

Agris

Agenzia pro sa chirca in agricultura
Agenzia regionale per la ricerca in agricultura



REGIONE
AUTONOMA
DELLA SARDEGNA

QUADERNI DEL DIRSS

DIPARTIMENTO DELLA RICERCA PER IL SUGHERO E LA SELVICOLTURA

N° 7

Effetti della stagionatura del sughero sulla tenuta dei tappi monopezzo. Primo contributo

M. Giua, F. Pampiro, G. Marzeddu, C. Dimauro, G. Gaspa

Tempio Pausania
2013

Effetti della stagionatura del sughero sulla tenuta di tappi mono pezzo. Primo contributo

M. Giua⁽¹⁾, F. Pampiro⁽¹⁾, G. Marzeddu⁽¹⁾, C. Dimauro⁽²⁾, G. Gaspa⁽²⁾

⁽¹⁾ *Agris Sardegna – Dipartimento della Ricerca per il Sughero e la Silvicultura, via Limbara 9, 07029 Tempio Pausania – Italia.*

⁽²⁾ *Dipartimento di Agraria – Sezione di Scienze Zootecniche - Università di Sassari, viale Italia, 07100 Sassari – Italia.*

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

Riassunto

È stata studiata la tenuta ai liquidi di tappi naturali in relazione alla durata e alle condizioni di stagionatura del sughero, alla qualità visiva e al tempo d'utilizzo. Per la sperimentazione è stato utilizzato sughero di un'unica provenienza, stagionato in due cataste, una all'aperto ed una sotto copertura, per 3, 6, 9, 14 e 21 mesi. Al termine di ciascun periodo sono stati prodotti tappi naturali che sono stati suddivisi in quattro classi di qualità visiva. La sperimentazione è stata effettuata sulle due classi estreme A (alta qualità visiva) e D (bassa qualità visiva). Tutti i campioni sono stati testati subito dopo la produzione e dopo 3 mesi.

Sono stati analizzati assorbimento e progressione di vino dopo 8 giorni dall'imbottigliamento, tenuta ai liquidi e recupero del diametro dopo compressione.

La durata della stagionatura ha influenzato tutti i caratteri studiati. In particolare l'analisi ha evidenziato che i tappi con migliori prestazioni risultano quelli prodotti da sughero stagionato 3, 14 e 21 mesi. L'aumento dell'assorbimento e della progressione di vino e la minore tenuta registrati in corrispondenza di 6 e 9 mesi di stagionatura confermano i risultati di una precedente sperimentazione.

La stagionatura sotto copertura sembra influenzare negativamente l'assorbimento e la progressione di vino.

Per testare le prestazioni dei tappi oggetto dello studio in condizioni di utilizzo sono in corso prove di imbottigliamento in cantina della durata di 18 mesi.

Parole chiave: tappi, sughero, stagionatura, tenuta, assorbimento, progressione;

Abstract

A study on the liquid tightness of natural corks in relation to the duration and conditions of seasoning of the cork, the visual quality and the time of use was carried out.

For the experiment it was used a batch of cork of a single origin, seasoned in two piles, one outdoor and the other under cover, during 3, 6, 9, 14 and 21 months.

At the end of each period were produced natural stoppers which were divided into four classes of visual quality. The experiment was carried out on the two extreme classes: A (high visual

quality) and D (low visual quality). All the samples were tested immediately after production and after 3 months. Absorption and progression of wine after 8 days of bottling, liquid tightness and recovery of the diameter after compression were analyzed. The duration of seasoning influenced all the characters studied. In particular, the analysis showed that the stoppers with better performance are those produced from cork seasoned 3, 14 and 21 months. The increase in absorption and progression of wine and the lower tightness registered for the stoppers obtained from cork seasoned 6 and 9 months confirm the results of a previous study. The seasoning undercover seems to negatively affect the absorption and the progression of wine. Bottling tests during 18 months are in progress to evaluate the performance of stoppers in winery conditions.

Key words: cork, stoppers, seasoning, liquid tightness, absorption, progression of wine.

Introduzione

Il Codice Internazionale per la produzione dei tappi di sughero prevede un periodo di stagionatura successivo alla raccolta di almeno 6 mesi (C.E. Liège, 2011). Tale intervallo di tempo, è ritenuto necessario per far assumere al sughero le caratteristiche tecnologiche idonee alla lavorazione.

Precedenti studi sull'influenza della durata della stagionatura effettuati con sughero di 3, 6, 9 e 14 mesi avevano messo in evidenza che i tappi prodotti da sughero stagionato 9 mesi presentavano, in prove di imbottigliamento a 6 e a 12 mesi, le prestazioni peggiori in termini di tenuta, assorbimenti di vino e progressioni (Giua e al., 2012).

Il presente lavoro si propone, attraverso test di laboratorio, di approfondire le conoscenze sulla tenuta ai liquidi di tappi monopezzo ottenuti da sughero stagionato per periodi differenti.

Materiali e metodi

Per la sperimentazione è stato utilizzato un campione di circa 400 kg di sughero di 10 anni di un'unica provenienza estratto a fine giugno 2009, appartenente alle classi I-II commerciale.

Il sughero è stato preventivamente selezionato per verificarne il calibro (spessore) e l'assenza di anomalie e difetti e quindi avviato alla stagionatura. A tal fine sono state costituite 2 cataste su un'area pavimentata; una catasta è stata collocata all'aperto ed una sotto copertura. Le plance di sughero destinate alla trasformazione in tappi sono state poste nella parte centrale di ciascuna catasta allo scopo di limitare la variabilità dovuta alla diversa posizione di stoccaggio.

Sono stati esaminati 5 periodi di stagionatura: 3 mesi, 6 mesi, 9 mesi, 14 mesi e 21 mesi.

Al termine di ciascun periodo, da ogni catasta sono stati prelevati circa 20 kg di sughero. Dopo ciascun prelievo le cataste sono state ricostituite.

Le plance prelevate sono state rifilate per regolarizzarne i contorni e quindi bollite presso l'impianto pilota del laboratorio¹. Dopo la bollitura il sughero è stato fatto stabilizzare fino al raggiungimento di un contenuto d'umidità di circa il 10%. Le fasi di lavorazione successive alla bollitura sono state eseguite presso un sugherificio del nord Sardegna. I tappi ottenuti, di dimensioni nominali 24 x 40 mm, sono stati lavati con acqua e trattati con lubrificanti siliconici. I tappi prodotti sono stati suddivisi in quattro classi di qualità visiva (A, B, C e D) in conformità al Disciplinare (AA.VV., 2011).

Il piano sperimentale, schematizzato in figura 1, si compone delle seguenti tesi:

- a) Tesi Copertura. Il sughero è stato stagionato in due cataste, una all'aperto (secondo il metodo tradizionale) ed una sotto copertura al riparo dalle precipitazioni.
- b) Tesi stagionatura. Da ciascuna catasta (all'aperto e sotto copertura), dopo 3 mesi, 6 mesi, 9 mesi, 14 mesi e 21 mesi di stagionatura, sono state prelevate le plance destinate alla lavorazione.
- c) Tesi qualità visiva. I tappi ottenuti sono stati classificati in quattro classi di qualità visiva: A, B, C e D². Per la sperimentazione sono stati utilizzati solo i tappi delle classi visive A e D al fine di rendere evidenti con maggiore efficacia le eventuali differenze legate alla qualità visiva.
- d) Tesi tempo d'utilizzo. I campioni di tappi da testare sono stati suddivisi in 2 parti: una è stata esaminata subito dopo la produzione, l'altra dopo 3 mesi.

¹ Agris Sardegna, Dipartimento della ricerca per il sughero e la silvicoltura, Tempio Pausania.

² La qualità visiva dei tappi decresce passando dalla classe A alla classe D.

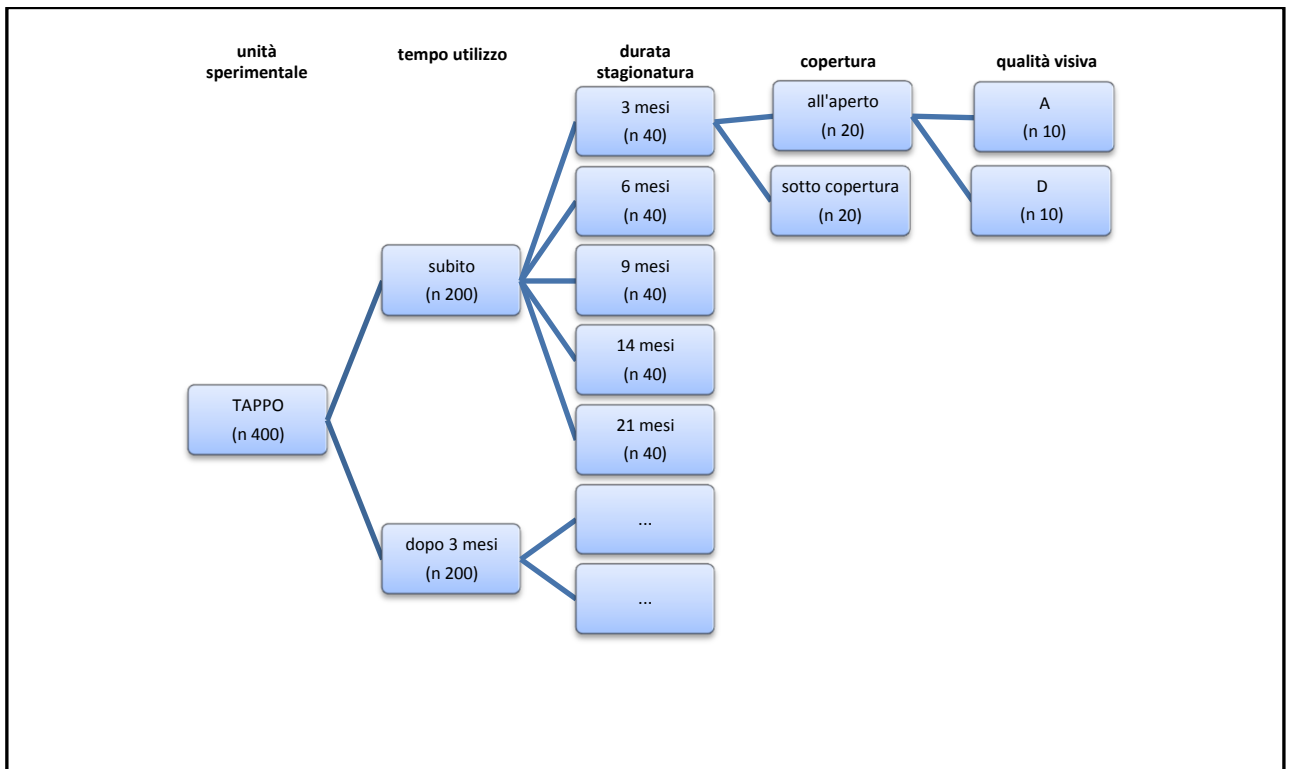


Figura 1. Schema del disegno sperimentale; n = numero di unità sperimentali.

I tappi sono stati caratterizzati attraverso i seguenti controlli:

Controllo delle dimensioni (ISO 9727 – 1: 2007), controllo della massa e della massa volumica (ISO 9727 – 2: 2007), controllo del contenuto d'umidità col metodo gravimetrico (ISO 9727 – 3: 2007). Per testare le prestazioni dei tappi sono state eseguite le seguenti prove:

- Controllo dell'assorbimento e della progressione di vino dopo imbottigliamento della durata di 8 giorni. Per la prova sono state utilizzate bottiglie bordolesi da 750 ml riempite con vino rosso. Tre ore dopo la tappatura le bottiglie sono state poste in posizione orizzontale e tenute ad una temperatura di 15 – 20 °C. Al termine del periodo di conservazione le bottiglie sono state stappate e sono stati misurati assorbimento e progressione di vino. L'assorbimento è stato misurato come differenza fra la massa del tappo rilevata al termine della prova e la massa

iniziale, mentre la progressione del vino lungo la superficie laterale del tappo è stata misurata nel punto di massima risalita.

- Controllo della tenuta ai liquidi in conformità alla Norma ISO 9727-6: 2007. Per la prova sono stati utilizzati tubi di vetro con diametro 17,5 mm.
- Controllo del recupero del diametro dopo compressione in conformità alla Norma ISO 9727-4: 2007. I tappi testati sono stati compressi sino al diametro di 16 mm ed il recupero è stato rilevato dopo 1 minuto, dopo 1 ora e dopo 24 ore. Per ciascun campione sono state eseguite due misure del diametro, una nella direzione degli accrescimenti annuali del sughero ed una in direzione perpendicolare.

Le unità sperimentali testate per ciascuna prova e i fattori considerati sono riassunti in tabella 1.

Tabella 1. Unità sperimentali (tappi) testate per le tre prove (assorbimento e progressione, tenuta, recupero del diametro).

Tesi sperimentale	Descrizione	N° Livelli	Codifica	N° unità sperimentali per livello
Stagionatura (s)	Durata della stagionatura del sughero	i=1, ..., 5	3 mesi	80
			6 mesi	80
			9 mesi	80
			14 mesi	80
			21 mesi	80
Copertura (c)	Condizioni di stagionatura del Sughero	j =1, 2	S (Sotto copertura)	200
			N (All'aperto)	200
Qualità (q)	Classe di qualità visiva del tappo	k =1, 2	A	200
			D	200
Tempo utilizzo (t)	Periodo di utilizzo dei tappi dopo la produzione	m =1, 2	Subito	200
			Dopo 3 mesi	200
Numero totale unità sperimentali per ciascuna prova				400

L'effetto dei fattori di classificazione sulle prestazioni dei tappi (variabili risposta y, assorbimento, progressione, tenuta e recupero) è stato testato mediante analisi di varianza con l'applicazione del seguente modello lineare

$$y_{ijkm} = \mu + s_i + c_j + q_k + t_m + \varepsilon$$

dove μ è la media generale, s , c , q , t le tesi sperimentali (tabella 1) ed ε il residuo non spiegato.

Risultati e discussione

Le medie grezze per le variabili diametro, lunghezza, massa, massa volumica e contenuto d'umidità dei tappi sono riportate in tabella 2.

Le dimensioni medie dei tappi rientrano nelle tolleranze accettate dai disciplinari di $\pm 0,5$ mm per il diametro e $\pm 0,6$ mm per la lunghezza. La massa volumica rientra nell'intervallo $135 \div 225$ kg/m³ indicato per i tappi naturali e l'umidità rientra nell'intervallo del $3 \div 8\%$ (AA. VV., 2011).

Tabella 2. Medie, intervalli di confidenza ($\alpha=0,05$) e coefficienti di variazione delle variabili utilizzate per la caratterizzazione dei campioni.

Variabile	Media	Intervallo di confidenza		Coeff. variazione
		Limite inferiore	Limite superiore	
Lunghezza (mm)	40,08	40,06	40,10	0,5%
Diametro (mm)	24,32	24,31	24,33	0,4%
Massa (g)	3,43	3,38	3,47	12,6%
Massa volumica (kg/m ³)	184,06	181,77	186,35	12,7%
Umidità (%)	5,04	4,93	5,15	23,0%

I bassi valori dei coefficienti di variazione indicano che i campioni sottoposti a prova sono molto omogenei sia dal punto di vista del processo produttivo (diametro e lunghezza) sia per quanto riguarda la materia prima (massa e massa volumica).

Analisi delle prestazioni dei tappi

L'assorbimento e la progressione di vino mostrano differenze significative in relazione a quasi tutti i fattori di classificazione considerati (tabella 3).

Tabella 3. Significatività (P-value) dei fattori di variabilità rispetto all'assorbimento e alla progressione.

Fattori di variabilità	Assorbimento P-value	Progressione P-value
Stagionatura	<0,001	<0,001
Copertura	0,016	0,028
Qualità	<0,001	0,005
Tempo d'utilizzo	0,005	0,106

In tabella 4 sono riportati i valori medi e le deviazioni standard delle due variabili studiate in rapporto ai diversi fattori di variabilità.

Tabella 4. Valori medi e deviazioni standard dell'assorbimento e della progressione di vino per le diverse tesi sperimentali.

<i>Tesi Stagionatura</i>	3 mesi		6 mesi		9 mesi		14 mesi		21 mesi	
	media	ds	media	ds	media	ds	media	ds	media	ds
assorbimento (mg/tappo)	56	42	109	65	104	80	92	62	65	46
progressione (mm)	0,0	0,0	10,0	9,4	5,8	9,6	1,2	4,6	2,2	6,6

<i>Tesi Copertura</i>	N		S	
	media	ds	media	ds
assorbimento (mg/tappo)	77	57	92	69
progressione (mm)	3,0	7,5	4,6	8,1

<i>Tesi Qualità</i>	A		D	
	media	ds	media	ds
assorbimento (mg/tappo)	61	49	109	68
progressione (mm) ⁽¹⁾	4,8	8,6	2,7 ¹	6,7

<i>Tesi Tempo d'utilizzo</i>	Subito		Dopo 3 mesi	
	media	ds	media	ds
assorbimento (mg/tappo)	76	57	93	69
progressione (mm)	3,2	7,1	4,3	8,4

⁽¹⁾ Il dato si riferisce ad un numero ridotto di tappi e quindi poco attendibile.

I confronti multipli, relativi all'assorbimento e alla progressione, effettuati all'interno dei livelli di stagionatura sono riportati nelle tabelle 5 e 6.

Tabella 5. Confronto fra le medie (Test di Tukey) relativo all'assorbimento di vino in prove d'imbottigliamento di 8 giorni in base ai fattori di classificazione considerati.

Tempo di stagionatura	Differenze	p value
3 mesi	3 mesi-6mesi	<0,001
	3 mesi-9 mesi	<0,001
	3 mesi-14 mesi	<0,001
	3 mesi-21mesi	0,825
6 mesi	6 mesi-9 mesi	0,976
	6 mesi-14 mesi	0,310
	6 mesi-21 mesi	<0,001
9 mesi	9 mesi-14 mesi	0,673
	9 mesi-21 mesi	<0,001
14 mesi	14 mesi-21 mesi	0,013

Tabella 6. Confronto fra le medie (Test di Tukey) relativo alla progressione di vino in prove d'imbottigliamento di 8 giorni in base ai fattori di classificazione considerati.

Tempo di stagionatura	Differenze	p value
3 mesi	3 mesi-6mesi	<0,001
	3 mesi-9 mesi	<0,001
	3 mesi-14 mesi	0,828
	3 mesi-21mesi	0,232
6 mesi	6 mesi-9 mesi	0,002
	6 mesi-14 mesi	<0,001
	6 mesi-21 mesi	<0,001
9 mesi	9 mesi-14 mesi	<0,001
	9 mesi-21 mesi	0,011
14 mesi	14 mesi-21 mesi	0,852

I valori di assorbimento e di progressione (tabella 4) significativamente più bassi sono stati registrati a 3 mesi. A 6 mesi, invece, l'assorbimento e la progressione raggiungono i valori massimi mantenendosi elevati anche a 9 mesi per poi diminuire a 14 mesi. A 21 mesi l'assorbimento presenta valori non significativamente diversi rispetto a quelli registrati per il sughero con 3 mesi di stagionatura.

Per quanto riguarda il fattore copertura, l'assorbimento e la progressione di vino dei tappi prodotti da sughero stoccato all'aperto risultano significativamente inferiori a quelli ottenuti da sughero stoccato sotto copertura.

Relativamente all'influenza della qualità visiva i tappi di classe A presentano assorbimenti minori rispetto ai tappi di classe D. Relativamente alla progressione va

precisato che alcuni tappi di classe D si sono rotti durante l'estrazione e su questi non è stato possibile misurare questo carattere.

La mancanza di questi dati non consente di valutare l'influenza del fattore qualità visiva sulla progressione.

Per quanto riguarda l'influenza del tempo d'utilizzo, l'assorbimento di vino nei tappi utilizzati subito dopo la produzione è risultato significativamente più basso rispetto ai tappi utilizzati tre mesi dopo la produzione. La progressione non ha fatto registrare differenze significative rispetto al fattore tempo di utilizzo.

I risultati delle prove di tenuta sono riportati in tabella 7. Nessuno dei tappi testati ha mostrato colatura e il 47,3% dei campioni ha presentato progressione uguale a 0 anche in corrispondenza della pressione massima applicata. Come atteso si nota una crescita lineare della progressione al crescere della pressione applicata.

Tabella 7. Progressioni misurate nelle prove di tenuta al variare delle pressioni applicate.

Variabile	Progressione (mm)		Percentuale tappi a tenuta totale
	Media	Dev std	
Tenuta a 0,3 bar	1,0	2,1	71,3%
Tenuta a 0,6 bar	1,3	2,4	64,0%
Tenuta a 0,9 bar	1,6	2,6	57,3%
Tenuta a 1,2 bar	1,8	2,7	51,5%
Tenuta a 1,5 bar	2,1	2,9	47,3%

Ai fini della valutazione della prova, si analizza in maggior dettaglio la progressione alla pressione massima applicata (tabelle 8 e 9). L'analisi di varianza evidenzia che la tenuta è limitatamente influenzata dalla durata della stagionatura del sughero, fortemente dalla qualità visiva dei tappi (tabella 8), mentre copertura e tempo d'utilizzo non hanno evidenziato differenze significative. Dall'analisi della tabella 9 si evince che tendenzialmente i tappi prodotti da sughero stagionato 3 e 14 mesi hanno presentato le progressioni inferiori mentre quelli prodotti con sughero di 6 mesi hanno fatto registrare le medie più alte. I tappi di qualità visiva migliore presentano progressioni significativamente minori rispetto a quelli di qualità D.

Tabella 8 Significatività (P-value) dei fattori di variabilità rispetto alla tenuta a 1,5 bar.

Fattori di variabilità	Tenuta P-value
stagionatura	0,04
copertura	0,985
qualità visiva	<0,001
tempo d'utilizzo	0,243

Tabella 9. Valori medi e deviazioni standard della progressione in prove di tenuta a 1,5 bar per le diverse tesi sperimentali.

<i>Tesi Stagionatura</i>	3 mesi		6 mesi		9 mesi		14 mesi		21 mesi	
	media	ds	media	ds	media	ds	media	ds	media	ds
progressione (mm)	1,7	2,1	2,9	3,5	2,1	3,2	1,4	2,1	2,1	3,3

<i>Tesi Copertura</i>	N		S	
	media	ds	media	ds
progressione (mm)	2,1	2,8	2,1	3,0

<i>Tesi Qualità</i>	A		D	
	media	ds	media	ds
progressione (mm)	0,8	1,7	3,3	3,3

<i>Tesi Tempo d'utilizzo</i>	Subito		Dopo 3 mesi	
	media	ds	media	ds
progressione (mm)	2,2	2,8	1,9	3,0

I risultati della prova di recupero del diametro del tappo dopo compressione sono riportati in tabella 10. I recuperi maggiori sono stati registrati 24 ore dopo la sollecitazione e sono molto simili a quelli registrati dopo un ora.

Tabella 10. Recuperi del diametro dopo compressione espressi in percentuale del diametro iniziale.

Variabile	Media	ds
Recupero Ø dopo 1 minuto	96,9%	0,6%
Recupero Ø dopo 1 ora	97,5%	0,6%
Recupero Ø dopo 24 ore	97,8%	0,5%

Questi dati indicano che il tappo recupera gran parte del diametro iniziale nel primo minuto successivo alla compressione; entro la prima ora si registra un'ulteriore recupero di circa lo 0,6%, mentre il recupero successivo è minore.

Ai fini della valutazione della prova, si analizza in maggior dettaglio il recupero un'ora dopo la compressione. L'analisi di varianza evidenzia che il recupero del diametro dopo compressione è significativamente influenzato dalla durata della stagionatura, dalla copertura e dalla qualità visiva dei tappi mentre il tempo d'utilizzo non ha fatto rilevare differenze apprezzabili (tabelle 11 e 12). Va rilevato che le differenze fra le diverse tesi sperimentali, se pur significative dal punto di vista statistico, sono comunque piccole e anche i campioni con i recuperi più bassi presentano medie congruenti con i valori normalmente rilevati nei prodotti commerciali.

Tabella 11. Significatività (P-value) dei fattori di variabilità rispetto al recupero del diametro 1 ora dopo la compressione.

Fattori di variabilità	P
stagionatura	<0,001
copertura	0,000
qualità	0,000
tempo d'utilizzo	0,814

I maggiori recuperi si registrano nei tappi prodotti con sughero stagionato 21 mesi mentre i tappi prodotti con sughero stagionato 6 mesi presentano il minore recupero medio.

Tabella 12. Valori medi e deviazioni standard dei recuperi del diametro dopo compressione per le diverse tesi sperimentali misurati un'ora dopo la compressione.

<i>Tesi Stagionatura</i>	3 mesi		6 mesi		9 mesi		14 mesi		21 mesi	
	media	ds	media	ds	media	ds	media	ds	media	ds
rec. del diametro (%)	97,5	0,4	97,1	0,5	97,6	0,6	97,3	0,5	97,9	0,3

<i>Tesi Copertura</i>	N				S	
	media		ds		media	ds
recupero del diametro (%)	97,4		0,6		97,6	0,5

<i>Tesi Qualità</i>	A		D	
	media	ds	media	ds
recupero del diametro (%)	97,6	0,5	97,4	0,6

<i>Tesi Tempo d'utilizzo</i>	Subito		Dopo 3 mesi	
	media	ds	media	ds
recupero del diametro (%)	97,5	0,6	97,5	0,5

Conclusioni

Dall'analisi condotta risulta che la durata della stagionatura ha influenzato tutti i caratteri studiati. I tappi prodotti da sughero stagionato 3 mesi hanno evidenziato l'assorbimento e la progressione più bassi nelle prove di imbottigliamento e i migliori valori di tenuta e di recupero del diametro dopo compressione. Aumentando la durata della stagionatura si è registrato un incremento della progressione e dell'assorbimento di vino per i tappi prodotti da sughero stagionato 6 e 9 mesi e, successivamente, una diminuzione di questi fenomeni in corrispondenza di 14 e 21 mesi di stagionatura. La tenuta e il recupero del diametro dopo compressione hanno evidenziato un andamento simile con diminuzione dei valori a 6 e 9 mesi e un successivo aumento a 14 e 21 mesi quando le medie si sono riportate ai valori registrati per i tappi prodotti da sughero di 3 mesi.

Dalla presente indagine emerge, pertanto, che i tappi con migliore prestazione risultano quelli prodotti da sughero stagionato 3, 14 e 21 mesi. Questo andamento appare di difficile lettura e allo stato attuale non si è in grado di formulare ipotesi sulle possibili cause del fenomeno.

I tappi ottenuti da sughero stagionato all'aperto hanno presentato minori assorbimenti e progressioni di vino e maggiori recuperi del diametro dopo compressione.

I tappi di qualità visiva più alta hanno fatto registrare i risultati migliori mentre il tempo di utilizzo non sembra avere influito sui caratteri esaminati.

Per tutte le tesi analizzate sono state condotte prove di imbottigliamento in cantina³ della durata di 18 mesi per testare le prestazioni dei tappi nelle condizioni di utilizzo e trovare eventuali correlazioni con i risultati delle prove di laboratorio.

I risultati ottenuti, comunque, dovranno essere confermati analizzando altre partite di sughero di diversa provenienza.

Ringraziamenti

Si ringraziano i Sigg. Roberta Manuedda, Gavino Saba, Stefano Picconi, Annamaria Inzaina e Mauro Maciocco, per il contributo tecnico fornito nelle attività di prova.

³ Agris Sardegna, Cantina sperimentale del Dipartimento per la ricerca nell'arboricoltura, Villasor.

Bibliografia

AA. VV. (2011). *Nuovo Disciplinare sulle metodiche analitiche per il controllo del tappo di sughero ad uso enologico*. Assoimballaggi - Associazione federlegnoarredo.

C.E. Liège (2011). *Codice Internazionale delle pratiche per la produzione dei tappi di sughero, 6° ed.* Confédération Européenne du Liège, Santa Maria de Lamas (P).

Giua M., Manuedda R., Marzeddu G., Pampiro F. (2012). *Analisi di una partita di sughero grezzo. Stagionatura della materia prima e prestazioni dei tappi naturali*. Agris Sardegna. Quaderni del DIRSS n°1, Tempio Pausania.

ISO 9727-1 (2007). Cylindrical cork stoppers – Physical tests – Part.1: Determination of dimensions.

ISO 9727 – 2 (2007). Cylindrical cork stoppers – Physical tests – Part.2: Determination of mass and apparent density for agglomerated cork stoppers.

ISO 9727 – 3 (2007). Cylindrical cork stoppers – Physical tests – Part.3: Determination of humidity content.

ISO 9727 – 4 (2007). Cylindrical cork stoppers – Physical tests – Part.4: Determination of dimensional recovery after compression.

ISO 9727 – 6 (2007). Cylindrical cork stoppers – Physical tests – Part.6: Determination of liquid tightness.

Minitab Inc. (2007). Minitab 15 Statistical software.