

Gli aromi dei Moscati con particolare riferimento a quelli del Moscato Giallo

Accademico Rocco Di Stefano

Introduzione

Vanno sotto il nome di aromatiche le uve dotate di un sensibile contenuto in composti terpenici appartenenti soprattutto alla classe degli alcoli mono, di e triidossilati, degli eteri e degli acidi (Williams et al., 1980). Anche idrocarburi monoterpenici e sesquiterpenici sono stati segnalati (Stevens et al., 1966; Schreier et al., 1976). Sebbene tale classificazione dovrebbe essere rivista in seguito all'identificazione di precursori di composti tiolici odorosi in certe uve (Darriet et al., 1993), essa si adatta bene a quanto si percepisce a livello sensoriale al momento della degustazione delle uve. Per l'espressione dei composti tiolici, invece, necessita l'intervento dei lieviti (Dubourdieu et al., 2006). Il giudizio di aromaticità delle uve, tuttavia, non dà alcuna informazione sulla natura delle diverse sottoclassi di terpenoli in esse presenti e non rende conto delle diverse sensazioni aromatiche che si avvertono alla degustazione. I lavori pionieristici di Usseglio-Tomasset (1966), di Usseglio-Tomasset et al. (1966), in cui erano state impiegate le tecniche analitiche più raffinate per quei tempi, con la scrupolosità che distingueva questo grande personaggio, avevano provato che il linalolo era l'alcol terpenico responsabile dell'aroma di Moscato. Non aveva identificato altri composti terpenici, quali il nerolo e il geraniolo, in quanto non aveva trovato alcun composto, fra quelli presenti negli estratti di mosto di uva Moscato bianco, che avesse gli stessi tempi di ritenzione in GC, né gli stessi Rf in cromatografia su strato sottile degli standard puri di questi composti analizzati nelle stesse condizioni cromatografiche. Naturalmente, era stato messo fuori strada dalla sua stessa precisione: non aveva tenuto conto del fatto che allora la termostatazione dei forni GC non era molto precisa, se i tempi di analisi erano lunghi (lavorava in isoterma), e che la presenza di cere negli estratti d'uva poteva alterare, rispetto agli standard, gli Rf dei singoli composti in essi contenuti. Nello stesso periodo Webb et al. (1966) impiegarono il linalolo e i trans e cis furan linalol ossidi per il confronto fra uve di varietà aromatiche diverse (Aleatico, Early Muscat, Malvasia bianca, Muscat of Alexandria, Muscat Hamburg, Orange Muscat, P-20-59 e Q-26-39) e Stevens et al. (1966) identificarono il linalolo, l' α -terpineolo, il citronellolo, il nerolo, il geraniolo, il metil geraniato, il limonene e il mircene nell'olio essenziale di Muscat of Alexandria. Anche Terrier (1972), oltre al linalolo, segnalò nel Moscato il nerolo, il geraniolo, i cosiddetti ossidi del linalolo e descrisse due dioli terpenici in seguito identificati con i dioli 1 e 2 (2,6-dimetil-3,7-octadien-2,6-diolo e 3,7-dimetil-1,7-octadien-3,6-diolo) (Rapp et al., 1979, 1980). Ebbe così inizio

la corsa all'identificazione dei composti terpenici presenti nelle uve aromatiche con i fondamentali contributi di Schreier et al. (1974) Rapp et al. (1979, 1980, 1983, 1984), Williams et al. (1980, 1982), Wilson et al. (1988) Günata et al. (1984), Bonnländer et al. (1998), Versini et al., (1991), Brillouet et al. (1989), Voirin et al. (1990), Bitteur et al. (1990), Shoseiov et al. (1990) che hanno portato all'identificazione di diverse decine di composti terpenici liberi e glicosilati. Questa corsa oggi non è ancora finita grazie ai progressi, allora difficilmente prevedibili, che le tecniche analitiche hanno subito. Vengono determinati, infatti, con tecniche strumentali che coinvolgono la GC-MS, la LC-MS e la NMR (Schievano et al., 2013) i singoli glicosidi terpenici. Fin dall'inizio delle ricerche sui composti terpenici dei moscati era apparso che una parte dei terpenoli era contenuta nell'uva sotto forma non direttamente estraibile con solventi quali il pentano, il diclorometano e loro miscele. Fu ipotizzato che la frazione non estraibile fosse costituita da eterosidi. Prove in tal senso furono fornite da Cordonnier e Bayonove (1974). In un primo tempo Usseglio-Tomasset e Di Stefano (1979) risolvettero il problema della valutazione degli ipotetici eterosidi terpenici per mezzo della distillazione in corrente di vapore del mosto privato dei terpenoli liberi per estrazione continua liquido-liquido e successiva estrazione continua liquido-liquido dei composti originati nel processo distillatorio. Questo metodo, adottato poi da Dimitriadis e Williams (1984) per determinare la potenzialità aromatica delle uve, consentì di effettuare una stima dei terpenoli presenti nei mosti sotto forma di precursori ma, come fu evidenziato in seguito (Williams et al., 1982), i composti determinati per questa via non corrispondevano a quelli effettivamente presenti nelle uve sotto forma di precursori ma a loro prodotti di trasformazione acido catalizzata. Dopo la dimostrazione dell'effettiva presenza di glicosidi terpenici nel Moscato bianco (Di Stefano, 1982) e alla determinazione della loro struttura molecolare (Williams et al., 1982), per l'applicazione delle conoscenze acquisite ai controlli analitici si dovettero attendere i lavori di Günata (1984), Günata et al. (1985) e, successivamente, di Di Stefano (1991). Per l'estrazione dei terpenoli liberi e glicosilati dai mosti e dai vini il primo impiegò la resina XAD2, il secondo cartucce preconfezionate di C₁₈ RP. I composti glicosilati sono stati stimati attraverso l'analisi degli agliconi prodotti per idrolisi enzimatica della frazione degli eterosidi eluita con etil acetato dalla resina XAD2 o con metanolo dalla cartuccia C₁₈ RP. Grazie a questi metodi è stato possibile effettuare determinazioni di composti terpenici liberi e glicosilati presenti nelle uve e nei vini in tempi relativamente brevi, con buona precisione.

Il profilo dei composti terpenici delle varietà aromatiche

Di Stefano e Corino (1984a) avevano notato che, a differenza del Moscato bianco in cui il linalolo e i suoi derivati erano i principali terpenoli estratti dall'uva, varietà aromatiche a frutto colorato

coltivate in Piemonte possedevano un profilo terpenico in cui prevalevano il geraniolo e i suoi derivati. I lavori di Versini et al. (1989) e di Scienza et al. (1989) confermarono l'importanza e la numerosità del secondo gruppo di varietà a cui appartenevano la Malvasia di Candia, il Moscato d'Adda, il Moscato Rosa, il Moscato rosso e, probabilmente, il Moscato di Scanzo (tab. 1). I profili terpenici glicosilati delle varietà aromatiche a prevalenza di geraniolo e dei suoi derivati coltivate in Piemonte (tabb. 2, 2a), determinati con metodi più affidabili rispetto a quelli utilizzati nel lavoro del 1984, furono riportati successivamente da Di Stefano e al. (1995). Altri studi riguardarono i profili terpenici di varietà a prevalenza di linalolo e dei suoi derivati: Moscato Bianco (tab. 3) Italia (Borsa et al., 2002), Malvasia delle Lipari (Di Stefano, risultati non pubblicati), Riesling renano (Di Stefano et al. 2000); di geraniolo: Traminer (Versini et al., 1990; Di Stefano et al. 2000) (tab. 4); di geraniolo e di linalolo: Zibibbo (Di Stefano et al., 1995) (tab. 3) e l'esame di collezioni di uve aromatiche (Eynard, 1986; Ummarino et al., 1999). Costacurta et al. (2001) sulla base del profilo dei terpenoli liberi e glicosilati divisero le varietà aromatiche in tre gruppi aventi come riferimento: a) Moscato di Alessandria e Moscato giallo, b) Moscato Bianco e c) varietà a basso contenuto in Linalolo; sulla base delle analisi isoenzimatiche a tre gruppi aventi come riferimento: a) Moscato giallo, b) Moscato d'Alessandria, c) Moscato bianco più altri gruppi minori; sulla base delle analisi molecolari a tre gruppi i cui vitigni di riferimento sono: a) Moscato bianco, b) Moscato giallo, c) Moscato d'Alessandria, d) Moscato d'Amburgo, e) Moscato fiori d'arancio (Trentino), f) Moscatello nero, g) altri Moscati, fra cui il Muscat Ottonel e il Moscato di Scanzo. Questi stessi autori riportarono che i Moscati fiori d'Arancio coltivati in Trentino e in provincia di Padova corrispondono rispettivamente al Moscato Jesus e al Moscato giallo e che esistono tre Moscati rosa: due riferibili al gruppo del Moscato bianco (fra cui il Moscato rosa coltivato in Trentino) e uno al Moscato d'Alessandria. Il Moscato Giallo, il Moscato Bianco e il Moscato d'Alessandria sono stati indicati da questi stessi autori come i progenitori della grande famiglia delle varietà aromatiche. In un successivo lavoro, Flamini et al. (2001), sulla base dei profili dei terpenoli liberi e glicosilati (tuttavia non riportati in dettaglio) divisero le varietà aromatiche in quattro gruppi: a) Moscato Giallo, b) Moscato bianco, c) Moscato d'Alessandria e d) Moscato d'Amburgo. Pare interessante ricordare che, secondo questi ultimi autori, nel 78% dei casi, a simili profili terpenici corrispondevano simili profili molecolari.

L'esame dei profili dei terpeni liberi e glicosilati riportati nelle tabelle da 1 a 4 evidenzia, tuttavia, una variabilità così grande da non poter essere spiegata alla luce delle indagini molecolari fino ad ora effettuate. La ripartizione in varietà a prevalenza di linalolo, di geraniolo e dei loro derivati, sembra risolvere il problema della classificazione delle varietà aromatiche, anche se all'interno di ogni gruppo possono essere individuati numerosi sottogruppi in cui sono incluse varietà a profili

affini. Ulteriori complicazioni sono rappresentate dalle varietà a contenuti simili di linalolo, geraniolo e derivati e di varietà a prevalenza o ad alti contenuti di α -terpineolo e derivati. L'esame delle tabelle suddette mostra anche differenze notevoli fra i profili dei terpenoli liberi e glicosilati delle stesse varietà determinate da autori diversi e dallo stesso autore (tab. 4), dovute, probabilmente, alla difficoltà di uniformare le procedure analitiche per la determinazione dei profili in questione. Alcuni punti critici di queste procedure sono rappresentati da:

- non uniformità delle variabili di carattere viticolo: tecniche colturali, ambiente, decorso climatico,
- diverso livello di maturità dell'uva,
- possibili errori nell'identificazione ampelografica della varietà,
- non provata affidabilità delle tecniche di estrazione dei composti terpenici liberi e glicosilati dal succo e dalle bucce dell'uva,
- differenze nell'attività glicosidica degli enzimi utilizzati per l'idrolisi degli eterosidi,
- mancata identificazione degli artefatti,
- impiego di uva surgelata (difficoltà di inattivazione degli enzimi glicosidici delle bucce),
- diversa espressione dei risultati (se riferiti al mosto, alle bucce, all'intero acino d'uva)

Tutto questo indica che i risultati sopra esposti, se pure non inficiano il tentativo di classificazione effettuato, necessitano di una conferma e di un aggiornamento da parte, almeno, di due laboratori specializzati.

Il Moscato Giallo

Un confronto fra i contenuti in linalolo e α -terpineolo di alcuni vitigni aromatici (Moscato Giallo del Trentino, Moscato d'Amburgo, Brachetto, Traminer, Riesling renano, Moscato Bianco, Moscato d'Alessandria, Moscato d'Adda, Italia, Malvasia di Casorzo, Malvasia di Castelnuovo don Bosco) fu effettuato da Usseglio-Tomasset (1969). Con i metodi di analisi allora utilizzati (estrazione in continuo con pentano di almeno 10 L di mosto), anche se non era garantita la precisione quantitativa per i possibili artefatti idrolitici, considerati i lunghi tempi e le temperature di estrazione, apparve chiaro che il Moscato Giallo e l'Italia erano le varietà più ricche di linalolo a livello di succo estraibile dalla polpa dell'uva. In precedenza lo stesso autore (Usseglio-Tomasset,

1966) aveva segnalato nel Moscato Giallo un contenuto elevato del composto responsabile dell'aroma di moscato in seguito identificato con il linalolo (Usseglio-Tomasset et al., 1969)

Un maggior numero di composti terpenici fu preso in considerazione da Di Stefano e Corino (1984b) per il confronto dei mosti da uve dei vitigni Moscato Giallo – Moscato bianco coltivati in due zone diverse (Calosso in Piemonte e Chambave in Valle d'Aosta). Oltre ai liberi allora noti, furono valutati i composti terpenici sotto forma glicosilata attraverso i prodotti della loro idrolisi acida (distillazione in corrente di vapore del mosto privato dei terpenoli liberi per estrazione con pentano:diclorometano 60:40 ed estrazione in continuo del distillato con lo stesso solvente). In entrambe le zone il Moscato Giallo risultò molto più ricco del Moscato Bianco di linalolo, trans piran linalol ossido e diolo 1 liberi e di diolo 1 glicosilato (valutato attraverso l'ho trienolo prodotto per idrolisi acida dal diolo 1) (fig. 1). Non fu possibile determinare i singoli contenuti di linalolo, nerolo e geraniolo glicosilati in quanto le forme eterosidiche di questi tre alcoli terpenici generano gli stessi prodotti per idrolisi acida. La stessa incertezza riguardò il geraniolo libero. Il contenuto di questo terpenolo nel Moscato Bianco, infatti, risultò sensibilmente più alto di quanto atteso, probabilmente in quanto, durante la preparazione del mosto, una parte delle sue forme eterosidiche contenute nelle bucce era stata idrolizzata per la forte pressione a cui le parti solide erano state sottoposte (torchietto da laboratorio).

Questi risultati furono confermati in successivi lavori (Di Stefano e Corino, 1986; Zamorani et al., 1987) (rispettivamente, fig. 2 e fig. 3). I dati riportati da questi ultimi autori, ripresi poi da Giulivo et al. (2005) riguardarono il confronto fra uve Moscato Bianco e Moscato Giallo campionate nel 1979 e nel 1980 in quattro zone diverse dei Colli Euganei.

A conferma della prudenza necessaria nella valutazione dei dati sperimentali valgono i dati relativi al profilo dei terpenoli liberi e prodotti per idrolisi enzimatica da precursori glicosilati riportato da Ummarino et al. (1999). Il campione era stato preparato per preconcentrazione dei terpenoli dell'uva (succo + buccia) su cartuccia C₁₈ RP, eluizione dei liberi con diclorometano e dei glicosilati con metanolo (Di Stefano, 1991). Quest'ultima frazione, dopo evaporazione del metanolo sotto vuoto, idrolisi dei glicosilati con enzima prodotto da *Aspergillus Niger* (Genencor), dissoluzione del residuo in tampone citrato-fosfato a pH 5,0, incubazione a 40 °C per 24 ore, preconcentrazione degli agliconi su cartuccia C₁₈ RP ed eluizione degli agliconi con diclorometano, era stata sottoposta, così come la frazione dei liberi, ad analisi per GC e GC-MS. Le uve provenivano dalla collezione di proprietà della ditta Luigi Bosca e figli di Canelli AT (Eynard et al., 1986). Il profilo dei terpenoli liberi e glicosilati del Moscato Giallo, riportato in fig. 4 in confronto a quello di un Moscato bianco della stessa collezione, si è rivelato diverso da quelli sopra descritti per

i contenuti sensibilmente più bassi di linalolo, trans piran linalol ossido e diolo 1. Le differenze fra Moscato Bianco e Moscato Giallo erano molto meno evidenti di quanto osservato da Di Stefano e Corino (1984 e 1986) e Zamorani et al. (1987).

Un successivo lavoro di Versini et al. (1999), anche se i risultati di questi autori si riferivano al vino anziché all'uva, non confermò sia per i terpenoli liberi sia per i glicosilati i profili determinati da Ummarino et al. (1999) ma quelli dei lavori sopra riportati. Il profilo dei terpenoli liberi del vino Moscato Giallo riportato da Versini et al. (1999), che risultò molto più ricco di linalolo, trans piran linalol ossido e diolo 1 liberi del Moscato bianco (fig. 5) fu confermato da una determinazione molto più recente di Guido Bezzo (2013, comunicazione personale) (fig. 6). Dal punto di vista del profilo dei terpenoli liberi e glicosilati, comunque si valutino i dati reperibili in letteratura, il Moscato Giallo appartiene alla classe delle uve aromatiche a prevalenza di linalolo e dei suoi derivati. Esso si distingue dal Moscato bianco per i tenori sensibilmente più elevati di linalolo, trans piran linalol ossido e diolo 1 liberi e glicosilati.

Conclusioni - Riassunto

I vitigni che producono uve aromatiche rappresentano una classe di varietà estremamente varia dal punto di vista dei profili dei terpenoli liberi e glicosilati che, tuttavia, possono essere riferiti a due gruppi a caratteristiche affini: a prevalenza di linalolo o geraniolo e dei loro derivati. Un terzo gruppo molto meno numeroso fa riferimento all' α -terpineolo e derivati. La distinzione fra uve aromatiche e non aromatiche si deve intendere riferita solo ai loro caratteri sensoriali e al loro contenuto assoluto in terpenoli liberi e glicosilati. Anche le non aromatiche, infatti, sono dotate di profili terpenici riferibili ai tre gruppi sopra menzionati, il cui esame fornisce preziose informazioni sulle tendenze biosintetiche più che sulle parentele individuabili solo attraverso indagini molecolari. La conoscenza dei profili terpenici delle varietà aromatiche si rivela, infine, particolarmente importante in enologia per il diverso comportamento delle uve a prevalenza di linalolo o di geraniolo e derivati nei riguardi dell'attività dei lieviti e, di conseguenza della tecnica da adottare per la loro vinificazione.

I dati relativi al profilo dei terpenoli delle uve del vitigno Moscato Giallo coltivato in zone climatiche notevolmente diverse, quale è risultato dalle determinazioni effettuate in laboratori, in periodi e con metodi altrettanto diversi, ha evidenziato, con l'eccezione del lavoro di Ummarino et al. (1999), una ricchezza veramente notevole in terpenoli liberi e glicosilati (linalolo, trans piran linalol ossido e 2,6-dimetil-3,7-octadien-2,6-diolo). Malgrado non siano disponibili, oltre a quelli riportati da Ummarino et al. (1989), altri dati diretti relativi al profilo dei terpenoli glicosilati delle

uve Moscato Giallo, si può prevedere, sulla base delle informazioni indirette fornite dalle analisi dei mosti (Di Stefano e Corino, 1984 e 1986) e dei vini (Versini et al., 1999) che esso sia molto simile al Moscato bianco (prevalenza dei terpenoli della classe del linalolo e dei suoi derivati polioidrossilati). I due vitigni, tuttavia, differiscono sensibilmente per le quantità assolute dei derivati delle classi del linalolo e del geraniolo che, potenzialmente possono sintetizzare.

Bibliografia

Bitteur S.M., Baumer R.L., Bayonove C.L., Versini G., Martin C.A., Dalla Serra A. (1990) 2-exo-hydroxy-1,8-cineole. A new component from grape var. Sauvignon. *J. Agric. Food Chem.*, 38, 1210-1213

Bonnländer B., Baderschneider B., Messerer M., Winterhalter P. (1998) Isolation of two novel monoterpenoid glucose esters from Riesling wine. *J. Agric. Food Chem.*, 46, 1474-1478

Borin G. (1986) Indagini sul profilo aromatico di uve a sapore moscato: rilievi analitici biennali su uve dei Colli Euganei [Consorzio vini DOC Colli Euganei](#)

Borsa D., Barbagallo M.G., Di Lorenzo R., Di Stefano R. (2002) Evoluzione della composizione terpenica dell'uva "Italia" in Sicilia durante la maturazione, in funzione dell'ambiente di coltivazione e della copertura con rete. *Riv. Vitic. Enol.*, n° 2/3, 23-38

Brillouet J.-M., Günata Z., Bitteur S., Cordonnier E., Bosso C. (1989) Terminal apiose : a new sugar constituent of grape juice glycosides. *J. Agric. Food Chem.*, 37, 910-912

Darriet, P., Tominaga, T., Demole, E. & Dubourdieu, D. (1993) Mise en évidence dans le raisin de *Vitis vinifera* (var. Sauvignon) d'un précurseur de la 4-mercapto-4-méthyl pentan-2-one. *C.R. Acad. Sci. Biol. Pathol. Végét.* 316, 1332-1335.

Cordonnier R., Bayonove C. (1974) Mise en évidence dans la baie de raisin, variété Muscat d'Alexandrie, de monotèrenes liés révélables par une ou plusieurs enzymes du fruit. *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 278, séries D, 3387-3390

Costacurta A., Calò A., Crespan M., Milani M., Carraro R., Aggio L., Flamini R. (1991) Caratterizzazione morfologica, aromatica e molecolare dei vitigni di Moscato e ricerche sui loro rapporti filogenetici. *Bull. OIV.*, 74 (841-842), 133-150

Di Stefano R. (1982) "Presenza di precursori del linalolo nel Moscato bianco del Piemonte" *Vignevini IX*, 45-47

Di Stefano R. (1989) "The glycoside nature of terpenes of Muscat grape skins. The β -glucosidase activity of grape skins" *Die Wein-Wissenschaft* 44,(5), 158-161 (Germania)

Di Stefano R. (1991) "Proposition d'une méthode de préparation de l'échantillon pour la détermination des terpènes libres et glycosides des raisins et des vins" *Bull. de l'O.I.V.* 64, 219-224 (France)

Di Stefano R., Antonacci D. (1986) "Profilo terpenico di alcune uve bianche da vino e da mensa a gusto e aroma di Moscato" *Riv.Vitic.Enol.*39, 313-320

Di Stefano R., Borsa D., Maggiorotto G., Corino L. (1995) "Terpeni e polifenoli di uve aromatiche a frutto colorato prodotte in Piemonte" *L'Enotecnico* XXXI, (4), 75-85

Di Stefano R., Corino L. (1984a) "Terpeni ed antociani di alcune uve rosse aromatiche" *Riv.Vitic.Enol.*37, 581-595

Di Stefano R., Corino L. (1984b) "Valutazioni comparative tra Moscato bianco e Moscato giallo con particolare riferimento alla componente terpenica" *Riv.Vitic.Enol.* 37, 657-670

Di Stefano R., Corino L. (1986) "Caratteristiche chimiche ed aromatiche di vini secchi prodotti con Moscato bianco e giallo di Chambave e con Moscato bianco di Canelli" *Riv.Vitic.Enol.* 39, 3-11

Di Stefano R., Garcia Moruno E. (1995) "Attività idrolitica di preparati enzimatici da foglie e da acini di Moscato sui glicosidi terpenici" *Riv.Vit.Enol.* XLVIII, (2), 41-49

Di Stefano R., Gentilini N., Ummarino I. (2000) "Studio dei profili aromatici di varietà a frutto bianco coltivate nella zona del Collio" *L'Enologo* 36:12, 95-102

Di Stefano R., Maggiorotto G. (1993) "Différences entre la composition terpénique des cépages aromatiques" Relazione presentata a Montpellier (Francia) al Symposium Internacional "Connaissance Aromatiques des Cépages et Qualité des Vins" 9-10 Febbraio '93 - *Annali Istituto Sper. Enoli.*, XXIV 65-81

Di Stefano R., Maggiorotto G., Di Bernardi D., Melia V., Sparacio A., Fina B., Sparla S. (1995) "Evoluzione dei composti terpenici durante il processo di appassimento dell'uva Zibibbo di Pantelleria" *L'Enotecnico* XXXI, (10), 73-84

Dimitriadis E., Williams P.J.. (1984) Development and use of a rapid analytical technique for estimation of free and potentially volatile monoterpene flavourants of grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* (35:2), 66-71

Eynard I., Bovio M., Guidoni S. (1986) Collezione ampelografica di vitigni ad aroma moscato in

Canelli. Atti Acc. It. Vite e vino, 38, 209-218

Flamini R., Della Vedova A., Calò A. (2001) Studio dei contenuti monoterpénici di 23 accessioni di uve Moscato: correlazioni fra profilo aromatico e varietà. Riv. Vitic. Enol. 54 (2/3),

Giulivo C., Zamorani A., Borin G., (1987) Una perla enologica del territorio del Nord-Est: Il Fior d'Arancio dei Colli Euganei. L'Enologo, 3:93-99

Günata Y.Z., Bayonove C.L., Baumes R.L., Cordonnier R.E. (1985) The aromas of grapes. I. Extraction and determination of free and glycosidically bound fractions of some grape aroma components. J. Chromatograph., 331, 83-90

Dubourdieu D., Tominaga T., Masneuf I., Peyrot de Gachons C., Murat M.L. 2006. The role of yeast in grape flavor development during fermentation: the example of Sauvignon blanc. Am. J. Enol. Vitic. 57, 81-88.

Günata Z. (1984) Recherches sur la fraction liée de nature glycosidique de l'arôme du raisin. Importance des terpénylglycosides, action des glycosidases. Thèse Doc. Sci., Université de Montpellier, France

Rapp A., Knipsner W. (1979) 3,7-dimethyl-okta-1,5-dien-3,7-diol eine neue terpenoide verbindung des trauben und weinaromas. Vitis, 18, 229-233

Rapp A., Mandery H., Engel L. (1980) Identifizierung von 3,7-dimethyl-okta-1,7-dien-3,6-diol im trauben und weinaroma von muskatsorten. Vitis, 19, 226-229

Rapp A., Mandery H., Niebergall H. (1986) Neue monoterpéndiole in traubenmost und weine in kulturen of *Botrytis cinerea*. Vitis, 25, 79-84

Rapp A., Mandery H., Ullemeyer H. (1983) 3,7-dimethyl-1,7-octandiol – eine neue terpenkomponente des trauben und weinaromas. Vitis, 22, 225-230

Rapp A., Mandery H., Ullemeyer H. (1984) Neue monoterpéndiole in traubenmost und weinen und ihre bedeutung für die genese einiger cyclischer monoterpénäter. Vitis, 23, 84-92

Schievano E., D'Ambrosio M., Mazzetto I., Ferrarini R., Magno F., Mammi S., Favaro G. (2013) Identification of aroma precursors in Moscato Giallo grape juice: a nuclear magnetic resonance and liquid chromatography-mass tandem study. Talanta, 116, 841-851

Schreier P., Drawert F., Junker A. (1974) Identifizierung von 3,7-dimethyl- 1,5,7- octatrien-3-ol als flüchtige komponente des trauben und weinaromas. Z. Lebensm.Unters. Forsch., 155, 98-99

- Schreier P., Drawert F., Junker A. (1976) Sesquiterpen-kohlenwasserstoffe in trauben. Z. Lebensm.Unters. Forsch., 160, 271-274
- Scienza A., Versini G., Mattivi F. (1989) Il profilo aromatico ed antocianico dell'uva e del vino di "Moscatto rosa" Atti Acc. It. Vite e Vino, 41, 159-182
- Shoseiov O., Bravdo B.A., Siegel D., Goldman A., Cohen S., Ikan R. (1990) Iso.geraniol (3,7-dimethyl-3,6-octadien-1-ol). A novel monoterpene in *Vitis Vinifera* L. cv. Muscat roy. Vitis, 29, 159-163
- Stevens K.L., Bomben J., Lee A., McFadden W.H. (1966) Volatile from grapes. Muscat of Alexandria. J. Agric. Food Chem., 14:3, 249-252
- Terrier A. (1972) Thèse Université de Bordeaux n° 162
- Ummarino I., Guidoni S., Di Stefano R. (1999) Profilo terpenico di vitigni aromatici. Quad. Vitic. Enol. Univ. Torino, 83-100
- Usseglio Tomasset L., Di Stefano R. (1979) "Osservazioni sui costituenti terpenici delle uve e dei vini aromatici" Vignevini VI, 33-38
- Usseglio-Tomasset L- (1969) I costituenti aromatici delle uve. Riv. Vitic. Enol., n°6
- Usseglio-Tomasset L. (1966) L'aroma di Moscatto delle uve e dei vini. Industrie Agrarie, 4:5
- Usseglio-Tomasset L., Astegiano V., Matta M. (1966) Il linalolo composto responsabile dell'aroma delle uve e dei vini aromatici. Industrie Agrarie, 4:dicembre
- Versini G., Dalla Serra A., Dell'Eva M., Stefanini M., Inama S. (1989) Caratteristiche aromatiche dell'uva e del vino Moscatto Rosa. Proc. Int. Symp. The aromatic substances in grapes and wines, by Scienza A. & Versini G., San Michele all'Adige, 399-409
- Versini G., Dalla Serra A., Scienza A., Barchetti P. (1990) Particolarità compositive dell'uva e del vino Traminer aromatico. Simposio "Traminer Aromatico" Bolzano, 59-71
- Versini G., Rapp A., Reiniero F., Mandery H. (1991) Structural identification of some p-menth-1-enediols in grape products. Vitis, 30, 143-149
- Versini G., Grando MS., Stefanini M., Dellacassa E., Carrau F. (1999) Metodi chimici, ampelometrici e molecolari per l'identificazione del "Moscatel miel" dell'Uruguay come "Moscatto giallo italiano". Quad. Vitic. Enol. Univ. Torino, 23, 101-112

- Voirin S.G., Baumes R.L., Bitteur S.M., Günata Y.Z., Bayonove C.L (1990) Novel monoterpene disaccharide glycosides of *Vitis vinifera* grapes. J. Agric. Food Chem., 38, 1373-1378
- Webb A.D., Kepner R.E., Maggiora L. (1966) Gas Chromatographic comparison of volatile aroma materials extracted from eight different Muscat-flavored varieties of *Vitis vinifera*. Am. J. Enol. Vitic., 17, 247-254
- Williams P.J., Strauss C.R., Wilson B. (1980) New linalool derivatives in Muscat of Alexandria grapes and wines. Phytochemistry, 19, 1137-1139
- Williams P.J., Strauss C.R., Wilson B., Massy-Westropp R.A. (1982) Novel monoterpene disaccharide of glycosides of *Vitis Vinifera* grapes and wines. Phytochemistry, 21, 2013-2020
- Williams P.J., Strauss C.R., Wilson B., Massy-Westropp R.A. (1982) Studies on the hydrolysis of *Vitis Vinifera* monoterpene precursor compounds and model monoterpene β -D-glucosides rationalizing the monoterpene composition of grapes. J. Agric. Food Chem., 30, 1219-1223
- Wilson B., Strauss C.R., Williams P.J. (1984) Changes in free and glycosidically bound monoterpenes in developing Muscat grapes. J. Agric. Food Chem., 32, 919-924
- Wilson B., Strauss C.R., Williams P.J. (1986) The distribution of free and glycosidically-bound monoterpenes among skin, juice, and pulp fraction of some white grape varieties. Am. J. Enol. Vitic., (37:2), 107-111
- Wilson B., Strauss C.R., Williams P.J. (1988) Novel monoterpene diols and diol glycosides in *Vitis Vinifera* grapes. J. Agric. Food Chem., 36, 569-573
- Zamorani A., Borin G., Giulivo C., Maggioni A. (1987) Il Moscato dei Colli Euganei. Vignevini, 5:23-33

Tab. 1 - Profilo dei terpenoli liberi e glicosilati di varietà aromatiche a frutto colorato. del Nord-Est. Scienza et al., 1989

Terpenoli (µg/kg)	Malvasia Candia		Moscato Adda		Moscato Rosa	
	L	G	L	G	L	G
Ox A	26.5	93	5	18.5	16.5	51.5
Ox B	5.1	23.5	0.8	14.5	4.5	83.5
Linalolo	12	114	2.9	21.5	23.5	1530
α-terpineolo	0.7	99	4.6	89	3.8	80
Ox C	27	42	8.5	16	41.5	26.5
Ox D	3.1	6.7	2	1.4	27.5	17
Citronellolo	14	23	74.5	20	19.5	10
Nerolo	124	370	226	172	249	569
Geraniolo	1265	2700	1172	373	1405	1907
Diolo 1	1218	368	17	82.5	101	136
Diolo 2	18	24.5	3	9.5	190	155
OH-citronell.	38.8	88	131	56	37	37
8-OH-Dlin.	42	130	110	136	59	59
T-8-OH-lin.	12	94	20	297	58.5	58.5
C-8-OH-lin.	131	1630		131	124	124
OH-geran.	320		152.1	220	123	123
Ac. geranico	440	1775	1427	1048	227	869

L = Liberi; G = Glicosilati

Tab. 2 - Profilo dei terpenoli liberi e glicosilati di varietà aromatiche a frutto colorato del Piemonte. Di Stefano et al. (1995)

Terpenoli (µg/kg)	Brachetto Acqui		Brachetto Roero		Brachetto Nizza	
	L	G	L	G	L	G
Ox A	2.5	283.7	6.5	239.9	2.8	242.8
Ox B	3.3	343.5	14.3	164.4	2.2	47.7
Linalolo	19.6	89.0	293.1	1267.4	9.2	161.9
Nerale	-	323.1		289.4		254.9
α-terpineolo	154.2	189.2	8.2	99.6	3.9	48.9
Geraniale	-	259.5		258.9		209.4
Ox C	37.6	176.2	85.4	154.8	35.4	141.0
Ox D	16.3	305.6	60.2	234.4	4.6	40.8
Citronell.	14.7	92.5		122.3		39.2
Nerolo	34.5	828.2	18.3	1324.7	26.1	670.8
Geraniolo	148.1	1924.2	52.9	2367.2	118.7	1663.9
Diolo 1	407.1	459.4	430.3	595.9	249.0	651.4
OH-Lin.		49.9		65.3		34.6
Diolo 2	5.0	50.0	85.9	76.5	4.2	39.0
OH-citronell.		125.1		58.6		68.6
8-OH-DL		139.4		211.2		37.1
OH-nerolo		125.7		87.2		172.0
T-8-OH-Lin.	12.4	1926.6	20.3	485.4	11.4	251.1
C-8-OH-Lin.	27.7	364.4	13.4	511.4	28.2	578.5
OH-Geran.	20.4	659.4	51.3	1140.8	21.4	484.4
Ac. Geranico	338.8	4095.2	104.0	4103.9	92.0	1145.8

L = Liberi; G = Glicosilati

Tab. 2 a - Profilo dei terpenoli liberi e glicosilati di varietà aromatiche a frutto colorato del Piemonte. Di Stefano et al. (1995)

Terpenoli ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Malvasia Schierano		Malvasia Casorzo		Malvasia Lunga	
	L	G	L	G	L	G
Ox A	3.4	259.3		331.7	4.1	136.9
Ox B	11.5	241.2		1139.0	6.3	1073.4
Linalolo Nerale	111.3	1717.2	30.1	496.3	30.6	130.1
		168.5		125.2		177.1
α -terpineolo	34.5	124.7	6.8	76.6	5.1	185.9
Geraniale		185.6		106.6		151.7
Ox C	188.7	264.9	9.1	301.9	15.5	185.7
Ox D	41.0	287.8	5.2	559.6	5.4	660.6
Citronell. Nerolo	16.0	38.4	45.2	43.1	22.1	173.8
	17.1	681.9	33.3	685.9	53.5	1094.4
Geraniolo	123.4	2750.7	168.0	1203.4	150.8	1892.8
Diolo 1	189.3	639.6	243.3	1171.9	307.4	776.6
OH-Lin.		71.1		56.4		71.6
Diolo 2	39.3	61.7	30.4	62.6		12.7
OH-citronell. 8-OH-DL		69.3		38.1		264.8
		244.1		115.9		259.7
OH-nerolo		34.6		97.3		84.6
T-8-OH-Lin.	73.3	740.1	34.7	482.0	13.8	270.1
C-8-OH-Lin.	227.0		111.9	397.0	59.6	600.4
OH-Geran.		2444.4		418.9	38.3	521.4
Ac. Geranico	135.6	2533.4	158.7	922.1	145.7	2249.7

L = Liberi; G = Glicosilati

Tab. 3 - Profilo dei terpenoli liberi e glicosilati di varietà aromatiche a frutto bianco

Terpenoli ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Moscato Bianco 1		Moscato Bianco 2		Zibibbo Pantelleria	
	L	G	L	G	L	G
Ox A	11.24	251.9	62.0	686.0	34.76	57.1
Ox B	11.80	113.7	54.3	531.0	23.18	32.4
Linalolo	151.69	319.4	1511.6	1120.2	688.84	594.4
Ho-trienolo	8.43		0.0		63.73	23.9
Nerale		45.7		275.2		85.1
α -terpineolo	7.30	93.5	58.1	143.4	42.49	89.9
Geraniale		50.7		201.6		117.9
Ox C	175.84	294.7	414.7	507.8	208.58	54.1
Ox D	20.79	140.7	166.7	674.4	52.15	40.9
Citronellolo	1.69	16.7	0.0	38.8		12.2
Nerolo	10.11	309.7	58.1	496.1	121.67	284.7
Geraniolo	25.28	314.7	96.9	662.8	508.6	399.6
Diolo 1	691.01	306	1058.1	1407.0	714.62	359.6
OH-Lin.	5.62	55.5		124.0	19.28	48.6
Diolo 2	162.92	117.2		81.4	96.39	41.1
OH-citronell.	10.67	103.5	7.8	197.7	7.01	25.2
8-OH-DL	0.00		69.8	158.9	15.77	37.4
OH-nerolo	3.37	66.3	0.0	197.7	14.02	15.9
T-8-OH-Lin.	12.36	294.3	73.6	872.1	45.57	174.8
C-8-OH-Lin.		384.8	104.7	693.8		45.8
OH-Geran.	43.82		85.3	697.7	173.51	210.1
Ac. geranico	12.36	462	205.4	2341.1	515.02	424.6
Mentendiolo 2		19.4				23.3

L = Liberi; G = Glicosilati

Tab. 4 - Profilo dei terpenoli di varietà aromatiche
a basso contenuto di liberi (Versini et al., 1990; Di Stefano et al, 2000)

Terpenoli (µg/kg)	Traminer	Traminer	Riesling	Malvasia Lipari 1		Malvasia Lipari 2	
	DS G	V G	DS G	DS L	DS G	V L	V G
Ox A	119.8	27.8	221.8		95.6	2.3	48
Ox B	172.1	25	152.9		118.9	1.1	5.5
Linalolo	67.5	35.1	529.4	23.78	256.3	5	55
Ho-trienolo			15.4		n.d.		
Nerale	103.5						
α-terpineolo	115.5	31.6	170.6		16.8	1.2	6
Geraniale					12.9		
Ox C	82.8	14.01	82.4		25.8	32	8.1
Ox D	219	10.5	135.3		11.6	2.8	1.9
Citronellolo	83.9	31.9	8.6		5.2	8.4	1.1
Nerolo	539.7	353.2	46.8		15.5	6.2	3.4
Geraniolo	930.8	1391	94.1		38.8	42	11.4
Diolo 1		165	358.8	114.94	146	1488	73.2
OH-Lin.			62.8		11.7		
Diolo 2	9.5	3.4	51.1		4	23	3.8
OH-citronell.	6.3	48.8	22.3		10	12	12
8-OH-DL	11.1	65.7	30.9		25.1	8.8	8.8
OH-nerolo	41.2				n.d.		
T-8-OH-Lin.	106.1	65.7	158.8		52.6	207	207
C-8-OH-Lin.	93.5	473.1	605.9		144.6	131	131
OH-geran.	44.4	127	111.8		15	220	220
Ac.Geranico	219	764.8	29.8		8.4	120	15.3
Mentendiolo 2	120.4	63	300		10		

L = Liberi; G = Glicosilati; DS = Di Stefano; V = Versini

Fig. 1 - Confronto mosti Moscato bianco - Moscato Giallo. Cal: Calosso Piemonte; Ch: Chambave Valle d'Aosta. 1: 1982; 2: 1983. Terpenoli liberi $\mu\text{g/L}$ di mosto. Di Stefano e Corino (1984)

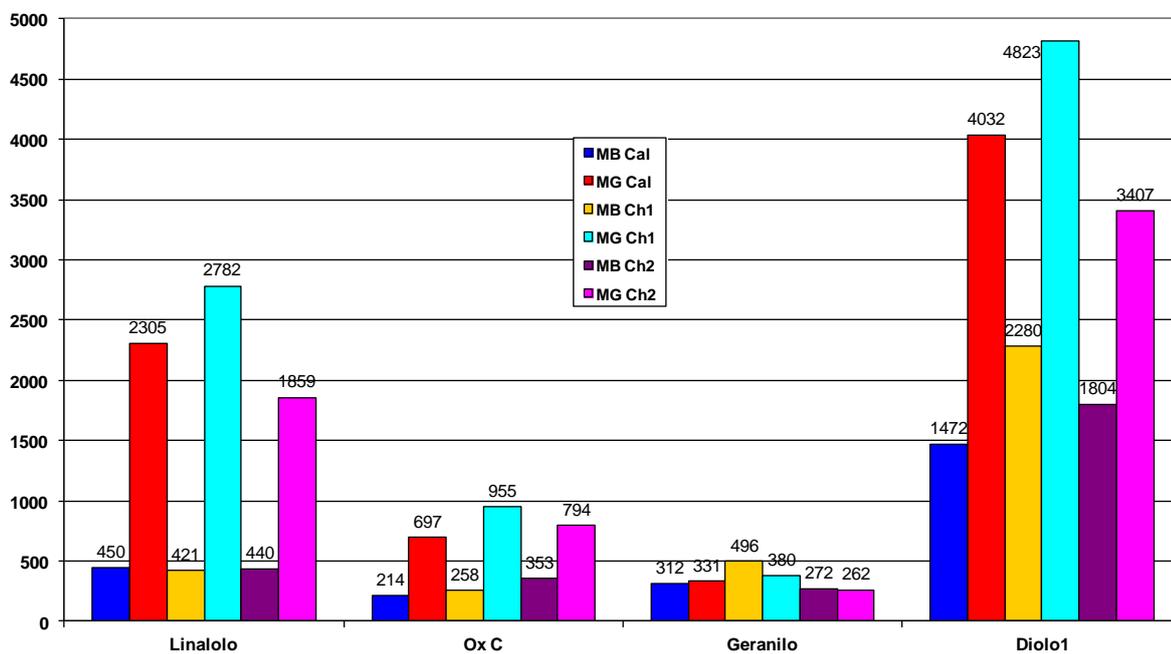


Fig. 2 - Confronto mosti Moscato bianco - Moscato giallo. Can: Canelli Piemonte; Ch: Chambave Valle d'Aosta. Terpenoli liberi $\mu\text{g/L}$. Di Stefano e Corino (1986)

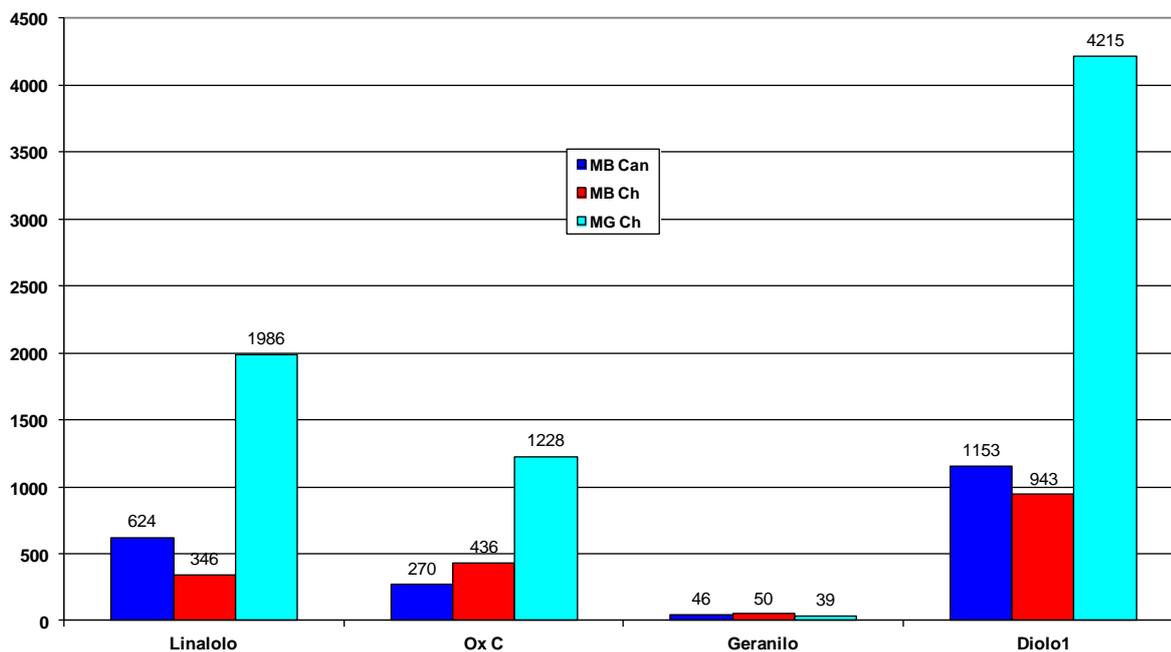


Fig. 3 - Confronto mosti Moscato bianco - Moscato giallo. 1: 1979; 2: 1980. $\mu\text{g/L}$ di mosto. Terpenoli liberi. Zamorani et al. (1987)

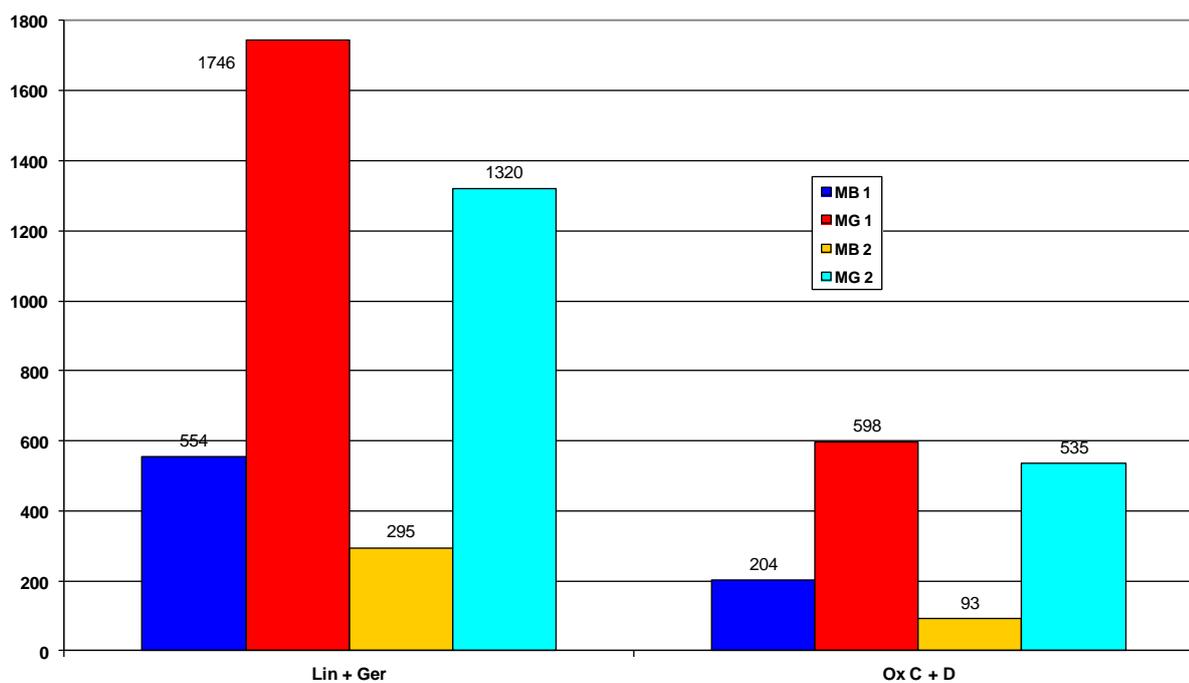


Fig. 4 - Confronto uve Moscato bianco - Moscato giallo. L: liberi; G: glicosilati mg/kg. Ummarino et al. (1999)

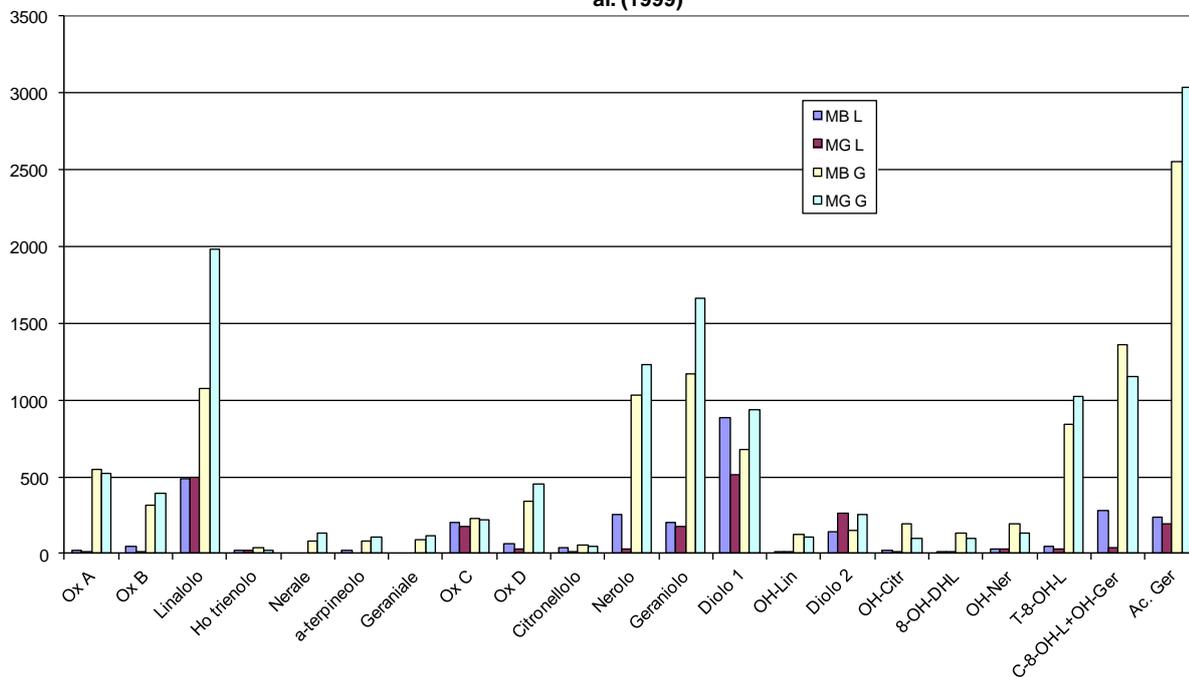


Fig. 5 - Confronto vini Moscato bianco - Moscato giallo. L: liberi; G: Glicosidi. µg/L. Versini et al. (1999)

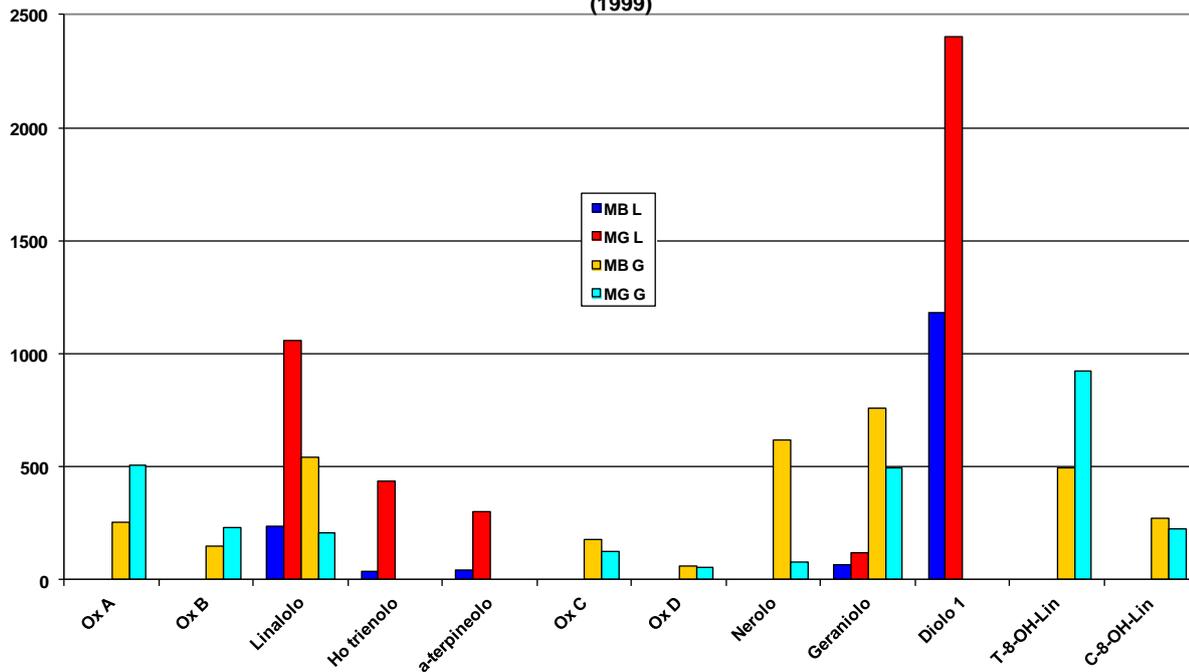


Fig. 6 - Terpenoli liberi di un vino Moscato giallo. $\mu\text{g/L}$ (Bezzo, Consorzio Asti)

