

# BAROLO



REGIONE PIEMONTE



## **BAROLO**

**Studio per la caratterizzazione del territorio, delle uve e dei vini dell'area di produzione**

*Coordinamento tecnico-scientifico:* Moreno Soster

*Coordinamento editoriale:* Teodora Trevisan

*Fotografie:* Regione Piemonte Assessorato Agricoltura  
Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente - Torino  
CNR - Centro Miglioramento Vite - Grugliasco (TO)

*Copertina:* progetto grafico Giovanni Spasari - foto di Teodora Trevisan

È vietata la riproduzione dei testi e dei materiali iconografici  
senza autorizzazione e citazione della fonte

Novembre 2000

Tiratura: 3.000 copie

Pubblicazione e distribuzione gratuita

Stampa: Pozzo Gros Monti

Supplemento al n. 24 di «Quaderni della Regione Piemonte - Agricoltura»

Direttore responsabile: Roberto Salvio - Vice direttore: Teodora Trevisan

Redazione presso Regione Piemonte - Assessorato Agricoltura, Caccia e Pesca

Corso Stati Uniti 21, 10128 Torino

Tel. 011 432.4320 - 432.4722 / fax 011-537726

Sito Internet: [www.regione.piemonte.it](http://www.regione.piemonte.it)

E-mail: [agricoltura@regione.piemonte.it](mailto:agricoltura@regione.piemonte.it)

# BAROLO

STUDIO PER LA CARATTERIZZAZIONE  
DEL TERRITORIO, DELLE UVE E DEI VINI  
DELL'AREA DI PRODUZIONE



Lo studio per la caratterizzazione delle produzioni vitivinicole dell'area del Barolo fa parte del Progetto Finalizzato VITIVINICOLO - Sub-progetto "Caratterizzazione delle produzioni vitivinicole tipiche", coordinato dall'Istituto Sperimentale per la Viticoltura-MIPAF di Conegliano (TV) e cofinanziato dal Ministero per le Politiche Agricole e Forestali e dalle Regioni.

#### GRUPPO DI LAVORO:

**Moreno Soster, Andrea Cellino, Federico Spanna, Mariangela Lovisetto**

Regione Piemonte, Assessorato Agricoltura - Corso Stati Uniti, 21 - 10128 TORINO;

**Roberto Salandin, Mauro Piazzi, Igor Boni, Fabio Petrella**

Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente, Corso Casale 476 - 10132 TORINO;

**Franco Mannini, Nicola Argamante**, Centro Miglioramento genetico e Biologia della Vite del CNR, Via Leonardo da Vinci, 44 - 10095 GRUGLIASCO (TO);

**Andrea Schubert, Claudio Lovisolò**, Dipartimento Colture Arboree - Università di Torino, Via Leonardo da Vinci, 44 - 10095 GRUGLIASCO (TO);

**Vincenzo Gerbi, Giuseppe Zeppa, Luca Rolle**

Dipartimento Valorizzazione delle Produzioni e Risorse Agroforestali - Università di Torino, Via Leonardo da Vinci, 44 - 10095 GRUGLIASCO (TO);

**Mario Ubigli, Daniela Borsa, Antonella Bosso, Maria Carla Cravero, Loretta Panero**

Istituto Sperimentale per l'Enologia - MIPAF, Via Pietro Micca, 35 - 14100 ASTI;

**Maurizio Gily**

Associazione produttori vignaioli Piemontesi, Via Alba, 15 - 12051 CASTAGNITO (CN).

Hanno partecipato ad alcune fasi organizzative o operative del progetto:

**Franco Alessandria**, Consorzio Tutela Barolo, Barbaresco, Alba, Langhe, Roero;

**Giulio Castagno**, Associazione Produttori Viticoltori Piemonte;

**Mario Castino, Rocco Di Stefano**, Istituto Sperimentale per l'Enologia - MIPAF;

**Lorenzo Corino**, Istituto Sperimentale per la Viticoltura - MIPAF;

**Ettore Ponzo, Luca Mercalli, Giovanni Minetti, Paolo Giacomelli**, Regione Piemonte;

**Pietro Perlo, Ernesto Taretto**, Istituto Tecnico Agrario "Umberto I" - Alba

**Patrizia Navone, Marco Sciaccaluga, Leonardo Gribaudo, Enrica Vicenzino** Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente;

**Fabrizio Stecca**, Associazione Produttori Asprovit;

**Enrico Bonansea, Massimiliano Carrino**, CSI - Piemonte;

e i tecnici **Maurizio Cerrato, Alberto Caudana, Marco Echafte, Alberto Grasso, Mattia Martinelli, Andrea Mezzetti, Marco Rabino**.

**PANEL DI ASSAGGIO** dei vini sperimentali:

ALESSANDRIA Fabio, ALESSANDRIA Franco, ARGAMANTE Nicola, BACCINI Teresa Enrica, BALLARIO Piero, BARBERO Giorgio, CAGNASSO Enzo, CAUDANA Alberto, CAVALLOTTO Alfio, CELLINO Andrea, CONTERNO Lorenza, CORDERO di MONTEZEMOLO Enrico, CORDERO Gian Franco, CRAVERO Maria Carla, DANIELE Savio, DROCCO Danilo, ECHAFTE Marco, FENOCCHIO Paolo, GERBI Vincenzo, GRASSO Alberto, MANNINI Franco, MASCARELLO Giuseppe, MASCARELLO Mauro, PANERO Loretta, REDOGLIA Mario, ROGGERO Bruno, SCHNEIDER Anna, SOSTER Moreno, STECCA Fabrizio, TABLINO Lorenzo, VEZZA Roberto.

#### SI RINGRAZIANO PER LA CORTESE DISPONIBILITÀ LE AZIENDE CHE HANNO OSPITATO LE PROVE:

ADRIANO F.lli, Monforte;  
ALESSANDRIA G.B., Verduno;  
BOGLIETTI E., La Morra;  
BURLOTTO G.B., Verduno  
CAVALLOTTO F.lli, Castiglione Falletto;  
CERETTO, Castiglione Falletto;  
CHIARLO M., Calamandrana;  
COGNO E., Novello;  
CONTERNO A., Monforte;  
FENOCCHIO R., Monforte;  
FONTANAFREDDA, Serralunga;  
GAJA A., Barbaresco;

GERMANO E., Serralunga;  
MARCHESI DI BAROLO, Barolo;  
MASSOLINO G., Serralunga;  
MONFALLETTO, La Morra;  
ODDERO F.lli, La Morra;  
ORSI E., Serralunga;  
PITTATORE C., Barolo;  
PRINOTTO spa, Alba;  
RINALDI G., Barolo;  
SANDRONE L., Barolo;  
SCAVINO P., Castiglione Falletto;  
VIBERTI S., La Morra;

## Presentazione

Il Barolo è riconosciuto in tutto il mondo come vino di gran classe, da momenti importanti nella tavola delle grandi occasioni, per le pause di meditazione. Di lui conosciamo bene la storia, che parte dai carteggi settecenteschi dei mercanti inglesi passando per gli artefici della sua affermazione - la marchesa Giulia Colbert Falletti, l'enologo Oudart, il conte Camillo Benso di Cavour - in un crescendo di successi nelle principali manifestazioni enologiche mondiali. Il re dei vini diventa il vino dei re. Ma la sua è anche la storia del popolo del vino, quello dei viticoltori e dei commercianti, dei vinificatori e degli osti che hanno scritto, forse con caratteri più piccoli ma certo non meno importanti, il suo destino.

È figlio di una varietà di vite autoctona del Piemonte, il Nebbiolo, la cui coltivazione viene registrata nella seconda metà del '200 e confermata dagli Statuti di La Morra della fine del '400. Un vitigno singolare il cui nome evoca le brume autunnali che avvolgono le colline emerse dal

mare, i silenzi, i profumi del bosco e della caccia.

A questa immagine del vino Barolo che raccoglie in sé un patrimonio di storia e tradizione e traduce in sensazioni le peculiarità di un territorio e il sapere di un popolo, abbiamo voluto affiancare un quadro di conoscenze scientifiche raccolte ed elaborate in maniera specifica per capire ancora di più e da un altro punto di vista questo protagonista dell'enologia piemontese.

Uno studio lungo e meditato ci ha fornito così nuovi spunti di riflessione e nuove idee che rafforzano la percezione dell'unicità di questo vino ma offrono anche materia di discussione per pensare al Barolo del futuro con una consapevolezza nuova. Perché la conoscenza è dote preziosa e base di partenza per qualunque azione di sviluppo, ed è importante prepararsi oggi a rispondere alle domande di domani. Anche, e soprattutto, se si è grandi. E il Barolo, secondo noi, è un grande tra i vini.

Deodato Scanderebech  
Assessore all'Agricoltura  
Regione Piemonte



---

# INDICE

	Pag.
Presentazione .....	3
Il Barolo .....	7
La caratterizzazione delle produzioni vitivinicole dell'area del Barolo docg .....	9
Aspetti pedologici .....	15
Aspetti climatici .....	35
Ruolo del vitigno e del portinnesto .....	55
Fasi fenologiche, sviluppo vegetativo e produzione del Nebbiolo .....	65
Aspetti enologici e sensoriali .....	75
Interazioni tra i diversi aspetti .....	87
Considerazioni conclusive .....	101

---

## SCHEDA

Pedologiche .....	105
Climatiche .....	119
Viticole .....	155
Enologiche e sensoriali .....	161

---

## CARTE

- Le terre del Barolo
- Il clima del Barolo 1 - Somme termiche
- Il clima del Barolo 2 - Precipitazioni





nel rapporto tra sviluppo delle foglie e sviluppo dei tralci tra vigneto e vigneto, dovute a fattori genetici o ecopedologici (Tab. 2).

#### Rilievi sulla produzione

Il numero di grappoli alla vendemmia è stato quasi sempre minore di quello misurato alla fioritura, indicando una generale utilizzazione di tecniche di diradamento. La percentuale di diradamento è stata molto variabile, in genere compresa tra il 5 e il 20% del numero dei grappoli, ed è stata maggiore nel 1994 rispetto agli anni successivi (Tab. 2).

Al contrario degli altri parametri, il peso degli acini nei diversi vigneti non è risultato molto variabile, a causa della composizione monovarietale dei vigneti del Barolo, anche se tuttavia esistono differenze tra vigneto e vigneto. Queste differenze possono essere dovute a cause genetiche o ambientali. La dimensione dell'acino alla vendemmia mostra una scarsa correlazione con il peso medio del grappolo, indicando che questo è determinato fondamentalmente dal numero degli acini, cioè dal successo dell'allegagione (Tab. 3). La produzione per pianta è stata superiore nel 1994 rispetto ai due anni successivi. Le diverse sottozone hanno dato valori di produzione per pianta molto variabili, compresi tra 1,6 e 3,2 kg (Tab. 3).

#### Stato nutrizionale dei vigneti

Le analisi fogliari svolte nel solo 1996 mostrano una forte eterogeneità nel livello nutrizionale dei

diversi vigneti. Alcuni di essi hanno livelli nutrizionali più alti, sia a livello di macroelementi che di microelementi (Bricco Boschis, La Rosa) rispetto ad altri più poveri in elementi minerali (Cerequio, Fiasc) (tabb. 4 e 5).

#### DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

I rilievi svolti per tre anni nell'area del Barolo DOCG hanno messo in evidenza una elevata variabilità di alcuni parametri, in particolare relativi alla fertilità, allo sviluppo vegetativo e alla produzione. Le 15 sottozone in cui è stata divisa l'area si sono dimostrate fortemente differenziate per la maggior parte dei parametri studiati. Queste differenze possono derivare da diverse condizioni pedoclimatiche caratteristiche delle sottozone, e dalle differenze nel tipo e soprattutto nell'intensità degli interventi agronomici effettuati nel vigneto. Un esempio del primo caso sono le misure di superficie fogliare (LA) effettuate a giugno, quando di norma ancora non sono stati svolti interventi di contenimento della vegetazione. Esempi del secondo caso sono le misure di superficie fogliare svolte ad agosto, che dipendono in buona parte dalle operazioni di cimatura, e le misure della percentuale di diradamento. I dati suggeriscono che le diverse sottozone abbiano sullo sviluppo della vite degli effetti importanti, sui quali si sovrappongono gli effetti dei trattamenti operati dai viticoltori.

#### BIBLIOGRAFIA

- Eynard I., Dalmaso G., 1990. Viticoltura moderna. Hoepli, Milano.
- Miller D.P., Howell G.S., Flore J.A., 1996. Influence of shoot number and crop load in potted Chambourcin grapevines. I. Morphology and dry matter partitioning. Am. J. Enol. Vitic. 47:380-388.
- Reynolds A.G., Wardle D.A., Naylor A.P., 1996. Impact of training system, vine spacing, and basal leaf removal on Riesling. Vine performance, berry composition, canopy microclimate, and vineyard labor requirements. Am. J. Enol. Vitic. 47:63-76.

## Caratterizzazione delle produzioni vitivinicole del Barolo

### Aspetti enologici e sensoriali



### 1.1 LA VINIFICAZIONE

Come si è già detto precedentemente, nelle 15 sottozone in studio sono state delimitate 15 parcelle, ognuna delle quali costituita da un intero vigneto o da parte di un vigneto. Ogni parcella è stata a sua volta suddivisa in due aree omogenee indicate rispettivamente come 'Vinifica' e 'Non vinifica'. Lo scopo era quello di avere per ogni sottozona un'area vitata da cui prelevare le uve per la successiva vinificazione ed una seconda area molto simile alla prima da utilizzarsi quando avversità meteoriche e/o fito-patologiche avessero reso non vendemmiabili le uve della prima.

Così mentre i rilievi di tipo viticolo e le curve di maturazione sono state eseguite su entrambe le aree, la vinificazione è stata effettuata, in genere, solo delle uve dell'area 'Vinifica'. Solo nel 1995 si sono utilizzate per la sottozona Fiasc le uve dell'area 'Non vinifica' in quanto l'area 'Vinifica' era stata distrutta dalla grandine.

Questo accorgimento non è stato sufficiente nel 1995 per le sottozone Cannubi, Gattera, Cerequio e La Rosa in quanto la grandine ha colpito entrambe le aree impedendo di fatto la vinificazione delle sottozone.

Nel corso dei tre anni di sperimentazione le operazioni di vinificazione sono state effettuate presso la cantina Sperimentale dell'Istituto Tecnico Agrario Specializzato in Viticoltura ed Enologia (I.T.A.S.V.E.) "Umberto I" di Alba e operate sotto la responsabilità scientifica dell'Università di Torino, Facoltà di Agraria, Di.Va.P.R.A. settore Microbiologia e Industrie Agrarie, secondo un protocollo operativo unico per le 15 sottozone al fine di annullare gli effetti della vinificazione e far risaltare nel vino le eventuali differenze fra le sottozone stesse.

Detto protocollo prevedeva le seguenti fasi:

1. Scelta della data vendemmiale sulla base dello stato sanitario delle uve e dell'andamento dei principali parametri analitici (zuccheri, pH, acidità totale, acido tartarico, acido malico) determinati su campioni rappresentativi di uve prelevate nei due vigneti di ogni sottozona. Per ogni sottozona sono stati effettuati, in genere 5-6 campionamenti.
2. Raccolta manuale di circa 800-850 Kg di uve e conferimento delle stesse in giornata mediante cassette.

3. Pigiadiraspatura delle uve e trasferimento del pigiato in serbatoi di acciaio inox di tipo sem-prepieno da 10 hL.
4. Solfitazione del pigiato con 3-5 g/hL di metabisolfito di potassio in funzione dello stato sanitario delle uve.
5. Inoculo del pigiato, preventivamente addizionato di 30 g/hL di Nutrient, LALLEMAND, con 25 g/hL di lieviti secchi attivi (*Saccharomyces cerevisiae* D254 LALLEMAND) opportunamente riattivati.
6. Fermentazione alcolica e contestuale macerazione per 7-9 giorni con svinatura al raggiungimento degli 0 °Babo. Per tutta la durata della fermentazione sono state effettuate due follature manuali giornaliere. Un rimontaggio completo delle masse è stato effettuato invece il terzo ed il quinto giorno di fermentazione.
7. Torchiatura soffice delle vinacce con pressa orizzontale ed aggiunta del prodotto torchiato al vino fiore. Quando necessario, correzione del titolo alcolico con M.C.R. fino al titolo minimo richiesto dal disciplinare di produzione del Barolo.
8. Primo travaso dopo 10-12 giorni dalla svinatura o dalla fine della fermentazione alcolica nelle tesi sottoposte a correzione del titolo alcolico.
9. Induzione della fermentazione malolattica mediante inoculo delle masse con un pied de cuve malolattico (*Leuconostoc oenos* INOBACTER - INTEC).
10. Secondo travaso al termine della fermentazione malolattica ed aggiunta di metabisolfito di potassio (5 g/hL).
11. Stabilizzazione tartarica mediante sosta per almeno 30 giorni ad una temperatura di 0-5 °C.
12. Trasferimento del prodotto in barriques di almeno 2 anni provenienti da un unico lotto. Le barriques sono state sostituite ogni anno della sperimentazione.
13. Affinamento in legno per 12 mesi.
14. Imbottigliamento manuale di 100 bottiglie da 0.750 L di tipologia 'Albeisa' con addizione di 20-50 ppm di SO<sub>2</sub> (soluzione acquosa di metabisolfito di potassio al 30%) direttamente in bottiglia.
15. Restituzione ai produttori della parte eccedente di vino.
16. Affinamento del prodotto in bottiglia per 12 mesi.

**Vincenzo Gerbi, Giuseppe Zeppa, Luca Rolle**  
Università degli Studi di Torino  
Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali,

**Mario Ubigli<sup>1</sup>**  
Istituto Sperimentale per l'Enologia - ASTI

**Franco Alessandria**  
Consorzio Tutela Barolo, Barbaresco, Alba, Langhe, Roero, - ALBA (CN)

<sup>1</sup> Il gruppo di lavoro dell'I.S.E. è composto da Mario Ubigli (coordinatore), Daniela Borsa, Antonella Bosso, Maria Carla Cravero, Loretta Panero



## 2.1 LE ANALISI CHIMICO-FISICHE

Le analisi chimico-fisiche sulle uve, sui mosti e sui vini, riassunte nella Tabella 1, sono state effettuate presso i laboratori del Di.Va.P.R.A. (Università di Torino), dell'Istituto Sperimentale per l'Enologia (I.S.E.) di Asti e del Consorzio di Tutela Barolo Barbaresco Alba Langhe e Roero.

La maturazione delle uve è stata seguita per i 30 vigneti in studio, i 15 'Vinifica' ed i 15 'Non vinifica', mediante 4-5 campionamenti ad intervalli di 6-8 giorni.

Nel corso di ogni campionamento sono stati prelevati in modo casuale da ogni vigneto 350-400 acini. Da quelli provenienti dai vigneti 'Vinifica' sono stati scorporati e pesati, in laboratorio, tre gruppi da 10 acini ciascuno destinati allo studio della componente polifenolica.

Il trattamento dei campioni di acini è risultato diverso in funzione del tipo di determinazione analitica a cui dovevano essere sottoposti.

Per la determinazione degli zuccheri riduttori per via chimica, dell'acidità totale e del pH secondo le metodiche CE gli acini sono stati accuratamente pigiati a mano ed il mosto ottenutone è stato centrifugato per 5 min a 3000 rpm.

Per la determinazione della composizione acidica mediante Cromatografia Liquida ad Alte Prestazioni (HPLC) gli acini sono stati accuratamente pigiati a mano ed il mosto ottenutone è stato centrifugato per 5 min a 3000 rpm. Il liquido surnatante è stato quindi diluito 5 volte, filtrato su membrana con porosità di 0.45 mm ed analizzato secondo la metodica proposta da Schneider, Gerbi e Redoglia (1987)

Per lo studio della componente polifenolica gli acini sono separati in buccia, semi e polpa secondo quanto previsto dai metodi proposti da Di Stefano e collaboratori (Di Stefano e Cravero, 1991). I vinaccioli, lavati con acqua deionizzata ed asciugati, sono stati immersi in 25 mL di una soluzione tampone a pH 3.20 contenente il 12% di etanolo, 50 mg/L di  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  e 300 mg/L di  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$  e posti in termostato a 25 °C per una settimana.

Le bucce sono state asciugate con carta e poste in 25 mL di etanolo cloridrico (una miscela di alcol etilico 99%, acqua ed HCl conc. in rapporto 70:30:1) e lasciate in infusione a 20 °C per 24 ore. Infine la polpa è stata frullata in presenza di  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ , diluita 1:10 con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  10N e filtrata.

La determinazione degli antociani, dei flavonoidi e degli acidi idrossicinnamil tartarici sugli estratti

delle bucce, dei vinaccioli e delle polpe è stata effettuata utilizzando i metodi spettrofotometrici proposti da Di Stefano e collaboratori (Di Stefano e Cravero, 1991; Di Stefano e Maggiorotto, 1995). Gli antociani monomeri presenti negli estratti delle bucce, preventivamente separati mediante eluzione su cartucce SEP-PAK C18 (Waters Associates) sono stati frazionati mediante cromatografia liquida ad alte prestazioni (H.P.L.C.). È stato utilizzato uno strumento HPLC (Hewlett Packard 1090), equipaggiato con rilevatore a diode array, auto-campionatore e colonna Merck LyChrosphere Rp 18 (25 cm x 0.4 cm i.d.), diametro dell'impaccamento 0.5 mm. L'eluizione è stata ottenuta applicando le seguenti condizioni cromatografiche:

Solvente A: Acido formico al 10% in acqua

Solvente B: Acido formico al 10%, Metanolo al 50% in acqua.

Gradiente lineare di eluizione:

dal 72% al 55% di A in 15 minuti

dal 55% al 30% di A in 20 minuti

dal 30% al 10% di A in 5 minuti

dal 10% al 1% di A in 5 minuti

dal 1% al 72% di A in 1 minuto

Tempo di equilibrio 10 minuti.

La lettura è stata effettuata a 520 nm e la concentrazione di ogni antocianina è stata espressa come percentuale rispetto al valore complessivo.

Per quanto concerne i vini la determinazione dei parametri principali (zuccheri riduttori residui, alcol, estratto secco netto, ceneri, alcalinità delle ceneri, acidità totale, pH, acidità volatile, anidride solforosa libera e totale) è stata effettuata secondo le metodiche ufficiali CE.

Gli acidi fissi (acido citrico, tartarico, malico, lattico) sono stati invece determinati mediante HPLC con colonna Aminex HPX87H utilizzando il metodo proposto da Schneider, Gerbi e Redoglia (1987).

I microelementi (K, Mg, Ca, Na, Fe, Zn, Cu, Pb) sono stati dosati nel vino opportunamente diluito mediante spettrofotometria ad assorbimento atomico in accordo con le metodiche ufficiali CE.

Per la determinazione del complesso polifenolico (flavonoidi totali, proantocianidine, antociani totali e monomeri) sono stati utilizzati i metodi spettrofotometrici proposti da Di Stefano e collaboratori (Di Stefano et al., 1989) mentre i polifenoli totali sono stati determinati con il reattivo di Folin-Ciocalteu.

Il colore dei vini è stato studiato valutando l'intensità e la tonalità colorante mediante la misura del-

Fase di produzione	Analisi eseguite
Curve di maturazione delle uve	1. Zuccheri riduttori, pH, acidità totale, 2. Acidi fissi (citrico, tartarico, malico) 3. Acidi idrossicinnamil tartarici della polpa 4. Flavonoidi totali dei vinaccioli 5. Antociani totali e flavonoidi totali della buccia 6. Frazionamento degli antociani delle bucce per HPLC
Mosto alla pigiatura	1. Zuccheri riduttori, pH, acidità totale, 2. Acidi fissi (citrico, tartarico, malico) 3. Polifenoli totali, Antociani totali, Flavonoidi totali, Proantocianidine
Svinatura	1. Zuccheri riduttori 2. Alcol svolto 3. Intensità e tonalità colorante 4. Polifenoli totali, Antociani totali e monomeri, Flavonoidi totali, Proantocianidine 5. Frazionamento degli antociani per HPLC
Dopo fermentazione malolattica	1. Acidi fissi (citrico, tartarico, lattico) 2. Polifenoli totali, Antociani totali e monomeri, Flavonoidi totali, Proantocianidine 3. Studio del colore
Passaggio in legno	1. Titolo alcolico, estratto secco netto, acidità totale e volatile, ceneri e alcalinità delle ceneri, anidride solforosa libera e totale 2. Acidi fissi (citrico, tartarico, lattico) 3. Polifenoli totali, Antociani totali e monomeri, Flavonoidi totali, Proantocianidine 4. Studio del colore 5. Frazionamento degli antociani per HPLC
Affinamento in legno (dopo 2, 5** e 11 mesi)	1. Polifenoli totali, Antociani totali e monomeri, Flavonoidi totali, Proantocianidine 2. Studio del colore 3. Microelementi (K, Mg, Ca, Na, Fe, Zn, Cu, Pb)**
Affinamento in bottiglia (dopo 6 e 12** mesi)	1. Polifenoli totali, Antociani totali e monomeri, Flavonoidi totali, Proantocianidine 2. Studio del colore 3. Frazionamento degli antociani per HPLC**

Tabella 1 - Determinazioni analitiche eseguite sulle uve, sui mosti e sui vini nel corso della sperimentazione e relativo momento di esecuzione.

le assorbanze su di un percorso ottico di 1 mm dei vini tal quali a 420, 520 e 620 nm (Sudraud, 1958). Per il frazionamento del colore è stata utilizzata la metodica proposta da Glories (Glories, 1984) opportunamente modificata da Di Stefano e Cravero (1989).

Infine le antocianidine dei vini sono state determinate per HPLC secondo la metodologia definita da Di Stefano e collaboratori (Di Stefano et al., 1989) utilizzando le condizioni cromatografiche viste in precedenza per le antocianidine degli estratti delle bucce.

### 3.1 L'ANALISI SENSORIALE

Nello studio di un prodotto agro-alimentare oltre

agli aspetti produttivi e compositivi, non possono certamente mancare quelli sensoriali.

All'inizio del lavoro ci si è quindi chiesti se fosse sufficiente, per raggiungere gli obiettivi che il progetto si proponeva, una valutazione edonistica dei vini prodotti o si dovesse fare ricorso ad un approccio più scientifico e quindi ad una analisi sensoriale di tipo descrittivo.

Benchè l'approccio edonistico sia senz'altro più semplice da attuare risultò però subito evidente che solo un'analisi sensoriale descrittiva fosse in grado di fornire una caratterizzazione dei vini e quindi delle sottozone produttive.

Per poter effettuare un'analisi sensoriale descrittiva quantitativa è però indispensabile la presenza di un gruppo di assaggio o panel addestrato e



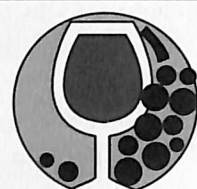
selezionato sulla base di quanto stabiliscono le norme internazionali ISO e nazionali (UNI ed AFNOR sull'assaggio).

La selezione e l'addestramento sono iniziati nel 1994 invitando ben 47 persone (9 donne, 38 uomini) operanti a vario titolo nel settore viti-vinicolo quali enologi, enotecnici, consulenti, tecnici, personale universitario e di istituti sperimentali, funzionari regionali, produttori ed esperti di marketing a prendere parte attiva nel costituendo panel di assaggio.

Di questi solo 39 (9 donne, 30 uomini) hanno aderito all'invito.

Il primo atto della selezione è stata la compilazione da parte dei candidati di un breve questionario informativo (Figura 1) indispensabile per la costituzione di una banca-dati anagrafica degli assaggiatori e per mettere in evidenza le rispettive esperienze nel settore dell'assaggio.

Si sono quindi succedute una serie di sedute di assaggio, in parte replicate negli anni successivi, volte ad addestrare il panel ed a valutare l'attitudine dei singoli assaggiatori al riconoscimento ed alla quantificazione dei profumi, dei sapori e delle sensazioni tattili.



**Anagrafe Assaggiatori**

**Cognome** \_\_\_\_\_ **Nome** \_\_\_\_\_

Indirizzo \_\_\_\_\_ Città \_\_\_\_\_

CAP \_\_\_\_\_ Telefono - fax \_\_\_\_\_

E-mail \_\_\_\_\_ Professione \_\_\_\_\_

Titolo di studio \_\_\_\_\_

Anno di nascita \_\_\_\_\_ Sesso M  F

È assaggiatore di qualche prodotto?  SI  NO Quale? \_\_\_\_\_

È giudice in qualche panel?  SI  NO Quale? \_\_\_\_\_

È iscritto all'A.I.S.?  SI  NO È iscritto all'O.N.A.V.?  SI  NO

È un fumatore?  SI  NO

Consuma farmaci che possano alterare i suoi sensi (antistaminici, cortisonici)?  SI  NO

**Brevi note personali**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Figura 1 - Scheda utilizzata per l'indagine conoscitiva sugli assaggiatori

Lo schema di queste prove è il seguente:

**1) Addestramento al riconoscimento di sapori e sensazioni tattili semplici**

Sono state presentate agli assaggiatori delle soluzioni acquose di acidi, sali e sostanze varie in diversa concentrazione ed è stato chiesto agli assaggiatori di dire quale sensazione percepivano. Le soluzioni esaminate sono riportate nella seguente tabella:

Sostanza utilizzata	Concentrazione	Sensazione provocata
Acido citrico	0.1 N	Acido
Acido tartarico	0.1 N	Acido
Acido malico	0.1 N	Acido
Acido lattico	0.1 N	Acido
Cloruro di sodio	2 g/L	Salato
Saccarosio	12 g/L	Dolce
Caffeina	0.27 g/L	Amaro
Acido tannico	1 g/L	Astringente
Solfato ferroso	0.016 g/L	Metallico

**2) Addestramento al riconoscimento dei colori**

Sono state presentate agli assaggiatori le tavole cromatiche contenute nel Methuen Handbook of Colour e se n'è verificata la rispondenza con alcuni campioni di vino.

**3) Addestramento al riconoscimento dei profumi**

Per l'addestramento del panel al riconoscimento di profumi riscontrabili nel Barolo secondo quanto indicato da precedenti pubblicazioni scientifiche e

divulgative sono stati riprodotti in matrice vinosa gli odori riportati nella tabella seguente.

Agli assaggiatori è stato quindi chiesto di descrivere l'odore percepito e, se possibile, individuarne la natura.

Sostanza	Concentrazione	Sensazione provocata
Menta	Noce moscata	Fungo
Tabacco	Chiodi di garofano	Liquirizia
Pepe	Fieno	Catrame
Rosa	Ribes	Tartufo
Cannella	Lampone	Prugna
Vaniglia	Viola	

**4) Test di identificazione dei sapori**

Agli assaggiatori sono state presentati 10 bicchieri contenenti almeno una volta le soluzioni acquose riportate nella tabella seguente. Per evitare reciproci condizionamenti, ad ogni assaggiatore è stata attribuita una serie diversa di campioni.

Sostanza utilizzata	Concentrazione	Sensazione provocata
Acido citrico	0.43 g/L	Acido
Cloruro di sodio	1.19 g/L	Salato
Saccarosio	12 g/L	Dolce
Caffeina	0.195 g/L	Amaro
Solfato ferroso	0.00475 g/L	Metallico
Acqua minerale naturale	T.Q.	Sensazione non percepita

Gli assaggiatori utilizzando la scheda riportata, dovevano individuare le esatte sensazioni provocate da ogni campione. Si è ritenuto superato il test con il 100% di risposte esatte.

**Test riconoscimento sapori**

Assaggiatore:..... Data:..... Posizione.....

Assaggiare le soluzioni nei diversi bicchieri e porre una crocetta nella casella corrispondente al sapore od alla sensazione percepiti

Codice bicchiere	Sapore non identificato	Acido	Amaro	Dolce	Salato	Metallico
A						
B						
C						
D						
E						
F						
G						
H						
I						
L						



**5) Test di identificazione dei sapori e dei profumi**  
 È stato utilizzato in questo caso un test triangolare. In pratica ad ogni assaggiatore sono state presentate tre serie di tre bicchieri. In ciascuna serie due di questi bicchieri contenevano acqua ed uno le soluzioni riportate nella tabella seguente. L'assaggiatore doveva individuare il bicchiere contenente la soluzione ed indicare la natura dello stimolo percepito. Al fine di evitare reciproci condizionamenti ogni assaggiatore aveva un proprio ordine di servizio. È stato ritenuto superato il test con il 100% di risposte esatte.

Sostanza utilizzata	Concentrazione	Sensazione percepita
Acido citrico	0.30 g/L	Acido
Caffeina	0.27 g/L	Amaro
Esanale	75 mg/L	Erbaceo

**6) Test di valutazione della soglia di percezione**

Il test è stato condotto esclusivamente per il sapore acido presentando ad ogni assaggiatore una serie di 11 bicchieri. Nel primo di questi era con-

tenuta acqua mentre nei restanti vi erano, a volte anche ripetuti due o tre volte, soluzioni acquose a concentrazione crescente di acido citrico. Le concentrazioni utilizzate sono riportate nella tabella seguente.

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
0.60	0.48	0.38	0.31	0.25	0.20	0.16	0.13

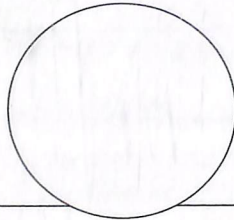
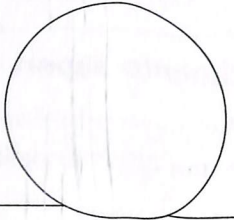
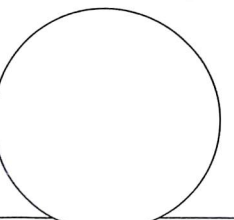
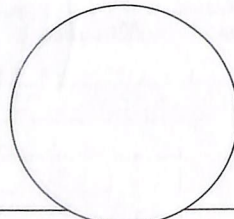
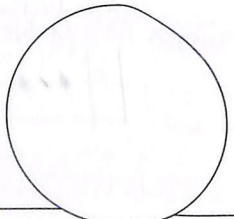
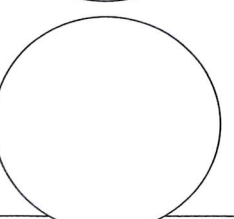
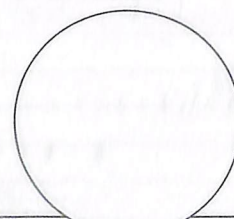
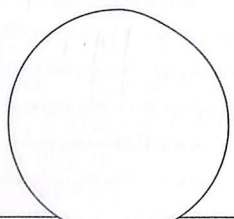
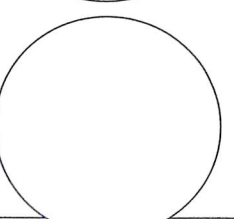
(concentrazioni espresse in g/L)

Utilizzando un'apposita scheda gli assaggiatori dovevano individuare la natura del sapore, il punto di sensazione, il punto di percezione e l'ordine di presentazione. Si è considerato superato il test nel caso di riconoscimento esatto del sapore ed attribuzione corretta dell'ordine di presentazione almeno nel 75% dei casi. È stato inoltre attribuito un punteggio crescente di merito a tutti gli assaggiatori che hanno individuato correttamente il sapore acido ad una concentrazione inferiore a 0.48 g/L. Anche in questo caso, al fine di evitare che gli assaggiatori si influenzassero a vicenda, sono stati utilizzate sequenze diverse per ogni assaggiatore.

**TEST IDENTIFICAZIONE SAPORI e PROFUMI**  
 TEST TRIANGOLARE

Assaggiatore:.....Postazione: .....

Per ogni terna di bicchieri indicare con una croce la postazione contenente il prodotto diverso. Indicare inoltre il profumo od il sapore individuato.

1			
2			
3			

**TEST VALUTAZIONE SOGLIA DI PERCEZIONE**

Assaggiatore:.....Postazione: .....  
 Data: .....Sapore percepito.....

Codice bicchiere

A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M
Acqua										

0: nessuna sensazione percepita  
 X: sapore percepito  
 XX, XXX, XXXX ecc: differenza percepita

Inserire il nome del sapore percepito nell'apposito spazio in testa alla scheda.

**7) Test di valutazione della discriminazione degli stimoli semplici**

Agli assaggiatori sono state presentate due serie di cinque bicchieri contenenti concentrazioni diverse di acido citrico (sapore acido) ed acetato di isoamile (odore-aroma di banana).

Gli assaggiatori dovevano ordinare le due serie di campioni in ordine crescente di intensità ed individuare la sensazione. Per la valutazione del test si è utilizzato il coefficiente di Spearman, un coefficiente di correlazione il cui valore è compreso fra

nell'ambito della serie. In particolare le tre serie erano così strutturate:

Serie	Sensazione variabile	Sensazioni costanti
1	Acido	Amaro - Astringente
2	Astringente	Acido - Amaro
3	Amaro	Acido - Astringente

Le concentrazioni utilizzate per le diverse sensazioni sono state le seguenti:

Sensazione	Sostanze utilizzate	Concentrazione (se costante) g/L	Concentrazione (se variabile) g/L				
			D1	D2	D3	D4	D5
Acido	Acido citrico	0.18	0.60	0.38	0.24	0.20	0.12
Astringente	Allume	0.08	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10
Amaro	Caffeina	0.175	0.27	0.17	0.11	0.09	0.05

1 (correlazione perfetta, la serie indicata dall'assaggiatore corrisponde a quella teorica) e -1 (correlazione inversa, le due serie sono esattamente opposte). Il test è stato considerato superato se, oltre a riconoscere correttamente per ciascuna serie il sapore a concentrazione variabile, il coefficiente di Spearman era 0.80 equivalente ad una sola inversione di due posizioni.

**8) Test di valutazione della discriminazione degli stimoli complessi**

Scopo di questo test è quello di valutare la capacità degli assaggiatori a riconoscere gli stimoli in matrici complesse ed a discriminarne le intensità. A questo fine sono state presentate ad ogni assaggiatore tre serie di campioni in ciascuna delle quali erano presenti tre stimoli di cui due erano d'intensità costante ed uno d'intensità variabile

Compito dell'assaggiatore era quello di individuare per ogni serie la sensazione la cui intensità variava nell'ambito dei cinque campioni ed ordinare in modo crescente i campioni di ciascuna serie. Anche in questo caso per la valutazione del test si è utilizzato il coefficiente di Spearman. Il test è stato considerato superato se, oltre a riconoscere correttamente per ciascuna serie il sapore a concentrazione variabile, il coefficiente di Spearman era 0.80 equivalente ad una sola inversione di due posizioni.

**9) Test di valutazione della discriminazione degli stimoli in matrici complesse**

Lo scopo di questo test è quello di valutare la capacità dell'assaggiatore a discriminare l'intensità di uno stimolo in una matrice complessa. A questo fine un campione di vino Barolo è stato



opportunamente acidificato e disacidificato sino ad ottenere quattro campioni con pH 3.30, 3.40, 3.50 e 3.60.

Compito degli assaggiatori era quello di ordinare i quattro campioni in funzione della diversa acidità. Il test è stato considerato superato se tutto l'ordinamento risultava corretto.

#### 10) Test di riconoscimento degli stimoli in matrici complesse

Nel corso di tre sedute successive sono stati proposti agli assaggiatori 18 campioni di vino a cui erano state addizionate le seguenti sostanze odorose:

Seduta 1	Seduta 2	Seduta 3
Vaniglia	Rosa	Pepe
Rosa	Chiodi di garofano	Catrame
Fieno	Tabacco	Noce moscata
Cannella	Prugna	Legno
Viola	Liquirizia	Vaniglia
Tabacco	Menta	Lampone

La scheda utilizzata è la seguente:

TEST IDENTIFICAZIONE ODORI					
Assaggiatore:.....Data:.....					
Campione	Percepisce un odore?		Riconosce l'odore?		Nome dell'odore
	SI	NO	SI	NO	
A					
B					
C					
D					
E					
F					
G					

Compito degli assaggiatori era quello di individuare l'odore caratterizzante il campione. Il test si riteneva superato con almeno 5 odori su 6 riconosciuti per ciascuna serie.

#### 11) Test di assaggio

Al fine di uniformare le valutazioni espresse dagli assaggiatori facenti parte del panel, sono state condotte 5 sedute di assaggio guidato in cui, utilizzando la scheda messa a punto per l'assaggio del Barolo e sulla quale torneremo più avanti, sono stati esaminati 5 vini. Al termine di ogni

assaggio i valori indicati dai singoli assaggiatori sono stati discussi così da verificare l'uniformità del panel.

#### 1.3.1 LA SCHEDA DI ASSAGGIO

Uno degli elementi fondamentali dell'analisi sensoriale è la scheda di assaggio la cui struttura dipende dal tipo di esame che si vuole condurre e dal tipo di informazioni che si vogliono trarre. Dalla struttura della scheda dipende quindi il tipo di elaborazione che si potrà attuare sui risultati ottenuti nonché la loro rappresentatività.

Nel caso in esame vi è la necessità di descrivere, in modo quantitativo, il prodotto e quindi la scheda deve appartenere al gruppo delle schede descrittive-quantitative. Queste schede consentono un approccio statistico di tipo multivariato e quindi l'applicazione di tecniche anche molto complesse, ma indispensabili quando si debba descrivere e caratterizzare un prodotto.

L'utilizzo di queste schede prevede però una fase preliminare d'individuazione dei descrittori senso-

riali che dovranno essere riportati sulla scheda stessa e dalla cui scelta dipende in larga misura l'efficacia della scheda stessa.

Infatti se i descrittori individuati sono troppo pochi la descrizione non sarà esaustiva mentre se saranno troppi il compito degli assaggiatori sarà molto arduo senza peraltro che la descrizione ne abbia un reale beneficio.

Questa fase è quindi molto delicata e prevede in genere tre momenti successivi:

- ◆ Raccolta dei descrittori più importanti per il prodotto facendo riferimento sia a quanto riportato

in bibliografia da altri Autori sia ai parametri segnalati dagli stessi assaggiatori dopo l'esame di 4-5 campioni significativi del prodotto. Nel caso del Barolo i descrittori sono stati segnalati dagli assaggiatori del panel mediante una scheda descrittiva libera riportata di seguito.

scelta è quindi caduta su di un modello 'parzialmente strutturato' di più facile utilizzo per gli assaggiatori rispetto ad un modello 'astrutturato' e con un effetto alone non particolarmente evidente. La versione definitiva della scheda è riportata di seguito.

#### \*\*BAROLO\*\* SCHEDA PER L'ANALISI DESCRITTIVA

Assaggiatore:.....Data:.....  
Campione .....

Indicare per i diversi parametri sensoriali quelle definizioni che, a giudizio dell'assaggiatore, meglio descrivono i caratteri del campione in esame.

Limpidezza:

\_\_\_\_\_

Colore:

\_\_\_\_\_

Odore - Aroma:

\_\_\_\_\_

Sapore:

\_\_\_\_\_

- ◆ Messa a punto di una scheda preliminare di assaggio che riporti i principali descrittori indicati in bibliografia ed i maggiormente segnalati dagli assaggiatori. Nel caso del progetto per la caratterizzazione del Barolo la scheda così predisposta è stata utilizzata per l'assaggio di 4 campioni e ne è stato valutato il livello di chiarezza, di semplicità d'uso e di capacità discriminante. Ciò ha consentito di selezionare 35 descrittori di cui 5 per il colore, 23 per il profumo e 7 per il gusto che sarebbero entrati nella scheda definitiva di assaggio.
- ◆ Individuazione della struttura della scheda. Esistono infatti diverse tipologie di approccio alla analisi QDA e la loro scelta non è priva di ripercussioni sulla facilità di utilizzo della scheda e sulla sua capacità discriminante. In relazione all'elevato numero di descrittori è stata immediatamente esclusa la scheda a 'ruota' di più difficile gestione anche nel momento della raccolta dei dati. Nell'ambito delle schede lineari la

#### 1.3.2 LE SEDUTE DI ANALISI SENSORIALE

Gli assaggi dei 40 campioni di Barolo prodotti nelle tre annate in studio sono stati effettuati presso la sala per gli assaggi dell'Enoteca del Barolo sita nel Castello Comunale di Barolo (CN).

Si tratta di una sala le cui caratteristiche sono state elaborate attingendo alle norme UNI ed adattandole ai locali. Le cabine sono poste secondo un'originale pianta ottagonale, ottima per la gestione del servizio, ma ovviamente con qualche limite per il ridotto numero di assaggiatori che si possono utilizzare contemporaneamente.

Le degustazioni, tre sedute di assaggio per ogni vendemmia, si sono svolte negli anni 1997, 1998 e 1999 nei mesi di giugno e luglio.

Nei grafici, in allegato, sono riportati per ogni sottozona i profili medi per anno ed il profilo medio delle tre annate.



**SCHEDA PER L'ANALISI  
SENSORIALE DEL BAROLO**

Degustatore: .....  
Data: .....  
Campione: .....

Rosso rubino																									
Rosso granato																									
Rosso mattone																									
Riflessi aranciati																									
Riflessi violacei																									
Affumicato																									
Cacao																									
Cannella																									
Catrame																									
Chiodi di garofano																									
Ciliegia																									
Ciliegia sotto spirito																									
Cuoio																									
Erbaceo																									
Fieno																									
Fungo																									
Lampone																									
Legno																									
Liquirizia																									
Menta																									
Noce moscata																									
Pepe																									
Prugna																									
Rosa																									
Tabacco																									
Tartufo																									
Vaniglia																									
Viola																									
Acido																									
Amaro-Amarognolo																									
Dolce																									
Morbidezza																									
Astringenza																									
Corposità																									
Persistenza																									

**BIBLIOGRAFIA CITATA**

1. Di Stefano, R., e M.C. Cravero. Metodi per lo studio dei polifenoli dell'uva. Riv. Vitic. Enol. 44(2):37-44 (1991).
2. Di Stefano, R., e G. Maggiorotto. Antociani, acidi idrossicinnamici e flavonoli del frutto, delle foglie, dei raspi, e dei tralci dellavite. Riv. Vitic. Enol. 48(2): 51-65 (1995).
3. Schneider, A., V. Gerbi, e M. Redoglia. A rapid HPLC method for separation and determination of major organic acids in grape musts and wines. Am. J. Enol. Vitic. 38(2):151-155 (1987).
4. Di Stefano, R., M.C. Cravero, e N. Gentilini. Metodi per lo studio dei polifenoli dei vini. L'Enotecnico 25(5): 83-89 (1989).
5. Sudraud, P. Interprétation des courbes d'absorption des vins rouges. Ann. Technol. Agric. 7(2):203-208 (1958).
6. Glories, Y. La couleur des vins rouges. 2me partie. - Mesure, origine et interprétation. Conn. Vigne Vin 18:253-271 (1984).
7. Di Stefano, R., e M.C. Cravero. I composti fenolici e la natura del colore dei vini rossi. L'Enotecnico 25(10): 81-87 (1989).
8. Kornerup, A., e J.H. Wanscher. Methuen Handbook of colour - Methuen & Co Ltd (1961).



**Caratterizzazione delle produzioni  
vitivinicole del Barolo**

**Analisi statistica e valutazione delle interazioni  
tra i diversi aspetti considerati**

Vincenzo Gerbi, Giuseppe Zeppa, Luca Rolle

Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali

Igor Boni, Fabio Petrella, Mauro Piazza

Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente

Federico Spanna

Regione Piemonte Direzione Sviluppo dell'Agricoltura

Andrea Schubert, Claudio Lovisolo

Università degli Studi di Torino, Dipartimento Colture Arboree

Lo studio aveva lo scopo di caratterizzare la produzione mediante un approccio multidisciplinare di impostazione innovativa, costituendo anche una sorta di modello pilota per lo studio di altre zone del Piemonte.

In modo un po' surrettizio le finalità ultime e più materiali del lavoro potrebbero essere espresse mediante due domande:

- ◆ è possibile suddividere l'area di produzione in sottozone, o *cru*, omogenee nelle quali si produce un vino dalle caratteristiche costanti e facilmente individuabili?
- ◆ quali sono gli elementi che caratterizzano ogni singola sottozona e ne determinano l'unicità?

È evidente che le due domande sono strettamente correlate e la risposta al secondo quesito dipende da quella fornita al primo.

Ma quale criterio adottare per individuare le sottozone? Il più semplice ed immediato è certamente quello storico. L'area di produzione del Barolo risulta infatti già suddivisa in una cinquantina di zone tradizionalmente ritenute diverse per condizioni pedologiche, climatiche, vegetative e produttive. Si tratta perciò di verificare se tale suddivisione è supportata o meno da elementi oggettivi.

Non essendo però possibile analizzare un numero così elevato di zone si è concentrata l'attenzione su 15 aree storicamente ritenute di particolare pregio e spesso utilizzate come indicazione di sottozona nell'etichettatura del Barolo. È evidente che se lo studio avesse portato alla conclusione che esisteva una forte disomogeneità fra queste aree, si sarebbe potuto passare in un secondo tempo ad esaminare anche le restanti.

Le 15 aree di studio sono allora da intendere come dei vigneti studio rappresentativi delle diverse realtà dell'area di produzione e non quindi, salvo conferme, già come delle sottozone.

Al termine dei tre anni di studio il problema da risolvere per poter dare una risposta al primo quesito è però ancora quello relativo alla tecnica da utilizzare per individuare le sottozone o meglio per confermarne in modo oggettivo l'esistenza. Sono infatti possibili diversi tipi di approccio quali la superficie fogliare esposta od il contenuto in poli-

fenoli del vino dopo 6 mesi d'invecchiamento, ecc. ecc.

È evidente che si tratta di un approccio semplicistico e che porta a ritenere simili alcune aree e diverse le restanti in funzione di un solo parametro, magari privo di reali effetti sulle caratteristiche del prodotto finito.

Diverso è il caso del suolo, i cui effetti sul vino sono noti, e che quindi viene spesso utilizzato negli studi di zonazione quale elemento di classificazione delle sottozone. Lo studio pedologico ha fornito interessanti descrizioni dei 15 vigneti studio, evidenziando però che l'area del Barolo non è molto estesa, con suoli relativamente poco differenziati. Un ulteriore elemento a sfavore dell'utilizzo del suolo quale criterio di classificazione è infine il diverso numero di vigneti studio scelti all'interno dei tre tipi di suolo appartenenti alle cinque Unità di Terre più importanti dal punto di vista vitivinicolo (9 per le marne di S. Agata, 2 per le arenarie di Diano e 4 per la formazione di Lequio).

Un approccio più interessante è quello in cui si utilizza un momento della produzione per l'individuazione delle aree, ma anche questo approccio non è privo di incertezze. Innanzi tutto è necessario individuare la fase più adatta, quindi i parametri compositivi o strutturali da utilizzare nella classificazione ed infine le tecniche statistiche più idonee per questa classificazione.

Le fasi dello studio più adatte all'osservazione delle differenze sono certamente quelle in cui i parametri misurabili possono essere meno influenzati da errori di campionamento. L'ammestatura ed il termine della conservazione, in quanto coincidente con l'esame sensoriale, rispondono a questo requisito.

Stabiliti i momenti sui quali concentrare l'attenzione al fine di differenziare le sottozone del Barolo il problema può essere quello di scegliere la tecnica di analisi statistica migliore per questo scopo. Fra le tecniche non inferenziali la Clusters analysis è certamente la più adatta, anche se la meno 'robusta' in quanto molto influenzata dalla scelta delle variabili da utilizzare.

Prima di poter applicare qualunque tipo di analisi statistica è però necessario effettuare una standardizzazione<sup>1</sup> dei valori rilevati per ciascuno dei tre

<sup>1</sup> Nella standardizzazione tutti i valori di una variabile sono sostituiti da nuovi valori detti 'standardizzati' che vengono calcolati con la formula

$$\text{Valore std.} = (\text{Valore reale} - \text{Media}) / \text{dev. std.}$$

In questo modo si hanno dei nuovi valori caratterizzati dall'aver la media pari a zero e la deviazione standard uguale ad 1. Questa trasformazione è indispensabile, soprattutto nella Clusters analysis, se le unità di misura delle variabili sono diverse.



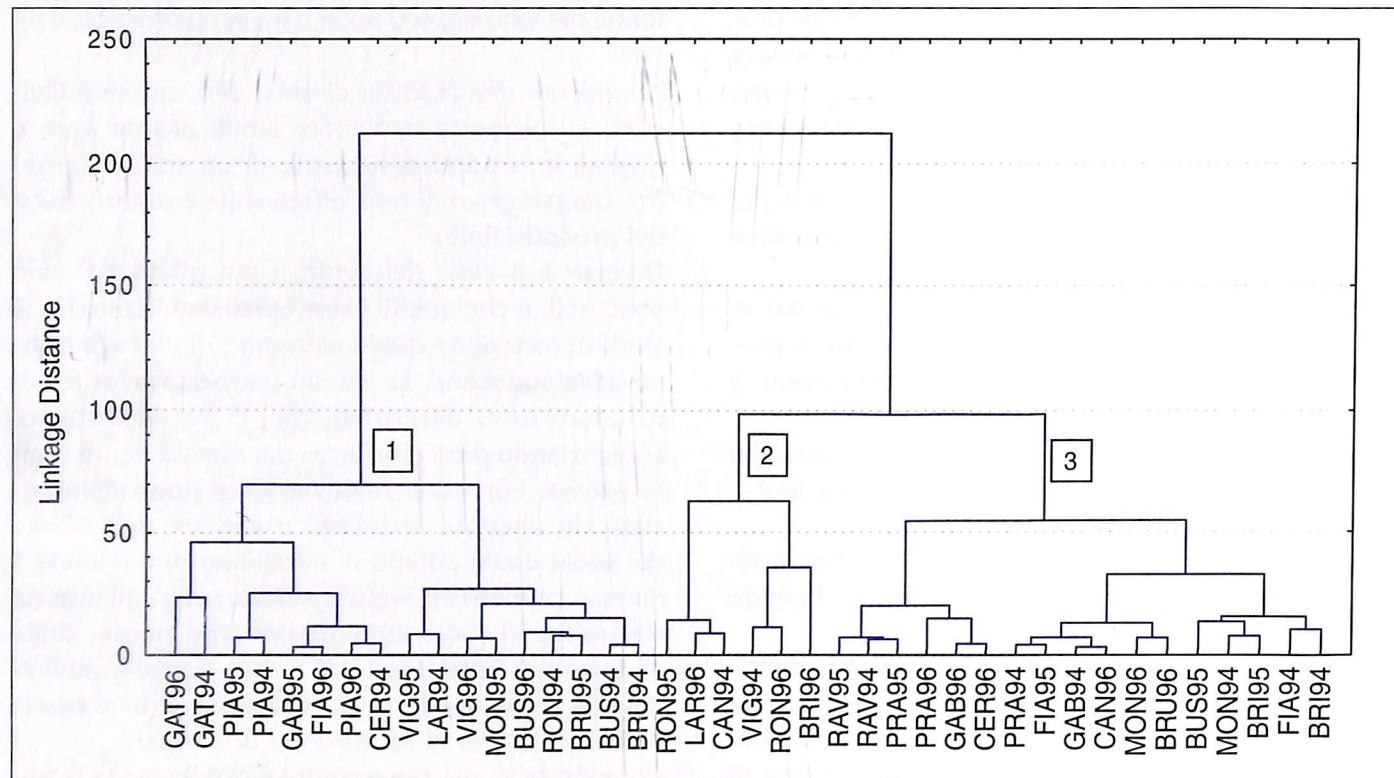


Figura 1 – Dendrogramma ottenuto dall'analisi dei clusters applicata ai valori compositivi rilevati sulle uve e sui mosti

anni di sperimentazione al fine di annullare l'effetto 'annata' e le differenze dovute ai diversi metodi di analisi utilizzati nei tre anni.

I risultati dell'applicazione della Cluster Analysis ai dati compositivi delle uve, al momento della raccolta, e del mosto nei 3 anni sono estremamente interessanti (Figura 1).

Innanzitutto si rileva la presenza di tre gruppi indicati con i numeri 1, 2 e 3, molto ben differenziati. Le uve dell'area del Barolo non sono quindi tutte

uguali, ma si possono raggruppare in tre tipologie, molto diverse fra di loro come conferma l'analisi della varianza eseguita sulle variabili utilizzate nell'analisi dei clusters (Tabella 1).

	Riclassificazione (%)	G 1	G 2	G 3
G 1	100	17	0	0
G 2	100	0	6	0
G 3	100	0	0	17
<b>Totale</b>	<b>100</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>17</b>

Tabella 2 – Matrice di riclassificazione

	Significatività	Gruppo 1	Gruppo 2	Gruppo 3
Acidi idrossicinnamil tartarici (mg acido caffeico /Kg mosto)	ns	8 a	7 a	7 a
Antociani totali (mg malvina /Kg uva)	**	627 b	733 c	583 a
Flavonoidi totali (mg catechina/Kg uva)	**	2568 ab	2894 b	2513 a
Definidina (%)	**	4.6 a	6 b	5.5 b
Cianidina (%)	**	15.7 b	11.9 a	12.9 a
Petunidina (%)	**	4.3 a	5.7 b	5.1 b
Peonidina (%)	**	50.7 b	44.2 a	46.9 a
Malvidina (%)	**	18.6 a	23.9 b	23.5 b
Zuccheri (g/L)	**	229 b	229 b	221 a
Acidità totale (g ac. tartarico/L)	*	8.1 a	8.5 a	9.1 b
Acido citrico (g/L)	**	0.17 b	0.09 a	0.19 b
Acido tartarico (g/L)	ns	6.6 a	6.7 a	6.8 a
Acido malico (g/L)	**	3.1 a	3.8 b	3.9 b

(ns: non significativo; \*\*: p<0.01; \*: p<0.05)

Tabella 1 – Composizione media dei tre gruppi e risultati dell'analisi della varianza e del test di Duncan eseguiti sulle variabili compositive del mosto e delle uve. Lettere uguali indicano gruppi uguali per p<0.05

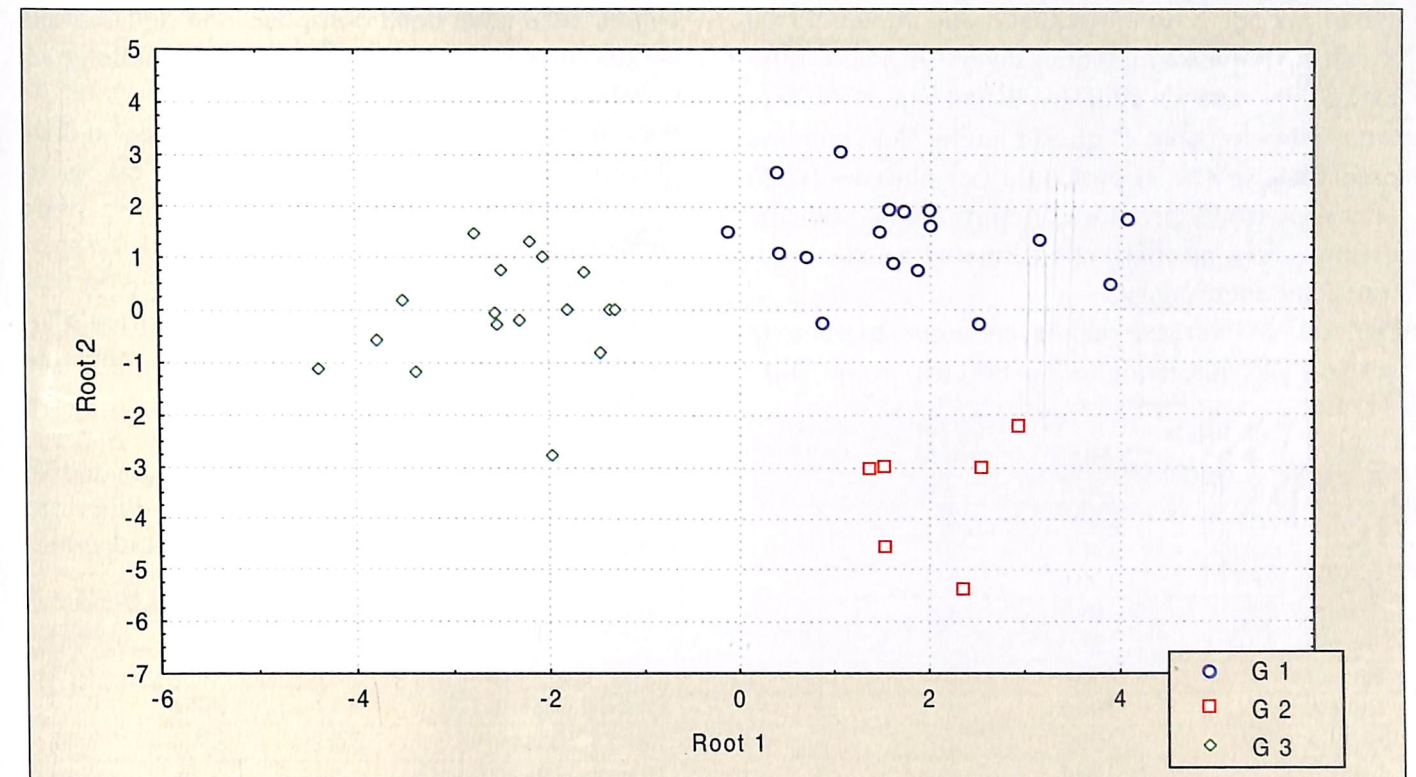


Figura 2 – Distribuzione sul piano individuato dalle prime due funzioni discriminanti dei campioni di mosto e di uva

Le differenze si evidenziano soprattutto a carico dei composti fenolici e del quadro acido. Una ulteriore conferma della differenza esistente tra questi tre gruppi può venire dall'analisi discriminante applicata alle stesse variabili ed i cui risultati sono riportati in Figura 2, Tabella 2 e Tabella 3.

	Root 1	Root 2
Acidi idrossicinnamil tartarici	.91078	-.09216
Antociani totali	.45670	-.65480
Flavonoidi totali	.62614	.30211
Definidina	.22201	.47013
Cianidina	1.56173	.18622
Petunidina	-.05900	-1.17490
Peonidina	1.43188	.07581
Malvidina	1.74368	.21939
Zuccheri	.66110	.17288
Acidità totale	-1.33798	.05976
Acido citrico	.28575	-.77912
Acido tartarico	.04226	-.01070
Acido malico	.23525	-.15158
Eigenvalue	4.77161	2.85774

Tabella 3 – Coefficienti delle variabili canoniche. Per le unità di misura si veda quanto riportato in Tabella 1.

I tre gruppi appaiono molto ben individuati e differenziati tanto da determinare una riclassificazione del 100% (tabella 2). È da rilevare che il numero troppo esiguo di campioni consente di estrapolare un gruppo da utilizzare nella verifica del

modello e quindi detta percentuale è da considerare con riserva in quanto si riferisce alla riclassificazione degli stessi casi utilizzati nella costruzione del modello.

Indubbia invece è la netta distinzione tra i tre gruppi a cui concorrono sia le variabili inserite nella prima variabile canonica che nella seconda e le cui differenze trovano, ovviamente, un riscontro diretto dai risultati dell'analisi della varianza.

Particolarmente importati ai fini descrittivi appaiono le antocianine, gli antociani totali (elevati nel gruppo 2) e l'acidità totale (elevata nel gruppo 3). Nell'ambito dei tre gruppi si evidenziano, a riguardo dei 15 vigneti sperimentali in studio, due tipologie di comportamento. Vi sono vigneti che ricadono sempre nello stesso gruppo, quali ad es. Gattera, Pianpolvere o Pradipò, indipendentemente dall'annata, e vigneti i cui campioni si distribuiscono in due gruppi, come ad es. Cerequio, Vignarionda o La Rosa.

Nel primo caso la zona è 'stabile' e, vuoi per effetto antropico vuoi per 'robustezza' intrinseca, riesce ad attenuare gli effetti di tutti quegli elementi che sinteticamente si indicano come 'annata'.

Nel secondo caso invece la zona è meno 'stabile', e quindi l'effetto dell'annata è molto più evidente. È però necessario precisare che l'osservazione si è



svolta per soli 3 anni, ridotti a due in alcuni casi a causa di eventi meteorici diversi e quindi qualunque discorso di 'stabilità' della zona dev'essere fatto tenendo conto di questo limite. Solo con una osservazione che si prolunghi per almeno 10-20 anni è possibile definire con certezza la 'stabilità' di una zona e gli effetti che l'annata ha sulle caratteristiche del prodotto.

Di notevole interesse può essere a questo punto lo studio delle relazioni che legano i tre gruppi, indi-

Zona	Anno	Gruppo mosto	Gruppo suolo
Bricco Boschis	1994	3	2
Bricco Boschis	1995	3	2
Bricco Boschis	1996	2	2
Brunate	1994	1	1
Brunate	1995	1	1
Brunate	1996	3	1
Bussia	1994	1	1
Bussia	1995	3	1
Bussia	1996	1	1
Cannubi	1994	2	3
Cannubi	1996	3	3
Cerequio	1994	1	1
Cerequio	1996	3	1
Fiasc	1994	3	1
Fiasc	1995	3	1
Fiasc	1996	1	1
Gabutti	1994	3	3
Gabutti	1995	1	3
Gabutti	1996	3	3
Gattera	1994	1	1
Gattera	1996	1	1
La rosa	1994	1	1
La rosa	1996	2	1
Monvigliero	1994	3	1
Monvigliero	1995	1	1
Monvigliero	1996	3	1
Pianpolvere	1994	1	2
Pianpolvere	1995	1	2
Pianpolvere	1996	1	2
Pradipò	1994	3	3
Pradipò	1995	3	3
Pradipò	1996	3	3
Ravera	1994	3	1
Ravera	1995	3	1
Roncaglie	1994	1	1
Roncaglie	1995	2	1
Roncaglie	1996	2	1
Vignarionda	1994	2	3
Vignarionda	1995	1	3
Vignarionda	1996	1	3

Tabella 4 - Classificazione dei suoli in relazione ai gruppi individuati dalla Cluster Analysis mediante i parametri compositivi delle uve e dei mosti

viduati sulla base della composizione dell'uva alla vendemmia e del mosto, ai parametri pedologici, vegetativi e produttivi.

Per quanto concerne i parametri pedologici si deve rilevare come le tre tipologie di suolo a cui ascrivere i 15 vigneti in studio si distribuiscono in modo casuale nei tre gruppi di mosti (Tabella 4). Lo stesso vigneto quindi si trova in gruppi diversi in funzione dell'annata considerata e ciò impedisce d'interpretare il raggruppamento dei vigneti mediante l'utilizzo delle variabili pedologiche.

Diverso è il caso delle variabili vegeto-produttive per le quali, pur senza l'apporto di una differenza statisticamente significativa, è possibile individua-

	Gruppo 1	Gruppo 2	Gruppo 3
Piante/Ha	3632	3619	3954
Azoto fogliare (%)	1,26	1,41	1,30
Fosforo fogliare (%)	0,17	0,20	0,17
Calcio fogliare (%)	2,51	2,48	2,62
Magnesio fogliare (%)	0,26	0,28	0,26
Potassio fogliare (%)	1,52	1,46	1,27
Ferro fogliare (ppm)	92	115	122
Manganese fogliare (ppm)	91	149	101
Zinco fogliare (ppm)	29	39	31
Rame fogliare (ppm)	2332	2123	2404
Boro fogliare (ppm)	23	25	27
Fertilità media per gemma (grappoli/ceppo)	10,4	12,7	11,6
Produzione (grappoli/ceppo)	9,7	12,7	10,2
Diradamento (%)	10,2	3,9	12,8
Germogliamento (giorni da inizio anno)	103	104	103
Fioritura (giorni da inizio anno)	154	155	154
Inviaitura (giorni da inizio anno)	229	225	230
Peso sarmenti (Kg)	1,11	1,14	1,01
LA giugno (m <sup>2</sup> /m filare)	3,83	4,72	3,93
SA giugno (m <sup>2</sup> /m filare)	3,74	4,38	3,84
LA/SA giugno	1,02	1,09	1,01
LA agosto (m <sup>2</sup> /m filare)	8,05	10,45	8,23
SA agosto (m <sup>2</sup> /m filare)	4,06	4,30	3,99
LA/SA agosto	1,95	2,42	2,02
Peso acino (g)	1,87	1,87	1,91
Peso grappolo (g)	249,28	207,26	225,61
Produzione (Kg/ceppo)	2,33	2,78	2,33

Tabella 5 - Valori medi delle variabili di tipo vegetativo nei tre gruppi di mosti individuati dalla Cluster Analysis

re una relazione con i raggruppamenti definiti dalla Cluster analysis (Tabella 5).

L'analisi della varianza (non riportata per brevità) indica infatti che solo l'inviaitura risulta statisticamente diversa fra i tre gruppi. Sono quindi i vigneti raccolti nel gruppo 2 a risultare mediamente più precoci con soli 225 giorni dall'inizio dell'anno, contro i 229 del gruppo 1 ed i 230 del gruppo 3. L'importanza di questo fattore è confermata anche dalla correlazione diretta che si può evidenziare con l'assolazione (o fattore d'incidenza) dei vigneti che risulta essere di 0.45 per i vigneti del gruppo 3, di 0.47 per quelli del gruppo 2 e di 0,48 per quelli del gruppo 1.

La precocità nella invaiatura dei vigneti del gruppo 2 è probabilmente legata a fattori climatici. È

possibile infatti evidenziare una correlazione tra indici bioclimatici e parametri vegetativi, produttivi e qualitativi (Tabella 6). Anche le somme termiche in corrispondenza del germogliamento sembrano essere correlate con due indici vegeto-produttivi. Nessuna correlazione emerge invece con le somme termiche calcolate alla data di fioritura.

La correlazione tra indici bioclimatici e parametri qualitativi delle uve durante la maturazione (tenore zuccherino ed acidità) è risultata significativa solo per le annate 1995 e 1996 in quasi tutti i punti della curva di maturazione. L'indice di Huglin presenta correlazioni migliori rispetto all'Indice di Winkler in entrambe le annate con valori di R<sup>2</sup> più elevati, spesso superiori a 0.7 (Figura 3 e Figura 4).

Parametro o Indice Periodo	Fertilità (grappoli/ceppo)	Produzione/superficie della chioma esposta al sole in Agosto (Kg/m <sup>2</sup> )	Produzione/superficie fogliare totale della chioma in giugno (Kg/m <sup>2</sup> )	Produzione (grappoli/ceppo)	Produzione/ Ceppo (Kg/ceppo)
IW dal 1-gen al germogliamento	0.74	-	0.71	-	-
IW dal 1-apr al germogliamento	0.72	-	0.54	-	-
IH dal 1-apr al germogliamento	0.61	-	0.74	-	-
IW dal 1-gen all'inviaitura	0.77	0.69	0.63	0.53	0.54
IW dal 1-apr all'inviaitura	0.70	0.70	0.62	0.53	0.32
IH dal 1-apr all'inviaitura	0.62	0.69	0.63	0.53	0.42

Tabella 6 - Coefficiente R<sup>2</sup> di correlazione tra l'Indice di Winkler (IW), l'Indice di Huglin (IH) e parametri ed indici vegetativi e produttivi<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> L'indice bioclimatico di Winkler (1) è stato calcolato a partire dal 1 gennaio e dal 1 aprile mentre l'indice bioclimatico di Huglin (2) è stato calcolato a partire dal 1 aprile.

$$(1) IW = S \sum_0^n \left[ \frac{(T_{max} + T_{min})}{2} \right] - 10$$

$$(2) IH = S \sum_0^n \left[ \frac{(T_{med} - 10) + (T_{max} - 10)}{2} \right] * K \quad K = \text{coefficiente di lunghezza del giorno} = 1.02 \text{ per il Piemonte}$$

Le sommatorie di gradi utili giornalieri sono state calcolate fino alle fasi fenologiche del germogliamento, fioritura ed invaiatura, e successivamente in corrispondenza delle date di campionamento delle uve durante la maturazione (= curve di maturazione) e alla vendemmia. Per ogni valore degli indici è stata considerata la media dell'area utilizzando i dati meteo relativi a quattro stazioni poste nei Comuni di Barolo, Castiglion Falletto, La Morra e Novello.



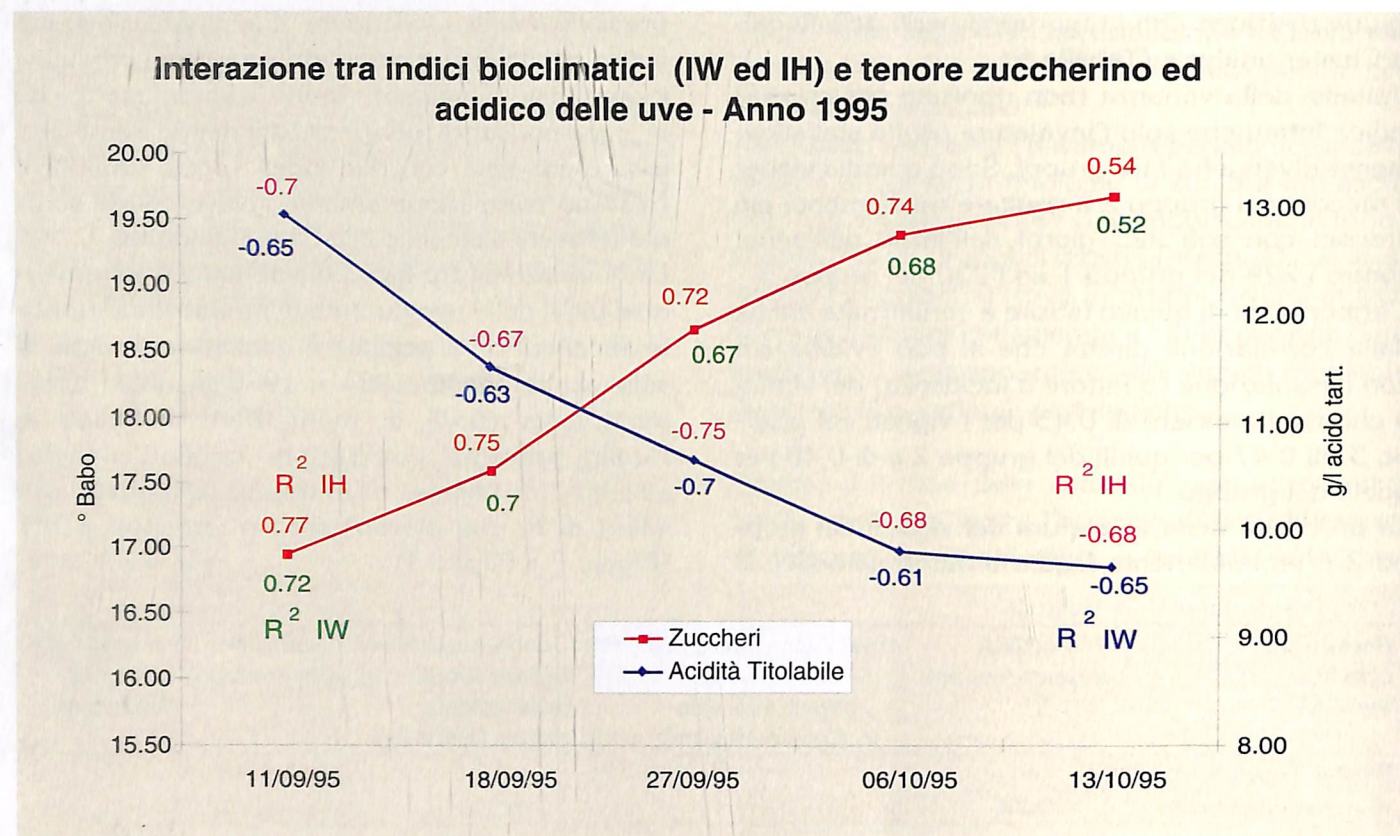


Figura 3 - Interazione fra indici bioclimatici (IW ed IH) e contenuto in zuccheri ed acidi delle uve - Anno 1995

Poichè il gruppo 2 è anche quello che presenta il contenuto più elevato in sostanze polifenoliche ed in particolare in antociani è evidente che più precocemente avviene l'invaiaatura maggiore sarà il contenuto di queste sostanze nell'uva. Per quanto riguarda le tecniche colturali, al di là delle ovvie differenze riscontrate tra vigneto e vigneto (va ricordato che nei vigneti sono state seguite le tecniche colturali tradizionali, e non sono stati concordati calendari di trattamenti o pratiche agronomiche comuni a tutti i vigneti), i parametri rilevati (densità d'impianto, tipo di gestione del terreno, percentuale di diradamento) hanno mostrato valori sostanzialmente simile nei tre gruppi di vigneti. Questo risultato aumenta certamente la fiducia nel fatto che i risultati ottenuti in questa ricerca siano legati a fattori territoriali e ambientali e non ad interventi colturali particolari. Inoltre esso mette in luce come l'uniformità della zona del Barolo si allarghi sostanzialmente anche alle tecniche colturali. Lo sviluppo vegetativo delle piante invece è stato molto diverso nei diversi gruppi di vigneti pur non risultando statisticamente significativo. Il gruppo 2 in particolare si caratterizza per una maggiore superficie fogliare (LA), sia a giugno che ad ago-

sto, confermata da un maggior peso del legno di potatura a fine stagione. La maggior superficie fogliare a giugno, momento in cui ancora non sono iniziate le operazioni di potatura verde, indica una maggior vigoria vegetativa 'endogena' della pianta, legata a fattori ambientali (fertilità del terreno, disponibilità di luce ecc). Questo aumento del vigore vegetativo permane per tutta la stagione, indicando che il tasso di crescita della vegetazione e il tasso di asportazione della vegetazione (cimature) sono state simili nei diversi gruppi di vigneti. Non si osservano invece importanti variazioni nell'ombreggiamento interno della vegetazione (LA/SA), poichè nel gruppo 2 al maggior sviluppo vegetativo corrisponde una maggiore dimensione esterna dei filari: in pratica i viticoltori danno, come è naturale, più spazio ad una vegetazione più vigorosa. Peraltro il valore di LA/SA è molto basso (intorno ad 1), indicando che nella zona del Barolo l'ombreggiamento interno della vegetazione non è un limite importante alla fotosintesi della vite. I rilievi della nutrizione minerale, pur se condotti in un solo anno, sottolineano la maggior capacità vegetativa del gruppo 2, dove sono più alte le concentrazioni di azoto e fosforo e più bassa la con-

centrazione di potassio. Per quanto riguarda i microelementi, la dotazione è sempre sufficiente, ed è maggiore nei gruppi 2 e 3 per ferro, manganese e zinco, indicando minori rischi di fenomeni clorotici per questi due gruppi di vigneti. La fertilità delle piante è più alta nel gruppo 2, confermando il quadro di un maggior potenziale di sviluppo per questo gruppo di vigneti. Allo stesso modo è più alto in questo gruppo il numero di grappoli per ceppo, visto anche che, come notato prima, il tasso di diradamento è circa costante. Nonostante che i fenomeni compensativi normali nella vite portino in queste piante ad un minor peso dei grappoli (mentre rimane pari il peso degli acini), la produzione è maggiore nel gruppo 2 rispetto agli altri due. In definitiva il quadro che emerge dai rilievi vegetativi e produttivi è quello di un gruppo di vigneti (gruppo 2) che presenta un maggior vigore vegetativo e quindi una maggior superficie fogliare fotosintetizzante. Questo, in assenza di problemi di ombreggiamento interno della vegetazione, si accompagna ad una maggiore fertilità e produzione. Contemporaneamente questo gruppo presenta anche una invaiatura più precoce. Queste caratteristiche dello sviluppo dei vigneti del gruppo 2 si riflettono solo limitatamente in un aumento del grado zuccherino, che è significativo

solo rispetto al gruppo 3. Questo fenomeno è comprensibile visto il considerevole aumento di produzione verificatosi nel gruppo 2, e anche tenendo conto che il grado zuccherino medio è relativamente alto e difficile da innalzare ulteriormente in quelle condizioni ambientali. Il gruppo 2 si distingue in particolare per una maggior concentrazione dei flavonoidi totali e in particolare degli antociani. Questa osservazione è interessante in quanto mostra che, in condizioni di sviluppo e produzione controllati come quelli del Barolo, un incremento della superficie fogliare può indurre aumento di produzione e anche della concentrazione di flavonoidi, quindi smentendo l'assioma 'più produzione meno flavonoidi'. Le ragioni dell'aumento della concentrazione dei flavonoidi nei vigneti del gruppo 2 possono essere diverse. Il peso medio degli acini non cambia tra i diversi gruppi, per cui siamo di fronte ad un aumento della quantità per acino e quindi ad una maggiore sintesi di flavonoidi ed antociani per acino. I fattori regolativi della sintesi dei flavonoidi nella vite sono molto poco conosciuti, per cui in questo stadio si può solo concludere che nelle condizioni di sviluppo del Nebbiolo da Barolo un aumento di superficie fogliare induce un aumento della concentrazione dei flavonoidi e degli antociani.

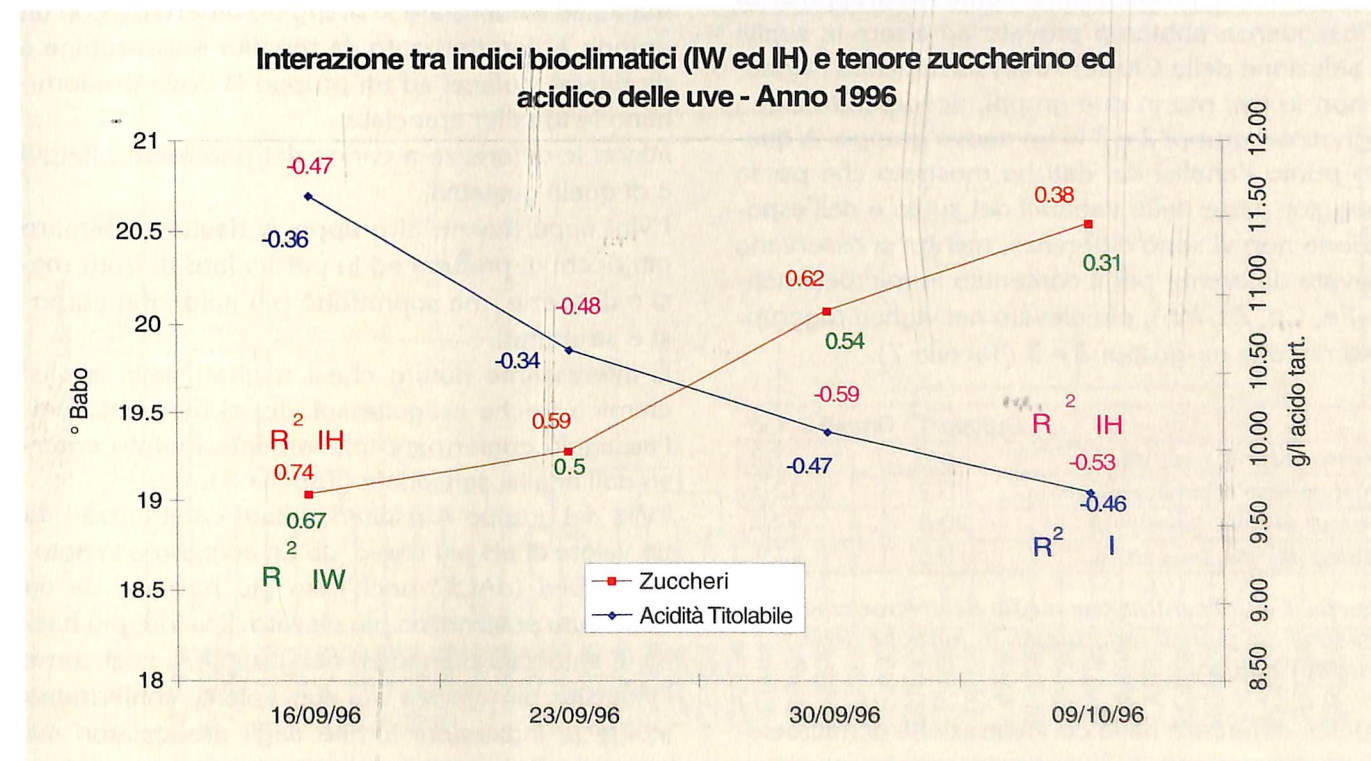


Figura 4 - Interazione fra indici bioclimatici (IW ed IH) e contenuto in zuccheri ed acidi delle uve - Anno 1996



Il fatto che le differenze osservate tra gruppi di mosti si riflettano in differenze, sia pure non sempre significative, tra i diversi aspetti dello sviluppo vegetativo e produttivo della vite, unito alla sostanziale uniformità dell'incidenza delle operazioni colturali nei tre gruppi di vigneti, porta con sé la conclusione che parametri ambientali (clima, suolo, ecc...) possano influenzare le caratteristiche della produzione. Purtroppo i vigneti non appartengono sempre allo stesso gruppo di mosti e questo rende difficile individuare una relazione tra parametri che non cambiano sostanzialmente nel tempo (caratteristiche pedologiche, esposizione, granulometria, composizione chimica dei suoli) e i parametri vegetativi e produttivi che sono influenzati dagli anni. Tuttavia è possibile affrontare il problema in senso probabilistico: infatti se un vigneto rappresentativo di una sottozona si comporta diversamente negli anni si potrà individuare un comportamento più comune e uno meno comune. In questo modo abbiamo classificato i vigneti come appartenenti rispettivamente ad uno dei tre gruppi in base a questa maggiore frequenza di appartenenza. Fatto questo abbiamo confrontato i dati pedologici e di analisi granulometrica dei suoli tra i vigneti dei diversi gruppi. Abbiamo rilevato che un confronto statistico svolto in questo modo è impossibile in quanto solo un vigneto ricade probabilisticamente nel gruppo 2. Di conseguenza abbiamo provato ad alzare la soglia di selezione della Cluster Analysis riunendo i vigneti non in tre, ma in due gruppi, accorpando cioè i vigneti dei gruppi 2 e 3 in un nuovo gruppo. A questo punto l'analisi dei dati ha mostrato che per la maggior parte delle variabili del suolo e dell'esposizione non vi sono differenze, mentre si osservano elevate differenze per il contenuto in microelementi (Fe, Cu, Zn, Mn), più elevato nei vigneti raggruppati nei due ex-gruppi 2 e 3 (Tabella 7).

	Gruppo 1	Gruppi 2 + 3
Ferro assimil. (meq/100 g)	5.6	7.2
Manganese assimil. (meq/100 g)	5.2	12.3
Rame assimil. (meq/100 g)	20.8	32.3
Zinco assimil. (meq/100 g)	0.6	1.1

Tabella 7 - Concentrazione media dei microelementi nei suoli dei vigneti raggruppati in funzione della Cluster Analysis

Questa differenza nella concentrazione di microelementi nel terreno è in accordo con la maggiore concentrazione di microelementi nelle foglie dei

vigneti dei due ex-gruppi 2 e 3. Le quantità assolute di questi microelementi nelle foglie sono piuttosto basse in confronto a quelle normalmente rilevate e questo permette di ipotizzare che una maggior dotazione in microelementi possa essere uno dei fattori che inducono maggior sviluppo vegetativo e quindi una più probabile collocazione dei mosti nei due ex-gruppi 2 e 3.

Stabilito che le zone sono più o meno diverse a livello di uve resta da vedere se tale differenza permane anche sul prodotto finito ed in particolare al momento dell'assaggio da parte del panel. L'analisi dei clusters eseguita direttamente sui valori medi attribuiti dagli assaggiatori mette in evidenza un forte effetto dell'annata tanto che i campioni si raggruppano esclusivamente in funzione dell'anno di produzione (Figura 5).

Anche in questo caso si rende quindi indispensabile la standardizzazione all'interno dei valori rilevati ogni anno al fine di annullare l'effetto 'annata'. I risultati della nuova elaborazione indicano la presenza di soli due raggruppamenti (Figura 6).

La differenza fra i due gruppi è molto netta così come si rileva dai risultati dell'analisi della varianza (Tabella 8). In particolare sono i parametri cromatici ad evidenziare le maggiori differenze con un gruppo A caratterizzato da tonalità rosso-rubine e da riflessi violacei ed un gruppo B dove predominano le tonalità aranciate.

Minori le differenze a carico dei parametri olfattivi e di quelli gustativi.

I vini appartenenti al gruppo A risultano peraltro più ricchi di profumi ed in particolare di frutti rossi e di spezie, ma soprattutto più acidi, più corposi e strutturati.

È interessante notare che i risultati delle analisi chimico-fisiche eseguite sui vini al momento dell'assaggio confermano pienamente quanto emerso dall'analisi sensoriale (Tabella 9).

I vini del gruppo A risultano infatti caratterizzati da un valore di pH più basso, da un contenuto in antociani liberi (dAL%) anch'esso più basso e da un contenuto polifenolico più elevato. Il valore più basso di antociani monomeri nel gruppo A, così come l'intensità più elevata del suo colore, confermano inoltre le indicazioni fornite dagli assaggiatori sui campioni dello stesso gruppo relative ad un colore tendenzialmente rosso rubino con tonalità violacee.

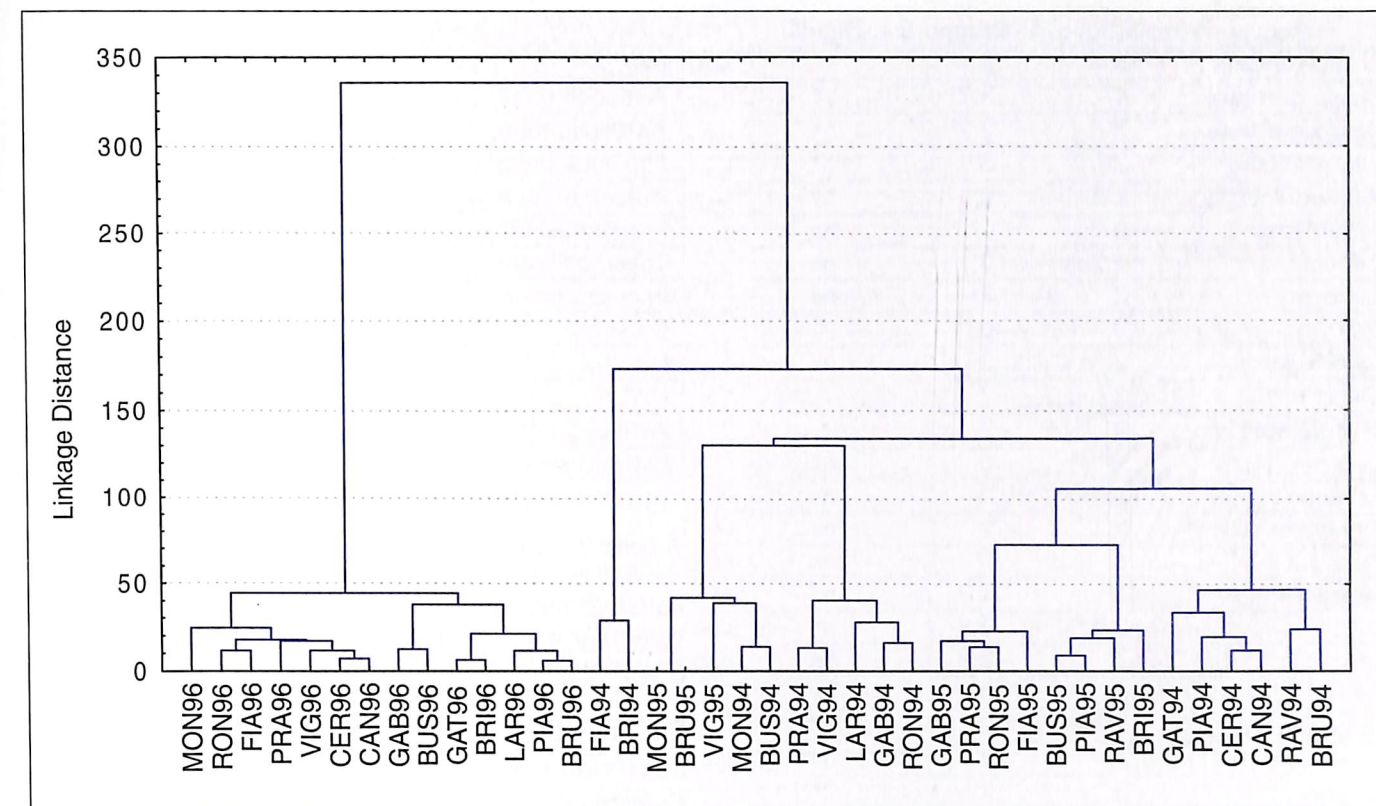


Figura 5 - Dendrogramma ottenuto dall'analisi dei clusters applicata ai risultati dell'analisi sensoriale dei vini dopo 1 anno di conservazione in bottiglia

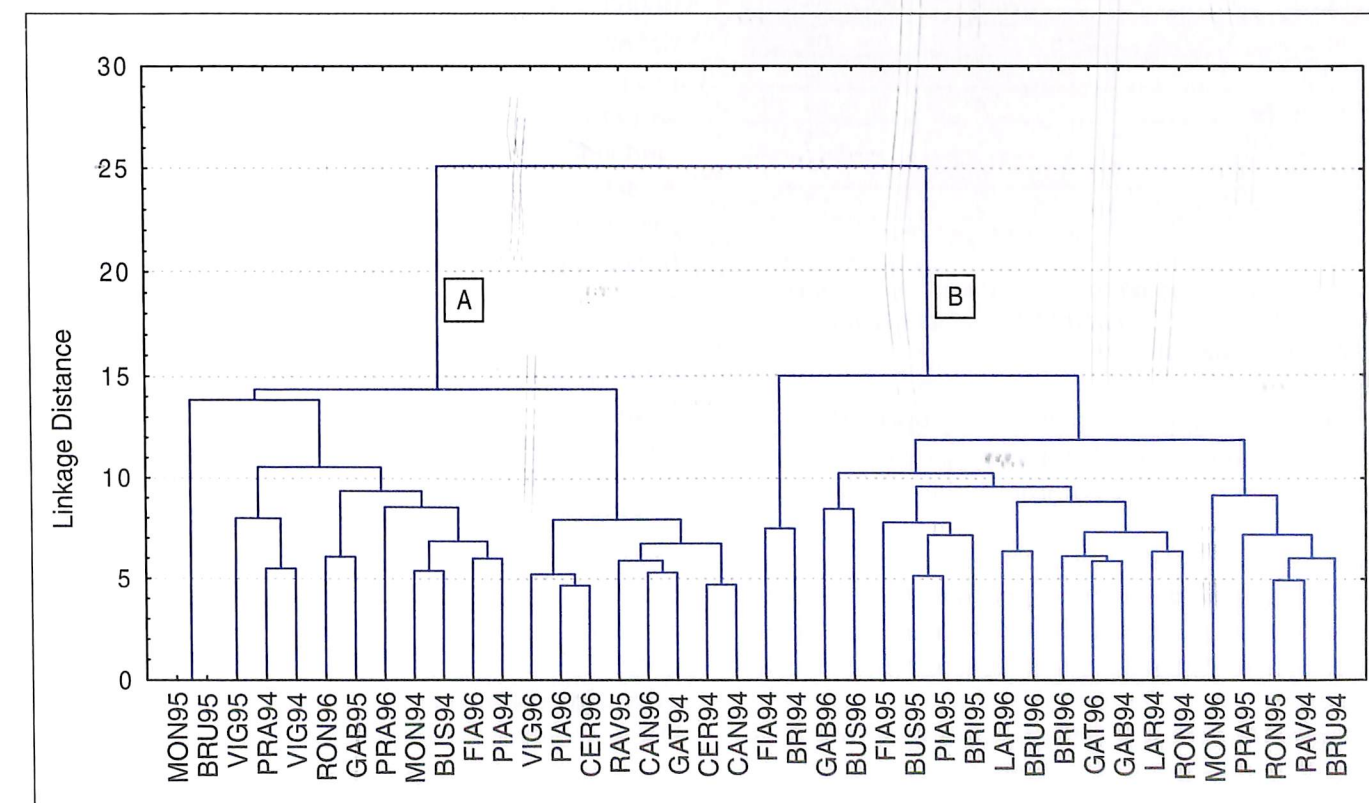


Figura 6 - Risultati della Cluster Analysis applicata ai valori standardizzati dell'analisi sensoriale



	Gruppo A	Gruppo B	Signif.
Rosso rubino	5	4	**
Rosso granato	4	3.7	**
Rosso mattone	2	2.7	**
Rifl. aranciati	2	3	**
Rifl. violacei	1.5	0	**
Affumicato	0	0	ns
Cacao	1.7	0	ns
Cannella	2	2	ns
Catrame	2	0	*
Chiodi garof.	2	2	ns
Ciliegia	3	2	*
Ciliegia sotto sp.	3	3	*
Cuoio	2	0	ns
Erbaceo	2	2	ns
Fieno	2.1	2	ns
Fungo	0	0	ns
Lampone	2	1.7	ns
Legno	2.5	2.2	ns
Liquirizia	2	2.3	ns
Menta	0	0	ns
Noce moscata	2	2	**
Pepe	2	2	ns
Prugna	3	2.5	**
Rosa	3	3	ns
Tabacco	2.5	2	ns
Tartufo	0	0	ns
Vaniglia	2.5	2.6	ns
Viola	2.7	2.3	ns
Acido	4	3	**
Amaro	2.2	2	ns
Dolce	3	3	ns
Morbidezza	4	4	ns
Astringenza	4.6	4	**
Corposità	5	4.2	**
Persistenza	5.3	5	**

(ns: non significativo; \*\*:  $p \leq 0.01$ ; \*:  $p \leq 0.05$ )

Tabella 8 – Valori mediani calcolati per i due gruppi individuati mediante analisi dei clusters e risultati dell'analisi della varianza

Ovviamente anche il colore del gruppo B in cui sono evidenti le tonalità aranciate trova una giustificazione nei rispettivi parametri chimico-fisici.

I descrittori olfattivi risultati significativamente diversi tra i due gruppi non possono trovare interpretazione nei parametri analitici da noi considerati, mentre lo stesso non si può dire per quelli del gusto.

Il gruppo A risulta infatti di sapore più acido e più astringente, ma possiede altresì un pH più basso ed un contenuto in proantocianidine più elevato.

	Significatività	Gruppo A	Gruppo B
pH	*	3.42	3.52
Polifenoli totali	**	2322	2107
Antociani totali	ns	109	107
Flavonoidi totali	*	1952	1807
Antociani monomeri	ns	34	39
Proantocianidine	ns	2992	2781
Tonalità colore	ns	0.9	1.1
Intensità colore	**	0.5	0.44
DTAT%	ns	54	53
DAL%	**	6	8.4
DAT%	ns	39	38
Acidità totale	**	6.1	5.7
Estratto secco netto	ns	26	26

(ns: non significativo; \*\*:  $p \leq 0.01$ ; \*:  $p \leq 0.05$ )

Tabella 9 – Composizione media dei due gruppi e risultati dell'analisi della varianza eseguita sulle variabili compositive del vino dopo 1 anno di conservazione in bottiglia. Lettere uguali indicano gruppi uguali per  $p \leq 0.05$

Più difficile l'interpretazione degli altri descrittori sensoriali sulla base dei parametri compositivi. Questa concordanza è una ulteriore conferma delle grandi potenzialità dell'analisi sensoriale e della sua rispondenza, se condotta in modo adeguato, con i parametri compositivi del prodotto. È necessario però rilevare che la concordanza fra i gruppi definiti mediante i parametri compositivi e quelli definiti mediante parametri sensoriali non è sempre perfetta. Una spiegazione può essere la diversa natura dei parametri considerati nel corso dell'individuazione dei gruppi.

A definire i gruppi sensoriali concorrono infatti molte variabili, sia olfattive che gustative, che non hanno un equivalente dal punto di vista analitico e quindi è evidente che si possano avere piccole differenze fra i risultati delle due classificazioni.

Giunti a questo punto può essere interessante verificare se esiste una relazione tra i gruppi di campioni individuati sui mosti e quelli individuati dall'analisi sensoriale.

Accentrando l'attenzione sul colore e sull'acidità risulta che, a livello di mosti, quelli inseriti nei gruppi 1 e 2 erano i meno acidi ed i più dotati di sostanze polifenoliche mentre quelli riuniti nel gruppo 3 erano i più ricchi in acidità, ma i più poveri in sostanze polifenoliche.

Dalla Tabella 10 risulta che dei 20 campioni di vino riuniti nel gruppo A ben 14 provengono dai gruppi 1 e 2 formati per i mosti e solo 6 dal gruppo 3, evidenziando ovviamente una buona con-

	SIGLA	ANNO	Gruppo mosto	Gruppo sensoriale
Bricco Boschis	bri94	1994	3	B
Bricco Boschis	bri95	1995	3	B
Bricco Boschis	bri96	1996	2	B
Brunate	bru94	1994	1	B
Brunate	bru95	1995	1	A
Brunate	bru96	1996	3	B
Bussia	bus94	1994	1	A
Bussia	bus95	1995	3	B
Bussia	bus96	1996	1	B
Cannubi	can94	1994	2	A
Cannubi	can96	1996	3	A
Cerequio	cer94	1994	1	A
Cerequio	cer96	1996	3	A
Fiasc	fia94	1994	3	B
Fiasc	fia95	1995	3	B
Fiasc	fia96	1996	1	A
Gabutti	gab94	1994	3	B
Gabutti	gab95	1995	1	A
Gabutti	gab96	1996	3	B
Gattera	gat94	1994	1	A
Gattera	gat96	1996	1	B
La Rosa	lar94	1994	1	B
La Rosa	lar96	1996	2	B
Monvigliero	mon94	1994	3	A
Monvigliero	mon95	1995	1	A
Monvigliero	mon96	1996	3	B
Pianpolvere	pia94	1994	1	A
Pianpolvere	pia95	1995	1	B
Pianpolvere	pia96	1996	1	A
Pradipo	pra94	1994	3	A
Pradipo	pra95	1995	3	B
Pradipo	pra96	1996	3	A
Ravera	rav94	1994	3	B
Ravera	rav95	1995	3	A
Roncaglie	ron94	1994	1	B
Roncaglie	ron95	1995	2	B
Roncaglie	ron96	1996	2	A
Vignarionda	vig94	1994	2	A
Vignarionda	vig95	1995	1	A
Vignarionda	vig96	1996	1	A

Tabella 10 – Classificazione dei campioni in funzione dei gruppi formati dalle analisi dei clusters eseguite sulle uve e sui vini

cordanza fra le caratteristiche dei mosti e quelle dei vini che se ne ottengono.

È interessante notare che ben 5 vigneti risultano organoletticamente 'stabili' ed i vini che ne derivano presentano dei profili sensoriali costanti negli anni. Un ultimo approfondimento di indagine può venire dall'esame delle relazioni fra le caratteristiche

organolettiche dei vini e una delle principali variabili pedologiche: la tessitura.

Osservando infatti il dendrogramma ottenuto applicando l'analisi dei Clusters ai valori medi attribuiti dagli assaggiatori, senza standardizzazione, (Figura 5) si osserva che tutti i vini del 1996 sono posti in un solo gruppo, a sua volta suddiviso in 2 sottogruppi.



Sottogruppo 1	Limo fine	Sabbia tot.	Sabbia gros.	Ind.gran.
MON96	41,0	23,1	1,1	0,30
RON96	44,9	13,9	1,5	0,16
FIA96	39,2	24,2	2,8	0,32
PRA96	42,4	26,6	1,5	0,36
VIG96	40,9	23,8	1,9	0,31
CER96	42,5	22,2	1,1	0,29
CAN96	42,9	22,4	1,9	0,29
Media	42,0	22,3	1,7	0,29

Sottogruppo 2	Limo fine	Sabbia tot.	Sabbia gros.	Ind.gran.
GAB96	36,2	38,4	5,8	0,62
BUS96	39,8	20,6	2,7	0,26
BRI96	31,6	44,1	15,2	0,79
LAR96	39,8	22,7	1	0,29
PIA96	29,5	43,7	22,1	0,78
BRU96	36,2	25,7	3,3	0,35
Media	35,5	32,5	8,4	0,48

Tabella 11 – Valori di limo fine, sabbia totale, sabbia grossa e di un indice granulometrico per i suoli dei 15 vigneti studio suddivisi nei due sottogruppi individuati dalla Cluster analysis applicata sui valori sensoriali non standardizzati per l'anno 1996.

Nel primo sottogruppo ricadono i vigneti posti su suoli più ricchi in limo fine, meno ricchi in sabbie e con indici granulometrici più bassi (Tabella 11). Nel secondo ricadono suoli meno ricchi in limo fine, più ricchi in sabbie, talora molto grossolani, talora molto ricchi di particelle fini, quindi più variabili, ma mediamente meno fini del primo sottogruppo.

In ogni caso non vi sono elevate differenze granulometriche in quanto la classe tessiturale USDA franco-argillosa è prevalente in entrambi i sottogruppi. Le differenze riguardano una tendenza al franco-limoso e al franco-limoso-argilloso nel primo sottogruppo ed una tendenza al franco nel secondo sottogruppo.

Esaminando invece il dendrogramma ottenuto

dall'applicazione della Cluster analysis ai valori sensoriali standardizzati dei vini si evidenzia come 16 dei 19 vini raccolti nel gruppo B provengono da vigneti posti su suoli più ricchi in sabbia totale ed in argilla, mentre 8 dei 19 vini raccolti nel gruppo A provengono da vigneti posti su suoli più ricchi in limo totale. Quest'ultimo valore parrebbe poco significativo ma, sul totale dei suoli più limosi, rappresenta il 73% dei casi (8 su 11).

In sintesi i suoli più grossolani (classe USDA franca) e quelli più fini (classe USDA franco-limoso-argillosa) sono riuniti in prevalenza all'interno di un gruppo, mentre i suoli a tessitura intermedia fra le prime due classi USDA si situano prevalentemente nell'altro gruppo.

## Caratterizzazione delle produzioni vitivinicole del Barolo

### Considerazioni conclusive



Una prima considerazione va fatta innanzitutto sul metodo di lavoro adottato. Il gruppo di lavoro è convinto che un approccio interdisciplinare alla ricerca nel sistema agricolo possa fornire delle informazioni coerenti con l'evoluzione delle capacità produttive aziendali e con le aspettative del mercato. Questo comporta un cambiamento radicale sui modi di fare ricerca e sulle risorse necessarie per realizzarla. Il gruppo di lavoro del progetto Barolo partiva da queste intenzioni e coerentemente ha impostato la propria metodologia.

L'obiettivo primario della ricerca è stato quello di caratterizzare il Barolo DOCG verificando, mediante un approccio interdisciplinare, l'esistenza di eventuali differenze compositive e sensoriali riproducibili nel tempo ed ascrivibili alle aree di provenienza. Si è dato maggior peso alla capacità discriminante del vino, inteso come risultato finale delle diverse variabili (ambientali, biologiche, umane) in gioco, anziché basarsi sugli effetti distintivi generati da una variabile specifica (suoli, indici bioclimatici, parametri enologici, ecc.). Questa impostazione differenzia il progetto Barolo dalla maggior parte delle esperienze di ricerca rivolte alla zonazione viticola.

La realizzazione delle attività e l'elaborazione dei dati sulla base degli assunti precedenti ci ha portato ad una serie di considerazioni conclusive:

- Le 15 zone studiate si presentano piuttosto omogenee nella loro attitudine a produrre il vino Barolo e, alla luce dei risultati ottenuti, appaiono più una suddivisione storico-tradizionale che una suddivisione produttiva. L'area relativamente ristretta, l'ambiente climatico poco differenziato, i caratteri pedologici dalle differenze poco pronunciate, l'unicità del vitigno e una vinificazione condotta in modo rigorosamente confrontabile, consentono di individuare al massimo due o tre "famiglie" o gruppi di uve e vini.
- L'andamento climatico di ogni anno, cioè il fattore "annata", ha un'importanza fondamentale nella realizzazione dei vini Barolo sia per gli aspetti termici, di radiazione solare e di pluviometria, che condizionano lo sviluppo della coltura, sia per le influenze che esercita sulla tecnica colturale. L'effetto annata rende poco apprezzabili le differenze ascrivibili ai siti sperimentali sulla base delle altre variabili in gioco. Da un anno all'altro il vino prodotto da una sot-

tozona sperimentale ha mutato le proprie caratteristiche analitiche e sensoriali in maniera tale da fargli cambiare in molti casi la "famiglia" di appartenenza.

È da evidenziare peraltro l'oggettiva difficoltà nel rilievo e nel trattamento di dati climatici a scopi agricoli e soprattutto nella loro rappresentazione spaziale. Da una parte sono infatti pochi i "punti" del territorio per i quali si dispone di serie storiche ampie e affidabili, essendo la maggior parte delle stazioni di rilevamento agrometeo ancora abbastanza giovani. Dall'altra esiste un limite tecnico ed economico alla diffusione di stazioni sul territorio che non è, attualmente, controbilanciato da una modellistica informatica in grado di descrivere in maniera dettagliata la variabilità delle componenti termiche e di radiazione solare del complesso territorio collinare oggetto di studio.

- Annullando l'effetto dell'annata è possibile evidenziare da parte dei diversi vigneti sperimentali due tipi di comportamento. Al primo possiamo ascrivere tutti quelli che, in rapporto agli altri, mantengono relativamente costanti le caratteristiche del proprio prodotto. Infatti in essi si ha una 'compensazione' fra i fattori produttivi tale da mantenere costanti le caratteristiche compositive e sensoriali del vino. A questa "compensazione" non concorrono ovviamente solo i fattori pedo-climatici e vegetativi, ma soprattutto quelli antropici che possono attenuare od esaltare gli effetti di questo o quel fattore e quindi 'normalizzare' le caratteristiche del prodotto. Al secondo gruppo appartengono invece vigneti 'instabili' in cui l'effetto 'annata' non trova una adeguata compensazione ed i prodotti che se ne ottengono sono compositivamente e sensorialmente molto diversi fra di loro. Tuttavia il numero troppo limitato di anni durante i quali si è svolta l'osservazione e la spiccata differenza fra le annate sconsigliano di trarre conclusioni definitive dai risultati sin qui raccolti a proposito della stabilità e quindi l'attribuzione al primo o al secondo gruppo è da considerarsi più presunta che reale.
- Il fattore pianta non è risultato avere effetti sensibili sulla variabilità delle uve e dei vini. La variabilità biologica, dovuta alla composizione sottovarietale del vitigno Nebbiolo ed alla diversità dei portinnesti utilizzati, è infatti tendenzialmente compensata dalle differenti pratiche col-

turali adottate in ciascun vigneto sperimentale. In effetti, ipotizzando di uniformare le componenti biologiche e le scelte colturali in vigneti "normalizzati" potremmo avere una migliore esplicitazione dell'effetto ambientale (suolo + clima), ma questa astrazione scientifica porterebbe allo studio di vigneti ben diversi da quelli realmente presenti nell'area.

- Anche i suoli, che sono posti su esposizioni non omogenee e presentano granulometrie piuttosto differenti, sembrano non avere una spiccata influenza su mosti e vini. Occorre in questo caso precisare che ciò avviene quando si considera la variabilità dell'areale produttivo sulla base delle caratteristiche compositive e sensoriali dei vini che esso esprime. In sostanza, nello studio condotto i vini prodotti dal medesimo vigneto sperimentale si collocano in gruppi diversi.

Tuttavia, si nota una discreta correlazione tra le caratteristiche tessiturali dei suoli dei vigneti studio e i gruppi individuati dalla Cluster Analysis dei dati sensoriali relativi ad una singola annata e quelli standardizzati per i tre anni. Esiste quindi un effetto "suolo" su uve e vini, ma esso viene attenuato dagli altri fattori in gioco al punto tale da non risultare significativo in una elaborazione complessiva che cerchi di percepire la variabilità dell'areale sulla base della risposta discriminante di mosti e vini.

- Cercando di leggere all'interno delle elaborazioni, e utilizzando le diverse esperienze del gruppo di lavoro, si è giunti ad ipotizzare che le variabili ambientali (suolo, clima) e biologiche (pianta) abbiano un ruolo limitato rispetto alle variabili più strettamente legate alle scelte dell'uomo (gestione vigneto, vinificazione) nello spiegare la variabilità del vino Barolo. Semplicemente l'individuazione di una zona non può prescindere dal considerare il forte peso dell'interazione ambiente-uomo, ma questo pone sicuramente dei limiti ad un uso delle informazioni sin qui raccolte ed elaborate per un eventuale successivo uso ai fini di una zonazione. Da un lato non pare opportuno individuare delle zone sulla base di scelte umane che mutano nel tempo, dall'altro si hanno a disposizione dei fattori più stabili quali il suolo e più omogenei quali il clima, che risultano avere un ruolo limitato nella caratterizzazione zonale del prodotto finale.

- Sulla base di quanto esposto sembrerebbe quindi possibile individuare un numero limitato di famiglie di vini Barolo prodotte nell'area di studio. Si tratta però di una valutazione condotta sulla base di risultati sperimentali e mirata alla comprensione di un processo produttivo complesso. Nella realtà aziendale la regolazione dei fattori produttivi e lo sfruttamento delle caratteristiche del sito consentono la manifestazione di quelle sfumature che lo studio condotto su tutta l'area di produzione del Barolo non ha consentito. È così più comprensibile la relativa omogeneità del vino Barolo sperimentale prodotto dall'areale oggetto dello studio, ma al tempo stesso si giustifica la variabilità del prodotto commerciale le cui caratteristiche possono venire grandemente influenzate dagli interventi dell'uomo, in vigneto e in cantina, capaci di esaltare le differenze di comportamento dei diversi ambienti produttivi.
- Tuttavia è possibile che un periodo di studio maggiore, e quindi la disponibilità di un maggior numero di anni di osservazione, consenta di esprimere meglio le differenze delle produzioni vitivinicole in grado di sostenere una zonazione condotta a livello di area di produzione complessiva.
- Comunque il lavoro fin qui condotto rappresenta un valido contributo conoscitivo ad un protagonista importante dell'enologia piemontese quale è il Barolo. Ma oltre che di un progetto di studio si è trattato di un'avventura umana e di un laboratorio di idee straordinari che hanno richiesto attenzione, pazienza, capacità di fare di molte persone. Naturalmente non si ha l'ambizione di avere concluso. Si è percorsa una tappa nel cammino della conoscenza, auspicando che i risultati fin qui ottenuti possano realmente essere base per futuri approfondimenti di ricerca.