperimentale del Sughero, Istituto di Enologia Università Cattolica del Sacro Cuore – Piacenza, (1996). *Disciplinare sulla produzione ed utilizzo del tappo di sughero in enologia*. Ed. Stazione Sperimentale del Sughero. Tempio Pausania.

UNI 10896 (2001) Sughero Vocabolario.