

# 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° 6

## **Confronto fra alcuni processi di lavaggio dei tappi di sughero. Effetti sulle caratteristiche microbiologiche e sulle cessioni di polveri**

F. Pampiro, I. Fois, M. Giua, G. Marzeddu

Tempio Pausania  
2013

# **Confronto fra alcuni processi di lavaggio dei tappi di sughero. Effetti sulle caratteristiche microbiologiche e sulle cessioni di polveri**

**F. Pampiro, I. Fois, M. Giua e G. Marzeddu**

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

*Corresponding author: Franco Pampiro (fpampiro@agrisricerca.it)*

## **Riassunto**

È stato eseguito uno studio per confrontare gli effetti di alcuni processi di lavaggio dei tappi sulla carica microbica e sulla cessione di polveri. Sono stati testati cinque processi di lavaggio, quattro per aspersione ed uno in bagno, utilizzando tappi di sughero naturale appartenenti alle classi B e C secondo Il Disciplinare (AA. VV., 2011).

I risultati ottenuti indicano che l'abbattimento delle polveri è efficace solo con i lavaggi in bagno o con lavaggi per aspersione seguiti da risciacqui con grandi volumi d'acqua.

I lavaggi con perossidi sono risultati in grado di abbattere la carica microbica dei campioni testati; dopo un'essiccazione di 6-8 giorni i residui del trattamento sono risultati conformi ai valori indicati dai documenti tecnici di settore.

Il lavoro è stato condotto in collaborazione con un sugherificio del Nord Sardegna.

**Parole chiave:** tappi, sughero, lavaggio, sbianca, acqua ossigenata, metabisolfito, cessione polveri, unità formanti colonia, UFC.

## **Abstract**

A study to compare the effects of some processes of washing of cork stoppers on the microbial load and dust content was carried out.

Were tested five processes of washing: four sprinkling and one in bath, using natural corks in Classes B and C in accordance with the Disciplinare (AA. VV., 2011).

The results obtained indicate that dust content decreases using the washing in bath or a washing by sprinkling followed by rinsing with large volumes of water.

The washes with peroxides were able to reduce the microbial load of the samples tested, and after drying for 6-8 days the residues were found to conform to the values given by the technical documents.

The study was performed in collaboration with a cork factory in northern Sardinia.

**Key words:** cork, stoppers, washing, bleaching, oxygenated water, peroxides, sulphite, dust content, colony-forming units, CFU.

## **Introduzione**

Il processo produttivo dei tappi di sughero prevede una fase di lavaggio che ha lo scopo di igienizzare, depolverizzare e disinfettare il prodotto. Sino agli anni '80 il lavaggio era generalmente eseguito immergendo i tappi in soluzione di ipoclorito. In seguito alcuni studi (Campden & Chorleywood Food Research Association, 1996) misero in relazione il cloro con la cessione al vino di gusti e odori riconducibili a muffa e tali trattamenti furono sostituiti con lavaggi a base di perossidi. I lavaggi in bagno furono successivamente abbandonati in favore di trattamenti per aspersione (chiamati comunemente *lavaggi a secco*) al fine di ridurre in modo drastico la quantità di effluenti derivanti dal processo. Tuttavia, la Confederazione Europea del Sughero ha vietato i lavaggi che non producono effluenti, consentendoli solo come disinfezione supplementare ad un lavaggio in bagno (C.E. Liège, 2011). Negli ultimi anni, infatti, si è assistito ad un ritorno ai lavaggi in bagno che garantirebbero una migliore depolverizzazione dei tappi. Il presente lavoro si propone di analizzare alcuni processi di lavaggio per verificare l'influenza di questa fase sulle caratteristiche microbiologiche dei tappi e sulle cessioni di polveri e/o di residui dei trattamenti.

## **Materiali e metodi**

Sono stati utilizzati tappi di sughero naturale di qualità visiva B-C (AA. VV., 2011) selezionati con macchine automatiche a lettura ottica, di dimensioni nominali 24x44 mm (diametro x lunghezza), intestati, rettificati e sottoposti ad una prima depolverizzazione meccanica. I campioni sono stati prodotti dal sugherificio Colla & Fresu di Berchidda che ha anche eseguito i diversi lavaggi allo studio. Al fine di limitare la variabilità, è stato scelto un lotto di circa 75000 tappi (definito di seguito *lotto 1*) prodotti da sughero di una stessa provenienza. Per valutare gli effetti dei volumi d'acqua utilizzati per i risciacqui, è stato testato anche un altro lotto di tappi (definito di seguito *lotto 2*) caratterizzato da residui di polveri più alti rispetto al lotto 1. Prima dei lavaggi i tappi sono stati caratterizzati attraverso l'esecuzione dei seguenti controlli:

- Controllo dimensionale (ISO 9727 – 1: 2007);
- Controllo della massa e della massa volumica utilizzando calibri centesimali dotati di misuratore di forza e bilancia da laboratorio con risoluzione di 1 mg;
- Controllo del contenuto d'umidità mediante igrometro elettronico (ISO 9727–3:2007);
- Classificazione visiva (AA. VV., 2011);
- Cessione di polveri dopo agitazione in soluzione etanolica (ISO 9727-7:2007);
- Controllo microbiologico (UNI 10895:2001).

Il controllo microbiologico è stato eseguito su 72 tappi per ogni lotto e la cessione di polveri su 36 tappi, tutti gli altri controlli sono stati eseguiti su 30 tappi per lotto.

Sono stati testati 5 processi di lavaggio, 4 per aspersione e 1 in bagno. In considerazione delle caratteristiche tecniche delle macchine utilizzate, nei lavaggi per aspersione sono stati trattati circa 16000 tappi, nel lavaggio in bagno circa 35000. I lavaggi per aspersione sono stati eseguiti con una macchina prodotta dalla Ditta Officine Nino Satta di Calangianus, realizzata in acciaio inossidabile e costituita da una tramoggia dotata di sistema di caricamento dei tappi, da un buratto con un tamburo rotante forato all'interno del quale avviene il processo di lavaggio, da un sistema di aspersione delle soluzioni di lavaggio (barra di ugelli) posto nella parte superiore del tamburo, da un sistema di aspirazione e da un sistema di riscaldamento che convoglia aria calda all'interno del tamburo. Per il lavaggio in bagno è stata utilizzata una macchina in acciaio inossidabile prodotta dalla stessa Ditta e costituita da una vasca con all'interno un tamburo rotante forato. Le soluzioni per il lavaggio sono caricate nella vasca e da qui una pompa le fa circolare distribuendole a pioggia sui tappi contenuti all'interno del tamburo rotante. La macchina è provvista di un sistema di riscaldamento che convoglia aria calda all'interno del tamburo.

Si descrivono di seguito i processi di lavaggio testati nella sperimentazione.

- Lavaggio 1. Lavaggio per aspersione con perossidi e sali d'ammonio *a secco*.  
*Depolverizzazione*. I tappi sono stati caricati nella macchina per il lavaggio e fatti ruotare per 10 minuti a 6 giri/minuto con il sistema d'aspirazione attivo;

*Lavaggio - sbianca.* Sui tappi è stata distribuita una soluzione costituita da 5 litri di acqua ossigenata a 130 volumi, 5 litri di acqua di rete e bicarbonato d'ammonio. Durante l'aspersione i tappi ruotavano ad una velocità di 6 giri/minuto con il sistema di riscaldamento attivo;

*Asciugatura.* È stata condotta con il tamburo in rotazione e i sistemi d'aspirazione e riscaldamento attivati.

Alla fine del lavaggio, che ha avuto una durata complessiva di circa 60 minuti, la temperatura all'interno del tamburo era di circa 50 °C.

- Lavaggio 2. Lavaggio per aspersione con perossidi e sali d'ammonio e risciacquo finale.

*Depolverizzazione.* I tappi sono stati caricati nella macchina per il lavaggio e fatti ruotare per 10 minuti a 6 giri/minuto con il sistema d'aspirazione attivo;

*Lavaggio - sbianca.* Sui tappi è stata distribuita una soluzione costituita da 5 litri di acqua ossigenata a 130 volumi, 5 litri di acqua di rete e bicarbonato d'ammonio. Durante l'aspersione della soluzione i tappi ruotavano alla velocità di 6 giri al minuto con il sistema di riscaldamento attivo;

*Risciacquo.* È stato eseguito con 50 litri di acqua di rete con il tamburo in rotazione;

*Asciugatura.* È stata condotta per circa 20 minuti con i sistemi di riscaldamento e di aspirazione attivi.

Alla fine del lavaggio la temperatura all'interno del tamburo era di circa 40 °C.

- Lavaggio 3. Lavaggio per aspersione con perossidi e idrossido di sodio con produzione di effluenti (rispetto ai lavaggi precedenti prevede l'utilizzo di un maggiore volume d'acqua).

*Depolverizzazione.* I tappi sono stati caricati nella macchina per il lavaggio e fatti ruotare per 10 minuti a 6 giri/minuto con il sistema d'aspirazione attivo;

*Lavaggio - sbianca.* Sui tappi è stata distribuita una soluzione costituita da 7 litri di acqua ossigenata a 130 volumi e 17 litri di acqua di rete. Durante l'aspersione, della durata di 10', i tappi ruotavano a 6 giri/minuto ed era attivo il sistema di riscaldamento;

*Attivazione.* Sui tappi sono stati distribuiti 15 litri di una soluzione costituita da acqua di rete e idrossido di sodio. Durante questa fase, della durata di 30 minuti, i tappi ruotavano ad una velocità di 6 giri/minuto ed era attivo il sistema di riscaldamento;

*Asciugatura.* È stata condotta per 15 minuti con i tappi in rotazione e il sistema di riscaldamento attivato;

*Neutralizzazione.* Sono stati distribuiti sui tappi 30 litri di una soluzione costituita da acqua di rete e una miscela di sali a reazione acida. Durante questa fase, della durata di 20 minuti, il tamburo ruotava ad una velocità di 6 giri/min ed era attivo il sistema di riscaldamento;

*Asciugatura.* I tappi sono stati mantenuti in rotazione per circa 60 minuti con l'aspirazione e il riscaldamento attivati.

L'intero ciclo ha avuto una durata di circa 150 minuti.

- Lavaggio 4. Lavaggio per aspersione con perossidi e idrossido di sodio e risciacquo finale con grandi volumi d'acqua.

*Depolverizzazione.* I tappi sono stati caricati nella macchina per il lavaggio e fatti ruotare per 5 minuti a 6 giri/minuto; durante la rotazione erano attivi i sistemi d'aspirazione ed di riscaldamento;

*Lavaggio-sbianca.* Sui tappi è stata distribuita una soluzione costituita da 12 litri di acqua ossigenata a 130 volumi, 18 litri di acqua di rete e da una miscela di sodio idrossido, carbonato di sodio e silicato di sodio. La fase di aspersione ha avuto una durata di circa 16 minuti;

*Stabilizzazione.* I tappi sono stati stabilizzati per 5 minuti a temperatura ambiente e per successivi 20 minuti a 50 °C. Il tamburo è stato mantenuto in rotazione a 6 giri/minuto;

*Neutralizzazione.* Sui tappi è stata distribuita una soluzione costituita da 30 litri di acqua di rete e da una miscela di acido citrico e alluminio solfato per eliminare l'alcalinità residua della sbianca e favorire la decomposizione dei perossidi;

*Stabilizzazione.* I tappi sono stati stabilizzati per 5 minuti a temperatura ambiente;

*Risciacquo.* È stato effettuato con 100 litri d'acqua di rete, distribuita sui tappi per aspersione, con il tamburo in rotazione a 6 giri/minuto;

*Asciugatura.* L'asciugatura, della durata di 75 minuti, è stata eseguita con i sistemi di riscaldamento e aspirazione attivati.

Alla fine del lavaggio la temperatura all'interno del tamburo era di circa 40 °C.

- Lavaggio 5. Lavaggio in bagno con metabisolfito.

*Depolverizzazione.* È stata eseguita immettendo nella vasca acqua di rete per 10 minuti con il cestello in rotazione a circa 10 giri al minuto. Durante la depolverizzazione lo scarico della vasca è stato tenuto aperto per permettere un rapido ricambio dell'acqua;

*Lavaggio.* La vasca di lavaggio è stata riempita con 200 litri di una soluzione costituita da acqua di rete, azoto stabilizzato, solfiti e cariche inerti. Durante il lavaggio il tamburo ruotava a circa 10 giri al minuto per 30 minuti con il sistema di riscaldamento attivato. Lo scarico della vasca di lavaggio era chiuso e i tappi risultavano parzialmente immersi nella soluzione;

*Scarico.* Dopo il lavaggio è stato aperto lo scarico ed è stata eseguita una centrifugazione dei tappi per allontanare i residui della soluzione di lavaggio;

*Risciacquo.* È stata immessa nella vasca acqua di rete con il tamburo in rotazione. Nel primo minuto lo scarico è stato tenuto aperto per consentire all'acqua di defluire, successivamente, è stato chiuso ed è stata immessa acqua per circa 10 minuti. Il risciacquo è, quindi, proseguito per altri 5 minuti con lo scarico aperto;

*Asciugatura.* È stata condotta a circa 70 °C per 1 ora e 45 minuti con il tamburo in rotazione a 10 giri al minuto.

Al termine di ciascun lavaggio i tappi sono stati trasferiti in sacchi forati di materiale plastico e posti in un essiccatoio alla temperatura di circa 33 °C per completare l'asciugatura e portare il contenuto d'umidità al 3-8% come prescritto dai documenti tecnici di settore (AA. VV., 2011, C. E. Liège, 2011). Questa fase determina anche l'abbattimento dei residui di perossidi.

Dopo ogni lavaggio sono stati prelevati due campioni per le prove, uno subito dopo il lavaggio ed uno dopo 6-8 giorni di permanenza nell'essiccatoio. Tutti i prelievi sono stati eseguiti da personale tecnico del Dipartimento. I campioni sono stati portati in laboratorio subito dopo i prelievi e conservati in frigorifero a  $(4 \pm 2)$  °C sino al momento delle prove.

Su tutti i campioni di tappi sono state eseguite le seguenti prove:

- Controllo del contenuto d'umidità con igrometro elettronico (ISO 9727-3:2007);
- Controllo microbiologico (UNI 10895:2001);
- Cessione di polveri dopo agitazione in soluzione etanolica (ISO 9727-7:2007).

Sui tappi lavati con perossidi è stata eseguita anche la prova:

- Determinazione dei perossidi per reazione enzimatica dopo estrazione in soluzione acetica (Metodo semiquantitativo).

Sui tappi lavati con metabisolfito è stata eseguita, anche, la prova:

- Determinazione dei solfiti dopo estrazione in soluzione acetica, acidificazione della soluzione d'estrazione con acido solforico, aggiunta di Ioduro di Zinco e titolazione con Iodato di Potassio usando salda d'amido come indicatore (Metodo semiquantitativo).

Per ciascuna prova sono state eseguite 9 ripetizioni.

Il numero di tappi testati per ciascuna prova è riassunto nel prospetto della tabella 1.



Tabella 1. Unità sperimentali (tappi) testate per le diverse prove.

Prova	N° Lavaggi	Codifica	N° unità sperimentali
Determinazione del contenuto d'umidità	5	Lavaggio 1	60
		Lavaggio 2	60
		Lavaggio 3	60
		Lavaggio 4	60
		Lavaggio 5	60
Determinazione del N° UFC di batteri, muffe e lieviti	5	Lavaggio 1	144
		Lavaggio 2	144
		Lavaggio 3	144
		Lavaggio 4	144
		Lavaggio 5	144
Determinazione delle cessioni di polveri dopo agitazione in soluzione etanolica	5	Lavaggio 1	72
		Lavaggio 2	72
		Lavaggio 3	72
		Lavaggio 4	72
		Lavaggio 5	72
Determinazione delle cessioni di perossidi	4	Lavaggio 1	72
		Lavaggio 2	72
		Lavaggio 3	72
		Lavaggio 4	72
Determinazione delle cessioni di solfiti	1	Lavaggio 5	36
Numero totale unità sperimentali			1704

## Risultati e discussione

I risultati della caratterizzazione dei tappi dei due lotti analizzati sono riportati in tabella 2.

Tabella 2. Caratterizzazione dei lotti di tappi. Valore medio e deviazione standard.

Variabile	Lotto 1		Lotto 2	
	media	deviazione standard	media	deviazione standard
Lunghezza [mm]	44,42	0,08	44,20	0,42
Diametro [mm]	24,43	0,05	23,96	0,09
Massa [g]	3,77	0,51	4,11	0,47
Massa volumica [kg/m <sup>3</sup> ]	181,11	24,26	206,41	23,42
Umidità [%]	4,45	0,50	3,92	0,18
Cessione polveri [mg/tappo]	1,8	0,1	3,5	0,2
Batteri [UFC/tappo]	1	-	N.D.	-
Muffe e lieviti [UFC/tappo]	730	-	N.D.	-

Le dimensioni medie dei tappi rientrano nelle tolleranze di  $\pm 0,5$  mm per il diametro e  $\pm 0,6$  mm per la lunghezza accettate dal *Nuovo disciplinare*. La massa volumica rientra

nell'intervallo 135÷225 kg/m<sup>3</sup> indicato per i tappi naturali e l'umidità è compresa nell'intervallo del 3÷8% (AA. VV., 2011).

Relativamente alle cessioni di polveri e alla carica microbica non esistono valori di riferimento per i tappi semilavorati.

In base alla classificazione visiva il lotto 1 risulta costituito dal 33,3% di tappi di classe B e dal 66,7% di tappi di classe C, il lotto 2 dal 33,3% di tappi di classe B, dal 63,4% di classe C e dal 3,3% di classe D. La qualità visiva decresce passando dalla classe A alla classe D.

I risultati dei controlli eseguiti dopo i lavaggi sono riportati nelle tabelle 3, 4, 5 e 6.

La tabella 3 riassume i contenuti d'umidità dei tappi misurati subito dopo i lavaggi e dopo permanenza in essiccatore a circa 33 °C. Nei tappi appena lavati l'umidità media si colloca nella parte superiore dell'intervallo di riferimento del 3-8% (AA. VV., 2011) e in alcuni casi supera il valore massimo. Dopo il periodo d'essiccazione, il contenuto d'umidità per i lavaggi 1, 2 e 3 risulta inferiore al valore minimo dell'intervallo di riferimento.

Tabella 3. Umidità media dei campioni subito dopo il lavaggio e dopo permanenza di 6-8 giorni in essiccatore a circa 33 °C.

Campione	Contenuto d'umidità [%]	
	Tappi appena lavati	Tappi dopo essiccazione
Lavaggio 1	8,0	< 2
Lavaggio 2	> 10	< 2
Lavaggio 3	8,4 (*)	< 2
Lavaggio 4	8,6 (*)	3,4
Lavaggio 5	6,6	4,0

Note: (\*) alcuni campioni presentavano contenuti d'umidità maggiori del 10%

In tabella 4 sono riportati i risultati delle prove di cessione dei perossidi.

Tabella 4. Cessione di perossidi nei campioni oggetto della sperimentazione.

Campione	Cessione di perossidi [mg H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /tappo]	
	Tappi appena lavati	Tappi dopo essiccazione
Lavaggio 1	7,5	0,13
Lavaggio 2	7,6	0,13
Lavaggio 3	2,5	0,25
Lavaggio 4	1,8	0,25

Come si può osservare, i tappi appena lavati evidenziano residui di perossidi molto alti. Dopo 6-8 giorni di permanenza in essiccatore a circa 33 °C i residui di perossidi presentano valori intorno alla soglia di 0,2 mg H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/tappo ritenuta accettabile dai documenti tecnici di settore (AA. VV., 2011; C.E. Liège, 2011).

In tabella 5 sono riportati i livelli della carica microbica di muffe e lieviti misurata sui tappi sottoposti ai lavaggi testati.

Tabella 5. Numero di unità formanti colonia di muffe e lieviti nei campioni oggetto della sperimentazione.

Campione	Muffe e lieviti [N° UFC/tappo]	
	Tappi appena lavati	Tappi dopo essiccazione
Lavaggio 1	0	180
Lavaggio 2	0	52
Lavaggio 3	1	110
Lavaggio 4	1	38
Lavaggio 5	79	13000

Nei campioni prelevati subito dopo il lavaggio il numero di UFC/tappo è uguale o prossimo a zero sia per batteri sia per muffe e lieviti. Nella fase di stabilizzazione dopo il lavaggio la carica batterica è rimasta uguale a zero mentre il numero di UFC per tappo di muffe e lieviti è aumentato indicando che, successivamente al lavaggio, può verificarsi una nuova contaminazione ad opera di microrganismi ambientali.

Tutti i lavaggi con perossidi sono risultati efficaci nell'abbattimento della carica microbica.

Il lavaggio con metabisolfito è risultato, invece, poco efficace nell'abbattimento della carica microbica e già nei tappi appena usciti dal lavaggio si è osservata una presenza di muffe e lieviti che raggiunge valori elevati al termine del periodo d'essiccazione.

Si analizzano, infine, i risultati della prova di cessione di polveri dopo agitazione dei campioni in soluzione etanolica (tabella 6).

Tabella 6. Cessione di polveri dopo agitazione in soluzione etanolica. Media e deviazione standard.

Campione	Cessione di polveri [mg/tappo]		
	Tappi non lavati	Tappi appena lavati	Tappi dopo essiccazione
Lavaggio 1	1,8 (0,1)	N.D.	2,1 (0,1)
Lavaggio 2	1,8 (0,1)	2,2 (0,2)	1,8 (0,2)
Lavaggio 3	1,8 (0,1)	1,8 (0,2)	2,4 (0,2)
Lavaggio 4	3,5 (0,2)	0,9 (0,2)	0,9 (0,2)
Lavaggio 5	1,8 (0,1)	1,1 (0,04)	1,4 (0,1)

I risultati delle prove di cessione delle polveri eseguite sui tappi del lotto 1 (lavaggi 1, 2, 3 e 5) mostrano i valori più bassi per il lavaggio in bagno (lavaggio 5) con differenze significative ( $p < 0,001$ ) rispetto al testimone non lavato. Per gli altri lavaggi non si registrano differenze significative rispetto al testimone non lavato. Risulta evidente che i lavaggi per aspersione non seguiti da risciacqui con grandi volumi d'acqua si dimostrano poco efficaci nell'abbattimento delle polveri.

Le differenze fra i campioni prelevati subito dopo il lavaggio e quelli prelevati dopo una settimana d'essiccazione non risultano significative ( $p = 0,06$ ).

Al fine di verificare gli effetti del volume d'acqua utilizzato per i risciacqui di tappi lavati per aspersione, si analizzano le cessioni di polveri relative ai tappi del lavaggio 4 eseguito raddoppiando il volume dell'acqua di risciacquo rispetto al lavaggio 2. In questo caso le cessioni di polveri risultano significativamente più basse rispetto al testimone non lavato ( $p < 0,001$ ). L'efficienza del risciacquo con grandi volumi d'acqua è ulteriormente evidenziata dalla considerazione che per il lavaggio 4 sono stati utilizzati i tappi del lotto 2 che presentavano residui di polveri più alti rispetto al lotto 1. Va segnalato, comunque, che le prove di cessione polveri sono state eseguite su tappi non lubrificati e che questo trattamento potrebbe ridurre le quantità cedute.

La prova per la determinazione dei residui di solfiti sui campioni lavati in bagno con prodotti contenenti metabisolfito non ha fatto registrare cessione di solfiti.

## **Conclusioni**

I lavaggi per aspersione non seguiti da un risciacquo con grandi volumi d'acqua sono risultati insufficienti a portare le cessioni polveri al di sotto del limite fissato dai documenti tecnici di settore.

I lavaggi con perossidi sono risultati in grado di abbattere la carica microbica dei tappi di sughero. Durante la fase d'essiccazione, tuttavia, si sono osservate nuove contaminazioni ad opera di microrganismi ambientali. Risulta dunque importante che nelle fasi successive di lavorazione si adottino adeguati accorgimenti per evitare tali contaminazioni.

I tappi lavati con perossidi dopo una essiccazione a circa 33 °C per 6-8 giorni presentavano residui di perossidi intorno alla soglia ritenuta accettabile dai documenti tecnici di settore.

## **Ringraziamenti**

Hanno partecipato al progetto i Sigg. Annamaria Inzaina, Mauro Maciocco, Roberta Manuedda e Gavino Saba che si ringraziano per la fattiva collaborazione nello svolgimento delle attività di competenza.

Si ringraziano il Sig. Sebastiano Colla e tutto il personale del Sugherificio Colla & Fresu di Berchidda che col loro impegno in azienda hanno contribuito alla realizzazione del presente lavoro.

### **Riferimenti Bibliografici**

Campden & Chorleywood Food Research Association (1996). *Qualitative experiments to determine the components responsible and eliminate the causes of undesirable sensory characteristics in drinks stoppered with cork*. Quercus Project. Contract number AIR 1 – CT 92 – 0372. Final report.

C.E. Liège (2011) - *Código Internacional das práticas rolheiras*, 6° ed. Confédération Européenne du Liège, Santa Maria de Lamas (P).

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

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

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

ISO 9727 – 7 (2007). *Cylindrical cork stoppers – Physical tests – Part.7: Determination of dust content*.

UNI 10895 (2001). *Tappi di sughero. Analisi microbiologica e limiti per batteri, muffe e lieviti*.