

Impiego del legno in enologia

La diffusione del legno in enologia è storicamente legata al suo utilizzo come contenitore per il trasporto del vino, soprattutto per quanto riguarda i fusti di piccole dimensioni. Il suo impiego si è, quindi, generalizzato alle diverse fasi di vinificazione. Più recentemente, l'introduzione di nuovi materiali, in particolare l'acciaio inox, ha determinato l'orientamento del suo utilizzo prevalentemente per la fabbricazione di fusti per la conservazione dei vini.

Attualmente i fusti di legno non sono più soltanto considerati soltanto dei recipienti in cui conservare il vino, bensì dei laboratori in cui avvengono importanti reazioni che portano al miglioramento della stabilità del vino ed all'esaltazione delle sue caratteristiche organolettiche.

Il legno nell'affinamento dei vini bianchi e rossi

- Botti di grandi dimensioni.
- Barrique (225 L) e tonneau (500 L)
- Scaglette di legno di diversa pezzatura
- Assicelle di legno
- Tannini enologici

La conservazione in *barrique* offre numerosi vantaggi:

- Consente un'adeguata chiarifica del vino, migliore rispetto a quanto non avvenga in vasca poiché i volumi sono inferiori ed intervengono fenomeni di adsorbimento ad opera del legno;
- Provoca la completa decarbossilazione del vino dopo le fermentazioni alcolica e malo-lattica;
- Favorisce la stabilizzazione del colore;
- Ne modifica le caratteristiche olfattive (effetto aromatizzante);
 - Consente di ammorbidire i vini eccessivamente astringenti;
 - Aumenta la complessità generale dei vini.

Le caratteristiche sensoriali del vino sono influenzate dall'affinamento in *barrique*

- **colore del vino** (entità delle cessioni di composti polifenolici, in particolare ellagitannini);
- **caratteristiche olfattive** (entità delle cessioni di sostanze volatili, reazioni di trasformazione biologica a carico delle sostanze cedute ...)
- **caratteristiche gustative** (cessione di sostanze non volatili più o meno gradevoli, evoluzione, in particolare, della componente polifenolica dei vini)

Le caratteristiche sensoriali del vino dipendono da:

Caratteristiche del legno impiegato per la fabbricazione della barrique:

- entità e quantità degli apporti di sostanze volatili e non volatili
- porosità del legno

Tecnologia adottata:

- durata del contatto vino-legno;
- condizioni tecnologiche di gestione del processo di affinamento :
 - sistema e materiale di tappatura,
 - momento del travaso del vino in barrique (prima o dopo la FML),
 - frequenza e modalità di effettuazione dei periodici travasi;
 - frequenza delle colmature
 - eventuale conservazione a contatto con le *lies* e frequenza e modalità dei *batonnages*,

Caratteristiche del legno impiegato per la fabbricazione della barrique;

- Elevata resistenza meccanica;
- Facilità al taglio per spacco;
- Facilità alla curvatura;
- Adeguato isolamento termico;
- Buona impermeabilità;
- Buona porosità regolarmente distribuita;
- Capacità di trasmettere al vino gradevoli caratteristiche olfattive e gustative.

In virtù delle sue proprietà, il legno delle specie *Quercus robur* (Quercia pedunculata) e *Quercus petraea* (Farnia) è quello che viene più impiegato in enologia.

Caratteristiche del legno impiegato per la fabbricazione della barrique;

Si tratta del **duramen** o **legno del cuore**, parte del tronco priva di attività fisiologica con un'azione limitata al sostegno della pianta.

Il **duramen** si forma nelle piante a partire dai 10-12 anni di età fino alla morte della pianta.

Il processo di **duramenizzazione** consiste in una serie di trasformazioni citologiche e biochimiche a carico delle cellule del parenchima, in particolare:

- *nella sintesi e nell'accumulo di molecole estraibili, in particolare, a livello della parete cellulare (principalmente composti polifenolici);*
- *nello svuotamento del lume cellulare (formazione di vuoti = aumento della porosità).*

Caratteristiche del legno impiegato per la fabbricazione della barrique;

• Molecole non volatili:

-ellagitannini (massimo 10% dell'estratto secco),

- lignina,
- cumarine,
- lignani.

• Molecole volatili:

- isomeri cis e trans del β -metil- γ -octalattone,
- aldeidi fenoliche,
- aldeidi furaniche,
- fenoli volatili,
- fenilchetoni.

Caratteristiche del legno impiegato per la fabbricazione della barrique dipendono da:

- origine botanica del legno (specie di provenienza);
- condizioni colturali ed ambientali (fustaia o semifustaia, terreni fertili e umidi o terreni poveri ed aridi);
- età della pianta (evoluzione del processo di duramenizzazione);
- posizione sulla pianta (altezza del tronco);
- tecniche di essiccamento e di stagionatura del legno;
- tecniche di tostatura delle doghe (modalità e condizioni).

Caratteristiche del legno impiegato per la fabbricazione della barrique;

Porosità del legno:

- Specie di origine;
- Condizioni colturali della foresta;
- Tecniche di stagionatura del legno;
- Condizioni di tostatura delle doghe.

Contenuto in ellagitannini

- Specie di origine;
- tecniche di stagionatura del legno;
- Condizioni di tostatura delle doghe.

Caratteristiche del legno impiegato per la fabbricazione della barrique;

Contenuto in sostanze volatili:

- Specie di origine;
- Tecniche di essiccamento e di stagionatura del legno;
- Modalità e condizioni di tostatura delle doghe.

Le sostanze volatili della barrique

Lattoni

Isomeri cis e trans del β -metil- γ -octalattone si trovano già nel legno grezzo. Presentano un odore di noce di cocco e di boisé. A concentrazioni elevate possono trasmettere odori poco gradevoli di resinoso. Bene concentrazioni comprese tra 150 e 375 $\mu\text{g/L}$.

Il loro contenuto aumenta durante la fase di stagionatura (in particolare quello dell'isomero cis il più odoroso). Questi composti si formano durante la tostatura dalla degradazione termica dei lipidi; ma temperature troppo elevate possono provocarne la distruzione (massima concentrazione nelle doghe sottoposte a tostature medio-forti). Tostature medie o forti sono, dunque consigliabili per legni particolarmente ricchi di queste molecole.

Contenuto in sostanze volatili

Aldeidi fenoliche:
benzoiche (vanillica e
siringica) e cinnamiche
(sinapica e coniferilica)

Presenti nel legno grezzo
Derivate dalla depolimerizzazione e dalla
pirolisi della lignina: durante la fase di
stagionatura del legno e di tostatura delle
doghe. A temperature elevate (tostature
forti) vengono degradate ad acidi fenolici
che, per decarbossilazione, danno fenoli
volatili.

Fenoli volatili:
(guaiacolo, 4-metil
guaiacolo, eugenolo, 4-
vinilguaiacolo....)

Scarsamente presenti nel legno grezzo
(soltanto l'eugenolo).
Si producono dalla pirolisi della lignina
durante la tostatura. Particolarmente
abbondanti nelle doghe sottoposte a
tostature forti.

Contenuto in sostanze volatili

Fenilchetoni:
acetofenone,
acetovanillone...

Si formano durante la tostatura del legno. Si ritiene che
queste sostanze intervengano rafforzando l'aroma di
vaniglia dei vini.

Aldeidi furaniche:
5-metilfurfurale, furfurale e 5-
idrossimetilfurfurale

Presentano un odore di mandorla tostata e
derivano dalla termodegradazione degli
zuccheri che costituiscono la cellulosa e
l'emicellulosa.

Eterocicli ossigenati:
Maltolo, isomaltolo...

Sono responsabili di odori di tostato e di
caramello. Derivano dalla degradazione
degli zuccheri.

Quantità di ossigeno assorbito

Influenza della grana del legno e dell'età dei fusti

- b. nuove di rovere Limousin: $19,5 \pm 1,5$ mg O₂ /L/anno
- b. nuove di rovere Centre: 28 ± 1 mg O₂ /L/anno
- b. usate (5 passaggi) Centre: $10 \pm 1,4$ mg O₂ /L/anno.

Influenza posizione e tipo di tappo (legno nuovo Centre):

- Bonde dessus (tappo in legno battuto): 28 mg/L/anno
- Bonde de côté: 36 mg/L/anno
- Bonde dessus (tappo silicone battuto): 45 mg/L/anno.

Quantità di ossigeno assorbito

Modalità delle misurazioni degli apporti di Ossigeno (da Vivas, 1997):

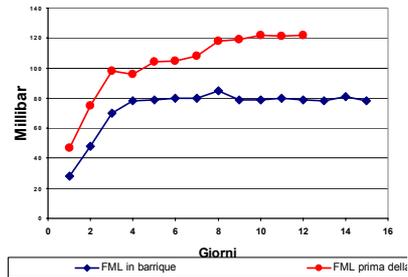
Fusti nuovi ed usati sono stati riempiti con una soluzione contenente 500 mg/L di SO₂. Dopo 6 mesi di conservazione in una cantina non climatizzata è stato effettuato il dosaggio di SO₄²⁻

Il calcolo dell'ossigeno assorbito si basa sul fatto che sono necessarie 2 moli di H₂SO₃, HSO₃³⁻ o SO₂²⁻ per dare da una mole di O₂ all'anione solfato.

Quantità di ossigeno assorbito

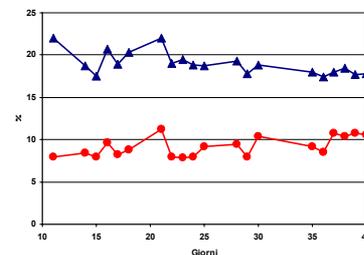
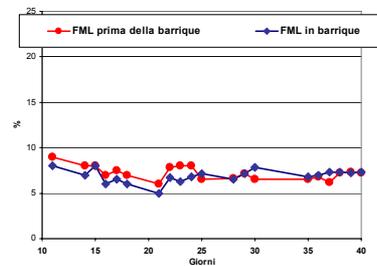
- Quando si impiega un tappo a tenuta, all'interno della barrique si forma una leggera depressione (la velocità di uscita del liquido dall'interno verso l'esterno attraverso il legno è dunque maggiore di quella dell'aria in entrata);
- Il valore della depressione (DP) aumenta nel corso dei primi 3-4 giorni e poi tende a stabilizzarsi intorno al 7°-8° giorno.

La depressione raggiunta all'interno della barrique è pari a circa 120 mbar, leggermente inferiore quando il vino effettua la FML in barrique rispetto a quando il riempimento della barrique avviene dopo FML.



Composizione chimica dello scolmo

- Presenta la *stessa composizione dell'aria* (20 % di O₂) quando si impiega un tappo non a tenuta o si effettuano ravvicinate colmature (nell'arco di 15-20 giorni);
- **Un maggiore contenuto in CO₂ ed una minore percentuale di O₂** (dal 5-9 %) rispetto all'aria dopo circa 10 giorni con chiusura ermetica;
- Se la chiusura ermetica della barrique (in assenza di microfessure) si protrae oltre, si arriva fino all'1,8 % di O₂ ed al 28 % di CO₂. Il consumo di ossigeno viene controbilanciato dalla liberazione di CO₂.



Modalità di tappatura ed assorbimento di ossigeno

- Quando si impiega un tappo a tenuta stagna si riduce l'entrata dell'ossigeno dal foro di cocchiume.
- Aumenta (effetto della depressione) la quantità di ossigeno che, complessivamente, entra nella barrique e, **in particolare, la frazione che attraversa la parete della barrique.**
- Si riduce il tenore in ossigeno nello spazio di scolmatura
- Si riduce lo spazio di scolmatura (deformazione della barrique per effetto della depressione) a contatto con il vino.



- Maggiore apporto di microdosi di ossigeno al vino (microossigenazione del vino a dosi più elevate);
- Minori rischi di ossidazione forti per il vino a contatto con l'aria (parte dello scolmo) e minore frequenza delle operazioni di colmataura;
- *Nuove ipotesi sulle modalità secondo le quali avvengono le reazioni tra legno/vino ed ossigeno che portano alla stabilizzazione del colore.*

Meccanismi delle reazioni di stabilizzazione del colore

- Ipotesi classica: ***Le reazioni avvengono nel vino contenuto in barrique***
 - Azione importante (maggiore rispetto a quella dei composti polifenolici dell'uva) degli ***ellagitamini estratti dal legno*** di rovere sull'attivazione ***dell'ossigeno molecolare disciolto nel vino*** e formazione di perossidi (in particolare acqua ossigenata).
 - Reazioni di ossidazione accoppiata che portano alla formazione di acetaldeide per ossidazione dell'etanolo, in presenza di acqua ossigenata.
 - Reazioni di combinazione tra ***antociani e tannini del vino*** in presenza di ponti etanale.
 - Formazione di pigmenti aventi un'estinzione molare maggiore rispetto a quella degli antociani liberi e caratterizzati dal fatto di non essere decolorabili dalla SO₂, di essere meno sensibili alle variazioni del pH ed alle precipitazioni tartariche.

Meccanismi delle reazioni di stabilizzazione del colore

- Nuova ipotesi: *le reazioni avvengono nel vino che bagna la parete della barrique*
- Reazioni di ossidazione accoppiata tra ellagitannini del legno (in concentrazioni elevate) ed ossigeno molecolare che permea attraverso il legno. Le reazioni sarebbero rapide grazie alle concentrazioni elevate del substrato fenolico.
- La più rapida produzione di acetaldeide favorirebbe il rapido avvio delle reazioni di condensazione tra tannini ed antociani in presenza di ponti etanale, nel vino che bagna la parete (4-5 L/barrique).
- La reazione poi si estenderebbe, secondo un meccanismo a catena, agli antociani ed ai tannini del vino nella barrique.

Questa teoria deve, tuttavia, essere provata ed i prodotti dell'ossidazione degli ellagitannini restano da identificare.

Altri prodotti derivati dal legno in enologia

Più recentemente, in alternativa all'impiego della *barrique* è stato proposto l'utilizzo di altri prodotti derivati dal legno allo scopo di conseguire, a costi più contenuti, alcuni dei vantaggi offerti dalla conservazione in *barrique*, e in particolare:

- la modificazione delle caratteristiche organolettiche (effetto aromatizzante);
- l'arricchimento del vino in composti polifenolici (apporto di ellagitannini);
- e, in abbinamento agli apporti di ossigeno (microossigenazione), l'accelerazione del processo di stabilizzazione del colore e l'ammorbidente di vini rossi particolarmente astringenti.

L'impiego di questi prodotti è al momento vietato in Italia e in tutti i Paesi dell'U.E. Sono in corso prove sperimentali per verificarne le condizioni di impiego e l'influenza sulle caratteristiche chimico-fisiche e sensoriali dei vini.

Impiego dei chips durante il processo di vinificazione

Scelta del prodotto da utilizzare :

- a. *Legno di provenienza*
 - b. *Dimensioni del materiale*
 - c. *Grado di tostatura (bassa, media, forte)*
- **Momento dell'aggiunta** (*prima, durante o dopo la FA*)
 - **Dosi e condizioni di impiego**

Durante la fermentazione alcolica. Barrique

L'aggiunta di chips:

- al mosto,
- al mosto-vino durante la FA,

Nella vinificazione in bianco, l'impiego della *barrique* viene consigliato già in fermentazione seguendo 2 diverse modalità:

- introduzione del mosto nella *barrique* subito dopo la pressatura;
- avvio della fermentazione alcolica in vasche di acciaio inox e, dopo alcuni giorni, travaso del mosto-vino in barrique.

Obiettivo: ottenere un vino, in cui le caratteristiche del legno risultino in equilibrio con quelle naturali apportate dall'uva di origina. prodotto in cui le caratteristiche naturali del vino meglio si amalgamano con quelle del legno.

Durante la fermentazione alcolica. Barrique

Fenomeni che avvengono nella barrique durante la fermentazione alcolica:

- trasformazione ad opera del lievito delle aldeidi fenoliche e furaniche nei rispettivi alcoli (es. aldeide vanillica → alcol vanillico inodore) con l'effetto di produrre l'attenuazione dell'impatto del legno;
- minore adsorbimento da parte del legno delle sostanze volatili prodotte dal lievito durante la fermentazione alcolica rispetto a quando la barrique viene riempita di vino.

Questi fenomeni sono tanto più evidenti quando la FA avviene per intero nella barrique (introduzione del mosto piuttosto che del mosto-vino nella barrique).

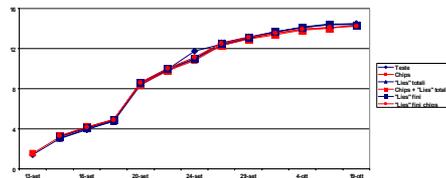
Durante la fermentazione alcolica. Chips

- L'aggiunta di chips in FA, come descritto per la barrique, determina l'attenuazione delle note di *boisé* del vino dovuta a:
- riduzione delle aldeidi fenoliche (in particolare ald. vanillica) e furaniche nei corrispondenti alcoli aventi soglie di percezione più elevate. **EFFETTO COSTANTE.**
- incremento della produzione di sostanze volatili di origine fermentativa (esteri etilici degli acidi grassi.....). **EFFETTO CHE E' FUNZIONE DELLA DOSE.**

Durante la fermentazione alcolica. Chips

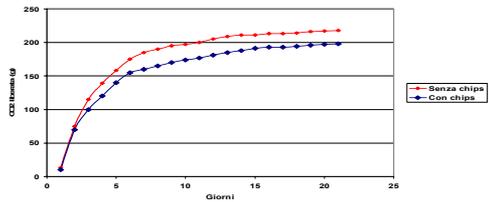
- La presenza di scaglie di legno in sospensione nel mosto può influire sul decorso e sul rendimento della FA.
- L'influenza riguarda la produzione di alcune sostanze volatili in FA (acetato di isoamile e di fenilile, EtilC8, etilC10, alcoli isoamilici).
- L'effetto dipende dalla dose di impiego.

Dosi di 1,5 g/L



da Bosso *et al.* (2001)

Dosi di 7 g/L



da Pérez-Coello *et al.*, 2000

Sul vino dopo la FA

Aggiunta di chips al vino:

- prima della FML
- dopo la FML

I chips, come la barrique, apportano al vino **sostanze volatili** (effetto aromatizzante) e **composti polifenolici** (soprattutto ellagitannini) (incremento della struttura e della capacità antiossidante dei vini).

Si deve tenere conto nella scelta del momento delle aggiunte (prima o dopo la FML), del fatto che i chips apportano al vino ellagitannini che presentano un leggero effetto *batteriostatico* (possibile ritardo nell'avvio della FML).

Apporto di sostanze aromatiche

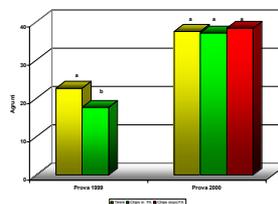
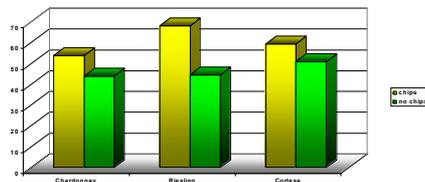
La concentrazione in sostanze volatili estratte dipende da:

- dose impiegata;
- legno di provenienza dei chips (confrontare il rovere americano con il rovere europeo).

Aggiunte di 7 g /L di chips In FA	Rovere americana	Rovere europea		
		Vosgi	Centre	Allier
guaiacolo	1,6	1,3	0,9	1,5
eugenolo	10,8	5,0	12,2	5,9
cis β -metil- γ -octalattone	154,3	130,3	78,9	88,5
trans- β -metil- γ -octalattone	16,0	37,5	71,6	17,1
cis/trans octalattone	9,6	3,4	1,1	5,2
furfurale	18,8	14,7	9,1	11,5
4-idrossimetilfurfurale	2,4	2,3	2,3	2,6
vanillina	5,2	0,6	0,5	0,7

Influenza sulle caratteristiche visive ed olfattive

- Accentuazione dell'intensità colorante dei vini;
- Perdita dei riflessi verdognoli;
- Attenuazione (un'annata) degli aromi di floreale e di agrumi tipici del vino Chardonnay



Impiego dei chips nella vinificazione in rosso

- Aumentare il contenuto dei vini in composti polifenolici, in questo caso ellagitannini, allo scopo di accelerare le reazioni di condensazione tra antociani e tannini in presenza di ponti acetaldeide (effetto combinato alla macrossigenazione durante la fermentazione o alla microossigenazione durante l'affinamento) allo scopo di favorire la stabilizzazione del colore.
- Effetto aromatizzante (comparsa di una nota di boisé).

Chips e conservazione dei vini bianchi

Sono state effettuate, a distanza di 2 e di 3 anni di conservazione in bottiglia, degustazioni di vini Chardonnay aggiunti o meno di chips durante o dopo FA.

- Migliore conservazione del colore (scomparsa delle differenze significative tra i vini a contatto o meno con i chips per quanto riguarda l'intensità colorante)
- Conservazione delle note fruttate dolci soprattutto nelle tesi aggiunte di chips durante la conservazione.
- Effetto positivo del legno sulla conservazione delle caratteristiche olfattive dovute alla conservazione *sur lies*.
- Interessante miglioramento della morbidezza e della struttura, già osservato dopo circa 7 mesi di conservazione.
- Incremento della complessità e maggiore apprezzamento soprattutto per i vini aggiunti di chips dopo FA.

Tannini enologici

- **Tannini condensati**, essi liberano per idrolisi acida, a caldo una antocianina (reazione impiegata per la determinazione delle proantocianidine dell'uva): tannini estratti dai vinaccioli e dalle bucce di uva, tannini del legno di alcune specie esotiche appartenenti al genere *Quebrachia spp.* (tannini di quebracho).
- **Tannini idrolizzabili**, per idrolisi acida liberano acido gallico (gallotannini) od acido ellagico (ellagitannini). Contengono gallotannini gli estratti dalle galle (escrescenze ipertrofiche dovute alla puntura di insetti) ed i frutti di tara (*Caesalpinia spinosa*); ellagitannini gli estratti dal legno di quercia e di castagno.

Estrazione dei tannini esogeni

Si ottengono per **estrazione solido-liquido** con solventi quali acqua, etere dietilico, alcol etilico da soli o in miscela il solvente viene quindi allontanato per **evaporazione** e più frequentemente per **liofilizzazione**.

Si trovano, in commercio, sotto forma di polveri o in soluzione. Alcune formulazioni sono ottenute miscelando tannini di diversa origine botanica

La qualità dei prodotti presenti in commercio è variabile e dipende:

- dalla composizione delle piante d'origine ;
- dalle condizioni di preparazione degli estratti;

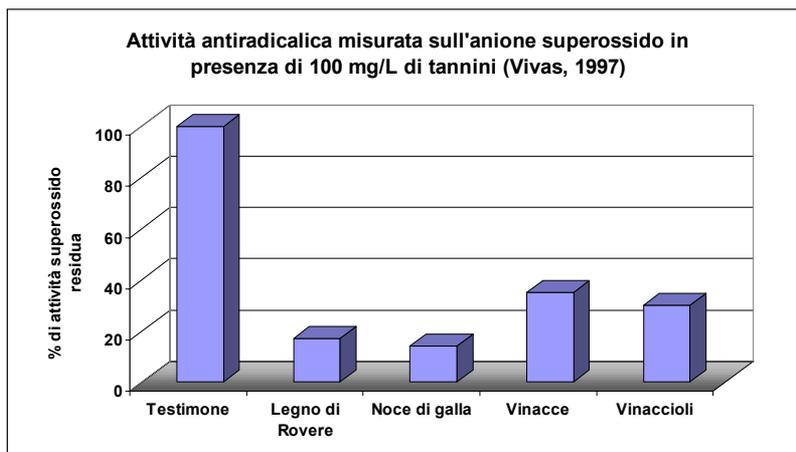
Proprietà dei tannini

a) Capacità di reagire con le proteine

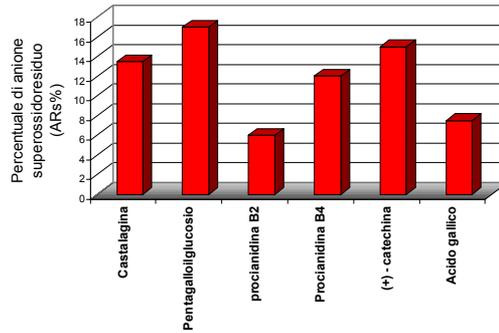
1. Determina le proprietà gustative di questi composti: sensazione di astringenza legata alle reazioni tra tannini del vino e proteine della saliva.
2. E' alla base dei meccanismi di chiarifica dei vini con l'impiego di prodotti di natura proteica (gelatine, albumine e proteine vegetali).
3. E' alla base delle proprietà chiarificanti dei preparati a base di tannini enologici (l'impiego dei tannini è autorizzato dal Codex enologico per il solo scopo chiarificante).

2) Effetto antiradicalico

Azione sui radicali liberi ossigenati del vino, in particolare il radicale superossido O_2^- e quindi sul radicale $OH\cdot$.

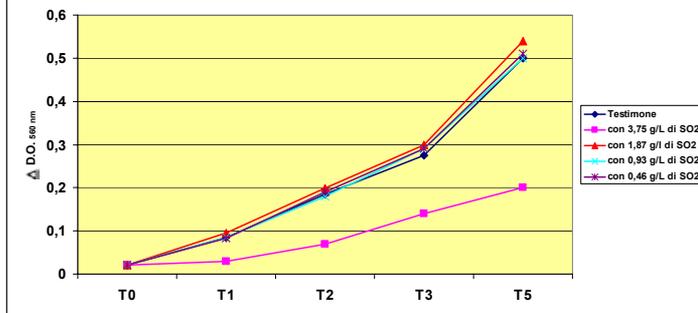


Attività antiradicalica di alcuni composti fenolici per concentrazioni di 1 g/L (Vivas et al., 1997)



Esistono differenze tra tannini. Si è osservato che la capacità antiradicalica risulta massima per le procianidine dimere di tipo B2.

Influenza della concentrazione in SO₂ sulla produzione di ione superossido (Vivas et al., 1997)



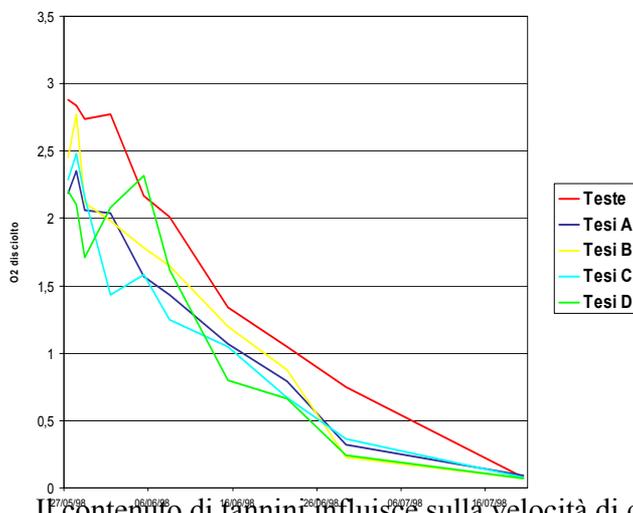
La SO₂, al contrario di quanto si pensa, non presenta un effetto antiradicalico a concentrazioni decisamente più elevate rispetto a quelle in cui si trova nel vino (tra 0,46 a 1,87 g/L), al contrario, l'acido ascorbico possiede attività antiradicalica.

3) Elevata capacità di consumo dell'ossigeno disciolto nel vino:
E' dovuta alla presenza di un elevato numero di funzioni ossidriliche (OH) in posizione orto alla periferia della molecola. Questa proprietà riguarda, in particolare, i tannini idrolizzabili rispetto ai tannini condensati (abbiamo 2OH per 1 mole di catechina e 15OH per una mole di castalagina o vescalagina).

Vini bianchi, aggiunti di tannini, dopo saturazione, presentano una maggiore velocità di consumo dell'ossigeno rispetto ai vini tal quale. Così pure i vini rossi, più ricchi in polifenoli, consumano più rapidamente l'ossigeno, in essi disciolto rispetto ai vini bianchi.

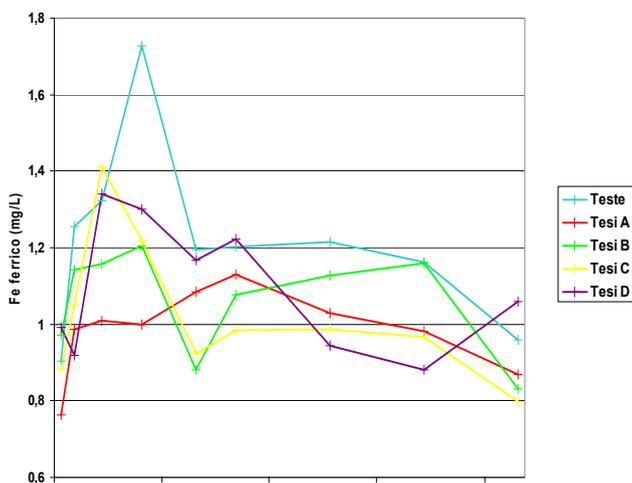
La presenza di gruppi OH in posizione orto favorisce le reazioni di attivazione dell'ossigeno molecolare, con produzione di chinoni, idroperossidi ed H_2O_2 alla base dei fenomeni di ossidazione accoppiata che portano alla formazione di acetaldeide a partire dall'alcol etilico.

Tannini ed ossigeno



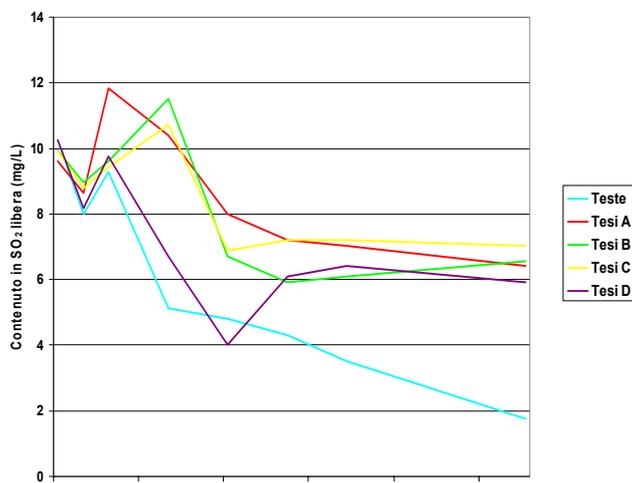
Il contenuto di tannini influisce sulla velocità di consumo dell'ossigeno da parte del vino accelerandola.

Effetto antiossidante degli ellagitannini del legno



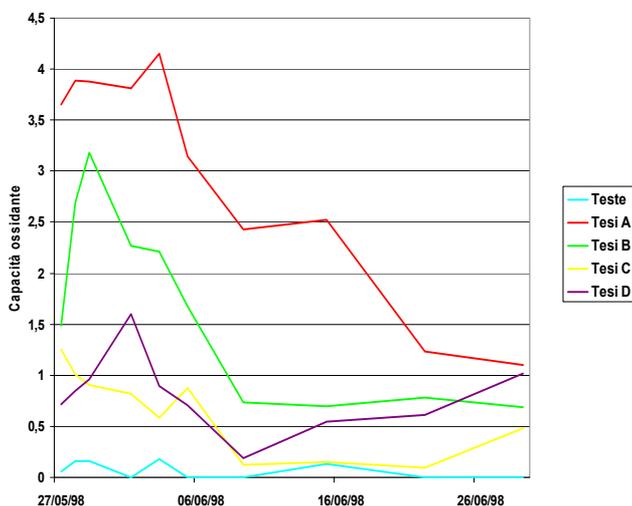
Il contenuto di tannini influisce sull'aumento del potenziale redox di un vino ossigenato.

Effetto antiossidante degli ellagitannini del legno



Il contenuto di tannini prolunga l'efficacia della SO₂ libera dopo l'imbottigliamento.

Effetto antiossidante degli ellagitannini del legno



4) Effetto batteriostatico

Alcuni tannini hanno un effetto sullo sviluppo dei batteri lattici, questo si traduce in FML non effettuate o di durata maggiore e in un'inferiore carica batterica nel vino. Secondo una recente sperimentazione (Berger *et al.*, 2001) si è osservato che i tannini di noce di galla sembrano essere i più efficaci (interessanti i risultati, soprattutto sui vini bianchi); anche altri tannini (di vinaccioli, quebracho, rovere e castagno) hanno mostrato un'azione batteriostatica, ma a dosi superiori (2 g/L) a quelle di impiego nei vini.

5) Attività anti-laccasica

Nei confronti dell'enzima prodotto dalla *Botrytis cinerea*

6) Capacità di chelare i metalli del vino

I tannini posseggono, a livello del loro anello fenolico, dei sostituenti idrossilici attraverso i quali avviene la formazione di complessi tra composti fenolici e cationi metallici.

7) Eliminazione dei tioli nauseabondi

La proprietà è stata verificata in una soluzione idroalcolica con composizione prossima a quella del vino in cui si è osservata la perdita di etantiolo aggiunto. Le perdite in tioli sono maggiori quanto all'aggiunta del tannino si associa l'ossigenazione del mezzo.

L'effetto dei tannini, sia idrolizzabili che condensati, è dovuto:

- 1) alla formazione di combinazioni tra tioli e composti fenolici
- 2) all'ossidazione accoppiata, che porta alla formazione di idroperossidi e di radicali liberi che distruggono facilmente i tioli.

Alcuni Autori ritengono che forti ossigenazioni del vino (ogni 15 giorni per 2 mesi) consentano di ottenere effetti confrontabili o all'aggiunta dei tannini.

8) Capacità di modificare le caratteristiche organolettiche dei vini:

Grazie alla loro proprietà di reagire con le proteine della saliva, i tannini influenzano la **percezione di astringenza** dei vini. E' stato (Vivas, 1997) osservato che la nota di astringenza dei tannini di rovere è maggiore (soglia di percezione= 50 mg/L) rispetto a quella dei tannini di castagno (80 mg/L) e di galla (70 mg/L).

L'effetto organolettico dell'aggiunta di tannini enologici sui caratteri dei vini deve, comunque, essere sempre verificato, attraverso prove preliminari su piccoli volumi, prima di effettuare le aggiunte sulle grandi masse.

Le molecole di tannino possono impartire, inoltre, **sapori amari** al vino.

La caratteristica **nota olfattiva di boisè** non è percepibile che a concentrazioni decisamente superiori rispetto alle normali dosi di impiego di questi preparati. I tannici non hanno, pertanto, alcun effetto aromatizzante per il vino.

Per quanto riguarda i vini bianchi i tannini (tannini idrolizzabili) possono essere impiegati:

-sui mosti dopo pressatura e sfecciatura.

Non sono molte le aziende che impiegano i tannini in questa fase. Il loro impiego è consigliato per eliminare i tioli che si formano durante la fermentazione (prevenzione alla comparsa del gusto di luce), per consentire il parziale asporto delle proteine (mai generalmente superiore al 50%) del vino, per sfruttare l'azione anti-laccasica quando le uve sono colpite da marciume grigio e, nel caso di impiego di uve di scarsa qualità, per migliorare la struttura dei vini. I tannini vengono tradizionalmente impiegati su mosto nella tecnologia di produzione dello Champagne.

Inconvenienti: esiste, un'obiettiva difficoltà, in questa fase, a definire le dosi di impiego dei prodotti perché non è possibile, in questo caso, effettuare una preliminare valutazione sensoriale. Bene perciò operare con dosi ridotte (pochi mg/L) ed eventualmente effettuare ulteriori aggiunte al vino.

- sul vino prima o dopo la FML

Dipende se si desidera o meno evitare lo svolgimento di tale fermentazione sui vini. Abbiamo già accennato all'azione batteriostatica dei tannini.

-sul vino nel corso delle diverse fasi di lavorazione o poco prima dell'imbottigliamento

L'obiettivo è quello di migliorare le caratteristiche organolettiche dei vini.

Per quanto riguarda i vini rossi i tannini possono essere aggiunti:

- **Al pigiato:** in questa fase vengono per lo più impiegati tannini condensati (dosi intorno ai 20 g/hL) e talora tannini idrolizzabili. L'obiettivo è quello di favorire la stabilizzazione degli antociani estratti delle bucce già nel corso dei primi giorni di macerazione. Occorre, tuttavia, riflettere sulle dosi di tannino che si apportano al vino in rapporto al contenuto polifenolico naturale.

- Al vino

- **durante la conservazione**, ad esempio l'apporto di ellagitannini ai vini sottoposti a microossigenazione (tecnica che cerca di riprodurre i fenomeni chimico-fisici che si verificano quando il vino è conservato in barrique), oppure aggiunti, in concentrazioni variabili, ai vini conservati in barrique di 2°, 3° o 4° passaggio (anche per i vini bianchi) per integrare le cessioni del legno;

- **poco prima dell'imbottigliamento:** allo scopo di migliorare le caratteristiche organolettiche (verifica della dose con preliminari valutazioni su piccolo volume)

Come operare nella pratica

Prove preliminari in laboratorio:

Preparare una soluzione pari a 10 g/L in acqua calda (per facilitare la dissoluzione).

1 mL di questa soluzione in 1 L di vino corrisponde all'apporto di 1 g/hL.

Preparare soluzioni a diversa concentrazione e/o con diversi formulati a base di tannini enologici. Effettuare l'assaggio dei vini, dopo alcuni giorni o anche dopo 15 giorni o 1 mese se il vino si trova in fase di conservazione. Eventualmente scegliere di effettuare l'aggiunta di tannino in modo frazionato (ripartire la dose in 2 o 3 volte)

Aggiunta al vino: Scelta la dose di impiego, i tannini vanno sciolti in acqua calda (60°C) con una buona agitazione (esempio preparare una soluzione di 100 g/L di tannino in acqua) e quindi aggiunti al vino in modo uniforme.

Quando si operi con vini bianchi bene accertarsi che i tannini impiegati siano esclusivamente tannini idrolizzabili.

L'ossigeno e la conservazione dei vini

Pasteur scriveva: "È l'ossigeno che fa il vino.. È lui che modifica i composti acerbi del vino nuovo e fa scomparire il gusto cattivo".

Alcune premesse teoriche

L'ossigeno è un gas. Nelle condizioni di cantina alle temperature abituali i gas possono essere considerati gas perfetti. Dall'equazione dei gas perfetti si può ricavare che a $T=20^{\circ}\text{C}$ ed alla pressione atmosferica una mole di gas occupa un volume pari a 22,4 L.

Nel caso dell'ossigeno una mole ha una massa di 32 g. Nelle condizioni normali l'ossigeno puro occupa un volume pari a 22,4 L, da cui si ricava che:

1 mL corrisponde a 1,43 mg di ossigeno puro

In una miscela di gas (aria), la pressione totale è data dalla somma delle pressioni parziali esercitate dai singoli gas. La **pressione parziale** di un gas in una miscela è la pressione che esso eserciterebbe se da solo occupasse quel volume (legge di Dalton).

Se consideriamo che nell'aria l'ossigeno occupa il 20,95% del volume totale la sua pressione parziale sarà: $760 \cdot 0,2095 = 159,22$ mm Hg. In condizioni di atmosfera satura di vapore acqueo sarà invece $(760-18) \cdot 0,2095 = 155,45$ mm Hg. Dove 18 rappresenta la pressione parziale del vapore d'acqua.

Dissoluzione dei gas

Le molecole di gas che si trovano disciolte in un liquido, all'equilibrio, sono proporzionali alla sua pressione parziale. Ad esempio la pressione parziale dell'ossigeno disciolto nel vino all'equilibrio con l'aria nelle condizioni normali è uguale alla pressione parziale dell'ossigeno nell'aria a contatto con il liquido e saturata di acqua e cioè 155,5 mm di Hg

La pressione parziale di un gas in fase liquida dipende dalla pressione del gas a contatto e dalla temperatura e dalla composizione della soluzione della fase liquida.

La pressione parziale è legata alla concentrazione dalla seguente legge (legge di Henry) che è così espressa:

$$P_{\text{O}_2} = H \cdot C$$

Dove:

P_{O_2} = pressione parziale dell'ossigeno

H = costante di Henry

C = concentrazione dell'ossigeno nel liquido

La costante di Henry è chiamata **coefficiente di solubilità** e dipende da:

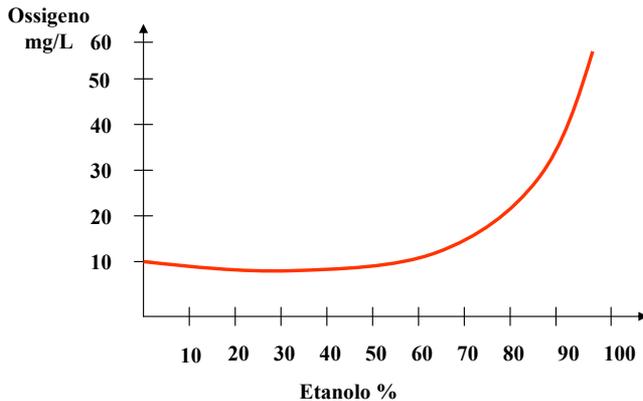
- natura del gas considerato;
- dalla temperatura;
- dalla natura della fase liquida.

Temperatura:

la solubilità dell'ossigeno cresce con l'abbassamento della temperatura. Indicativamente quando la Temperatura scende di 5°C si ha un aumento della solubilità del 10%.

Etanolo:

La solubilità scende debolmente fino a 30% poi aumenta nettamente per concentrazioni elevate. Esempio le acquaviti. Le differenze di solubilità tra un vino e l'altro, a parità di temperatura, sono dunque modeste. Tuttavia, i vini ricchi in estratto presentano un'inferiore solubilità dell'ossigeno.



In condizioni normali:

P = 1 atmosfera e T° = 20°C

Solubilità dell'O₂:

- 9,2 mg/L (acqua distillata)
- 6,5 mg/l (mosto d'uva)
- 8,4 mg/L (vino 10% alcol)
- 15 (acquavite 66% alcol)

Velocità di dissoluzione dell'O₂

L'ossigeno si discioglie lentamente fino al raggiungimento dello stato di equilibrio (pressione parziale del gas disciolto uguale alla pressione parziale del gas a contatto del liquido). La velocità di dissoluzione è regolata dalla seguente legge:

$$dC/dt = K_1 * a * (C - C_j)$$

Dove: C = concentrazione del gas all'equilibrio

C_j = concentrazione del gas disciolto

K = coefficiente volumico di trasferimento di materia

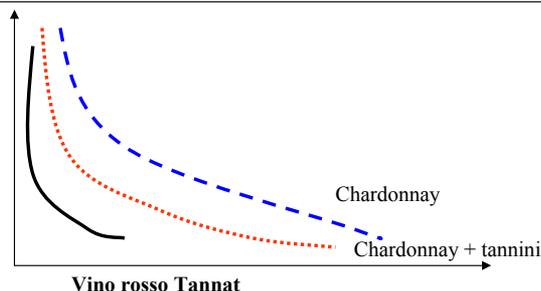
a = superficie dell'interfaccia gas liquido in m²/m³

Per favorire la solubilizzazione dell'ossigeno occorre creare un'emulsione fine tra gas e liquido con il rimescolamento o l'agitazione del liquido.

Capacità del vino a consumare ossigeno

Il vino presenta una forte capacità di consumare l'ossigeno disciolto. Secondo Singleton i vini sarebbero capaci di assorbire da 60 mL/L (vino bianco) fino a 600 mL/L (vino rosso) valori che vanno da 10 a 100 volte la saturazione!

Il consumo di ossigeno di un vino presenta un andamento asintotico. Esso è maggiore nei vini rossi rispetto ai vini bianchi. Quando ad un vino sono aggiunti tannini aumenta la velocità di consumo dell'ossigeno.



Tenore in ossigeno nel vino non è mai nullo, se si eccettua il caso del vino conservato in un serbatoio a tenuta stagna. Nei vini conservati in barrique si stimano concentrazioni in ossigeno pari a $50 \mu\text{g/L}$, lo stesso per i vini in serbatoi di acciaio. Nei serbatoi in acciaio esiste una superficie a contatto con l'aria. In particolare nello strato costituito dai primi 10 cm di profondità si ha un gradiente di concentrazione. Nello strato a diretto contatto con l'aria (strato estremamente fine) si hanno $8,4 \text{ mg/L}$ di O_2 e sotto 5 cm la concentrazione è intorno ai $200 \mu\text{g/L}$ di O_2 . Sia in acciaio che in barrique.

Normalmente la velocità di consumo è maggiore della velocità di dissoluzione (eccezione es. vini Xérès conservati in botti scolme)

La tecnica della microssigenazione dei vini

Consiste nell'apportare al vino, durante i primi mesi di conservazione, piccole quantità di ossigeno in modo continuo. Viene applicata ai vini rossi.

Ma l'ossigeno non è stato considerato per molto tempo un fattore negativo per il vino ?

Il contatto del vino con l'aria è sempre stato visto con una certa, se non preoccupazione, ma sicuramente attenzione da parte del cantiniere. Le conseguenze che un eccessivo apporto di aria e quindi di ossigeno può determinare sono note un pò a tutti coloro che lavorano in cantina.

Un vino ossidato presenta modificazioni:

- del colore (imbrunimento e perdita di intensità)
- dell'odore (perdita degli aromi varietali o di fermentazione, es. odori fruttati e floreali.. comparsa di odori,quali ad esempio lo svanito..)
- del sapore.

Come si è giunti a proporre questa tecnica?

Si è partiti da alcune **ricerche**, effettuate in Francia,

- sul contenuto in **ossigeno** di vini conservati in recipienti diversi (vasche e fusti)
- sulla quantità di ossigeno che un vino assorbe quando, ad esempio, viene sottoposto a **rimontaggi** durante la fermentazione alcolica, a **travasi**, a **batonnage**, ecc..
- sulla quantità di ossigeno che viene assorbita dal vino quando questo è conservato in **barrique**...

Si era osservato che:

-i vini rossi di diverse regioni francesi conservati in recipienti di acciaio nel corso dei primi **7- 8 mesi** presentavano concentrazioni di ossigeno disciolto molto basse, in **media**, intorno ai **30-50 µg/L**.

- **non si osservavano differenze** per il tenore in **ossigeno disciolto** tra vini conservati in **barrique** rispetto a vini conservati in recipienti di **acciaio** pur essendo noto che la quantità di ossigeno assorbita da un vino in barrique è superiore a quella assorbita dallo stesso vino conservato in un recipiente ermetico.

Si è ipotizzato, dunque, che l'apporto di ossigeno con le modalità con cui avviene in una barrique, cioè lentamente, gradualmente e in piccole dosi non sia negativo per il vino in quanto, a quelle dosi, esso è in grado di consumarlo rapidamente così che non si rilevano aumenti nel tenore in ossigeno disciolto.

Concetti di base della microssigenazione

Se ad un vino si apportano **basse dosi di ossigeno** che il vino è in grado di consumare rapidamente il suo contenuto in ossigeno disciolto non si alza e si mantiene intorno ai **30-50 µg/L**.

L'apporto di piccole concentrazioni di ossigeno favorisce lo svolgimento di reazioni di condensazione tra **antociani** (sostanze coloranti del vino) e **tannini** con formazione di **pigmenti colorati stabili**.

Il vantaggio consiste nell'ottenere vini con **colorazione più intensa e stabile nel tempo**.

L'apporto di ossigeno deve avvenire su **vini giovani**, ancora ricchi di **antociani liberi**, in grado di legarsi ai **tannini**.

Gli effetti possono riguardare le caratteristiche organolettiche generali dei e dunque anche **l'aroma ed il gusto**.

Alcuni vantaggi della microssigenazione sulle caratteristiche olfattive e gustative dei vini

- Ottenere un prodotto con migliori qualità aromatiche e gustative, svilupparne la complessità aromatica e migliorare la qualità tannica
- Eliminare l'odore di ridotto.
- Eliminare eventuali difetti quali ad esempio la presenza di odori di vegetale e la sensazione di durezza in bocca.

Alcune regole di base

Materia prima e tecniche di estrazione in macerazione :

Impiegare un vino ricco in tannini ed antociani (antociani monomeri) ed avere un adeguato rapporto antociani/tannini.

Temperatura:

- se la temperatura scende aumenta la solubilità dell'ossigeno nel vino, mentre scende la velocità di consumo dell'ossigeno = accumulo di ossigeno nel vino (**non si tratta più microssigenazione**; negativo)
- se la temperatura si alza sopra i 18°C è stato rilevato, da esperienze pratiche, che gli effetti della microssigenazione sono meno interessanti.

Si considera che l'intervallo ottimale di temperatura sia quello compreso tra 14 e 17°C

Modalità di distribuzione dell'ossigeno:

La distribuzione deve essere quanto più possibile uniforme.

- Controllare le dimensioni delle bolle di ossigeno in uscita dal diffusore
- Scegliere recipienti di conservazione aventi forma e dimensioni adeguate.

Controlli da effettuare durante la microssigenazione

Temperatura di cantina

Ossigeno disciolto: il suo contenuto **non** deve aumentare nel vino durante la microssigenazione

Misurazione dell'ossigeno: molto difficile da effettuare con precisione: apparecchiature costose, difficoltà nel campionamento,

Misurazioni indirette:- valutazione del tenore in **acetaldeide**

- valutazione del tenore in **SO₂ libera**
- valutazione dell'**acidità volatile**

Determinazione dei parametri chimici del colore:

- intensità e tonalità del colore
- antociani totali e monomeri e proantocianidine
- tenore in pigmenti colorati stabili

Valutazione organolettica dei vini

(sarebbe interessante disporre sempre di un vino testimone, cioè di un'aliquota dello stesso vino che non riceve l'ossigeno per effettuare confronti diretti)