

DOCUMENTO  
TECNICO

**\*M. Teresa Frangipane**  
**\*Diana De Santis**  
**\*Antonella Ceccarelli**  
**\*Alessio Fardelli**  
**\*\*M. Grazia Finoia**  
**\*Gabriele Anelli**

*\* DISTA, Dipartimento di  
 Scienze e Tecnologie  
 Agroalimentari dell'Università  
 degli Studi della Tuscia - Viterbo*  
*\*\* ICRAM - Istituto Centrale per  
 la Ricerca scientifica e tecnologi-  
 ca Applicata al Mare - Roma*



*M.T. Frangipane  
 D. De Santis*

## INFLUENZA DELLA PROVENIENZA GEOGRAFICA DEL LEGNO SUL VINO MATURATO IN BARRIQUES

È stata valutata l'influenza della differente provenienza geografica del legno da quattro foreste francesi, Allier, Never, Tronçais e Limousin, sulle caratteristiche compositive di un vino rosso. Lo studio è stato svolto seguendo in particolare l'evoluzione dei composti fenolici ed aromatici. I risultati sono stati analizzati mediante analisi statistica di tipo parametrico.

### Introduzione

Negli ultimi decenni la strategia produttiva del vino è stata sempre più incentrata sul miglioramento della qualità delle produzioni, impiegando perciò protocolli sperimentali in sintonia con le aspettative del mercato.

La domanda, peraltro, si è sempre più orientata verso i vini rossi, specie se ben strutturati e affinati in legno (1). L'affinamento in legno apporta corpo, complessità e persistenza di profumi ma

non costituisce tuttavia un trattamento miracoloso in grado di trasformare un vino mediocre in un prodotto eccellente; è piuttosto un intervento che esalta la qualità del prodotto, specie se ben controllato e razionalmente utilizzato (2).

È noto che le caratteristiche organolettiche del vino affinato in legno risultano profondamente influenzate dalla provenienza geografica del legno impiegato (3). La scelta è sovente orientata sul legno francese delle diverse

regioni o foreste, tra cui quelle dell'Allier (foresta del Tronçais), del Limousin, dello Cher (foresta di S. Palais), del Nièvre (foresta di Never e Bertange), della Borgogna (foresta di Citeaux), dei Vosges (foresta di Darney) e dell'Argonne.

Molti degli studi effettuati finora su questo argomento hanno analizzato solo il contributo fornito dalle barriques nuove al vino, mentre in realtà queste sono usate a discrezione del produttore ed il numero degli anni di utilizzo



varia in funzione di fattori economici (4).

La sempre maggiore richiesta di contenitori di legno ed il conseguente aumento dei costi per la limitata disponibilità della materia prima, nonché il consistente immobilizzo di capitali legato alla durata dell'affinamento, ha indotto alcuni produttori, soprattutto dei Paesi emergenti nel settore enologico, a ricorrere all'utilizzo di trucioli di legno (chips) in alternativa all'impiego di contenitori di legno.

Oggi però l'aggiunzione di legno nei Paesi dell'Unione Europea non è ammessa; è consentita invece in altri Paesi quali Ungheria, Slovenia, Svizzera, Cile, Argentina, ecc. (5).

Di certo, dal punto di vista economico, le due pratiche comportano costi alquanto differenti; è chiaro che l'utilizzo esclusivo di barriques nuove incide notevolmente sul prezzo finale di una bottiglia di vino (6), mentre un uso poliennale può abbassare notevolmente i costi di ammortamento dei recipienti (5).

Alla luce di queste considerazioni, ed anche perché consapevoli che possa esservi una predisposizione di un vino nei riguardi di un certo tipo di legno, si è voluta valutare l'influenza della differente provenienza geografica del legno di quattro differenti foreste francesi, Allier, Never, Tronçais e Limousin, sulle caratteristiche compositive di un vino rosso locale, un merlot in purezza. Lo studio è stato svolto valutando le caratteristiche del vino affinato non solo in barriques nuove, ma anche in quelle usate un anno ed in quelle sfruttate per due anni, queste ultime con l'aggiunta di chips.

## Materiali e metodi

Il vino oggetto di questa ricerca è stato ottenuto da uve merlot vinificate in rosso dall'Azienda Vitivinicola Fallesco, di Montefiascone (Viterbo).

Lo studio si è svolto in tre

anni, conservando il vino di ogni vendemmia in quattro barriques, di forma tradizionale tipo bordolese, con una capienza di 225 litri, di media tostatura e realizzate con legnami provenienti da differenti regioni della Francia: Allier (A), Never (N), Tronçais (T) e Limousin (L).

Il vino della vendemmia 2000, terminata la fermentazione, è stato messo nelle quattro barriques nuove dove è rimasto per sette mesi (tesi V00).

Il vino della vendemmia 2001, terminata la fermentazione, è stato messo nelle quattro barriques, già utilizzate l'anno precedente. Anche in questo caso il vino è maturato in legno per sette mesi (tesi V01).

Il vino della vendemmia 2002, terminata la fermentazione, è stato messo nelle stesse barriques ormai esaurite, con aggiunta di 5g/L di trucioli di legno a grana media, "chips", delle quattro tipologie di legno studiate, per un periodo di due mesi (tesi V02).

Per ogni campione sono state eseguite le determinazioni analitiche dei principali parametri ordinari del vino, secondo le metodiche ufficiali (7): titolo alcolico, acidità totale, acidità volatile, pH, densità relativa ed estratto secco. Per meglio appurare la qualità del vino, sono stati inoltre determinati il colore (8), gli antociani totali (9), i polifenoli totali (10), i componenti volatili (11), i composti fenolici e le aldeidi furaniche (12), gli ellagitannini (13, 14).

La valutazione sensoriale è stata effettuata da una commissione di degustatori ufficiali Ais, presso la sala "Laboratorio dei grandi vini del mondo", all'interno della sede Ais Lazio, all'Hotel Hilton di Roma.

I dati relativi ai composti fenolici, alle aldeidi furaniche ed ai tannini ellagici sono stati analizzati con l'ausilio di tecniche di analisi statistica di tipo parametrico. In particolare, sui parametri rilevati, è stata applicata l'ANOVA two way. L'omogeneità delle

varianze è stata testata con l'ausilio del Levene test e, a seconda della sua significatività sono stati applicati, quali confronti multipli post hoc, ANOVA o il test di Dunnett (T3) o il test di Student Newman Keuls (S-N-K) (15).

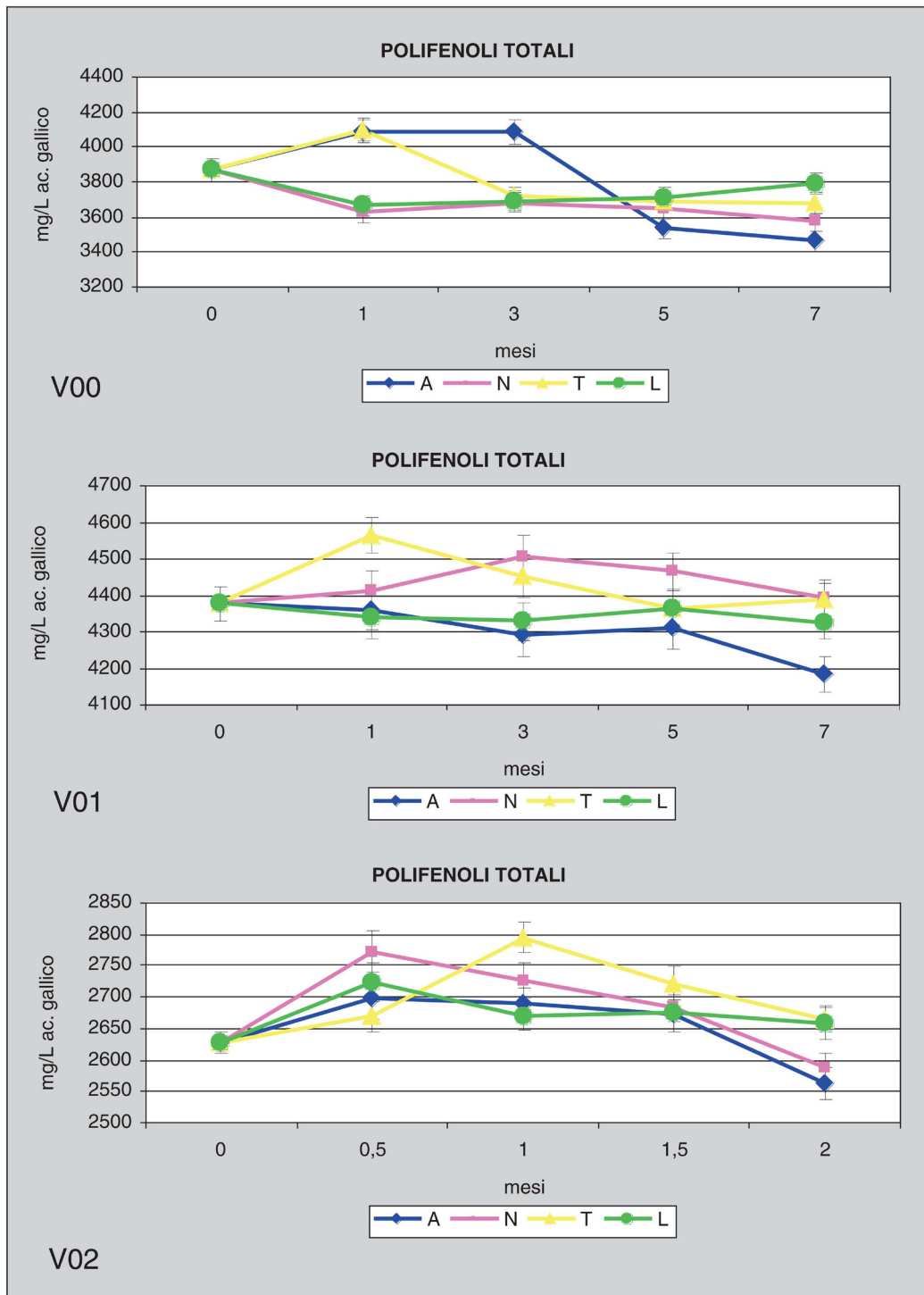
## Risultati e discussioni

Per ognuna delle tre tesi i valori relativi al grado alcolico, pH, acidità totale e volatile, estratto secco e colore sono risultati idonei all'affinamento in legno, ma non hanno fornito indicazioni utili allo scopo della ricerca. Nella tesi V00 (Fig. 1) il contenuto in polifenoli totali, dopo un primo incremento osservato nei vini affinati nelle barriques di Allier e Tronçais (S-N-K test  $p < 0.05$ ) ed una riduzione in quelli conservati nelle barriques di Never e Limousin (S-N-K test  $p < 0.05$ ), si è registrata una situazione completamente diversa dopo i sette mesi di affinamento (S-N-K test  $p < 0.05$ ). A tale campionamento infatti, i vini affinati nelle barriques di Limousin sono risultati i più ricchi in polifenoli totali mentre i vini presenti nelle barriques di Allier ne hanno registrato il minor contenuto (T3 test  $p < 0.05$ ). I vini affinati nelle barriques di Tronçais e di Never hanno mostrato un contenuto intermedio e non hanno mostrato concentrazioni differenti in termini statistici (T3 test n.s.). Tale comportamento può essere dovuto ad una probabile diversa modalità di cessione di tali composti da parte del legno: immediata nelle barriques di Allier e Tronçais, lenta ma continua in quelle di Limousin e Never.

Nella tesi V01 (Fig. 1) l'elevato contenuto iniziale in polifenoli totali ha manifestato un'evoluzione diversa fra le quattro tipologie di barriques. Nei vini maturati in Tronçais e Never, dopo un rapido incremento, statisticamente significativo nei campioni del Tronçais, (S-N-K test  $p < 0.05$ ), si è registrato un



**Fig. 1 - Evoluzione del contenuto in polifenoli totali durante il periodo di affinamento in barriques nuove (V00), usate (V01) e con l'aggiunta di chips (V02)**



progressivo declino del contenuto in polifenoli totali, fino a valori simili a quelli iniziali (S-N-K test n.s.). Nei vini maturati in Limousin non sono stati evidenziati cambiamenti sostanziali (S-N-K test n.s.) mentre nei vini affinati nelle barriques di Allier si è riscontrata una riduzione significativa dopo sette mesi di

affinamento (S-N-K test  $p < 0.05$ ).

Nella tesi V02 (Fig. 1) il contenuto in polifenoli totali ha presentato un trend simile nelle tipologie di legni Allier e Never. Infatti, dopo un rapido ma moderato incremento, è seguita una lieve riduzione statisticamente significativa dopo due mesi di affi-

namento (S-N-K test  $p < 0.05$ ). Particolarmente evidente, nello stesso periodo, anche l'incremento dei contenuti in polifenoli totali dei vini maturati con chips di Tronçais e Limousin rispetto ai vini maturati nelle altre tipologie di legni (S-N-K test  $p < 0.05$ ).

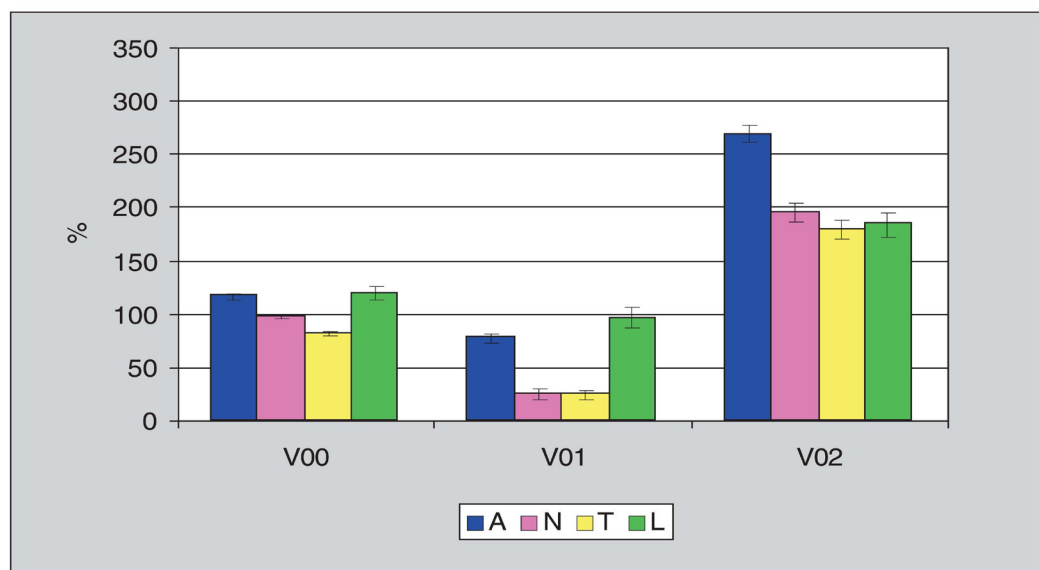
Tali differenti comportamenti sono difficili da spiegare a causa delle interazioni fra le reazioni di ossidazione, di precipitazione e di assorbimento che interessano questi composti (16) e la cessione dei composti fenolici da parte del legno. Si può tuttavia ipotizzare per la tipologia Limousin, una cessione di composti fenolici più graduale ma prolungata nel tempo, per tutte e tre le tesi mentre, per la tesi V02 il maggior livellamento riscontrato nel comportamento tra le differenti tipologie potrebbe essere dovuto all'elevata superficie di contatto tra legno e vino che caratterizza l'utilizzo dei chips e che, probabilmente, consente una cessione più rapida dei componenti del legno, indipendentemente dalla tipologia impiegata.

## Evolutione dei tannini ellagici

Per apprezzare meglio sia l'influenza della differente provenienza geografica del legno sulle caratteristiche compositive del vino, sia l'effetto dell'impiego di barriques nuove, di barriques usate e dell'aggiunta di chips di rovere, è stata riportata, per i seguenti parametri, la percentuale d'incremento riferita al vino giovane.

In tutte e tre le tesi i tannini ellagici hanno presentato una tendenza a crescere come conseguenza del periodo di affinamento del vino a contatto con il legno. Come ci aspettavamo, tale incremento è stato maggiore nella tesi che ha previsto l'aggiunta di chips al vino e minore nei vini maturati in barriques usate. Inoltre, nelle tesi V00 e V01 l'incremento in tannini ellagici è risultato maggiore nei vini affinati nelle barriques di

**Fig. 2 - Percentuale d'incremento in tannini ellagici nei vini affinati nelle barriques di Allier, Never, Tronçais e Limousin nelle tre tesi (V00, V01, V02). Su ogni singola barra è stato posto il nome dei vini per cui i confronti sono risultati significativi ( $p < 0.05$ )**



Allier e Limousin mentre nel vino addizionato di chips l'incremento è stato maggiore nei campioni a contatto con i chips di Allier. I confronti post hoc significativi sono stati riportati in Fig. 2.

I dati bibliografici riportano una elevata presenza di tannini ellagici nel legno di Limousin (17, 18, 19) ma non in quello di Allier (18, 19). Ciò potrebbe essere spiegato nel fatto che la loro concentrazione nel durame varia in maniera significativa non solo da specie a specie (20) e tra piante della stessa specie ma di differenti provenienze (20, 21) ma anche tra cloni, ovverosia individui con identico patrimonio genetico (22); inoltre è funzione dell'età e della parte di pianta che viene utilizzata per la realizzazione delle barriques. Le modalità di stagionatura (23, 24, 25, 26, 27, 28, 29) e tostatura (24, 30, 28, 29) delle doghe, che influenzano anch'esse la quantità di ellagitannini presenti nel vino, non dovrebbero essere indicate come causa di variabilità nel nostro caso dato che le barriques sono state fornite dalla stessa ditta e sottoposte alla stessa intensità di tostatura. L'importanza delle tecniche di produzione potrebbe invece entrare in gioco per spiegare

il differente comportamento riscontrato nei vini affinati con i chips. Vi sono infatti una serie di fattori che causano una notevole varietà tra l'impiego di chips e quello di barriques e che rendono il confronto distorto. Tra questi innanzitutto la differente porzione di legno utilizzata per produrre i chips e le barriques, perché anche se si utilizzano parti della stessa pianta o della stessa doga stagionata i risultati possono essere diversi. Assumono inoltre grande rilievo le modalità di tostatura applicate alle barriques ed ai chips, le diverse modalità di condizionamento delle barriques nuove, la misura, la dose, l'intensità di tostatura dei chips ed il tempo di contatto con il vino che, in genere non è mai uguale a quello di permanenza dei vini in barriques.

La grande disomogeneità esistente tra le tonnellerie ed i produttori di chips e la mancanza di standardizzazione nella tecnologia produttiva dei chips può portare, dunque, a dei risultati molto diversi (31).

Per quanto riguarda lo studio qualitativo dei composti fenolici, delle aldeidi furaniche e delle sostanze volatili, i parametri che meglio hanno permesso di valutare l'in-

fluenza della differente provenienza geografica del legno sono stati: furfurale, 5-idrossimetil-2-furaldeide (HMF), vanillina, siringaldeide, acido ellagico, 4-etilguaiacolo, eugenolo, 4-metilguaiacolo, cis- e trans-b-metil-g-octalattone.

## Studio qualitativo

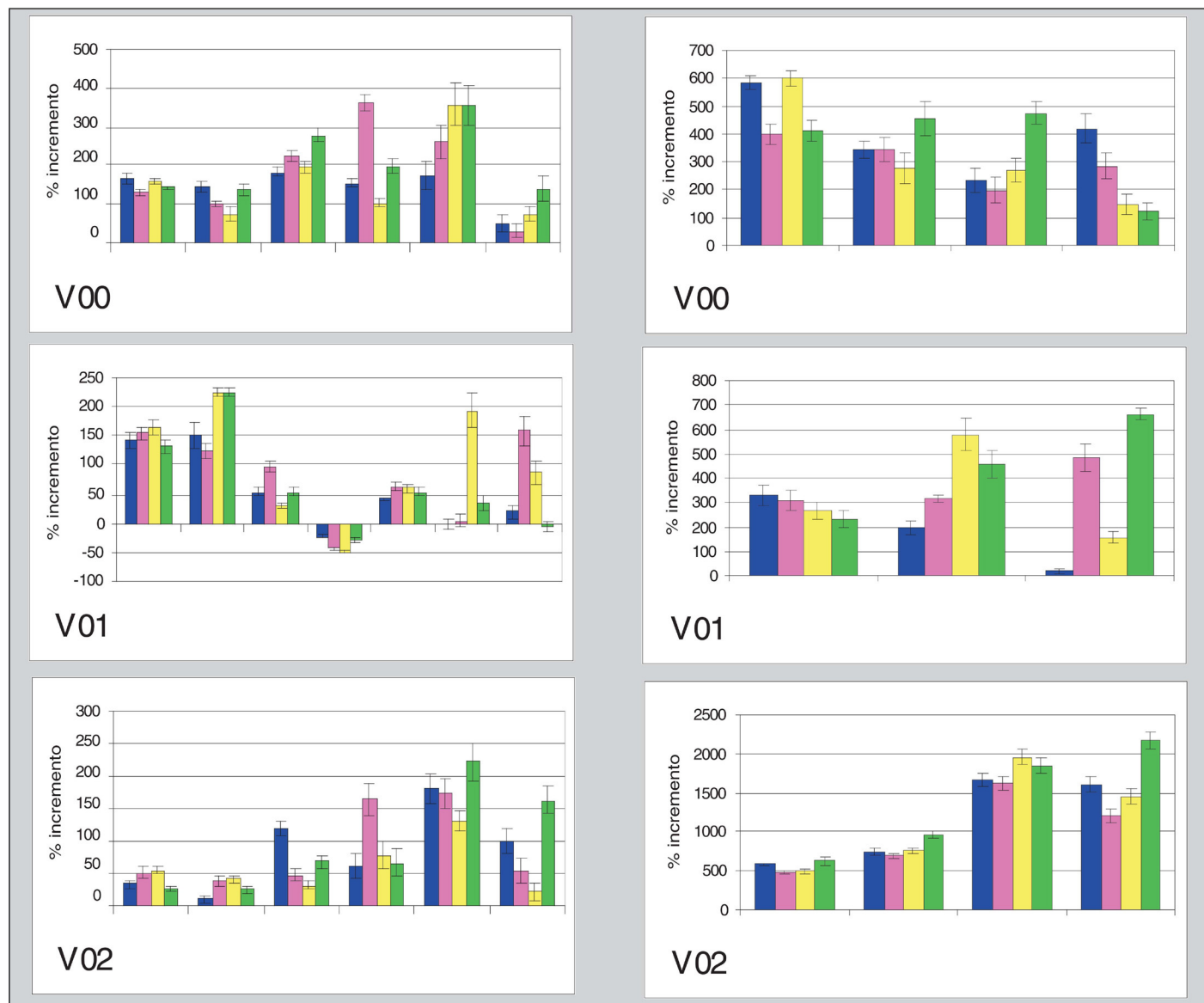
Come si può rilevare dalla Fig. 3, si è registrato un maggior incremento in HMF e furfurale nei vini affinati nelle barriques nuove (V00) di Allier (S-N-K  $p < 0.05$ ) e Tronçais (S-N-K  $p < 0.05$ ), in vanillina nei vini maturati nelle barriques di Allier (S-N-K  $p < 0.05$ ) e Limousin (S-N-K  $p < 0.05$ ), in siringaldeide (S-N-K  $p < 0.05$ ), trans-b-metil-g-octalactone e 4-etilguaiacolo nei vini maturati nelle barriques di Limousin, in eugenolo nei vini affinati nelle barriques di Limousin, in acido ellagico nei vini conservati nelle barriques di Never.

Nei vini affinati nelle barriques usate (V01), così come ci si aspettava, si è registrata una minore cessione dei composti sopra menzionati, eccetto che per l'HMF, che ha presentato un incremento simile a quello osservato nella tesi V00 (T3 test N.S.). In particolare, si è riscontrato un maggior incremento in furfurale ed in trans-b-metil-g-octalactone nei vini affinati nelle barriques di Limousin e Tronçais (S-N-K  $p < 0.05$ ), in 4-metilguaiacolo in quelli conservati nelle barriques di Tronçais, in vanillina (S-N-K  $p < 0.05$ ) ed eugenolo in quelli maturati nelle barriques di Never, in 4-etilguaiacolo in quelli nelle barriques di Limousin. La siringaldeide è diminuita in tutti i campioni (S-N-K  $p < 0.05$ ), presentando un valore minimo nei vini affinati nelle barriques di Never e Tronçais (S-N-K  $p < 0.05$ ) (Fig. 3).

Infine, nei vini addizionati con i chips (V02), i valori di HMF e furfurale hanno mostrato incrementi molto elevati (S-N-K  $p < 0.05$ ), così come quelli del cis- e trans-b-metil-





**Fig. 3 - Percentuali di incremento di alcuni composti fenolici ed aromatici nei vini invecchiati in barriques di A, N, T, L nelle tre tesi studiate (V00, V01, V02)**

g-octalattone. In particolare si è osservata una maggiore percentuale d'incremento in vanillina e siringaldeide nei vini maturati in presenza dei chips di Never (S-N-K  $p < 0.05$ ) e Tronçais (S-N-K  $p < 0.05$ ), in acido ellagico per quelli a contatto con i chips di Allier (S-N-K  $p < 0.05$ ), in HMF in quelli addizionati con i chips di Limousin (S-N-K  $p < 0.05$ ) e Allier (S-N-K  $p < 0.05$ ), in furfurale (S-N-K  $p < 0.05$ ), trans-b-metil-g-octalattone ed eugenolo nei vini maturati con i chips di Limousin, in 4-metilguaiacolo in quelli contenenti i chips di Never (Fig. 3).

Eccezion fatta per l'acido gallico, tutti gli effetti (prin-

cipali ed interattivi) considerati nel modello dell'analisi della varianza a due vie sono risultati altamente significativi, come riportato nella Tab. 1.

Tali dati sono stati di difficile interpretazione poiché i valori hanno subito delle variazioni sia fra le tesi che, all'interno di ciascuna di esse, fra le quattro tipologie di legno e in maniera sempre diversa.

Per quanto riguarda la differenza fra le tre tesi si è osservato, in generale, una maggiore cessione dei composti legati al legno da parte delle barriques nuove, ad eccezione dell'HMF, del furfurale, del cis- e del trans-b-

metil-g-octalattone per i quali si è riscontrata una maggiore cessione da parte dei chips. Le barriques usate sono quelle che hanno ceduto la minor quantità di tali composti, ad eccezione dell'HMF, del cis- e del trans-b-metil-g-octalattone per i quali le quantità cedute si sono mantenute elevate. Mentre le differenze riscontrate tra il ricorso alle barriques nuove o già sfruttate appaiono piuttosto ovvie, trattandosi di sostanze presenti nel legno in quantità finite e quindi destinate a ridursi con il periodo di sfruttamento (32, 1), più difficili da spiegare risultano gli incrementi minori riscontrati con l'impiego di chips. In



particolare la vanillina e la siringaldeide, per le quali altri studi (33) hanno riscontrato un netto incremento nei vini aggiunti di trucioli, hanno mostrato nel nostro caso un aumento decisamente inferiore nella tesi con i chips rispetto all'impiego di barriques nuove. Tali discordanze di risultati potrebbero essere causati dalla mancanza di un processo standardizzato nella tecnologia di produzione dei chips (31).

Per quanto riguarda l'influenza della diversa provenienza geografica è stato riscontrato che le differenze rilevate nei vini affinati in barriques nuove non sono state le stesse di quelle evidenziate con l'uso di barriques di un anno oppure aggiungendo i chips al vino. Ciò sta probabilmente ad indicare una diversa modalità di cessione di tali sostanze da parte del legno, modalità che si evolve con il passare del tempo in modo diverso in ogni singola tipologia e per ogni singolo composto. Ad esempio la vanillina nella tesi V00 ha presentato un incremento del 150% nei vini affinati nelle barriques di Allier e Limousin e del 100% nel vino maturato in Never. Nella tesi V01 l'incremento nei vini affinati nelle barriques di Allier e Limousin è sceso a circa il 60% mentre nel vino in Never è rimasto sempre del 100%, come se tale tipologia di legno avesse una modalità di cessione della vanillina lenta ma continua nel tempo.

Infine, l'influenza della diversa provenienza geografica è apparsa più evidente nei vini affinati nelle barriques dove le differenze tra gli incrementi nelle quattro tipologie sono risultati maggiori.

Per poter valutare la complessa influenza del legno sulla qualità finale del vino e poter, quindi, esprimere un giudizio di preferenza, si è resa fondamentale la valutazione sensoriale. Da essa è emerso che, in tutte e tre le tesi e specialmente in quella che ha previsto l'impiego di barriques nuove, nel vino affinato nelle barriques di Allier, le sensazioni di frutta a bacca

rossa, in particolare l'amarena, identificativa del Merlot, sono state completamente sommerse dai profumi classici della botte come vaniglia, cacao e liquirizia. Anche nel vino maturato nelle barriques di Never il legno ha sovrastato nettamente le caratteristiche tipiche del Merlot. Il vino maturato nelle barriques di Tronçais ha mantenuto le sue caratteristiche varietali che si sono ben amalgamate con quelle del legno, con un conseguente rafforzamento del suo spessore. Nel vino conservato nelle barriques di Limousin il fruttato, tipico del vitigno si è affiancato alle note speziate e vanigliate della botte, mantenendo tuttavia un forte carattere tannico.

## Considerazioni conclusive

Il contenuto in polifenoli totali, tannini ellagici e la valutazione qualitativa dei composti fenolici, delle aldeidi furaniche e dei componenti volatili sono state le determinazioni analitiche che, insieme all'analisi sensoriale, meglio hanno permesso di valutare l'influenza della differente provenienza geografica del legno, sia utilizzando barriques nuove che usate oppure aggiungendo chips, sulla qualità finale del vino analizzato.

Per quanto riguarda la differenza fra le tre tesi si è osservato, in generale, una maggiore cessione dei composti legati al legno da parte delle barriques nuove, ad eccezione dell'HMF, del furfurale, del cis- e del trans-bmetil-g-octalattone, per i quali si è riscontrata una maggiore cessione da parte dei chips. Le barriques usate un anno, com'era da attendersi, sono quelle che hanno mostrato una minor cessione dei composti legati al legno.

L'influenza del legno di diversa provenienza geografica sulla qualità del vino ha mostrato delle differenze significative tra i vini affinati nelle barriques di Allier, Never, Tronçais e Limousin; tali differenze si sono però manife-

state in modo diverso per le tre modalità d'impiego delle barriques stesse, a seguito di una differente cessione dei composti del legno.

La sola determinazione analitica non è però, in grado di rappresentare in modo completo l'interazione fra il legno e i vari componenti del vino; per poter valutare appieno la complessa influenza delle barriques e dei chips sulla qualità finale del vino e per poter, quindi, esprimere un giudizio di preferenza, si è resa necessaria l'analisi sensoriale.

Dall'unione dei risultati analitici e dell'esame organolettico è emerso infatti che, in tutti e tre gli anni della sperimentazione, i campioni di Merlot affinati nelle barriques di Tronçais, che hanno presentato, dal punto di vista analitico una presenza buona ed equilibrata di composti fenolici, aldeidi furaniche e componenti volatili, sono stati quelli in cui la valutazione sensoriale le piacevoli note di speziato, vaniglia (vanillina) e mandorla tostata (furfurale e HMF) del legno ben si sono amalgamate con quelle di bacca rossa, tipiche del Merlot. I vini affinati nelle barriques di Allier, Never e Limousin hanno presentato invece, all'analisi strumentale, un profilo fenolico ed aromatico ricco ma squilibrato dove, alla degustazione le note di vaniglia, speziato e legno sono prevalse sulla componente fruttata del Merlot. I vini maturati nelle barriques di Tronçais hanno inoltre presentato un buon contenuto in polifenoli totali che ne assicura una buona protezione dai fenomeni ossidativi e quindi ne garantisce una buona conservabilità nel tempo.

Le differenze tra le quattro provenienze geografiche del legno, fin qui descritte, sono state principalmente evidenti con l'impiego di barriques nuove mentre la tecnica dell'aggiunta dei chips ha portato all'ottenimento di vini con una maggiore uniformità, soprattutto dal punto di vista organolettico.

Alla luce di tali risultati si può dunque stabilire che, per

il vino da noi preso in esame, la miglior tipologia di barrique è risultata quella realizzata con legnami provenienti dalla foresta di Tronçais, in cui è stato raggiunto il miglior equilibrio tra i composti presenti nel vino e quelli rilasciati dal legno. ■

## Bibliografia

1. Parisi L. (2001). "Per un vino rosso di qualità". *Vignevini*, XXVIII (11): 96-98
2. Vivas N. (1995). "L'influenza dei diversi tipi di legno sulle caratteristiche dei vini". *Il consenso*, 9 (1): 2-29
3. Moio L., Del Prete G., Diana M., Valentino A. A. (1999). "Il legno di rovere impiegato per la fabbricazione delle barriques". *Industria delle bevande*, XXVIII: 13-19
4. Garde Cerdán T., Rodríguez Mozaz S., Ancín Azpilicueta C. (2002). "Volatile composition of aged wine in used barrels of French oak and of american oak". *Food Research International*, 35: 603-610
5. Marengi M. (2001). "L'Assoenologi fra il legno ed il bio". *Vignevini*, XXVIII (10): 59-64
6. Morris G. (1992). "Evaluating options to obtain oak flavour". *The Australian Grapgrower & Winemaker*, 343: 22
7. MAF (Ministero dell'Agricoltura e Foreste), (1986). "Metodi ufficiali di analisi per i mosti, i vini, gli agli di vini (aceti) e i sottoprodotti della vinificazione". *Suppl. ordin. n° 58*, Roma
8. François A. (1991). *Bull. O.I.V.*: 545-554
9. Di Stefano R., Cravero M.C., Gentilini N., (1989). "Metodi per lo studio dei polifenoli nei vini". *L'Enotecnico*, maggio:83-89
10. Di Stefano, R.; Guidoni S. (1989). "La determinazione dei polifenoli totali nei mosti e nei vini". *Vignevini*, 1/2: 47-52
11. Rocha S., Ramalheira V., Barros A., Delgado I., Coimbra M. A. (2001). "Headspace solid phase microextraction (SPME) analysis of flavor compounds in wines. Effect of the matrix volatile composition in the relative response factors



**Tab. 1 - Analisi della varianza two way**

Parametro Y	Modello Y=A+B+(AxB)+e	Effetto Barrique (A)	Effetto Anno (B) (AxB)	Effetto Barrique x anno
Acido Ellagico	F(12,24)=214.24.1 p<0.001	F(3,24)=46.6 p<0.001	F(2,24)=302.2 p<0.001	F(6,24)=52.2 p<0.001
Acido Ferulico	F(12,24)=752.89 p<0.001	F(3,24)=138.2 p<0.001	F(2,24)=271.8 p<0.001	F(6,24)=76.8 p<0.001
Acido Caffeico	F(12,24)=51.29 p<0.001	F(3,24)=11.47 p<0.001	F(2,24)=29.18 p<0.001	F(6,24)=11.08 p<0.001
Acido Gallico	F(12,24)=8.39 p<0.001	F(3,24)=2.48 p=0.085	F(2,24)=2.53 p=0.1	F(6,24)=13.98 p<0.001
Acido Vanillico	F(12,24)=20.76 p<0.001	F(3,24)=19.5 p<0.001	F(2,24)=38.45 p<0.001	F(6,24)=12.74 p<0.001
Furfurale	F(12,24)=651.4 p<0.001	F(3,24)=21.38 p<0.001	F(2,24)=759.3 p<0.001	F(6,24)=18.35 p<0.001
HMF	F(12,24)=423.8 p<0.001	F(3,24)=5.48 p=0.005	F(2,24)=769.5 p<0.001	F(6,24)=7.72 p<0.001
Siringaldeide	F(12,24)=260.8 p<0.001	F(3,24)=10.36 p<0.001	F(2,24)=1060.8 p<0.001	F(6,24)=10.7 p<0.001
Siringico	F(12,24)=89.4 p<0.001	F(3,24)=11.73 p<0.001	F(2,24)=67.87 p<0.001	F(6,24)=8.13 p<0.001
Vanillina	F(12,24)=102.7 p<0.001	F(3,24)=7.69 p<0.001	F(2,24)=88.82 p<0.001	F(6,24)=11.51 p<0.001
Tannini Ellagici	F(12,24)=300.24 p<0.001	F(3,24)=32.65 p<0.001	F(2,24)=362.5 p<0.001	F(6,24)=9.58 p<0.001
Polifenoli Totali (V00)	F(20,40)=34.7 p<0.001	F(3,40)=15.8 p<0.001	F(4,40)=45.7 p<0.001	F(12,40)=23.1 p<0.001
Polifenoli Totali (V01)	F(20,40)=6.38 p<0.001	F(3,40)=20.3 p<0.001	F(4,40)=5.18 p=0.002	F(12,40)=3.8 p=0.001
Polifenoli Totali V(02)	F(20,40)=14.9 p<0.001	F(3,40)=5.24 p=0.004	F(4,40)=27.05 p<0.001	F(12,40)=4.38 p<0.001

in a wine model". *J. Agric. Food Chem.*, 49 (11): 5142-5151

12. Moutounet, M.; Rabier Ph., Puech J.-L., Verette E., Barrillere J.M. (1989). "Analysis by HPLC of extractable substances in oak wood. Application to a Chardonnay wine". *Sciences des Aliments*, 9: 35-51

13. Poiana, M.; Mincione B. (1994). "Prime prove di affinamento in «barriques» di vini rossi calabresi". Workshop on "Imballaggio funzionale per una migliore qualità degli alimenti confezionati", Milano, February, 4

14. Quinn, M. K., Singleton V. L. (1985). "Isolation and identification of ellagitannins from white oak wood and an estimation of their roles in wine". *Am. J. Enol. Vitic.* 36 (2): 148-155

15. Underwood A. J. (1997). "Experimental in ecology.

Their logical Design and Interpretation Using Analyses of Variance". Cambridge Univ. press, UK: 504

16. Piergiovanni L., Fava P., Volonterio G. (1988). "Il vino in barrique". *Vini d'Italia*, anno XXX, 5: 17-27

17. Mosedale J.R., Charrier B., Crouch N., Janin G., Savill P.S. (1996) "Variation in the composition and content of ellagitannins in the heartwood of European oaks (*Quercus robur* and *Q. petraea*). A comparison of two French forest and variation with heartwood age". *Ann. Sci. For.* 53: 1005-1018

18. Parodi G. (1996). "Il legno per barriques: origine e caratteristiche". *Vigne-vini*, 9: 57-64

19. Parodi G. (2000). "A proposito di barriques". *Vigne-vini*, 3: 77-83

20. Masson G., Moutounet M., Puech J. L. (1995) "Ellagi-

tannin content of oak wood as a function of species and of sampling position in the tree". *Am. J. Enol. Vitic.*, 46 (2): 262-268

21. Marco J., Artajona J., Larrechi M. S., Rius F. X. (1994). "Relationship between geographical origin and chemical composition of wood for oak barrels". *Am. J. Enol. Vitic.*, 45 (2): 192-200

22. Feuillat F., Keller R. (1997). "Variability of oak wood anatomy relating to cask properties". *Am. J. Enol. Vitic.*, 48: 502-508

23. Fernández de Simón B., Cadahía E., Conde E., García-Vallejo M. C. (1999). "Evolution of phenolic compounds of Spanish oak wood during natural seasoning. First results". *J. Agric. Food Chem.*, 47: 1687-1694

24. Hale M. D., McCarty K., Larmie E., Newton J., Swan J. S. (1999). "The influence of

oak seasoning and toasting parameters on the composition and quality of wine". International Symposium on Oak in Winemaking, *Am. J. Enol. Vitic.*, 50 (4): 495-502

25. Chatonnet P., Boidron J. N., Dubourdieu D., Pons M. (1994). "Evolution of oakwood polyphenolic compounds during seasoning. First results". *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 28: 337-357

26. Swan J. S., Reid K. J., Howie D., Howlet S. P. (1993). "A study of the effects of air and kiln drying of cooperage oakwood". In *Elaboration et Connaissance des Spiriteux*; Cantagrel R., Lavoisier Editions, Paris: 557-561

27. Masson E., Baumes R., Moutounet M., Puech J. L. (2000). "The effects of kiln-drying on the levels of ellagitannins and volatile compounds of European oak (*Quercus petraea* Liebl)". *Am. J. Enol. Vitic.*, 51 (3): 201-214

28. Cadahía E., Varea S., Muñoz L., Fernández de Simón B., García-Vallejo M. C. (2001). "Evolution of ellagitannins in Spanish, French, and American oak woods during natural seasoning and toasting". *J. Agric. Food Chem.*, 49: 3677-3684

29. Fernández de Simón B., Cadahía E., Conde E., García-Vallejo M. C. (1999). "Evolution of phenolic compounds of Spanish oak wood during natural seasoning. First results". *Am. J. Enol. Vitic.*, 47: 1687-1694

30. Matricardi L., Waterhouse A. L. (1999). "Influence of toasting technique on color and ellagitannins of oak wood in barrel making". International Symposium on Oak in Winemaking, *Am. J. Enol. Vitic.*, 50 (4): 519-525

31. Ducournau P., Chassin M., Lemaire T. (1999). "Chips as a factor of quality". *Am. J. Enol. Vitic.*, 1999, 50, (4): 545

32. Rous C., Alderson B. (1983). "Phenolic extraction curves for white wine aged in French and American oak barrels". *Am. J. Enol. Vitic.*, 34: 211-215

33. Amati A., Arfelli G. (2001). "Vino nel legno o legno nel vino? I risultati delle esperienze di uso di chips in Italia". *L'Enologo*, (ottobre): 57-66

