

A cura di:



Anna Bortolini¹
dottorando



Lara Tat¹
Tecnico
di laboratorio



Piergiorgio Comuzzo¹
Professore
associato



Stefano Zaninotto²

TRATTAMENTO SUPERFICIALE DEL TAPPO IN SUGHERO: EFFETTI SUL PROFILO AROMATICO E SENSORIALE DEL VINO

Uno studio condotto su Chardonnay e Brunello di Montalcino evidenzia che la lubrificazione del tappo non costituisce soltanto una necessità meccanica: la natura e la struttura del rivestimento possono contribuire alla prestazione complessiva della chiusura e risultare associate a differenze nel profilo volatile e nella percezione sensoriale del vino imbottigliato

La chiusura è uno degli elementi decisivi per la conservazione del vino dopo l'imbottigliamento. Deve assicurare una tenuta adeguata ed accompagnare l'evoluzione organolettica del vino nel tempo attraverso un apporto di ossigeno lento e controllato, specialmente nei vini destinati ad una lunga permanenza in bottiglia. Il tappo in sughero naturale svolge tradizionalmente questa duplice funzione grazie alle sue proprietà elastiche, alla moderata permeabilità ai gas e alla capacità di adattarsi al collo della bottiglia. Questa adattabilità costituisce un vantaggio, ma opera all'interno di un sistema variabile, nel quale intervengono le tolleranze dimensionali del vetro e del tappo, le caratteristiche delle superfici di contatto e le condizioni di imbottigliamento. L'ultima fase della produzione del tappo consiste nell'applicazione del trattamento superficiale, comunemente definito lubrificazione. Le formulazioni sono generalmente a base di cere paraffiniche, oli silconici o elastomeri di silicone, applicati singolarmente o in combinazione. La funzione più evidente del trattamento superficiale è meccanica, ossia ridurre l'attrito e facilitare le operazioni di inserimento ed estrazione. Il rivestimento può inoltre

contribuire a migliorare la conformità tra sughero e vetro, compensando parzialmente eventuali micro-irregolarità delle superfici e limitando il passaggio di ossigeno lungo l'interfaccia tappo-vetro. Proprio questa interfaccia è oggi considerata una delle principali vie di ingresso dell'ossigeno in bottiglia. Le caratteristiche del rivestimento possono pertanto contribuire a rendere più uniforme il contatto tra tappo e vetro, riducendo la variabilità inter-bottiglia in termini di trasferimento di ossigeno e favorendo condizioni di conservazione più omogenee, con possibili effetti sul profilo aromatico e sensoriale del vino.

La sperimentazione

Lo studio ha confrontato diversi tappi e trattamenti superficiali su due vini toscani: uno Chardonnay 2022 e un Brunello di Montalcino 2017, valutati rispettivamente dopo 12 e 30 mesi dall'imbottigliamento. Le caratteristiche delle chiusure considerate sono sintetizzate in **Tab. 1**. Per lo Chardonnay sono stati messi a confronto un tappo micro-agglomerato con trattamento silconico (Micro), un tappo mono pezzo con trattamento standard a base di paraffine sintetiche e olio di silicone (Std) e un tappo

¹ - Università degli Studi di Udine, Dipartimento di Scienze Agroalimentari, Ambientali e Animali - Udine (UD)

² - Amorim Cork Italia Conegliano (TV)

monopezzo con rivestimento multistrato a base di cere di origine naturale ed elastomero siliconico (Bio). Nel Brunello sono stati confrontati tre tappi mono-
pezzo, differenti per diametro (24 o 26 mm) o trattamento (Std o Bio). Relativamente a ciascun vino oggetto di valutazione, le tesi Micro_24 e Std_26 (**Tab. 1**) sono state considerate come controlli sperimentali, in quanto rappresentavano le chiusure tradizionalmente impiegate per le rispettive tipologie di vino. Le analisi, eseguite in triplicato, hanno riguardato i principali parametri chimici e cromatici, il profilo volatile mediante HS-SPME/GC-MS e la valutazione sensoriale alla cieca da parte di panel composti da operatori e tecnici del settore.

Chardonnay: maggiore ricchezza aromatica con il sughero naturale

I parametri chimici di base dello Chardonnay sono risultati nel complesso comparabili tra le tesi (**Tab. 2**). Le differenze osservate per indice dei polifenoli totali (IPT) e coordinate cromatiche erano limitate e non erano accompagnate da differenze nella densità ottica a 420

nm, indicatore dello stato di imbrunimento del vino. Anche il contenuto di anidride solforosa libera e totale non ha mostrato differenze significative. L'analisi del profilo volatile ha invece evidenziato differenze più nette. Nei vini chiusi con tappi in sughero naturale sono state riscontrate concentrazioni significativamente maggiori di esteri etilici rispetto ai campioni tappati con sughero microagglomerato (**Fig. 1a**), con particolare rilievo per l'etil ottanoato, generalmente associato a piacevoli note fruttate. Inoltre, altri composti potenzialmente legati a caratteristiche olfattive positive, come terpeni e norisoprenoidi, erano mediamente più abbondanti nei campioni chiusi con sughero naturale, soprattutto nel caso del trattamento con cere di origine naturale (**Fig. 1b,c**).

L'analisi delle componenti principali (PCA) (**Fig. 2**) ha evidenziato che i campioni tappati con tappi microagglomerati presentavano un profilo mediamente più povero per numerose classi di composti, mentre la tesi con cere naturali presentava anche una buona omogeneità tra le repliche. L'impoverimento relativo di alcuni composti nel campione con tappo tecnico potrebbe

dipendere da più fenomeni. Oltre alle trasformazioni e ai riarrangiamenti chimici che interessano i composti aromatici durante la conservazione, può contribuire lo scalping, cioè la rimozione di composti volatili dal vino per effetto della loro ritenzione da parte del materiale della chiusura. La letteratura indica infatti che generalmente alcuni tappi tecnici possono trattenere determinati composti aromatici in misura tendenzialmente superiore rispetto al sughero naturale. Il presente studio non consente tuttavia di distinguere quantitativamente questo meccanismo dagli effetti legati al trasferimento di ossigeno o alle diverse caratteristiche dimensionali dei tappi.

Chardonnay: il riscontro sensoriale

Il panel dello Chardonnay ha rilevato differenze significative per "intensità aromatica", "qualità aromatica", "amaro" ed "impressione globale" (**Fig. 3**). Le differenze nel descrittore "amaro", seppur statisticamente significative, erano poco rilevanti sul piano pratico perché associate a punteggi

Vino	Tipologia tappo in sughero	Formato tappo (L x d)	Tipologia trattamento	Tipologia lubrificanti	Codice campione
Chardonnay 2022	Microagglomerato	44x24 mm	Monostrato	Silicone (elastomero)	Micro_24
	Naturale monopezzo	45x24 mm	Multistrato	Paraffine sintetiche e silicone (olio)	Std_24
	Naturale monopezzo	49x24 mm	Multistrato	Cere naturali e silicone (elastomero)	Bio_24
Brunello di Montalcino 2017	Naturale monopezzo	49x26 mm	Multistrato	Paraffine sintetiche e silicone (olio)	Std_26
	Naturale monopezzo	49x24 mm	Multistrato	Paraffine sintetiche e silicone (olio)	Std_24
	Naturale monopezzo	49x24 mm	Multistrato	Cere naturali e silicone (elastomero)	Bio_24

Tab. 1 - Vini e caratteristiche dei tappi valutati

Parametro	Micro_24	Std_24	Bio_24
IPT	12,6 ± 0,1 a	12,7 ± 0,1 ab	12,9 ± 0,1 b
DO420	0,14 ± 0,00 a	0,15 ± 0,00 a	0,15 ± 0,00 a
L*	98,25 ± 0,11 a	98,15 ± 0,15 a	98,30 ± 0,07 a
a*	-1,55 ± 0,02 ab	-1,43 ± 0,13 a	-1,64 ± 0,05 b
b*	10,07 ± 0,11 a	10,24 ± 0,05 ab	10,35 ± 0,03 b
SO ₂ libera (mg/L)	41 ± 1 a	35 ± 6 a	43 ± 2 a
SO ₂ totale (mg/L)	131 ± 3 a	121 ± 8 a	133 ± 3 a

Ta. 2 - Parametri analitici di base dei vini Chardonnay. I dati sono riportati come media ± deviazione standard di tre repliche. Lettere diverse all'interno della stessa riga indicano differenze statisticamente significative tra i campioni secondo l'analisi della varianza (ANOVA) e il test HSD di Tukey ($p < 0,05$)

medi molto bassi. Risulta altresì interessante notare che il vino associato al tappo naturale trattato con cere naturali ha consistentemente ottenuto i punteggi più elevati per "intensità", "qualità aromatica" ed "impressione globale". Il risultato è coerente con le maggiori concentrazioni di esteri, terpeni e norisoprenoidi osservate analiticamente.

La concordanza tra dati strumentali e sensoriali è compatibile con l'ipotesi che le caratteristiche della chiusura e il trattamento superficiale abbiano contribuito alle differenze osservate nel profilo volatile. Nel confronto tra i due tappi naturali, il risultato può tuttavia dipendere anche dalla maggiore lunghezza del tappo e dallo spessore del rivestimento multistrato, fattori che possono potenzialmente influire sull'adattamento della chiusura al collo della bottiglia e sul trasferimento di ossigeno nel tempo.

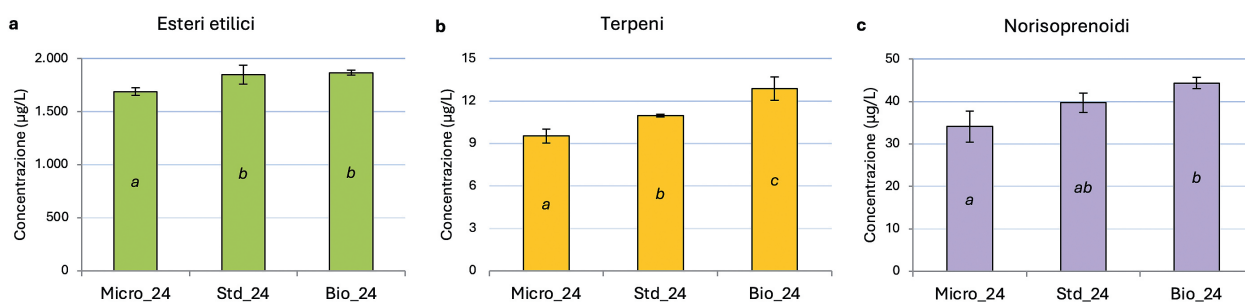


Fig. 1 - Concentrazione totale (µg/L) di alcune delle principali classi di composti volatili identificate nei vini Chardonnay: esteri etilici (a), terpeni (b) e norisoprenoidi (c). I dati sono rappresentati da media ± deviazione standard di tre repliche. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra i campioni secondo l'analisi della varianza (ANOVA) e il test HSD di Tukey ($p < 0,05$)

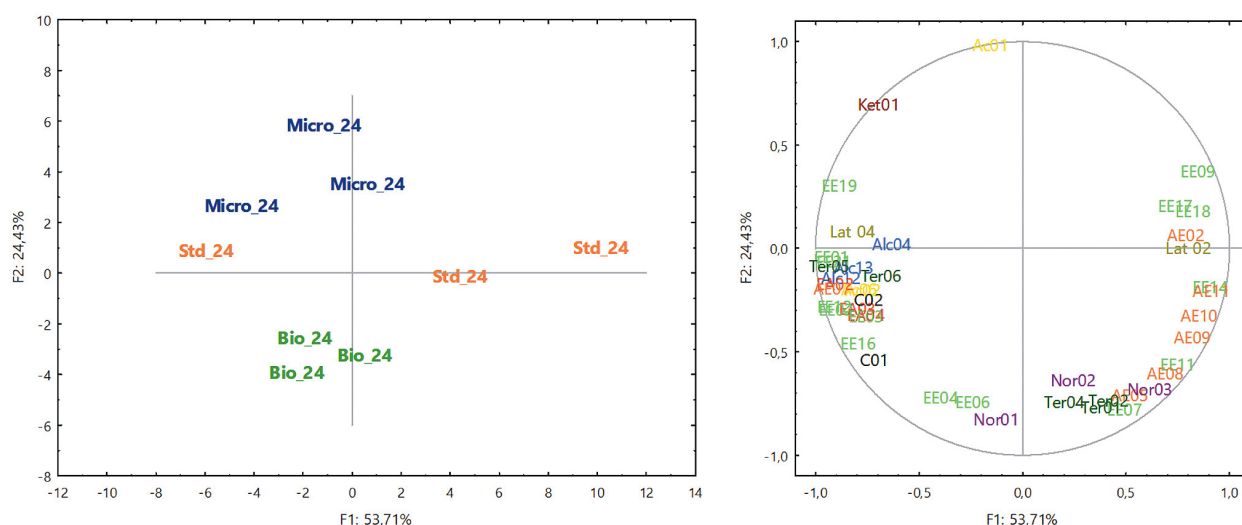


Fig. 2 - Risultati della PCA effettuata sulle concentrazioni (µg/L) dei composti volatili rilevati nei vini Chardonnay. Ac: acidi volatili (giallo); Alc: alcoli (blu); EA: esteri acetici (rosso); EE: esteri etilici (verde chiaro); AE: altri esteri (arancione); Lat: lattoni (verde militare); Ket: chetoni (marrone); Nor: norisoprenoidi (viola); Ter: terpeni (verde scuro); C: altri composti (nero)

Brunello di Montalcino: confronto tra tappi in sughero naturale

Nel Brunello non sono emerse differenze significative relativamente ai parametri chimici e cromatici di base (**Tab. 3**). I campioni chiusi con tappi da 24 mm trattati secondo il protocollo di lubrificazione standard hanno mostrato una variabilità inter-bottiglia leggermente superiore rispetto alle altre tesi in termini di SO₂ e componente cromatica gialla (b*), ma senza significatività statistica. Per quanto riguarda il profilo volatile, i campioni con tappi trattati a base di cere di origine naturale presentavano concentrazioni tendenzialmente maggiori di esteri aceti-

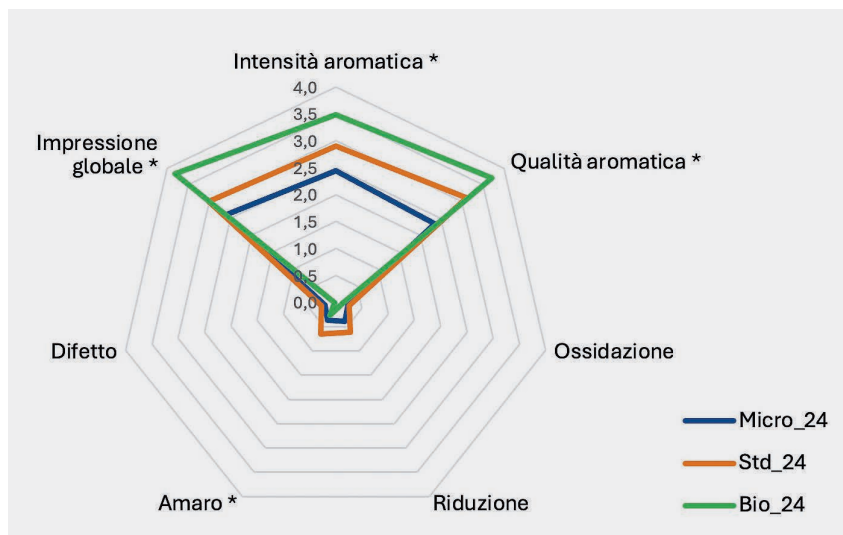


Fig.3 - Punteggi medi assegnati dai giudici del panel in relazione al profilo sensoriale dei vini Chardonnay. Gli asterischi (*) indicano differenze statisticamente significative tra i campioni secondo il test di Kruskal-Wallis (p < 0,05)

Parametro	Std_26	Std_24	Bio_24
IPT	65,7 ± 3,5 a	62,2 ± 1,6 a	65,1 ± 2,9 a
DO420	0,37 ± 0,02 a	0,40 ± 0,03 a	0,38 ± 0,02 a
DO520	0,28 ± 0,01 a	0,30 ± 0,01 a	0,29 ± 0,01 a
DO620	0,06 ± 0,01 a	0,07 ± 0,4 a	0,07 ± 0,01 a
Intensità colorante	7,2 ± 0,3 a	7,7 ± 0,4 a	7,4 ± 0,3 a
Tonalità	1,30 ± 0,01 a	1,33 ± 0,05 a	1,31 ± 0,01 a
L*	83,02 ± 0,67 a	82,12 ± 0,89 a	82,44 ± 0,64 a
a*	13,65 ± 0,18 a	13,81 ± 0,32 a	13,72 ± 0,19 a
b*	14,56 ± 0,58 a	16,49 ± 2,38 a	15,05 ± 0,44 a
SO ₂ libera (mg/L)	13 ± 1 a	11 ± 3 a	12 ± 1 a
SO ₂ totale (mg/L)	102 ± 2 a	93 ± 11 a	100 ± 2 a

Ta.3 - Parametri analitici di base dei vini Brunello di Montalcino. I dati sono riportati come media ± deviazione standard di tre repliche. Lettere diverse all'interno della stessa riga indicano differenze statisticamente significative tra i campioni secondo l'analisi della varianza (ANOVA) e il test HSD di Tukey (p < 0,05)

ci e altri esteri, anche se le differenze non sono risultate significative (dati non mostrati). Più evidente è stato il comportamento degli acidi grassi vo-

latili (**Fig. 4a**): i vini tappati con chiusure rivestite con cere naturali ne contenevano meno rispetto ai trattamenti standard, soprattutto rispetto al tappo

da 26 mm. Poiché tali composti possono essere associati, a seconda della loro concentrazione, a note rancide o saponose, i risultati suggeriscono un profilo potenzialmente più equilibrato per i vini chiusi con tappi trattati con cere di origine naturale.

I campioni con tappi trattati con cere naturali hanno inoltre mostrato concentrazioni significativamente maggiori di terpeni rispetto alle due tesi standard e una tendenza analoga per i norisoprenoidi (**Fig. 4b,c**).

Queste famiglie comprendono composti che possono contribuire alla complessità del bouquet aromatico con note fresche, floreali, fruttate e speziate. I risultati della PCA hanno evidenziato un profilo mediamente più ricco per i vini tappati con la chiusura rivestita con cere naturali, pur con una parziale sovrapposizione tra alcune repliche delle altre tesi considerate, come illustrato in **Fig. 5**.

Brunello di Montalcino: il riscontro sensoriale

Nel Brunello sono emerse differenze significative per i descrittori "intensità aromatica", "qualità aromatica", "difetto" ed "impressione globale" (**Fig. 6**). I punteggi attribuiti al descrittore "difetto" erano molto bassi e pertanto trascurabili a livello pratico. Anche in questo caso il vino chiuso con tappo trattato a base di cere naturali ha ot-

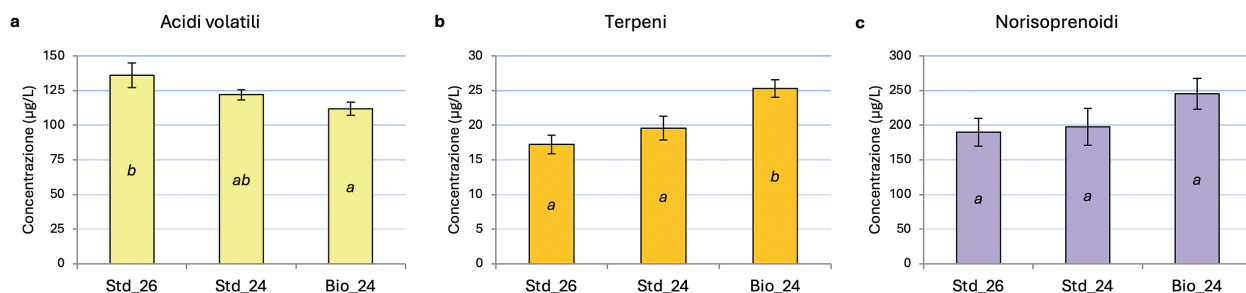


Fig. 4 - Concentrazione totale ($\mu\text{g/L}$) di alcune delle principali classi di composti volatili identificate nei vini Brunello di Montalcino: acidi volatili (a), terpeni (b) e norisoprenoidi (c). I dati sono rappresentati da media $\pm$ deviazione standard di tre repliche. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra i campioni secondo l'analisi della varianza (ANOVA) e il test HSD di Tukey ($p < 0,05$)

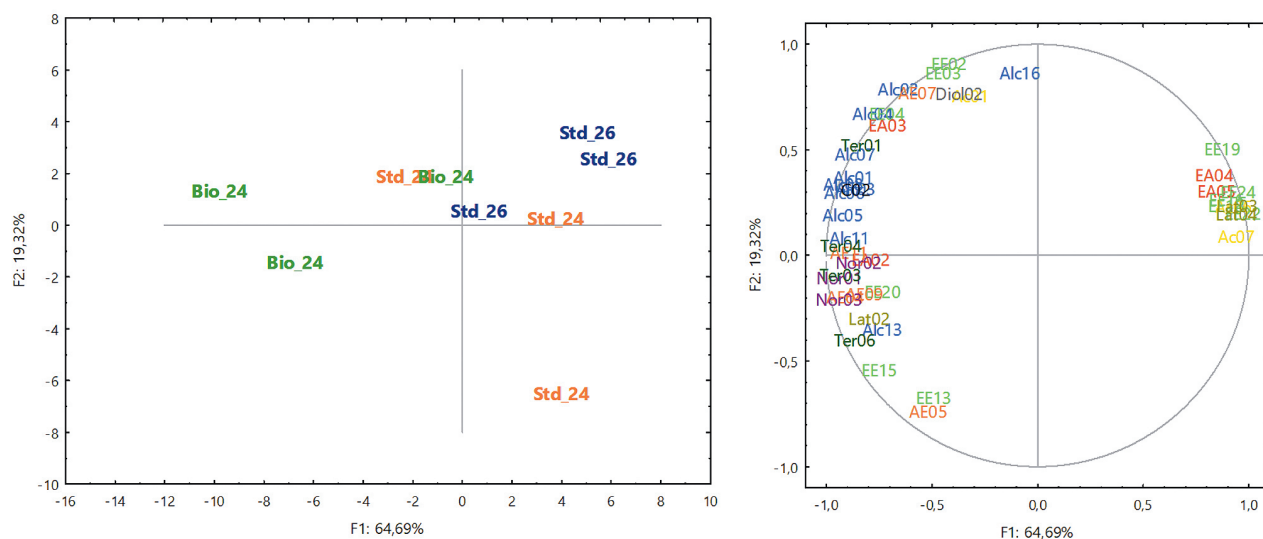


Fig. 5 - Risultati della PCA effettuata sulle concentrazioni ($\mu\text{g/L}$) dei composti volatili rilevati nei vini Brunello di Montalcino. Ac: acidi volatili (giallo); Alc: alcoli (blu); EA: esteri acetici (rosso); EE: esteri etilici (verde chiaro); AE: altri esteri (arancione); Lat: lattoni (verde militare); Diol: dioli (grigio); Nor: norisoprenoidi (viola); Ter: terpeni (verde scuro); C: altri composti (nero)

tenuto i valori significativamente più elevati per "intensità aromatica" ed "impressione globale", in accordo con la tendenza riscontrata analiticamente nel profilo volatile. Il confronto tra i due tappi standard non ha mostrato un vantaggio univoco del diametro maggiore: nelle condizioni dello studio, la dimensione del tappo non è risultata sufficiente, da sola, a determinare una migliore qualità sensoriale. Questo risultato non dimostra tuttavia che il diametro sia influente, poiché il numero di configurazioni e di bottiglie analizzate era limitato. In ogni caso, l'osservazione di tendenze analoghe in un vino bianco dopo 12 mesi e in un vino rosso dopo 30 mesi di stoccaggio suggerisce che il rivestimento superficiale del tappo possa potenzialmente esercitare un effetto non occasionale, ma legato alla prestazione complessiva del sistema tappo-vetro nel tempo.

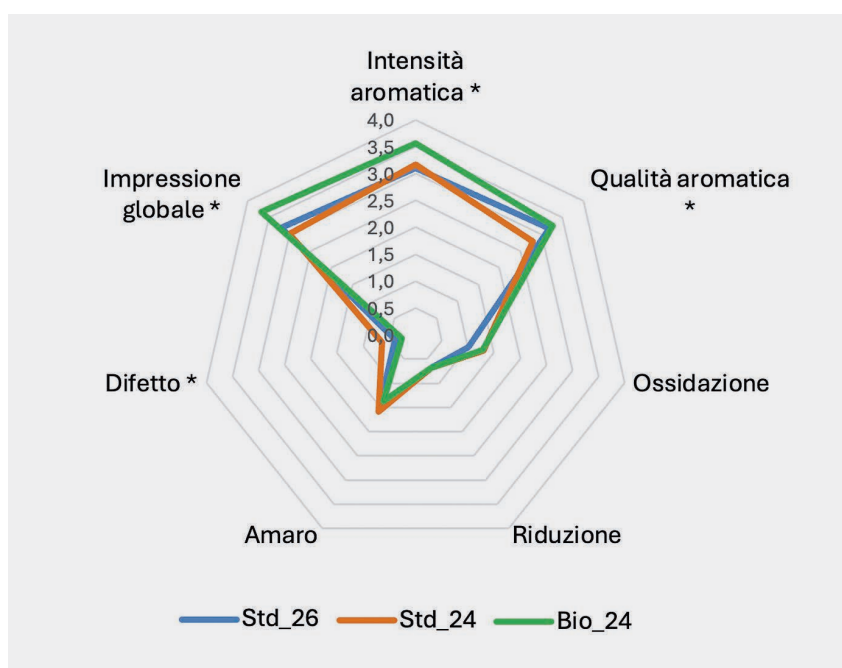


Fig. 6 - Punteggi medi assegnati dai giudici del panel in relazione al profilo sensoriale dei vini Brunello di Montalcino. Gli asterischi (*) indicano differenze statisticamente significative tra i campioni secondo l'analisi della varianza (ANOVA) ($p < 0,05$)

Implicazioni per la scelta della chiusura

Alla luce dei risultati ottenuti, il trattamento superficiale del tappo non dovrebbe essere considerato soltanto un ausilio tecnologico alle operazioni di tappatura. La formulazione del rivestimento e il relativo protocollo applicativo possono infatti contribuire alla conformità tra tappo e collo della bottiglia, influenzando potenzialmente sul trasferimento di ossigeno lungo l'interfaccia tappo-vetro. In questo modo, il trattamento superficiale può quindi rappresentare uno degli elementi che concorrono alla prestazione complessiva della chiusura e, indirettamente, alla conservazione del profilo aromatico del vino. Nelle condizioni sperimentali considerate, il tappo naturale con rivestimento multistrato a base di cere di origine naturale ed elastomero siliconico è risultato associato in maniera coerente a vini più ricchi in terpeni, norisoprenoidi e, in alcuni casi, esteri, oltre che a punteggi sensoriali mediamente più elevati per alcuni descrittori positivi.

Il disegno sperimentale e il numero limitato di repliche non consentono ancora di separare completamente l'effetto della formulazione da quello dello spessore del rivestimento, della lunghezza o del diametro del tappo. Inoltre, poiché le analisi sono state eseguite in un unico momento, non è possibile ricostruire una vera evoluzione temporale né attribuire con certezza le differenze osservate a un solo fattore. Ciononostante, i dati preliminari risultano comunque interessanti poiché riguardano matrici, tempi di permanenza in bottiglia e configurazioni di tappo differenti.

Sono quindi necessari studi su un maggior numero di bottiglie, vini e tempi di conservazione, con tappi dimensionalmente equivalenti e misure dirette del trasferimento di ossigeno. Nel loro insieme, i risultati indicano comunque che la finitura superficiale rappresenta una variabile tecnica concreta da considerare nella progettazione del sistema vino-bottiglia-chiusura, in particolare per vini destinati a un medio-lungo affinamento in bottiglia. ■

RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano
Castello di Albola e Banfi per la
partecipazione alla sperimentazione
e per la fornitura dei materiali

