

---

# **UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA**

**Sede Amministrativa: Università degli Studi di Padova**

**Dipartimento di Biotecnologie Agrarie**

**DOTTORATO DI RICERCA IN: Viticoltura, Enologia e  
Marketing delle Imprese vitivinicole  
XX° CICLO**

## **TITOLO TESI**

**Evidenze viticole ed enologiche indotte dalla  
disposizione della vegetazione e dalla lunghezza del  
capo a frutto nelle varietà Cabernet sauvignon,  
Merlot e Pinot grigio**

**Coordinatore: Ch.mo Prof. Giorgio Ponchia**

**Supervisore: Ch.mo Prof. Giorgio Ponchia**

**Co-supervisore: Dott. Diego Tomasi**

**Dottoranda: Roberta De Bei**

**DATA CONSEGNA TESI  
31 gennaio 2008**

---

# INDICE

**pagina**

<b>INDICE .....</b>	<b>1</b>
<b>RIASSUNTO.....</b>	<b>6</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>9</b>
<b>ABBREVIAZIONI USATE NEL TESTO .....</b>	<b>13</b>
<b>1    <b>CAPITOLO 1.....</b></b>	<b>14</b>
1.1    INTRODUZIONE .....	14
1.2    EFFETTO DELLA FORMA DI ALLEVAMENTO SULLA FISIOLOGIA DELLA VITE 17	
1.3    SCOPO .....	20
1.4    MATERIALI E METODI.....	21
1.4.1 <i>Localizzazione della prova - L'azienda Cà Tron</i> .....	21
1.4.2 <i>Caratteristiche del vigneto</i> .....	22
1.4.3 <i>piano sperimentale</i> .....	23
1.4.4 <i>i vitigni</i> .....	24
1.4.5 <i>IL PORTINNESTO</i> .....	30
1.4.6 <i>LE FORME DI ALLEVAMENTO</i> .....	30
1.4.7 <i>CARATTERIZZAZIONE PEDOLOGICA</i> .....	36
1.5    RILIEVI ESEGUITI .....	39
1.6    ELABORAZIONI STATISTICHE.....	40
1.7    RISULTATI.....	40
1.8    BIBLIOGRAFIA .....	42
<b>2    <b>CAPITOLO 2: ANDAMENTO METEOROLOGICO.....</b></b>	<b>46</b>
2.1    RIASSUNTO .....	46
2.2    INTRODUZIONE .....	47
2.3    ANDAMENTO METEOROLOGICO DEI TRE ANNI .....	49
2.3.1 <i>Anno 2005</i> .....	49
2.3.2 <i>Anno 2006</i> .....	52
2.3.3 <i>Anno 2007</i> .....	54
2.3.4 <i>Andamento meteorologico del triennio</i> .....	57
2.4    BIBLIOGRAFIA .....	61
<b>3    <b>CAPITOLO 3: RISPOSTA FENOLOGICA.....</b></b>	<b>63</b>
3.1    RIASSUNTO .....	63

---

3.2	INTRODUZIONE .....	64
3.3	SCOPO .....	67
3.4	MATERIALI E METODI .....	68
3.5	RISULTATI E DISCUSSIONE .....	70
3.5.1	<i>Intervalli tra gli eventi fenologici</i> .....	80
3.6	CONCLUSIONI .....	83
3.7	BIBLIOGRAFIA .....	86
<b>4</b>	<b>CAPITOLO 4: EFFETTO DELLA FORMA DI ALLEVAMENTO SULLA FERTILITÀ REALE DELLE GEMME.....</b>	<b>89</b>
4.1	RIASSUNTO.....	89
4.2	INTRODUZIONE .....	90
4.3	SCOPO .....	91
4.4	MATERIALI E METODI .....	92
4.5	RISULTATI E DISCUSSIONE .....	93
4.6	CONCLUSIONI .....	97
4.7	BIBLIOGRAFIA .....	98
<b>5</b>	<b>CAPITOLO 5: EFFETTO DELLA FORMA DI ALLEVAMENTO SULLO SVILUPPO DELLA CHIOMA.....</b>	<b>99</b>
5.1	RIASSUNTO.....	99
5.2	INTRODUZIONE .....	100
5.2.1	<i>L'accrescimento vegetativo</i> .....	100
5.2.2	<i>La disposizione della vegetazione</i> .....	103
5.2.3	<i>L'accrescimento dei germogli</i> .....	105
5.3	SCOPO .....	106
5.4	MATERIALI E METODI .....	107
5.5	RISULTATI .....	110
5.6	CONCLUSIONI .....	151
5.7	BIBLIOGRAFIA .....	155
<b>6</b>	<b>CAPITOLO 6 : RUOLO DELLA DISPOSIZIONE DELLA VEGETAZIONE SULLO STATO IDRICO DEI VITIGNI.....</b>	<b>158</b>
6.1	RIASSUNTO.....	158
6.2	INTRODUZIONE .....	159
6.3	SCOPO .....	162
6.4	MATERIALI E METODI .....	162
6.5	RISULTATI .....	163
6.6	CONCLUSIONI .....	169
6.7	BIBLIOGRAFIA .....	171

---

<b>7</b>	<b>CAPITOLO 7: RUOLO DELLA FORMA DI ALLEVAMENTO SULL'ACCRESIMENTO DELLE BACCHE E SULLA MATURAZIONE DELL'UVA</b>	<b>173</b>
7.1	RIASSUNTO .....	173
7.2	INTRODUZIONE .....	174
7.3	SCOPO .....	177
7.4	MATERIALI E METODI.....	177
7.5	RISULTATI.....	178
7.6	CONCLUSIONI .....	193
7.7	BIBLIOGRAFIA .....	194
<b>8</b>	<b>CAPITOLO 8: EFFETTO DELLA FORMA DI ALLEVAMENTO SULL'ACCUMULO DELLE SOSTANZE COLORANTI NELLE BACCHE DEI VITIGNI MERLOT E CABERNET SAUVIGNON</b>	<b>198</b>
8.1	RIASSUNTO .....	198
8.2	INTRODUZIONE .....	199
8.2.1	<i>Fattori che influenzano la sintesi di antociani</i> .....	200
8.2.2	<i>I composti fenolici nei vini</i> .....	202
8.3	SCOPO .....	203
8.4	MATERIALI E METODI.....	204
8.5	RISULTATI.....	205
8.6	CONCLUSIONI .....	215
8.7	BIBLIOGRAFIA .....	217
<b>9</b>	<b>CAPITOLO 9: EFFETTO DELLA FORMA DI ALLEVAMENTO SULLA PRODUTTIVITÀ E SULLE CARATTERISTICHE DEI VINI</b>	<b>220</b>
9.1	RIASSUNTO .....	220
9.2	INTRODUZIONE .....	221
9.3	SCOPO .....	224
9.4	MATERIALI E METODI.....	225
9.4.1	<i>Microvinificazioni</i> .....	225
9.5	RISULTATI.....	229
9.5.1	<i>Vini</i> .....	250
9.6	CONCLUSIONI .....	258
9.7	BIBLIOGRAFIA .....	260
<b>10</b>	<b>10 CONCLUSIONI GENERALI</b>	<b>263</b>
<b>11</b>	<b>ALLEGATO 1: RISULTATI VEGETO PRODUTTIVI OTTENUTI DAI TRE VITIGNI ALLO STUDIO NELL'ANNO 2005</b>	<b>268</b>
	<b>MERLOT</b> .....	<b>274</b>

---

<b>CABERNET SAUVIGNON .....</b>	<b>278</b>
<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>283</b>

---

## RIASSUNTO

La forma di allevamento rappresenta uno dei principali fattori di regolazione dell'equilibrio vegeto-produttivo della vite infatti ne influenza la fisiologia, la produttività e la qualità organolettica dei mosti e dei vini.

Questo studio è stato condotto a Roncade (TV) su un vigneto meccanizzabile. Sono state confrontate tre varietà: Cabernet sauvignon, Merlot e Pinot grigio, su tre forme di allevamento, il Cordone libero, Cordone speronato e Guyot allo scopo di indagare la risposta dei vitigni alle diverse disposizioni della vegetazione indotte dalle forme di allevamento (risalire o ricadere) e alla lunghezza del capo a frutto. Sono stati valutati la fenologia, la fertilità delle gemme, l'accrescimento vegetativo, lo stato idrico, l'andamento dell'accrescimento e maturazione delle bacche, l'accumulo delle sostanze coloranti, la produttività e le caratteristiche chimiche e organolettiche dei vini.

È stata fatta innanzitutto una analisi climatica del sito delle prove, i dati meteorologici del triennio 2005-2007 sono stati confrontati con la media climatica degli anni dal 1992 al 2004 e per gli stessi anni è stata calcolata la sommatoria delle temperature attive e l'indice di Huglin. Le temperature medie mensili del 2005 e 2006 sono risultate molto vicine tra loro mentre, il 2007 ha presentato una primavera più mite. La piovosità è stata maggiore nel 2005 rispetto agli altri due anni. I mesi importanti per la maturazione hanno presentato anomalie di piovosità rispetto alla media del dodecennio di riferimento.

La fenologia dei vitigni è stata influenzata dalle condizioni e dalla forma di allevamento, la potatura lunga del Guyot ha favorito una maggior precocità di germogliamento nei vitigni Pinot grigio e Merlot ma non nel Cabernet sauvignon. L'invasatura è stata sempre contemporanea in tutte le tesi.

La fertilità nel vitigno Pinot grigio è stata condizionata dalla lunghezza del capo a frutto, poiché è risultata maggior nella forma di allevamento con capo a frutto lungo, per un effetto legato al clone impiegato (R6). Nel Merlot e nel Cabernet sauvignon la lunghezza del capo a frutto non ha avuto influenze sulla fertilità reale delle gemme.

---

I risultati ottenuti sull'accrescimento vegetativo delle piante hanno mostrato una maggior lunghezza dei germogli nelle forme con vegetazione assurgente. La superficie fogliare stimata è stata estremamente ampia in ogni anno e nelle tre forme pertanto l'IEF è stato basso pur essendo maggiore nelle due forme in parete. La struttura delle chiome è stata densa, con molti strati fogliari e molte foglie e grappoli sono risultati in ombra. Dall'indagine sulla ripartizione della sostanza secca non sono emerse differenze di rilievo, nel Merlot è stata però notata una maggior allocazione nei grappoli per la forma CL.

Lo sviluppo vegetativo e la forma di allevamento hanno condizionano lo stato idrico della pianta. Il potenziale è stato misurato più volte nel corso della stagione di osservazione con l'utilizzo della camera a pressione di Scholander. Nelle varietà Pinot grigio e Merlot il portamento a ricadere dei germogli ha influenzato negativamente il potenziale idrico delle piante conducendo verso potenziali più negativi rispetto alle forme a risalire, un evidente effetto però è stato giocato dal rigolio vegetativo.

Dall'inviatura sono stati periodicamente prelevati i grappoli per la valutazione del peso degli acini e per ricavare il mosto su cui analizzare i parametri della maturazione. In generale, sia per l'accrescimento che per la maturazione la forma di allevamento sembra non aver esercitato alcuna influenza.

Nel Merlot la forma di allevamento è stata determinante per l'accumulo delle sostanze coloranti nelle bacche ed il Guyot è stato quello più favorevole per questo processo. L'eccesso di produzione invece nello stesso vitigno ha influito negativamente sull'accumulo. Nel Cabernet le risposte nei due anni non sono state univoche, tuttavia il CS è stata la forma che ha presentato il minor contenuto di antociani nelle bucce. Le forme di allevamento che hanno accumulato più antociani hanno anche permesso l'ottenimento di vini con una maggior intensità colorante.

È stato valutato l'effetto delle tre forme di allevamento CL, CS e G sulla produttività e sulla qualità dei vini dei tre vitigni Pinot grigio, Merlot e Cabernet sauvignon. I risultati hanno mostrato che il Pinot grigio ha presentato una buona stabilità di comportamento nei due anni che tuttavia sono stati diversi dal punto di vista climatico. La forma di allevamento che in generale ha dato i migliori risultati

---

qualitativi è stata il Guyot per tutti e tre i vitigni. Per il Merlot la forma di allevamento CL ha evidenziato buone possibilità applicative. La massa di sarmenti in ogni anno e per tutte le forme è stata sempre molto elevata.

Il vino ottenuto dalle diverse tesi ha sempre confermato le caratteristiche delle uve di partenza. In generale è stato sempre preferito il vino ottenuto dall'allevamento a Guyot, ma anche il CS, soprattutto per il Pinot grigio ha dato buoni risultati.

Poiché lo studio è stato condotto su un modello viticolo gestito secondo una normale conduzione aziendale, le variabili cimatura e concimazione azotata abbondante sono intervenute a modificare gli equilibri vegeto produttivi. Considerando anche la suscettibilità delle diverse forme alla meccanizzazione nonostante i migliori risultati produttivi del Guyot, sembra comunque proponibile anche una delle due forme a potatura corta.

In generale dalle prove è stata ottenuta una risposta complessiva migliore nel Guyot per il Pinot grigio, nel caso del Merlot sono stati i risultati del Cordone libero quelli più interessanti.

---

## ABSTRACT

It is well known that different training systems can affect vine physiology and productivity which can influence fruit composition and quality of the obtained wines. Positioning shoots on trellis systems is the base of all training systems in viticulture.

The experiment was carried out from 2005 to 2007 in a vineyard located in Roncade (TV). Three grapevine varieties were studied Cabernet sauvignon (clone ISV-F-V 4), Merlot (clone ISV-F-V 6) and Pinot grigio (clone R6), grafted on Kober 5BB.

The aim of this work was to comprehend the effects of shoot positioning, upward and downward, and of shoots length, on the vegetative and productive aptitude of the three grapevine varieties.

Three training systems, Free cordon (CL), Spur pruned cordon (CS) and Guyot (G) for each cultivar were compared for phenology, buds fertility, vegetative growth, water status, bunches and berries growth and composition, anthocyanins accumulation and production. Wine was also made.

First of all the meteorological conditions of the site were analyzed, because of their influence on the main processes responsible for grapevine growth and development, plant disease infections, and some chemical and sensory characteristics of wines. The climatic conditions in the three years of experimentation were compared to the average of the period from 1992 until 2004 and the sum of the active temperatures (temperature higher than 10 °C considered as base temperature for grapevine) and Huglin index were calculated. It resulted that the monthly average temperatures were very similar in 2005 and 2006, the 2007, instead presented higher temperatures in winter and spring. Rainfall was different in the three years being the 2005 more rainy than the average period and the other two years. The total rain of 2006 and 2007 was lower than the average. In the three years August and September, had higher rainfall than the average. The two climatic indexes calculated resulted sufficient, in some case also excessive the thermal requirements of the studied varieties.

---

Starting from bud break the phenological stages were monitored once a week using the BBCH international code until grape ripening. The knowledge of the phenological stages for the grapevine is important because it let us understand the effects of climate, soil composition and vineyard management on the vine's behaviour. It was found a different behaviour in the two years confirming the importance of climatic conditions on the anticipation or delay of grapevines' phenology. The genotype was fundamental, it was observed that the climate was important for the Pinot grigio and Merlot varieties otherwise, the Cabernet sauvignon behaviour was more stable in the two years. Veraison was influence by both the genotype and the climate. It has been assessed a sum of active temperatures of 1400 DD for Pinot grigio to complete the ripening, 1500 for Merlot and 1600-1700 for Cabernet.

Cultivar, climatic conditions, nutritional status of the vine, vine pathology problems, pruning, rootstocks, training systems and vine vigour are all elements affecting the number of clusters per bud, in this experiments the effect of the shoot length on the number of clusters developed by every bud in the shoots was studied. Results highlighted that in the variety Pinot grigio, shoots length influenced buds fertility as it was found a biggest number of clusters per bud in the Guyot trellising probably because of the clone used in this experiment that is known to have a lower basal buds fertility. For Merlot and Cabernet sauvignon the shoots length did not show any direct influence on buds fertility. An effect of the year was found. For both Pinot grigio and Cabernet sauvignon the year 2006 showed a higher buds fertility than 2007. Merlot did not show the same effect. It was supposed that the strong vigour of the plants in 2006 negatively affected the flower induction process for the following year and this resulted in a lower fertility of 2007.

To study the effects of downward and upward shoot positioning and of training system on the vegetative development of the grapevine varieties tested, shoots growth, leaf surface, canopy structure and dry matter partitioning were monitored. Results showed a higher growth on upwardly positioned shoots but the downwardly ones have always been trimmed so they showed a higher growth on secondary shoots. Leaf surface was large in both years and in the three training

---

systems and the assessed sun exposure of the foliage was very poor. However upwardly oriented canopies had the higher exposure. The best exposed canopy was found in the Guyot trellising. Canopies were very thick with many leaves layers and many shaded leaves and clusters. Dry matter partitioning did not highlight differences between training systems and years. Merlot allocated more dry matter on clusters than did others varieties.

Given that shoots orientation (up or downward) affects shoot growth and shoot hydraulic conductivity being that of downwardly positioned generally lower than that of upwardly shoots, an experiment has been done to test the effects of shoot orientation on water status of field-grown vines. The stem water potential of the vines was measured several times during the growing seasons of the two years using a Scholander pressure bomb. It resulted that Pinot grigio and Merlot water status were affected by training system being lower in the Free cordon trellis than in the others. For Cabernet sauvignon the results were not univocal. In general, plant water status appeared more related to vegetative growth than to shoot positioning. This could depend on the plant general status in the vineyard that is affected by so many different parameters that it became difficult to isolate and discuss only one of them. In this study it was suggested that excessive vegetative growth negatively affects the water status of the grapevines.

Since veraison grape was weekly sampled to weight the berries and to obtain must for the assessment of soluble solids and acidity content. No statistic differences were found between training systems for ripening related parameters even if trellising showing a better vegetative balance, showed also the best qualitative results. In 2007 some delay in berries development was found probably due to water stress.

Interesting has been to assess the anthocyanins content of the berries during ripening of Cabernet sauvignon and Merlot. Many Authors highlighted that temperatures and rainfall of the year had a strong influence on anthocyanin synthesis but also canopy management is very important. Here the influence of training systems on anthocyanins synthesis was investigated. Results showed that on Merlot cv the trellising has been critical as the Guyot showed the higher accumulation in both years compare to the other systems characterised by a short

---

spur pruned cordon and a high number of shoots per vine. It had also been noticed that excessive production per vine negatively affected grape and wines colours. In the Cabernet sauvignon instead, CS trellising had the lower anthocyanins content at vintage in both years. Anthocyanins content of the berries highly and negatively correlated with Ravaz index and berry weight. It was also found an obvious relation between berries anthocyanin content and resulted wines colour.

The most important factors to consider when comparing different training systems is their productivity and than, their aptitude to produce high quality grape. In the three different trellising considered in this work, different vegetative-productive balances were found showing that in the trellising where this equilibrium is better expressed, also the best qualitative results were obtained. Pinot grigio showed a good productive and qualitative stability in the two years. Otherwise Merlot and Cabernet sauvignon showed a different behaviour. For Merlot the CL training system give good results also for the wines. For Cabernet the results were more confusing mainly because of the excessive vegetative growth found in all trellising. Pruned weight was very high for all the three cv and trellising but in particular for the Guyot.

The panel always preferred wines obtained from Guyot grapes but for Pinot grigio also the CS did good results instead for Merlot the CL wines were appreciated.

At the end, Pinot grigio presented a better response when trained with Guyot, for Cabernet sauvignon the excessive vegetative growth covered the expected differences between training systems. Merlot gave interesting result when trained on Free Cordon trellis.

---

## ABBREVIAZIONI USATE NEL TESTO

---

Forma di allevamento a Cordone libero	CL
Forma di allevamento a Cordone speronato	CS
Forma di allevamento a Guyot	G
Gradi giorno (somma termica)	DD
Giorni Giuliani	GG
Superficie fogliare totale	SFT
Superficie fogliare esposta	SFE
Indice di esposizione fogliare	IEF
Potenziale idrico fogliare misurato a mezzogiorno	MD $\Psi_w$
Potenziale idrico del germoglio misurato a mezzogiorno	MD $\Psi_s$
Potenziale idrico fogliare misurato all'alba	PD $\Psi_w$

---

---

# CAPITOLO 1

## 1.1 INTRODUZIONE

L'Italia è il paese viticolo che vanta il maggior numero di forme d'allevamento della vite, perché ciascuna regione e zona ha una sua potatura di allevamento. Lo schedario viticolo ne censisce 36, ma a queste bisogna aggiungere le forme minori alla cui diversificazione hanno concorso, assieme ai fattori ambientali di clima e terreno, i vitigni, i portainnesti e le tradizioni. Il nostro Paese, poiché ospita da millenni la coltivazione della vite, costituisce un territorio di confronto idoneo per discutere la variabilità delle forme di allevamento, della loro evoluzione storica, della loro diffusione geografica, in grado di fornire chiavi di lettura ed interpretative uniche nel panorama viticolo internazionale (Iacono, 1992).

È soprattutto dal secolo scorso che si è avuto un deciso cambiamento nel sistema di conduzione della vite. Con gli anni '30 iniziarono infatti le prime avvisaglie di un rinnovamento profondo della viticoltura. Una sempre più marcata "specializzazione" colturale aveva favorito un allontanamento dal modello etrusco – romano con l'abbandono dei tutori vivi (olmi, aceri, pioppi, frassini, ecc.) e la sostituzione della "piantata" con filari singoli o accoppiati. Con gli anni '60 crebbe l'attenzione per i principi fisiologici che regolano il comportamento vegetativo, produttivo e qualitativo dei ceppi in funzione del carico di gemme, della lunghezza di potatura e di diversi posizionamenti del capo a frutto. Si iniziava ad osservare, infatti, che la maggioranza dei vitigni si prestava anche ad una potatura medio-corta, che determinando un gradiente vegetativo più uniforme induce ad una maturazione più omogenea. Ecco che una semplificazione delle operazioni di potatura invernale, pur in assenza di meccanizzazione, portava ad un contenimento dei costi di esecuzione. Tuttavia negli anni '70 la superficie viticola italiana era 1,4 milioni (Intrieri e Poni, 1995). I vigneti erano essenzialmente o modelli ad alta resa situati su terreni molto fertili con una produzione annua intorno alle 18 t per ettaro e che comportavano 530 ore/ha di lavoro per la loro

---

gestione o vigneti a bassa resa, situati su terreni siccitosi e di collina, con una produzione annua di 8 t e 450 ore ettaro di lavoro. Con gli anni '80 si apre un periodo caratterizzato principalmente dal tentativo, tenacemente perseguito, di razionalizzare e semplificare i sistemi di allevamento (Poni e Intrieri, 2000), con lo scopo di massimizzare il rapporto fra ricavi e costi senza tuttavia rinunciare all'esigenza prioritaria di garantire produzioni di qualità (Costacurta, 1990; Poni e Tabarelli, 1994). Negli anni 90, l'ettarato era sceso a 900 mila ettari ma poco altro era cambiato. Ancora più dell'80 % dei vigneti avevano una superficie inferiore all'ettaro, e il 60% erano vigneti di collina. Il montante annuo di lavoro era rimasto invariato (Intrieri e Poni, *l.c.*). Nell'odierno e vasto panorama di sistemi di conduzione della vite, una semplice classificazione riconduce essenzialmente alle seguenti tipologie: forme in volume, forme in parete, forme a tetto e forme con germogli liberi (Cozzolino, 2004).

Oggi, sempre maggior importanza viene ad assumere la parola qualità: un vino di qualità elevata deriva necessariamente da caratteristiche eccellenti dell'uva di partenza. Qualità dell'uva significa anche mettere in atto tutte quelle tecniche di allevamento che permettano alla vite di estrinsecare al meglio le proprie potenzialità; significa trovare il giusto compromesso fra vigoria e produttività delle piante, raggiungendo così un adeguato equilibrio che permetta di portare l'uva allo stato di maturazione desiderato per gli obiettivi enologici ricercati (Calò, 1992; Fregoni, 2000; Marengi 2001).

Il primo strumento per raggiungere l'obiettivo di una produzione di alta qualità è proprio la forma di allevamento: essa deve infatti garantire l'armonica interazione fra genotipo e condizioni eco-pedologiche dell'ambiente di coltura sfruttando così nel migliore dei modi le disponibilità in energia radiante e temperatura, di pioggia ed elementi del suolo (Costacurta, *l.c.*). La fisiologia vegetale viene guidata dal viticoltore verso un equilibrio vegeto-produttivo e attraverso un percorso di accumulo primario e secondario per l'ottenimento di uve che possano esprimere un carattere qualitativo pienamente in linea con l'obiettivo cercato (Tomasi, 2005).

La scelta della forma di allevamento da adottare nell'impianto di un nuovo vigneto è una delle prime decisioni importanti che il viticoltore si trova ad affrontare e che condizionerà notevolmente la gestione e la produzione della

---

coltura. La forma d'allevamento si può considerare un'importante fattore di regolazione dell'attività vegetativa, che può garantire, se correttamente strutturata ed integrata con le caratteristiche ambientali, uno sviluppo vegetativo armonico, presupposto fondamentale per una viticoltura di qualità. Occorre quindi adottare sistemi che consentano il raggiungimento ed il mantenimento dell'equilibrio vegeto-produttivo e permettano, al tempo stesso, la meccanizzazione della vendemmia e della potatura invernale ed estiva; consentendo così l'ottenimento di produzioni di qualità massimizzando il rapporto fra ricavi e costi. È infatti opinione comune che i risultati migliori in viticoltura si ottengano in condizioni di giusto bilanciamento tra carico produttivo e attività vegetativa (Bertamini, 1994).

Per sistema d'allevamento si intende la disposizione spaziale degli organi aerei della vite ovvero l'insieme delle operazioni colturali, soprattutto di potatura e palizzamento, che portano alla realizzazione di questa disposizione (Fregoni, 2005), in parole più semplici Reynolds (1983) l'ha definita come la manipolazione fisica della forma della vite. La forma di allevamento può essere intesa come la sintesi di diversi fattori per il raggiungimento di un rapporto equilibrato tra ambiente e vite; questa consente infatti di adattare il binomio vitigno-portainnesto alla situazione pedoclimatica della zona d'impianto.

La scelta del sistema di allevamento non può più identificarsi esclusivamente con il desiderio di continuità con la tradizione viticola di una certa zona o con le semplici esigenze di adeguamento ai mezzi meccanici già disponibili in azienda. Occorre infatti produrre uno sforzo maggiore per giungere all'individuazione di una forma che consenta di abbinare alla caratteristica di suscettibilità, almeno parziale, alla meccanizzazione della vendemmia e della potatura quella, fondamentale, del mantenimento di un equilibrio vegeto-produttivo adeguato alle specifiche condizioni di fertilità indotta dal sito prescelto. Questi due aspetti si fondono nell'esigenza prioritaria di garantire produzioni di qualità e di massimizzare il rapporto fra ricavi e costi (Poni e Tabarelli, *l.c.*).

Il sistema di allevamento ha anche lo scopo di consentire la massima utilizzazione dell'energia presente nell'ambiente (energia radiante e termica) attraverso l'organizzazione spaziale degli organi ricettivi.

- 
- In sintesi gli obiettivi dell'utilizzo delle forme di allevamento sono:
- adattare il binomio vitigno-portainnesto alla situazione pedoclimatica della zona d'impianto;
  - diminuire la suscettibilità della vite alle malattie ed evitare i rischi connessi in caso di temperature sfavorevoli (stress da caldo e da freddo);
  - favorire la captazione della luce per migliorare l'efficienza fotosintetica, l'accumulo di zuccheri e di componenti nobili dell'uva;
  - promuovere l'equilibrio vegeto-produttivo per ottenere produzioni quantitativamente migliori;
  - ridurre i costi di gestione grazie ad una razionale meccanizzazione.

## **1.2 EFFETTO DELLA FORMA DI ALLEVAMENTO SULLA FISIOLOGIA DELLA VITE**

Gli effetti di un determinato sistema di allevamento sulla produzione e qualità dell'uva dipendono, in larga misura, dalle interazioni fra forma e densità della chioma e i parametri ambientali (luce, temperatura, umidità relativa, velocità del vento). Le influenze che la forma di allevamento estrinseca sulla pianta sono molteplici, la conoscenza approfondita delle risposte ai diversi sistemi di allevamento può portare ad un miglior controllo delle rese, della crescita vegetativa e della composizione dei mosti (Baeza *et al.*, 2005).

Ogni sistema crea un microclima peculiare che influenza l'esposizione alla luce degli organi della pianta e pertanto la capacità fotosintetica (Shaulis *et al.*, 1966; Couvillon e Nakayama, 1970; Shaulis e May, 1971; Bondzoukov *et al.*, 1972; Stoev *et al.*, 1973; Stoev e Dobрева, 1976; Carbonneau, 1979; Reynolds *et al.*, 1985), la circolazione dell'aria all'interno della chioma (Van Zyl e Van Huyssteen, 1980), la temperatura degli acini (Smart *et al.*, 1977) e molti altri parametri. La produzione potenziale di un vigneto dipende dalla forma di allevamento (Baeza *et al.*, *l.c.*). Essa agisce sulla distribuzione e sull'orientamento delle foglie influenzando l'intercettazione della luce (Smart 1973; Howell *et al.*,

---

1987). La penetrazione della luce nella chioma influenza la differenziazione a fiore (Buttrose, 1974) e pertanto anche la futura produttività (Buttrose, 1970). In generale i migliori risultati si ottengono con sistemi di allevamento che espongono la maggior superficie fogliare possibile nei momenti favorevoli per la fotosintesi (Baeza *et al.*, *l.c.*). Tuttavia la penetrazione della luce nella chioma non è importante solo per la fotosintesi (Kriedmann, 1968; Smart, 1974; Smithymonet *et al.*, 1997) ma anche per la produzione (Howell *et al.*, 1991), la differenziazione a fiore (Smart, 1984), l'allegagione (Coombe, 1962; Reynolds, 1988 a; b), la composizione delle bacche (Smart, 1987). Alcuni Autori hanno evidenziato che sono necessarie almeno 10 foglie sul germoglio per l'ottimale maturazione dei frutti (Winkler, 1930; Weaver, 1958). Aumentando il numero di foglie per germoglio aumenta il peso delle bacche, il contenuto zuccherino e la colorazione alla raccolta, mentre una riduzione eccessiva del numero di foglie prima di tutto riduce il peso secco delle radici, ritarda la maturazione delle bacche e deprime il contenuto di riserve del legno (Buttrose, 1966). Il sistema di conduzione inoltre ha una influenza sulla dimensione delle piante pertanto, con l'applicazione delle tecniche di potatura (Partridge, 1925), anche sulla produzione (Shaulis *et al.*, 1953). Aumentare il numero di nodi lasciati con la potatura invernale è un espediente per avere nella primavera successiva una chioma efficiente precocemente (Smart, 1985; Downton e Grant, 1992; Sommer *et al.*, 1995) ma aumenta la densità della chioma stessa (Smart, 1988; Reynolds, 1989).

Il sistema di allevamento può essere visto anche come una difesa dalle gelate tardive, infatti i sistemi che prevedono una maggior altezza della vegetazione da terra riducono i rischi di danni per questi eventi (Dethier e Shaulis, 1964; Shaulis e Smart, 1974; Howell *et al.*, 1978).

Ogni forma di allevamento prevede determinati sesti di impianto. Sesti stretti aumentano le rese ad ettaro, soprattutto nei primi anni dopo l'impianto (Bioletti e Winkler, 1934; Shaulis e Kimball, 1955; Winkler, 1969; Turkington *et al.*, 1980; Hedberg e Raison, 1982). Maggiori rese dipendono anche dalla disposizione "in quadrato" piuttosto che "in rettangolo" dei sesti poiché viene minimizzata la competizione tra le piante e l'ombreggiamento tra le chiome (Shaulis *et al.*, 1966).

---

Alcuni studi hanno dimostrato che il profilo aromatico delle uve è influenzato dalla forma di allevamento e su Moscato è stato osservato che l'allevamento in parete favorisce il contenuto di terpeni (Corino e Di Stefano, 1984). Baigorri *et al.*, (2001) hanno dimostrato l'influenza dei sistemi di allevamento sulle variazioni dei livelli ormonali della pianta; in base al sistema adottato, per la cultivar Tempranillo, sono cambiate le concentrazioni di ABA e poliamine soprattutto nelle bacche e ciò ha influenzato la resa e la composizione dei frutti, che è sembrata negativamente influenzata dalle forme che prevedono la formazione di un cordone permanente. Carbonneau *et al.*, (1978) hanno condotto uno studio allevando il vitigno Cabernet sauvignon con 10 diverse forme di allevamento e hanno osservato molte differenze nell'intercettazione della luce da parte delle foglie tra i vari sistemi, inoltre, differenze nella capacità di accumulo termico nei frutti e nelle foglie, nella fotosintesi e nella superficie fogliare totale. Le componenti della resa e della qualità, compresa la qualità dei vini, erano risultate molto diverse nei diversi sistemi testati. I sistemi a chioma divisa (tipo GDC), consentivano la migliore esposizione dei grappoli, che presentavano anche la migliore composizione organolettica e le maggiori rese. Calò *et al.*, (1999) riportano che sistemi d'allevamento con germogli verticali sono più vigorosi rispetto a quelli con germogli a ricadere. È stato inoltre osservato che la vigoria dei singoli germogli è più elevata nelle forme basse, in quanto viene ridotta la distanza fra apparato radicale e apparato epigeo. Viceversa le forme alte riducono la vigoria (lunghezza, peso) dei singoli germogli. La vigoria globale del ceppo dipende maggiormente dalla forma di allevamento: essa cresce dalle spalliere, alle pergole, ai tendoni, ai raggi; le forme alte ed espanse hanno di norma una vigoria del ceppo (peso dei tralci) più elevata (Fregoni, *l.c.*). Ad un aumento della capacità vegetativa della vite (definita in questo caso da superficie fogliare totale) corrisponde in genere anche una maggiore attitudine produttiva (Winkler *et al.*, *l.c.*) che va quindi ad influire sull'equilibrio vegeto-produttivo.

Un corretto equilibrio vegeto-produttivo si ottiene adottando forme d'allevamento, integrate con l'ambiente e con le potenzialità del binomio vitigno-portainnesto, che consentono di avere un livello di vigoria contenuto, con una superficie fogliare regolarmente distribuita. I grappoli potranno così usufruire di elaborati sufficienti, prodotti direttamente dalle foglie del proprio germoglio.

---

## 1.3 SCOPO

Considerato che la forma di allevamento della vite rappresenta ancora oggi uno dei principali fattori in grado di condizionare il comportamento vegetativo, produttivo e qualitativo del vigneto poiché influenza direttamente o indirettamente la fisiologia della vite, la sua produttività e la qualità organolettica dei mosti e dei vini, con questo lavoro si è cercato innanzitutto di valutare la risposta di tre vitigni, tra i più coltivati nel Veneto (Istat, 2000), a tre forme di allevamento adatte alla meccanizzazione delle operazioni colturali, a parità di tutte le altre condizioni.

Attraverso uno studio riguardante aspetti che vanno dalla pianta al prodotto finito vino, sono stati indagati gli effetti indotti dalla lunghezza del capo a frutto (lungo o sperone) e dalla disposizione della vegetazione (assurgente o a ricadere) sui parametri vegeto produttivi dei tre vitigni.

L'obiettivo finale del lavoro è dare indicazioni e criteri di scelta per la forma di allevamento più adatta alle condizioni pedoclimatiche per i tre vitigni allo studio.

---

## 1.4 MATERIALI E METODI

### 1.4.1 LOCALIZZAZIONE DELLA PROVA - L'AZIENDA CÀ TRON

La prova è stata condotta nel triennio 2005-2007, presso l'azienda Cà Tron di Roncade. L'Azienda Ca' Tron è una delle proprietà della Fondazione Cassa Marca la quale sta trasformando l'azienda agraria in un importante centro di sviluppo nel settore primario, strutturato quale cerniera fra mondo della ricerca e dell'innovazione, da una parte, e mondo del lavoro, della produzione e delle professioni e istituzioni collegate al settore agro-ambientale, dall'altra.

In linea con le finalità date dalla Fondazione Cassamarca, nella Tenuta Ca' Tron è stato realizzato un moderno vigneto sperimentale (*Foto 1.1*). Nei programmi dell'azienda, il vigneto è nato allo scopo di rappresentare un elemento qualificante della realtà produttiva e dell'identità di Ca' Tron, anche a livello di immagine.



*Foto 1.1: Immagine da satellite dell'azienda Cà Tron e del vigneto sperimentale.*

L'impianto, oltre che finalità produttive, ha come scopo principale quello di mettere a disposizione di enti e organismi operanti nel settore vitivinicolo

---

(Università, Istituti di Ricerca, Istituti agrari, organizzazioni di categoria e professionali, tecnici, operatori singoli e associati) una struttura dove siano a confronto le 5-6 più moderne forme di allevamento.

Il vigneto di Ca' Tron, diversamente dai campi sperimentali esistenti presso Università e Istituti Sperimentali, permette il confronto su forme di allevamento gestite su modello aziendale, in quanto le dimensioni di ogni singola parcella sono tali da permettere il lavoro di una macchina operatrice (FONTE: website Fondazione Cassamarca).

Si tratta di un esempio unico per studiare il comportamento in un medesima situazione pedologica e climatica dei diversi modelli viticoli e verificare, in situazione di normalità operativa, il comportamento delle più moderne macchine e attrezzature per la meccanizzazione integrale

## **1.4.2 CARATTERISTICHE DEL VIGNETO**

I dati tecnici sintetici del vigneto sono i seguenti:

Vitigni: Pinot Bianco, Pinot Grigio, Merlot, Cabernet Sauvignon

Superficie totale ha: 30

Sesto d'impianto: m. 2.50 x 0.80 con una densità di 5.000 viti/ettaro.

Portainnesti: *V. Berlandieri X V. Riparia*, Kober 5BB; *V. Berlandieri X V. Riparia*, 420 A; *V. Riparia X V. Rupestris*, 101.14

Tipi di tutore: pali di acacia, di abete, metallici.

Forme di allevamento: Cordone speronato, Cordone speronato mobilizzato, Guyot, Cordone libero, Cordone libero mobilizzato.

L'impianto è stato realizzato su terreno preventivamente sistemato con tubi drenanti sotterranei che permettono lo smaltimento delle acque in eccesso e l'irrigazione sotterranea in caso di siccità prolungata.

La gestione del suolo prevede l'inerbimento dell'interfila e il diserbo lungo la fila.

La presente prova di confronto è stata condotta sui vitigni Pinot grigio (clone R6), Merlot (clone ISV-F-V 4) e Cabernet sauvignon (clone ISV-F-V 6), innestati su Kober 5BB, e allevati con tre forme di allevamento: Cordone libero, Cordone speronato e Guyot.

---

Il sesto d'impianto adottato è 2,5 x 0,8 m per l'ottenimento di una densità media di 5000 piante ad ettaro.

I sistemi di allevamento si sono differenziati anche per la carica di gemme lasciata per ceppo con la potatura invernale che è variata da 10-12 gemme nel Guyot a 20-25 nelle due forme speronate Cordone libero e Cordone speronato.

Nella vicinanza del vigneto, nel comune di Roncade, è presente una stazione meteorologica di proprietà dell'ARPA Veneto i cui dati sono raccolti e gestiti dal Centro Meteorologico di Teolo (PD), che gli ha resi disponibili dal 1992 ad oggi per la trattazione in questo lavoro.

### **1.4.3 PIANO SPERIMENTALE**

La prova ha previsto il confronto delle seguenti 9 tesi:

1. Pinot grigio allevato a Cordone libero
2. Pinot grigio allevato a Cordone speronato
3. Pinot grigio allevato a Guyot
4. Merlot allevato a Cordone libero
5. Merlot allevato a Cordone speronato
6. Merlot allevato a Guyot
7. Cabernet sauvignon allevato a Cordone libero
8. Cabernet sauvignon allevato a Cordone speronato
9. Cabernet sauvignon allevato a Guyot

Ogni tesi è composta da 30 piante disposte lungo un unico filare e su queste sono stati eseguiti i rilievi di carattere vegeto-produttivo.

Le tesi erano disposte come riportato nella *Foto 1.2*.



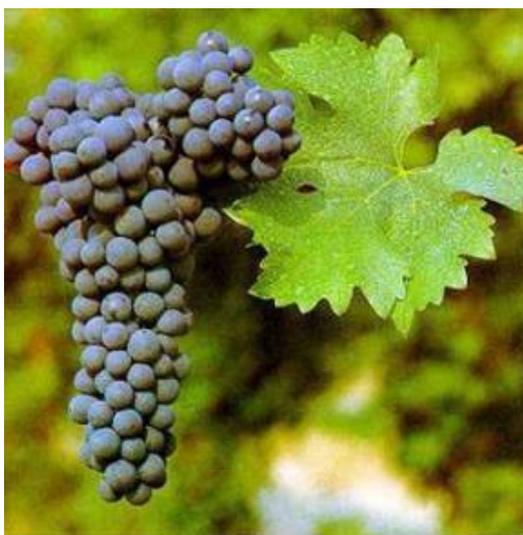
**Foto 1.2:** Immagine da satellite del vigneto sperimentale. Sono stati evidenziati i filari oggetto della prova. A= Pinot grigio allevato a Cordone libero (PGCL); B= Pinot grigio allevato a Cordone speronato (PGCS); C= Pinot grigio allevato a Guyot (PGG); D= Merlot allevato a Guyot (MG); E= Merlot allevato a Cordone speronato; F= Merlot allevato a Cordone libero (MCL); G= Cabernet sauvignon allevato a Cordone libero (CSCL); H= Cabernet sauvignon allevato a Guyot (CSG); I= Cabernet sauvignon allevato a Cordon speronato (CSCS).

## 1.4.4 I VITIGNI

### 1.4.4.1 Cabernet sauvignon

È un vitigno che insieme al Cabernet franc e al Merlot proviene dal Bordolese. Probabilmente è il vitigno “Biturica” già descritto da Columella e Plinio, originario di Durazzo. È stato descritto compiutamente per la prima volta nel 1785 da Secondat, figlio di Montesquieu, che lo definì un vitigno perfetto (Calò *et al.*, 2006).

Ampelograficamente si presenta con apice del germoglio lanuginoso, bianco giallastro con sfumature rosato vinose. La foglia è media, quinquelobata, di forma caratteristica per la sovrapposizione dei lobi che originano delle aperture quasi circolari. Il seno peziolare è chiuso, con bordi sovrapposti. Il lembo è piegato a coppa. Il grappolo è da medio a piccolo, cilindrico piramidale, solitamente con un’ala molto pronunciata, è tendenzialmente un grappolo compatto (Foto 1.3)



*Foto 1.3: Grappolo e foglia di Cabernet sauvignon.*

L'acino è medio, sferoidale con buccia spessa e consistente con abbondante pruina di colore blu-nero. Il sapore ricorda la viola e la sorba ed è astringente.

È un vitigno a fenologia tardiva per il germogliamento mentre le fasi fenologiche successive, fioritura, invaiatura e maturazione sono medie. Il portamento della vegetazione è semieretto o eretto, la vigoria è buona. Il peso medio del grappolo varia da 150 a 250 g. La fertilità delle gemme è 2.

Il Cabernet sauvignon viene descritto dagli Autori come un vitigno rustico, che esige una alimentazione idrica buona e regolare durante la stagione vegetativa. Predilige suoli poco fertili, ricchi di scheletro, con buona capacità idrica e forme di allevamento espanse con potatura corta ma ricca. La produzione è buona e costante e presenta una buona fertilità delle gemme basali. È un vitigno scarsamente sensibile alla botrite e alla peronospora è invece sensibile all'oidio, all'escoriosi e all'erinosi delle foglie. In ambienti secchi può andare soggetto al mal dell'esca. Il germogliamento tardivo lo preserva da gelate primaverili. Ha una scarsa tolleranza alla siccità. È molto sensibile al disseccamento del rachide soprattutto in terreni acidi e con il portinnesto SO4 (Calò *et al.*, *l.c.*).

Il vino risulta con una gradazione alcolica variabile dal 9 al 14 % vol e l'acidità può raggiungere anche gli 8 g/L. Il vino è solitamente di colore rosso rubino carico, di buon corpo, talvolta tannico e adatto all'invecchiamento.

---

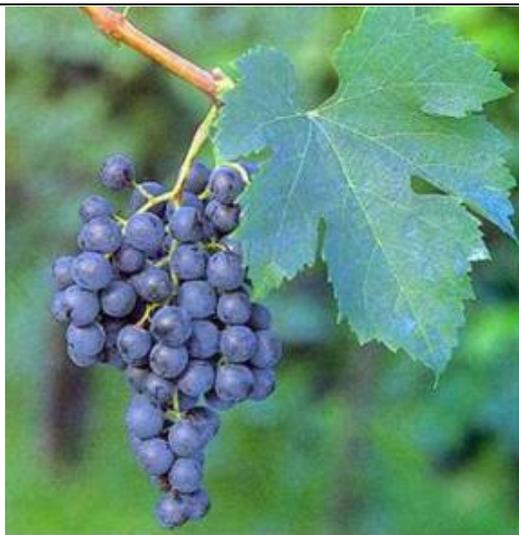
Il clone presente nel sito della prova è il clone ISV-F-V 5 il cui costituente è l'Istituto Sperimentale per la Viticoltura di Conegliano e tale clone è stato omologato nel 1990 (A.A.V.V., 2000). Il grappolo è medio, cilindrico piramidale e compatto. L'acino è medio-piccolo e rotondeggiante la fenologia è nella media di popolazione. La fertilità si presenta nella media di popolazione mentre il peso del grappolo è inferiore. È un clone che presenta una ricchezza in zuccheri superiore alla media e un'acidità totale nella norma. La produttività è leggermente inferiore alla media, di ottima tipicità ed elevata struttura. Ne viene consigliato l'uso per vini a medio o lungo invecchiamento (A.A.V.V., *l.c.*).

#### **1.4.4.2 Merlot**

Il vitigno Merlot è originario del Sud-Ovest della Francia, in particolare della zona di Bordeaux dove insieme ai Cabernets forma l'uvaggio dei più prestigiosi vini della Gironda (Calò *et al.*, *l.c.*). Le prime citazioni risalgono alla fine del 1700 e la prima descrizione è del 1854. Dalla Francia si è diffuso in tutte le zone del mondo. In Italia è giunto nel 1880 in Friuli, ed è particolarmente diffuso nelle Tre Venezie.

Ampelograficamente si presenta con apice del germoglio espanso, cotonoso, bianco e con bordi carminati. La foglia è media, pentagonale con seno peziolare ad U, il lembo è ondulato e bolloso. Il grappolo è medio, piramidale, alato, più o meno spargolo. L'acino si presenta medio, tondo, di colore blu-nero, il sapore è leggermente erbaceo (*Foto 1.4*).

Fenologicamente è un vitigno a germogliamento medio mentre la fioritura è precoce, invaiatura e maturazione sono medie.



*Foto 1.4: Grappolo e foglia di Merlot.*

Il portamento della vegetazione è semieretto e la vigoria medio-elevata. Il peso del grappolo è medio-basso, variando dai 120 ai 180 g. La fertilità delle gemme varia da 1, più spesso 2 grappoli per germoglio.

Secondo gli Autori (Calò *et al.*, *l.c.*) è un vitigno che predilige zone ben arieggiate ma non eccessivamente esposte e sistemi di allevamento a spalliera che garantiscono un parziale ombreggiamento dei grappoli. I terreni idonei sono quelli di collina, freschi, che conservano una sufficiente umidità durante l'estate. È un vitigno molto sensibile alla siccità. Con potature lunghe manifesta il fenomeno delle gemme cieche.

Presenta sensibilità alla peronospora e al marciume acido, è mediamente sensibile alla botrite. Poiché il germogliamento è precoce, è anche un vitigno sensibile alle gelate tardive, in annate sfavorevoli presenta il fenomeno della colatura e/o acinellatura.

Il vino che ne deriva è un prodotto con una alcolicità variabile dal 9 al 15 % vol, di colore rosso rubino più o meno intenso, l'aroma è fruttato, erbaceo e vinoso. Talvolta il vino è scarico di acidità e per questo è pronto al consumo subito.

Il clone messo a dimora nel sito della prova è il clone ISV-F-V 4 costituito dall'Istituto sperimentale per la Viticoltura di Conegliano e omologato nel 1990 (AA.VV., *l.c.*). Le caratteristiche di questo clone sono: un grappolo medio, piramidale, alato e semicompatto mentre l'acino è medio grosso e tondeggiante.

---

Le epoche fenologiche si collocano nella media della popolazione. La fertilità delle gemme viene descritta da media a superiore rispetto a quella della media di popolazione ed il peso del grappolo medio. Si presenta come un clone mediamente produttivo con una ricchezza in zuccheri elevata e di ottimo livello qualitativo. È consigliato dagli Autori per la produzione di vini a medio e lungo invecchiamento (AA.VV., *l.c.*).

#### **1.4.4.3 Pinot grigio**

Il Pinot grigio è una mutazione instabile del Pinot nero. È noto fin dal 1375 per le caratteristiche aromatiche della bacca e per essere stato importato in Ungheria dalla Francia. È possibile riconoscerlo dal Pinot bianco e dal Pinot nero solo dopo l'invasatura (Calò *et al.*, *l.c.*).

Sono stati di seguito riportati i principali caratteri ampelografici del vitigno così come descritti da Calò *et al.* (*l.c.*):

Apice del germoglio espanso, pubescente, verde grigiastro. La foglia è piccola, cordiforme, trilobata e con seno peziolare a V aperto. Il lembo è a superficie bollosa. Il grappolo è piccolo, tozzo, cilindrico, spesso alato e serrato. L'acino è medio piccolo, ellittico con buccia pruinosa di colore grigio violetto (*Foto 1.5*). La polpa ha sapore neutro.



*Foto 1.5: Grappolo e foglia di Pinot grigio.*

---

Per quanto attiene la fenologia, è descritto come un vitigno con germogliamento medio-precoce, fioritura ed invaiatura medie e a maturazione precoce.

Il portamento della vegetazione è eretto e ha una vigoria ridotta. Generalmente la fertilità delle gemme è 1 o 2 ed il peso dei grappoli è basso, dai 60 ai 180 g.

Per quanto riguarda le esigenze ambientali, è descritto come un vitigno con produzione buona e regolare, predilige sistemi di allevamento con potatura medio-lunga, preferendo terreni collinari, argillosi o di fondovalle ma sciolti. È particolarmente sensibile alla botrite e marciume acido, sensibile anche a peronospora e oidio ma tollerante il mal dell'esca. Risente dei geli primaverili mentre presenta una buona adattabilità al vento e alla siccità.

Il vino che risulta è un prodotto con una alcolicità che può variare dal 10,5 al 14 % vol. e con una acidità piuttosto sostenuta. Il vino è solitamente di colore giallo dorato chiaro, può avere riflessi rosati, leggermente profumato e leggermente amarognolo (Calò *et al.*, *l.c.*)

Nella seguente prova è stato impiegato il clone di Pinot grigio R6, costituito dai Vivai Cooperativi Rauscedo e omologato nel 1969. Il clone presenta un grappolo piccolo, cilindrico, compatto e alato e un acino medio e rotondeggiante. Presenta una fertilità delle gemme superiore alla media di popolazione ma un peso del grappolo inferiore. Di norma è un clone adatto all'accumulo zuccherino, che produce una acidità media. Viene descritto come un clone vigoroso con produttività buona e costante. Il vino può sopportare un medio periodo di invecchiamento in bottiglia (AA.VV., *l.c.*).

---

## 1.4.5 IL PORTINNESTO

Al momento dell'impostazione del piano sperimentale si è voluto confrontare i tre vitigni nelle stesse tre forme di allevamento e a parità di portinnesto, tra i portinnesti usati nel vigneto della prova è stato scelto il Kober 5BB. Tale portinnesto risulta dall'incrocio della *Vitis Berlandieri* x *Vitis Riparia*, tali combinazioni mostrano solitamente buone affinità d'innesto, buona resistenza alla siccità e al calcare e alta vigoria (Fregoni, *l.c.*). Il Kober 5 BB è un portinnesto vigoroso ma radica molto bene, dà molto legno e induce notevole produttività. È molto sensibile alle virosi e non è adatto in terreni siccitosi. Presenta una buona resistenza al calcare (Fregoni, *l.c.*), resiste fino al 20-22% di calcare attivo. Si adatta a terreni argillosi ed asfittici. Sensibile alle carenze di Calcio, di Potassio e al disseccamento del rachide, garantisce produzioni elevate ma incostanti. Può indurre ritardi di maturazione.

## 1.4.6 LE FORME DI ALLEVAMENTO

### 1.4.6.1 Il Guyot

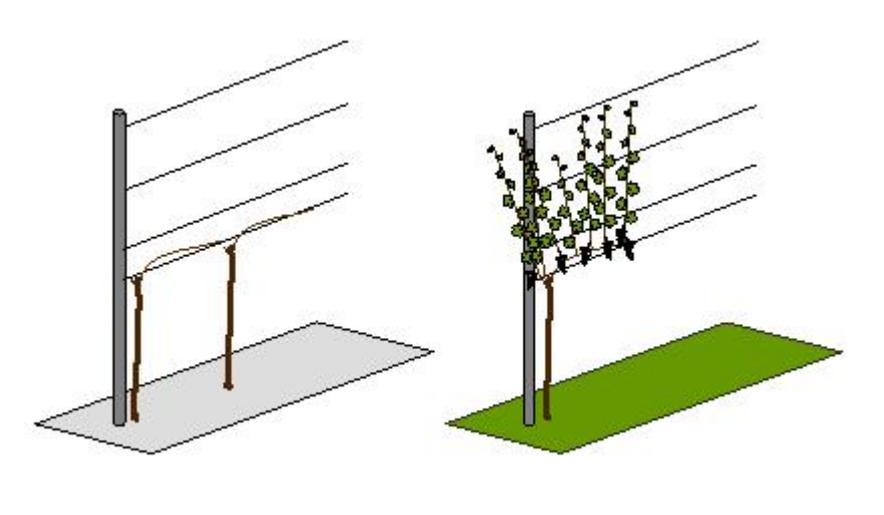
La forma di allevamento a Guyot prende il nome dallo studioso francese che nella seconda metà del XIX secolo la teorizzò (Scienza e Campostrini, 2003) ma, per quanto porti il nome di un francese, questo sistema è usato in Italia fin dai tempi di Roma Antica (Eynard e Dalmasso, 1990). Il nome Guyot è divenuto quasi sinonimo di potatura mista poiché prevede l'accoppiamento di uno sperone, che deve portare alla formazione di robusto legno per il rinnovo del capo a frutto, e di un tralcio più lungo disposto in modo da favorire la fruttificazione (*Figura 1.1*).

È un sistema semplice e razionale, indicato per le zone collinari, in località soleggiate e in terreni piuttosto magri e siccitosi, dove la vite non può avere grande sviluppo vegetativo (Eynard e Dalmasso, *l.c.*).

Tale sistema prevede la vite con un tronco alto dai 60 ai 100 cm, sul quale è inserito un capo a frutto di 8-10 gemme, piegato orizzontalmente nella direzione

---

del filare, ed uno sperone di 1-2 gemme che viene utilizzato per il rinnovo dell'anno seguente (Balsari *et al.*, *l.c.*). È preferibile non tenere il ceppo troppo basso, lasciare tra i filari una discreta distanza (almeno 2 m) e lungo il filare disporre le viti a circa un metro l'una dall'altra.



**Figura 1.1:** rappresentazione schematica della forma di allevamento a Guyot durante il riposo vegetativo e durante l'attività vegetativa. Modificato da Calò *et al.*, 2006

L'impianto è costituito da pali collegati da due, tre o quattro fili in caso di buona vigoria delle viti, di cui il primo servirà da appoggio al capo a frutto ed è solitamente ad almeno 50 cm da terra. Gli altri fili, disposti tutti sopra al primo, sono separati di circa 40-50 cm (Eynard e Dalmasso, *l.c.*).

Per l'impostazione dell'impianto si procede con la potatura corta del primo anno per la produzione di un paio di tralci utili per la formazione del cordone verticale. L'anno successivo, o al terzo nel caso di viti poco vigorose, le piante possono essere già messe a frutto disponendo il tralcio migliore verticalmente fino all'altezza del primo filo. L'anno successivo si conclude l'impostazione piegando orizzontalmente un tralcio e speronandone uno appena sottostante, tanto da creare rispettivamente il capo a frutto ed il capo a legno. Dal quarto anno in poi si effettuerà la tipica potatura a Guyot, che consiste nel sopprimere il vecchio capo a frutto (taglio del passato), accorciare debitamente a 8-10 gemme il tralcio più distale dello sperone dell'anno precedente (taglio del presente) e speronare a due gemme quello situato più sotto (taglio del futuro). Durante la stagione vegetativa i germogli dello sperone si allevano verticalmente spuntandoli al di sopra

---

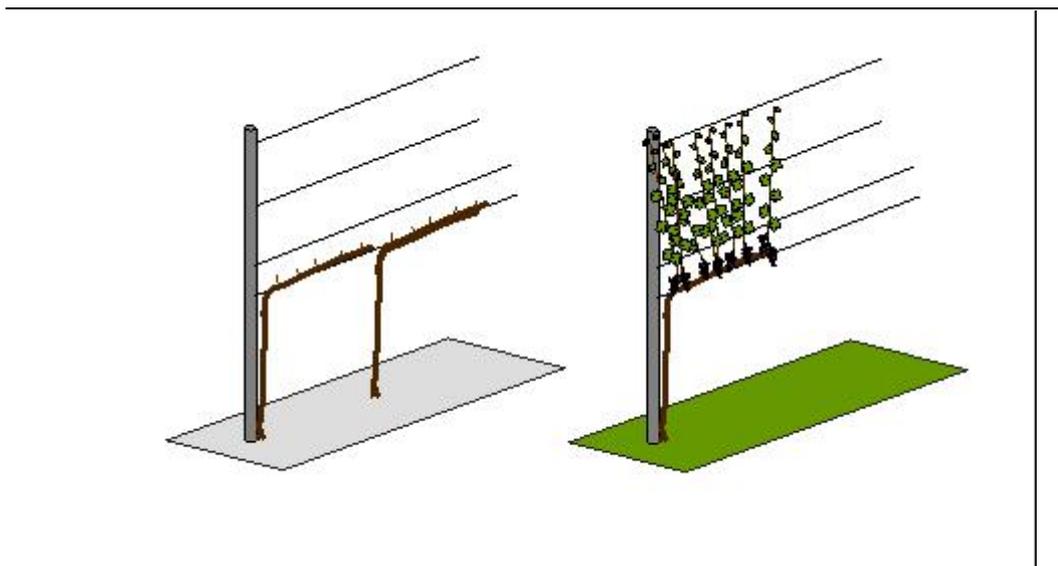
dell'ultimo filo. L'altezza del tronco negli anni dovrebbe mantenersi a livello del primo filo, nel caso di eccessivo innalzamento si cercherà di abbassare il ceppo utilizzando polloni sviluppati in basso da gemme latenti (Balsari *et al.*, *l.c.*).

Il Guyot e le sue varianti sono sistemi molto razionali, necessitano una media quantità di manodopera e permettono meccanizzazioni maggiori rispetto a forme più espanse come per esempio il Sylvoz.

#### **1.4.6.2 Il Cordone speronato**

La forma di allevamento a Cordone speronato è nata come una variante del Guyot, dal quale si differenzia per il fatto che il cordone è permanente e con la potatura invernale si formano una serie di speroni lungo il cordone stesso (Balsari *et al.*, *l.c.*). È una forma di allevamento che va collocata in ambienti dove la situazione pedoclimatica porta ad un contenimento della vigoria (terreni asciutti, poveri, zone collinari in genere), oppure quando si utilizzano varietà a scarso sviluppo vegetativo. Questo perché il palizzamento verso l'alto dei germogli uviferi imprime vigoria alla vite e nelle situazioni sopra descritte ne migliora l'equilibrio vegeto-produttivo (Teot *et al.*, 1997; Fregoni, *l.c.*).

La larghezza tra i filari è di norma di 2,20-2,30 m (ottimale 2,50 m) mentre le viti possono essere a 80-90 cm di distanza lungo il filare, in terreni poveri e per cultivar poco vigorose, e fino a 120-150 cm in terreni fertili e per cultivar vigorose. Dal punto di vista strutturale il filo portante per il cordone permanente può essere collocato tra i 60 e i 100 cm dal suolo e con altezza totale dei pali fuori terra non inferiore ai 2,00-2,20 m per garantire lo sviluppo di una sufficiente parete fogliare e mantenere sui germogli uviferi una quantità di foglie sufficienti ad una buona maturazione dell'uva (*Figura 1.2*). Importante è anche il corretto posizionamento dei fili di contenimento della vegetazione verso l'alto, in modo da consentire un'adeguata penetrazione della luce e circolazione dell'aria all'interno della chioma, presupposti fondamentali per migliorare le condizioni microclimatiche attorno ai grappoli e l'efficienza fotosintetica delle foglie.



**Figura 1.2:** Rappresentazione schematica della forma di allevamento a Cordone speronato durante il riposo vegetativo e durante l'attività vegetativa. Modificato da Calò et al., 2006

Una possibile limitazione all'uso di questa forma di allevamento è rappresentata dall'utilizzazione di cultivar con scarsa fertilità delle gemme basali. In queste varietà, infatti, la potatura corta e l'assurgenza della vegetazione tendono a ridurre la potenzialità produttiva.

Nel Cordone speronato, oltre alle classiche operazioni colturali già meccanizzate da tempo, è possibile ridurre i costi della manodopera necessaria in fase di potatura secca, spollonatura, cimatura, sfogliatura e vendemmia, utilizzando delle macchine ormai diffuse sul mercato.

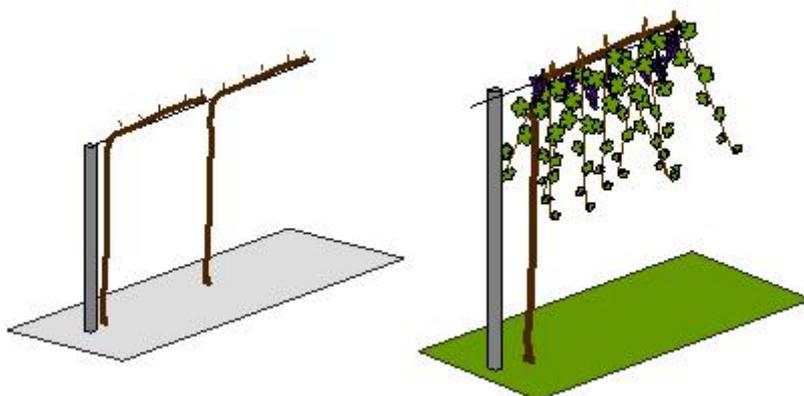
### 1.4.6.3 Il Cordone libero

Il sistema a Cordone libero rappresenta oggi, insieme con l'alberello, la forma di allevamento della vite più semplificata in termini di strutture di sostegno e di modalità di potatura. Per questo sistema, proposto dall'Università di Bologna e inizialmente denominato "Cortina semplice" (Intrieri, 1998) è stato successivamente adottato il nome di Cordone libero per tenere conto delle eventuali diverse caratteristiche di geometria della chioma connesse al portamento tipico dei vitigni (Intrieri et al., 1998).

Il Cordone libero rappresenta il punto di arrivo di una serie di semplificazioni della struttura portante e dei criteri di potatura di sistemi di

---

allevamento tradizionali a Cordone speronato. In particolare, il Cordone libero presenta le strutture permanenti a maggiore altezza dal suolo (analogamente a sistemi tipo Sylvoz e Casarsa) ma è caratterizzato dalla presenza di corti speroni dorsali. Il sistema è, inoltre, privo di fili di sostegno per i germogli uviferi e dà origine ad una vegetazione che si sviluppa in forma “libera” (Intrieri e Silvestroni, 1982). Nella sua struttura originaria, il Cordone libero è stato concepito come un sistema in parete costituito da un cordone permanente speronato orizzontale, impalcato a circa 1,6-1,8 m dal suolo, legato ad un unico filo portante a sua volta fissato alla sommità dei pali di sostegno (*Figura 3*). Per l’assenza di fili di contenimento della vegetazione ed a seguito della selezione di speroni orientati verso l’alto, i germogli si presentano inizialmente eretti ma, a fine vegetazione ed in assenza di interventi antropici (es. potatura verde), tendono poi ad aprirsi e ad assumere un portamento tipico (assurgente, semiassurgente o a ricadere) dei vitigni e delle loro caratteristiche (habitus genetico, dimensioni delle foglie e dei grappoli, dinamica di lignificazione dei tralci). Una delle fasi fondamentali della potatura invernale è quella del mantenimento di speroni corti (2-3 nodi) localizzati sulla parte dorsale del cordone o comunque rivolti verso l’alto. Tale esigenza, in una forma priva di fili di sostegno per i germogli, è specificamente concepita per rendere possibile anche la meccanizzazione integrale della potatura.



**Figura 1.3:** Rappresentazione schematica della forma di allevamento a Cordone libero durante il riposo vegetativo e durante l’attività vegetativa. Modificato da Calò et al., 2006

---

Alla fine degli anni '80, l'Università di Bologna (Intrieri, 1998) propose una versione modificata del Cordone libero, allo scopo di renderlo anche compatibile con il metodo di raccolta meccanica per scuotimento verticale (universalmente riconosciuto più "soffice" e quindi qualitativamente vantaggioso rispetto a quello orizzontale) e per avviare una esperienza di gestione meccanica integrale del sistema utilizzando un mezzo scavallatore polifunzionale. La modifica messa in atto per poter applicare la vendemmia a scuotimento verticale venne attuata inserendo alla sommità dei pali una guida di metallo o di materiale plastico, lungo circa 30-35 cm, a cui venne direttamente assicurato il filo di sostegno. Sollecitata verticalmente dal battitore della vendemmiatrice, la guida poteva sollevarsi (e con esso il filo portante) creando la vibrazione necessaria a garantire il distacco degli acini. Per adeguare anche le viti alla mobilità della struttura ed evitare danneggiamenti durante le fasi di vendemmia, anche i ceppi furono piegati ad arco in modo da assecondare la sollecitazione verticale indotta dalle teste di raccolta.

---

## 1.4.7 CARATTERIZZAZIONE PEDOLOGICA

La carta dei suoli del bacino scolante della laguna di Venezia non riporta il suolo tipico di Roncade, ma sono riportati i profili di due suoli che si trovano in zone limitrofe in particolare Quarto d'Altino che è riportato nella foto (*Foto 6*). Le caratteristiche principali di questi terreni sono la presenza di orizzonti di accumulo di sostanza organica in superficie e orizzonti idromorfi sottosuperficiali. Hanno una profondità utile alle radici mediamente elevata. Il drenaggio interno è lento, la permeabilità bassa e la falda è da moderatamente profonda a profonda.



*Foto 1.6: Profilo del suolo di Quarto d'Altino. (A.A.V.V., 2004)*

Al fine di conoscere la composizione fisico-chimica del suolo prima dell'impianto del vigneto sono stati prelevati campioni di terreno e analizzati secondo la metodologia ufficiale di analisi del suolo (G.U. 121, 1992). I campioni sono stati prelevati da 3 zone dell'appezzamento, pertanto ogni campione è riconducibile ad una varietà allo studio.

Per quanto riguarda i campioni n° 1 e 2, prelevati dalla zona di appezzamento riconducibile alla zona di impianto del Pinot grigio e del Merlot, è stato notato che il terreno ha presentato caratteristiche molto simili. Complessivamente è risultato un terreno argilloso sabbioso e presenta una reazione subalcalina. La dotazione in

---

calcare totale è risultata molto elevata mentre il contenuto di sostanza organica è stato sufficiente. La capacità di scambio cationico è apparsa elevata. Il contenuto di azoto è risultato buono, la dotazione di fosforo assimilabile elevata, quella in potassio scambiabile da buona a media. Il contenuto in microelementi è apparso molto elevato. Per quanto riguarda invece il terzo campione, eseguito nella zona d'impianto del Cabernet sauvignon, la prima differenza rispetto ai precedenti è un maggior contenuto in sabbia, inoltre, la dotazione in calcare è risultata inferiore mentre è risultato ricco di sostanza organica. Gli altri parametri sono risultati simili a quelli dei campioni precedenti.

Le caratteristiche fisico meccaniche del terreno sono riassunte in tabella (*Tabella 1*).

*Tabella 1: Caratteristiche fisico-meccaniche dei campioni di terreno prelevati nel vigneto sperimentale.*

Parametri	Campioni 1 – Pinot grigio		Campioni 2 - Merlot		Campioni 3 – Cabernet sauvignon	
	Valore	Giudizio	Valore	Giudizio	Valore	Giudizio
Sabbia (%)	38,00		40,00		46,00	
Limo (%)	34,00		28,00		24,00	
Argilla (%)	28,00		32,00		30,00	
Tessitura	Arg-Sabb		Arg-Sabb		Arg-Sabb	
pH	7,71	Subalcalino	7,69	Subalcalino	7,90	Subalcalino
Calcare totale (%CaCO <sub>3</sub> )	28,00	Fortemente calcareo	27,00	Fortemente calcareo	25,00	Sensibilmente calcareo
Calcare attivo (% CaCO <sub>3</sub> )	2,75	Normale	2,50	Normale	2,80	Normale
Sostanza organica (%)	2,41	Dubio	2,90	Dubio	3,10	Buono
Carbonio organico (%)	1,40	Sufficiente	1,68	Sufficiente	1,80	Sufficiente
Rapporto C/N	11,60	Elevato	12,00	Elevato	12,00	Elevato
Rapporto Mg/K	6,09	Elevato	6,08	Elevato	7,81	Elevato
Capacità di scambio cationico (meq/100g)	18,70	Media	30,20	Elevata	16,10	Media
Azoto totale (Kjeldahl) (%)	0,12	Buono	0,14	Buono	0,15	Buono
Fosforo assimilabile (mg/kg)	16,80	Elevato	19,20	Elevato	10,40	Medio
Potassio scambiabile (mg/kg)	143,00	Buono	102,00	Medio	155,00	Buono
Magnesio scambiabile (mg/kg)	271,00	Elevato	193,00	Buono	377,00	Molto elevato
Calcio scambiabile (mg/kg)	3165,00	Elevato	5646,00	Molto elevato	2444,00	Elevato
Ferro assimilabile (mg/kg)	33,60	Molto elevato	24,90	Molto elevato	38,40	Molto elevato
Boro scambiabile (mg/kg)	0,70	Buono	0,58	Medio	0,94	Elevato
Manganese assimilabile (mg/kg)	21,10	Molto elevato	32,60	Molto elevato	32,20	Molto elevato
Zinco assimilabile (mg/kg)	10,80	Molto elevato	15,60	Molto elevato	17,20	Molto elevato
Rame assimilabile (mg/kg)	8,24	Molto elevato	9,20	Molto elevato	6,33	Molto elevato

---

## 1.5 RILIEVI ESEGUITI

- **ATTIVITÀ VEGETATIVA**

I rilievi hanno riguardato: la valutazione delle epoche fenologiche, il monitoraggio dell'accrescimento dei germogli, è stata rilevata la fertilità reale, la superficie fogliare, lo stato idrico delle piante.

All'invaiaatura, nel 2006 e nel 2007, è stata indagata la ripartizione degli assimilati ed è stato applicato il metodo del "point quadrat" per la valutazione della struttura delle chiome (Wilson, 1963, Smart, 1985).

- **ALLA MATURAZIONE**

Dall'invaiaatura è stato seguito l'andamento della maturazione analizzando la concentrazione di solidi solubili, acidità titolabile e il contenuto di sostanza coloranti nelle bucce delle varietà a bacca rossa.

- **ALLA VENDEMMIA**

Per ogni tesi alla vendemmia sono stati valutati: il numero di grappoli, la produzione per ceppo, il peso medio del grappolo. Nel mosto sono stati valutati il contenuto in solidi solubili e l'acidità titolabile ed è stato determinato il contenuto di azoto prontamente assimilabile (APA).

Nel mese di novembre dopo aver effettuato l'intervento di potatura invernale, è stata pesata la massa dei sarmenti per ogni pianta di cui era nota la produzione per ricavare l'Indice di Ravaz (Ravaz, 1906).

- **MICROVINIFICAZIONI**

Alla vendemmia, per ogni tesi, sono stati raccolti, in cassette, 120 kg di uva e trasportati presso la cantina di Veneto Agricoltura a Conegliano per la trasformazione.

Le uve sono state vinificate secondo una procedura che viene usualmente impiegata presso la cantina.

- **ANALISI DEI VINI**

A circa 2 mesi dall'imbottigliamento i vini sono stati sottoposti ad analisi chimica.

---

Sono stati analizzati: pH, titolo alcolometrico volumico, acidità totale, acidità volatile, contenuto in acidi organici malico, tartarico e lattico attraverso analisi in HPLC, misure di assorbanza, intensità colorante, tonalità di colore.

Sui vini è stata eseguita l'analisi sensoriale.

## **1.6 ELABORAZIONI STATISTICHE**

I dati sono stati sottoposti ad analisi della varianza (A.N.O.V.A.), considerando la forma di allevamento come fattore fisso e l'anno come fattore variabile. Le differenze tra le medie sono state saggiate con il test di Newman-Keuls. Per le elaborazioni è stato utilizzato il pacchetto statistico CoHort Costat, versione 6.3. (CoHort Software, Monterey, CA, U.S.A.). I coefficienti di correlazione tra i parametri sono state calcolate con lo stesso software

## **1.7 RISULTATI**

La trattazione dei risultati è stata suddivisa in capitoli così organizzati:

1. andamento meteorologico delle annate
2. influenza della forma di allevamento e dell'ambiente sulla fenologia dei vitigni
3. effetto della forma di allevamento sulla fertilità delle gemme
4. influenza della forma di allevamento nel condizionare l'accrescimento vegetativo dei vitigni
5. effetto della forma di allevamento sullo stato idrico delle piante
6. effetto della forma di allevamento sull'accrescimento delle bacche e sulla maturazione dell'uva
7. effetto della forma di allevamento sull'accumulo delle sostanze coloranti nelle bacche
8. effetto della forma di allevamento sui parametri produttivi
9. effetto della forma di allevamento sulla qualità chimica e sensoriale dei vini

---

Ogni capitolo approfondisce una revisione della bibliografia sullo stato attuale delle conoscenze della tematica in argomento e presenta gli obiettivi e la metodologia adottata nonché i risultati ottenuti per ognuno degli argomenti trattati.

---

## 1.8 BIBLIOGRAFIA

AA.VV., 2000. Catalogo dei cloni del gruppo di premoltiplicazione delle Venezie

AA.VV., 2004. Carta dei Suoli del bacino scolante nella laguna di Venezia. ARPA Veneto.

BAEZA P., RUIZ C., CUEVAS E., SOTÉS V., LISSARRAGUE J.R., 2005. Ecophysiological and Agronomic Response of Tempranillo Grapevines to Four Training Systems. *Am. J. Enol. Vitic.*, 56: 29 - 138.

BAIGORRI H., ANTOLIN C., DE LUIS I., GENY L., BROQUEDIS M., AGUIRREZÁBAL F., SÁNCHEZ-DÍAZ M., 2001. Influence of Training System on the Reproductive Development and Hormonal Levels of *Vitis vinifera* L. cv. Tempranillo *Am. J. Enol. Vitic.* 52: 357 - 363.

BERTAMINI M., TARDAGUILA J., IACONO F., 1994. Valutazione dell'equilibrio vegeto-produttivo e microclimatico del vigneto per l'ottimizzazione delle tecniche colturali a verde: aspetti teorici e pratici. *Bollettino ISMAA* 2: 24 - 40.

BIOLETTI F.T., WINKLER A.J., 1934. Density and arrangement of vines. *Hilgardia* 8:179-95.

BONDZOUKOV D., PAVLOV N., STOEV K., 1972. Influence of high training of the Bolgar cultivar on the quantity and quality of production (Engl. trans., article in Bulgarian). *Grad. Lozar. Nauka* 9(4):103-9.

BUTTROSE M.S., 1970. Fruitfulness in grapevines: the response of different cultivars to light, temperature, and daylength. *Sonderdruck aus der Zeitschrift VII S B and 9*, Seite 121-5.

BUTTROSE M.S., 1966. The effect of reducing leaf area on the growth of roots, stems and berries of Gordo grapevines. *Vitis* 5:455-464.

BUTTROSE M.S., 1974. Climate factors and fruitfulness in grapevines. *Hortic. Abstr.* 44(6):319-26.

CALÒ A., INTRIERI C., GIORGESSI F., PONI S., 1999. Valutazione degli equilibri vegeto-produttivi di viti allevate in ambienti diversi: importanza di alcuni indici fisiologici. *Riv. Vitic. Enol.*, n° 1: 107-123.

CALÒ A., SCIENZA A., COSTACURTA A., 2001. *Vitigni d'Italia*. Calderini Edagricole.

CALO' A., 1992. Le forme di allevamento e la potatura della vite e la loro influenza su alcuni parametri qualitativi dell' uva. *L'Enotecnico*, n° 3: 71-75.

CARBONNEAU A., 1979. Research on criteria and outlines of training systems for the grapevine. Extension to woody perennial plants. *Ann. Amélior. Plantes* 29:173-85.

CARBONNEAU A., CASTERAN P., LECLAIR P., 1978. Essai de détermination en biologie de la plante entière, de relations essentielles entre le bioclimat naturel, la physiologie de la vigne et composition du raisin. *Méthodologie et premiers résultats sur les systèmes de conduite*. *Ann. Amélior. Plantes* 28:195-221.

CARBONNEAU A., CASTERAN P., LECLAIR P., 1978. Essai de détermination en biologie de la plante entière, de relations essentielles entre le

---

bioclimat naturel, la physiologie, de la vigne et la composition du raisin. Ann. Amélior. Plantes. 28: 195-221.

COOMBE B.G., 1962. The effect of removing leaves, flowers and shoot tips on fruit set of *Vitis vinifera* L. J. Hortic. Sci. 37:1-15.

CORINO L., DI STEFANO R., 1984. Evoluzione della sintesi glucidica e dei composti terpenici del Moscato bianco durante la maturazione in ambienti diversi ed in relazione al numero di gemme per ceppo e al tipo di potatura. Rilievi di carattere agronomico. Riv. Vitic. Enol. Conegliano 37:609-630.

COSTACURTA A., 1990. *Le forme di allevamento: criteri di scelta*. L'Italia agricola dalla vite al vino, n° 2: 83-92.

COUVILLON G.A., NAKAYAMA T.O.M., 1970. The effect of the Modified Munson training system on uneven ripening, soluble solids and yield of 'Concord' grapes. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 95:158-62.

COZZOLINO E., 2004. Viticoltura ed enologia biologica. Ed. Ed agricole.

DETHIER B.E., SHAULIS N., 1964. Minimizing the hazard of cold in New York vineyards. NY State Coll. Agric. Cornell Ext. Bull. No. 1127, 7 pp.

DOWNTON W.J.S., GRANT W.J.R., 1992. Photosynthetic physiology of spur pruned and minimal pruned grapevines. Austral. J. Plant Physiol. 19:309-316.

EYNARD I., DALMASSO G., 1990. Viticoltura Moderna nona edizione. Hoepli 1990.

FREGONI M., 2000. Progettare il vigneto per vini di qualità. Vignevini, n° 11: 75-80.

FREGONI M., 2005. Viticoltura di qualità. *Phytoline ed. (Affi, Verona)*.

HEDBERG P.R., RAISON J., 1982. The Effect of Vine Spacing and Trellising on Yield and Fruit Quality of Shiraz Grapevines Am. J. Enol. Vitic. 33: 20 - 30.

HOWELL G. S., MANSFIELD T.K., WOLPERT J.A., 1987. Influence of training system, pruning severity, and thinning on yield, vine size, and fruit quality of Vidal blanc grapevines. Am. J. Enol. Vitic. 38:105-12.

HOWELL G.S., STERGIOS B.S., STACKHOUSE S.S., 1978. Interrelation of productivity and cold hardiness of Concord grapevines. Am. J. Enol. Vitic. 29:187-191.

HOWELL S., MILLER D.P., EDSON C.E., STRIEGLER R.K., 1991. Influence of Training System and Pruning Severity on Yield, Vine Size, and Fruit Composition of Vignoles Grapevines Am. J. Enol. Vitic. 42: 191 - 198.

IACONO F., BERTAMINI M., COOMBE B.G., DE MICHELI L., MATTIVI F., VERSINI G., 1992. effetto dell'ombreggiamento della chioma sullo sviluppo delle bacche, la maturazione, la concentrazione di antociani ed il profilo aromatico delle uve Cabernet sauvignon. Atti del IV Simposio Internazionale di Fisiologia della Vite. Torino 11-15 maggio. Pp. 571-574.

INTRIERI C., PONI S., 1995. Integrated evolution of trellis training systems and machines to improve grape quality and vintage quality of mechanized italian vineyards. Am. J. Enol. Vitic. 46: 116-127.

ISTAT, 2000. 5° Censimento Generale dell'Agricoltura.

KRIEDEMANN P.E., 1968. Photosynthesis in vine leaves as a function of light intensity, temperature, and leaf age. Vitis 7:213-220.

MARENGHI M., 2001. Le "forme" della vite. Vignevini 7-8

---

MINISTERO PER LE POLITICHE AGRICOLE, 1997. Metodi ufficiali di analisi fisica del suolo. D.M. del 01/08/97, Gazzetta ufficiale n. 204 del 02.09.97.

MINISTERO PER LE POLITICHE AGRICOLE, 1999. Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo. D.M. del 13/09/99, Gazzetta ufficiale n. 248 del 21.10.99.

PARTRIDGE N.L., 1925. The fruiting habits and pruning of the Concord grape. Mich. State Coll. Agric. Exp. Stn. Technic. Bull. No. 69, 39 pp.

PONI S., INTRIERI C., 2000. Forme di allevamento e potatura. Contributo della scuola italiana al progresso delle scienze vitivinicole. Accademia Italiana della vite. Settembre tip. Svet Treviso.

PONI S., TABARELLI G., 1994. Valutazione dell'efficienza fisiologica nelle forme di allevamento della vite. L'informatore agrario, n° 47: 45-49.

REYNOLDS A.G. 1983. Influence of fruit microclimate on 'Seyval' fruit composition and wine quality in the context of various vine canopy management systems. Ph.D. thesis, Cornell University.

REYNOLDS A.G., 1988 a. Response of Riesling vines to training system and pruning strategy. *Vitis* 27:229-242.

REYNOLDS A.G., 1988 b. Response of Okanagan Riesling vines to training system and simulated mechanical pruning. *Am. J. Enol. Vitic.* 39:205-212.

REYNOLDS A.G., 1989. Impact of pruning strategy, cluster thinning, and shoot removal on growth, yield, and fruit composition of low-vigor De Chaunac vines. *Can. J. Plant Sci.* 69:269-275.

REYNOLDS A.G., POOL R.M., MATTICK L.R., 1985. Effect of Training System on Growth, Yield, Fruit Composition, and Wine Quality of Seyval Blanc *Am. J. Enol. Vitic.* 36: 156 - 164.

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.

SCIENZA A., CAMPOSTRINI F., 2003. Introduzione alle forme di allevamento della vite. In: *Forme di allevamento della vite e modalità di distribuzione dei fitofarmaci.* BALSARI P., SCIENZA A., pp53-83. Eds. Bayer CropScience, Milano.

SHAULIS N., KIMBALL K., 1955. Effect of plant spacing on growth and yield of Concord grapes. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 66:192-200.

SHAULIS N., KIMBALL K., TOMKINS J.P., 1953. The effect of trellis height and training systems on the growth and yield of Concord grapes under a controlled pruning severity. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 62:221-7.

SHAULIS N., SMART R., 1974. Grapevine canopies: management microclimate and yield responses. In: *Proceedings of the XIX th International Hort. Congress.* pp 255-265. Warsaw.

SHAULIS N.J., AMBERG H., CROWE D., 1966. Response of Concord grapes to light, exposure and Geneva Double Curtain training. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 89:268-80.

SHAULIS N.J., AMBERG H., CROWE D., 1966. Responses of Concord grapes to light, exposure and Geneva Double Curtain training. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 89:268-80.

---

SHAULIS N.J., MAY P., 1971. Response of Sultana vines to training on a divided canopy and to shoot crowding. *Am. J. Enol. Vitic.* 22:215-22.

SMART R.E., 1973. Sunlight interception by vineyards. *Am. J. Enol. Vitic.* 24:141-7.

SMART R.E., 1974. Photosynthesis by grapevine canopies. *J. Appl. Ecol.* 11:997-1006.

SMART R.E., 1984. Some aspects of climate canopy microclimate, vine physiology and wine quality. In: *Proceedings of the First Intl. Symp. Cool Climate Vitic. and Enol.* D. A. Heatherbell, P. B. Lombard, F. W. Bodyfelt, and S. F. Price (Eds.). pp 1-18. Oregon State Univ., Eugene, Oregon.

SMART R.E., 1985. Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality. A review. *Am. J. Enol. Vitic.* 36:230-239.

SMART R.E., 1987. Influences of light on composition and quality of grapes. *Acta Hortic.* 206:37- 47.

SMART R.E., 1988. Shoot spacing and canopy light microclimate. *Am. J. Enol. Vitic.* 39:325-333.

SMART R.E., DRY P.R., BRUER D.R.G., 1977. Field temperatures of grape berries and implication for fruit composition, pp 227- 31. *Int. Symp. Qual. Vintage*, Cape Town.

SMITHYMAN R.P., HOWELL G.S., MILLER D.P., 1997. Influence of Canopy Configuration on Vegetative Development, Yield, and Fruit Composition of Seyval blanc Grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* 48: 482 - 491.

SOMMER K.J., CLINGELEFFER P.R, SHULMAN Y., 1995. Comparative study of vine morphology, growth, and canopy development in cane-pruned and minimal-pruned Sultana. *Austral. J. Exp. Agric.* 35:265-273.

STOEV K., DOBREVA S., 1976. Influence du mode de conduite de la Vigne sur la photosynthese et la distribution des substances elaborées. *Connaiss. Vigne Vin* 10:125-39.

STOEV K., DOBREVA S., SLAVCEVA T., GADEVSKA A., 1973. Study of photosynthesis of high-trained grapevines (Engl. trans., article in Bulgarian). *Grad. Lozar. Nauka* 10(4):89-97.

TEOT G., BIASI W., GASPARINETTI P., PERATONER C., MASCHIO T., BONATO L., 1997. Forme di allevamento per ottenere produzione, qualità e contenimento dei costi. *L'informatore agrario*, 6: 65-73.

TURKINGTON C.R., PETERSON J.R., EVANS J.C., 1980. A spacing, trellising and pruning experiment with Muscat Gordo Blanco grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* 31:298-302.

Van ZYL J.L., Van HUYSSTEEN L., 1980. Comparative studies on wine grapes on different trellising systems. II. Microclimate studies, grape composition, and wine quality. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 1 : 15-25.

WEAVER R.J., 1958. Effect of leaf to shoot ratio on fruit quality and shoot development in Carignane and Zinfandel wine grapes. *Am. Soc. Enol. Vitic.* 14:1-12.

WINKLER A.J., 1930. The relation of number of leaves to size and quality of table grapes. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.* 27:158-160.

WINKLER A.J., 1969. Effect of vine spacing in an unirrigated vineyard on vine physiology, production and wine quality. *Am. J. Enol. Vitic.* 20:7-15.

---

## **CAPITOLO 2: Andamento meteorologico**

### **2.1 RIASSUNTO**

In ogni studio viticolo è necessaria una analisi degli eventi meteorologici dell'area in esame al fine di comprendere il comportamento della vite.

In questo lavoro i dati meteorologici del triennio di prove 2005-2007 sono stati confrontati con la media climatica degli anni dal 1992 al 2004 e per gli stessi anni è stata calcolata la sommatoria delle temperature effettive e l'indice di Huglin.

Le temperature medie mensili del 2005 e 2006 sono risultate molto vicine tra loro mentre nel 2007 sono state riportate temperature miti nei mesi invernali e primaverili con minime fino a giugno superiori rispetto agli altri due anni.

La piovosità è stata diversa nei tre anni risultando il 2005 più piovoso rispetto alla media del periodo di riferimento ed anche il più piovoso nei tre anni di prova. Il 2006 ed il 2007 sono stati caratterizzati da precipitazioni totali inferiori alla norma.

In generale i mesi di agosto e settembre, mesi importanti per la maturazione, in tutti e tre gli anni hanno presentato anomalie di piovosità rispetto alla media del dodecennio di riferimento.

Entrambi gli indici termici calcolati sono risultati sufficienti, se non eccedenti, al fabbisogno termico delle varietà studiate.

---

## 2.2 INTRODUZIONE

Molte ricerche hanno evidenziato l'importanza delle condizioni climatiche nel determinare i risultati produttivi in viticoltura (Eynard e Dalmaso, 1990; Barbeau *et al.*, 2004; van Leeuwen *et al.*, 2004; Zardini *et al.*, 2004; Lisa *et al.*, 2006).

Il clima delle regioni viticole è responsabile di gran parte delle differenze che si riscontrano in termini di prodotti viticoli, della tipicità e della qualità dei vini (Tonietto, 1999). Molti Autori si sono occupati di studiare i limiti termici della viticoltura (Branas *et al.*, 1946; Prescott, 1965; Boubals, 1989; Galet, 1993; Jolivet *et al.*, 1998), in quanto il limite della geografia viticola del Globo, è stabilito proprio da questo elemento del clima. Per quanto riguarda la latitudine, i vigneti commerciali più settentrionali dell'emisfero Nord si trovano a Sud dell'Inghilterra, attorno al 52° parallelo. Inoltre l'Europa Occidentale beneficia della Corrente del Golfo che permette alla coltura della vite di estendersi più a Nord rispetto ad altri continenti (Becker, 1977). Nell'emisfero Sud si ritrovano vigneti in Nuova Zelanda, ad una latitudine intorno al 39° Sud.

In viticoltura si usa distinguere il clima in "sottoclimi" ovvero si parla di macroclima, mesoclima e microclima. Ciò che Huglin e Schneider (1998) hanno definito **macroclima** è il clima medio di un territorio abbastanza vasto che esige, per essere caratterizzato, di contributi provenienti da un certo numero di stazioni meteorologiche. Il **mesoclima** o clima locale, corrisponde ad una situazione peculiare di macroclima caratterizzata per esempio da diversa esposizione, pendenza o altitudine. Il **microclima** corrisponde alle condizioni climatiche di una superficie relativamente ridotta. Carbonneau (1984) distingue due tipi di microclima, quello naturale, che corrisponde ad una estensione da 10 a 100 metri, e quello della pianta che corrisponde alla stessa estensione del precedente ma misura i parametri meteorologici a livello della coltura con apparecchi situati sopra e dentro le piante stesse.

L'ambiente può inoltre essere analizzato non solo con un approccio climatico, ma anche pedologico, viticolo (basato questo sullo studio

---

dell'interazione genotipo-ambiente) e attraverso un approccio integrato (Falcetti, 1994).

Numerosi Autori hanno proposto l'uso di indici climatici (Amerine e Winkler, 1944; Branas *l.c.*, 1946; Costantinescu, 1967; Pouget, 1968; Huglin, 1978; Hidalgo, 1980; Jackson e Cherry, 1988; Kenny e Shao, 1992) al fine di valutare il potenziale di un ambiente in vista di uno sviluppo della coltura della vite o per caratterizzare un ambiente in termini di potenziale qualitativo dell'uva. Questi studi sono stati alla base delle zonazioni viticole prima che facessero parte di un protocollo multifattoriale. Si ricorda ancora che la variabilità climatica dell'annata è responsabile di buona parte delle caratteristiche dei vini di una regione (Tonietto, *l.c.*; Grifoni *et al.*, 2006). Nonostante il miglioramento delle tecniche di coltivazione che permettono di ottenere comunque produzioni e livelli qualitativi accettabili ogni anno, le condizioni meteorologiche stagionali sono responsabili delle variazioni interannuali delle produzioni e della qualità dei vini che si ottengono nelle specifiche annate (Jones e Davis 2000 a,b, Giaccio e Del Signore 2004).

L'importanza dell'andamento meteorologico durante la stagione vegetativa per la vite è ormai nota; i fattori del clima influenzano gli elementi del ciclo vegeto-produttivo della vite, l'efficacia delle operazioni colturali, la comparsa di malattie per la pianta, le caratteristiche chimiche e sensoriali dei vini agendo sulla quantità e qualità finale delle produzioni (Moncur *et al.*, 1989, Huber and Gillespie 1992, Mullins *et al.*, 1992, Esteves e Manso Orgaz 2001; Grifoni *et al.*, 2007). Ecco allora che la conoscenza dei fenomeni climatologici e meteorologici della zona è fondamentale per capire da un lato, l'impronta fissa che le condizioni climatiche dell'area imprimono ai vini e dall'altro, le variazioni e sfumature annuali che l'inevitabile variabilità climatica stagionale conferisce alla complessità organolettica del vino.

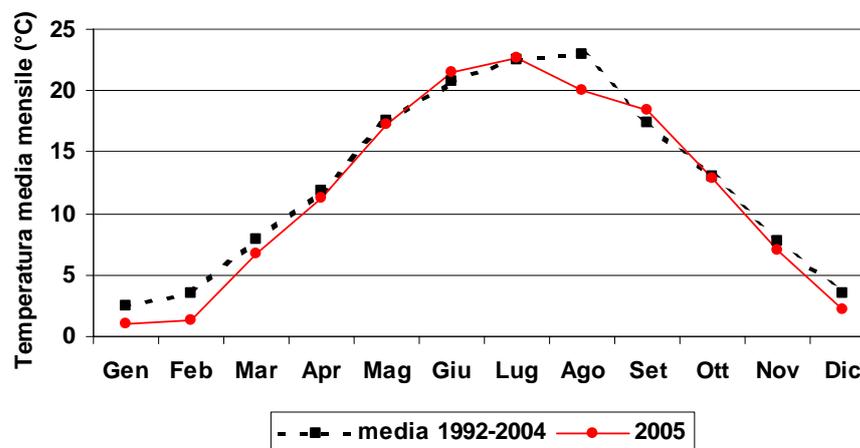
L'andamento climatico dei tre anni è stato rilevato presso la stazione meteorologica di Roncade (TV) gestita dall'ARPA Veneto e presente dal 1992. I dati climatologici del triennio sono stati confrontati con quelli medi dal periodo 1992-2004.

---

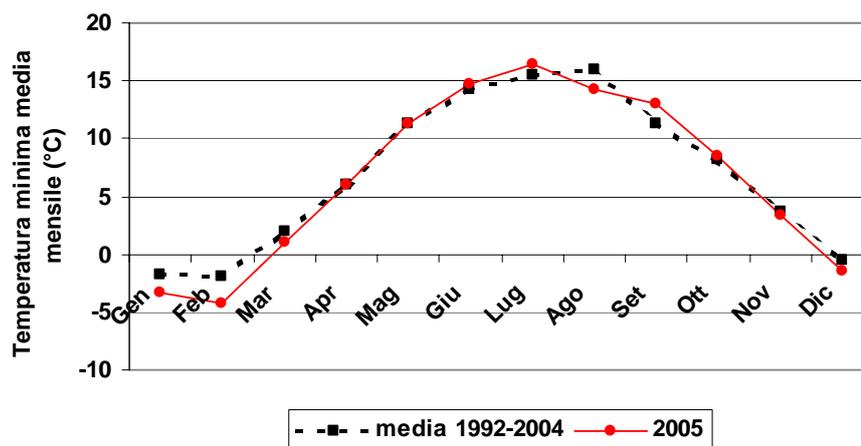
## 2.3 ANDAMENTO METEOROLOGICO DEI TRE ANNI

### 2.3.1 ANNO 2005

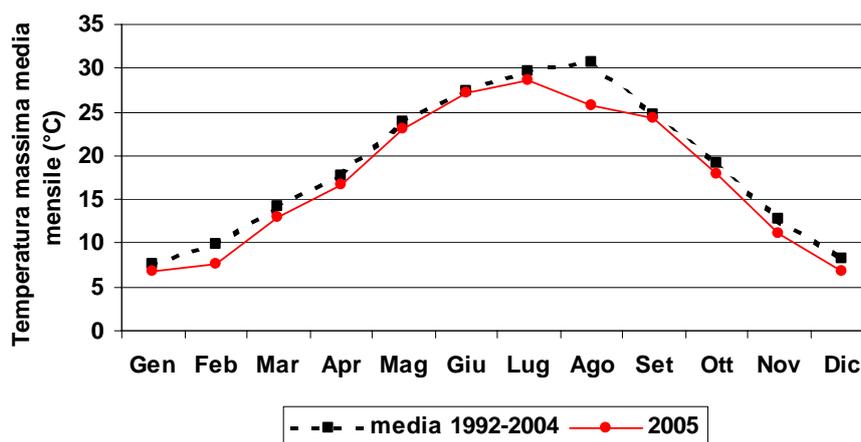
Nel sito delle prove i mesi di gennaio e febbraio sono risultati molto freddi con temperature medie mensili intorno ad 1°C e al di sotto della media dei 12 anni precedenti (*Tabella 2.2; Figura 2.1*). La temperatura minima media del mese di gennaio è stata di -3,28 °C contro i -1,77 della media degli anni precedenti e a febbraio è scesa a -4,25 contro i -1,94 degli anni dal 1992 al 2004 (*Tabella 2.2; Figura 2.2*). La temperatura massima media dei due mesi in questione si è scostata dalla norma di quasi 1°C a gennaio e 2,3 °C a febbraio (*Tabella 2.2; Figura 2.3*). Gli stessi due mesi sono stati caratterizzati da precipitazioni molto scarse e al di sotto della media degli anni precedenti (*Tabella 2.2; Figura 2.3*).



**Figura 2.1:** Andamento della temperatura media mensile dell'anno 2005 confrontato con la media di riferimento degli anni dal 1992 al 2004.



**Figura 2.2:** Andamento della temperatura minima media mensile dell'anno 2005 confrontato con la media di riferimento degli anni dal 1992 al 2004.



**Figura 2.3:** Andamento della temperatura massima media mensile dell'anno 2005 confrontato con la media di riferimento degli anni dal 1992 al 2004.

La primavera, da un punto di vista termico, è risultata inizialmente più fredda (marzo) rispetto alla consuetudine, ma in seguito (aprile e maggio) sostanzialmente in media con lievi scostamenti dalla norma solo per quanto riguarda la temperatura massima mensile. Le temperature medie di marzo sono andate via via alzandosi, ma all'inizio di aprile si è avuto un ritorno di freddo che ha portato le minime intorno a 0°C per 4 giorni consecutivi. In questi stessi giorni l'escursione termica giornaliera è stata molto elevata variando da 16,1 a 17,5 °C, e risultando la più elevata di tutto il periodo vegetativo (aprile-ottobre), con la sola

---

eccezione del 28 maggio, giorno in cui l'escursione è risultata di 19,1°C. Per quanto riguarda l'andamento pluviometrico la primavera si è invece presentata più arida del normale nel mese di marzo, dove sono caduti solo 12,4 mm, mentre aprile con 119 mm e maggio con 72,2 mm sono risultati mesi tipicamente primaverili con piogge abbondanti e frequenti, sostanzialmente in linea con gli anni precedenti ( *Tabella 2.2; Figura 2.10*).

L'estate è stata caratterizzata da un andamento termo-pluviometrico piuttosto anomalo. In particolare giugno ha presentato temperature in linea con la media, ma con precipitazioni inferiori e pari a 67 mm. Luglio ha avuto un andamento termico nella norma, ma nell'ultima decade del mese sono state registrate le temperature massime più calde dell'anno con una punta di 34 °C il 31° giorno. Le precipitazioni sono state invece molto al di sopra della norma con un totale di 132 mm di cui 82 mm caduti in soli 3 giorni tra l'8 ed il 12 del mese considerato. Agosto si è presentato del tutto anomalo, sia dal punto di vista termico con temperature nettamente più basse del normale, sia per quanto attiene gli apporti pluviometrici, con precipitazioni molto più abbondanti. La piovosità è stata doppia rispetto alla media del lungo periodo pur non essendo evidente alcun evento di rilievo, ad indicare che, in questo mese, quasi tutti i giorni sono stati interessati da precipitazioni.

L'autunno si è presentato con un settembre più caldo del normale mentre ottobre e novembre sono risultati in linea con gli anni precedenti. Anche questa stagione però è stata caratterizzata da una piovosità superiore al normale (associata ad un minor numero di eventi), superando la media degli anni precedenti (1992-2004) di 67,5 mm a settembre, di 50,92 mm a ottobre e di ben 71,2 mm a novembre. Interessante è risultato osservare che le precipitazioni a settembre sono state concentrate in soli 2 eventi, uno nella prima decade ed uno il 29° giorno. Ad ottobre, nella sola giornata del 03, sono caduti 83,2 mm.

L'anno si è chiuso (novembre e dicembre) con un generale calo delle temperature e con precipitazioni inferiori alla media dei 12 anni precedenti.

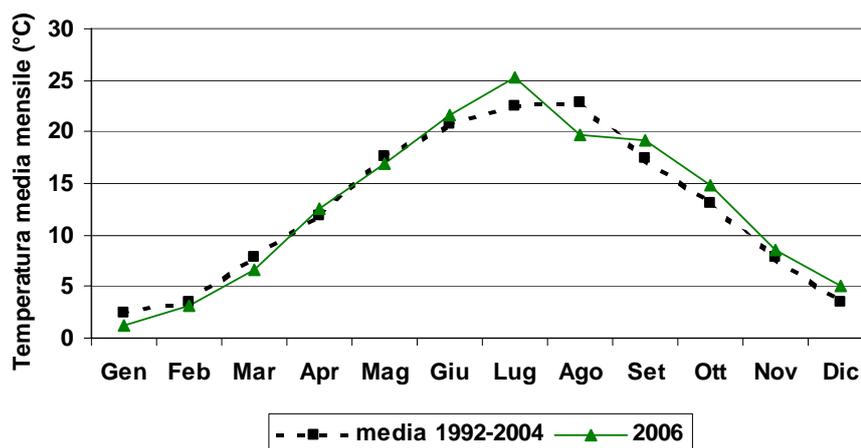
In generale il 2005 è risultato un anno in cui la piovosità è stata superiore del 20% rispetto alla media degli anni dal 1992 al 2004.

---

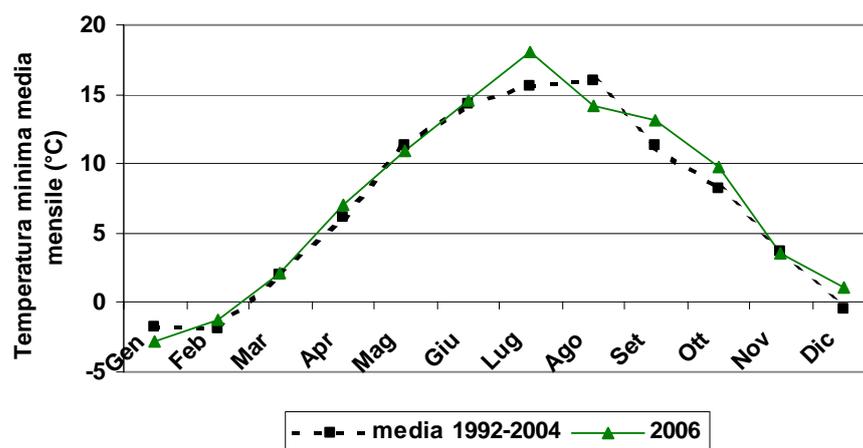
## 2.3.2 ANNO 2006

I mesi iniziali del 2006 confermano l'andamento degli ultimi mesi dell'anno precedente. L'inverno 2005-2006 è risultato freddo, accompagnato anche da alcune precipitazioni a carattere nevoso. Gennaio ha fatto registrare temperature molto basse, con minime che sono state per tutto il mese inferiori agli 0 °C e con punte anche molto estreme, il giorno 25 la temperatura minima è risultata di -11,3 °C (*Tabella 2.2; Figure 2.4, 2.5 e 2.6*).

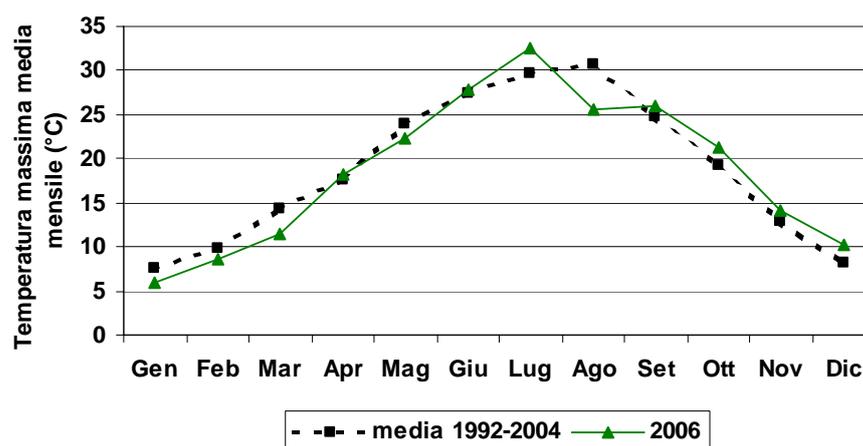
Le temperature di febbraio sono state anch'esse molto rigide ma sostanzialmente la media mensile non si è discostata da quella del periodo di riferimento. Dal punto di vista pluviometrico i primi due mesi dell'anno sono stati più secchi della norma (*Tabella 2.2; Figura 2.10*).



**Figura 2.4:** Andamento della temperatura media mensile dell'anno 2006 confrontato con la media di riferimento degli anni dal 1992 al 2004.



**Figura 2.5:** Andamento della temperatura minima media mensile dell'anno 2006 confrontato con la media di riferimento degli anni dal 1992 al 2004.



**Figura 2.6:** Andamento della temperatura massima media mensile dell'anno 2006 confrontato con la media di riferimento degli anni dal 1992 al 2004.

Il periodo primaverile (marzo-aprile-maggio) è risultato nella norma. Un'analisi nel dettaglio ha mostrato un mese di marzo fresco e con caratteristiche di piovosità in linea con gli ultimi anni e un aprile in media, se non più mite della norma e con diversi episodi di precipitazioni. Il mese di maggio si è presentato in prevalenza più freddo del normale e con una piovosità in linea con la media del dodecennio precedente. Non sono stati osservati fenomeni di ritorni di freddo, l'ultimo giorno in cui la temperatura minima è stata inferiore a 0 °C è stato il 20 marzo (Tabella 2.2).

---

L'estate del 2006 è stata caratterizzata da un inizio ritardato al quale è seguito un intenso periodo di caldo e scarse precipitazioni nei mesi di giugno e luglio. In particolare, dal mese di giugno, è stato osservato un graduale aumento delle temperature con massime che hanno raggiunto i 29-30°C o più fin dalla metà del mese in questione. A luglio è stato osservato lo stesso andamento con massime sempre al di sopra di 29°C, con un solo giorno di eccezione. La temperatura massima del mese ha raggiunto anche i 36,5°C. Il mese di agosto è risultato invece particolarmente fresco e piovoso con temperature massime che non hanno mai superato i 30°C e le minime che sono scese al di sotto dei 10°C. Per quanto riguarda le precipitazioni, a giugno sono caduti soli 10 mm, a luglio sono state ancora inferiori alla norma mentre ad agosto sono risultate del 42% superiori a quelle del periodo di riferimento con un totale mensile pari a 119 mm (*Tabella 2; Figura 10*).

L'autunno è iniziato con un settembre molto più caldo ma anche molto più piovoso della media. La temperatura media mensile è stata superiore di 1,7°C rispetto alla media del dodecennio. Le precipitazioni hanno superato la media di 87 mm e sono state concentrate in particolare nei giorni del 15-16 e 17 in cui sono caduti 180 mm dei 188,4 totali del mese. Ottobre e novembre invece sono rimasti all'incirca nella media per quanto riguarda le temperature, mentre le precipitazioni sono state estremamente scarse e comunque molto al di sotto del consueto.

Nel dicembre 2006 sono stati raggiunti valori di temperatura media mensile tra i più alti dell'ultimo cinquantennio, con punte di anche 13 °C. Le precipitazioni sono state nella norma.

### **2.3.3 ANNO 2007**

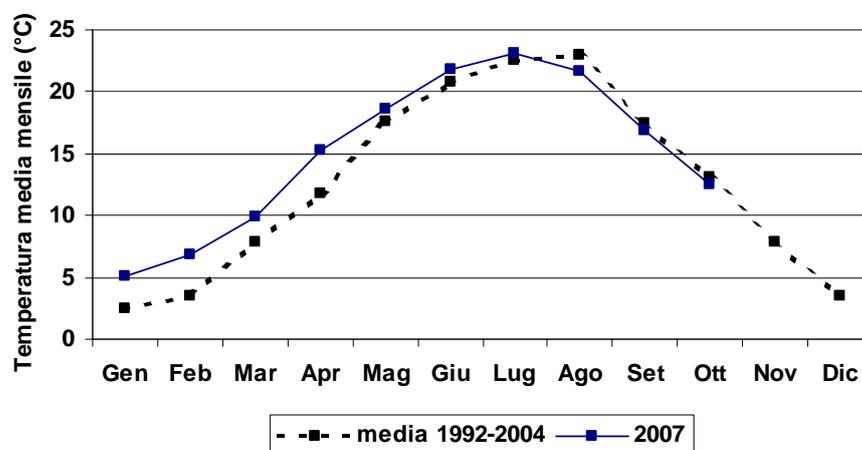
I mesi iniziali dell'anno 2007 hanno confermato l'andamento dell'ultimo mese dell'anno precedente. L'inverno 2006-2007 è risultato molto caldo con temperature medie al di sopra della norma di 2,65 °C a gennaio e 3,32 °C a febbraio. Le minime dei due mesi invernali sono risultate di 1-2 °C sopra lo zero e le massime vicine ai 10°C. Le precipitazioni sono risultate più scarse a gennaio e

---

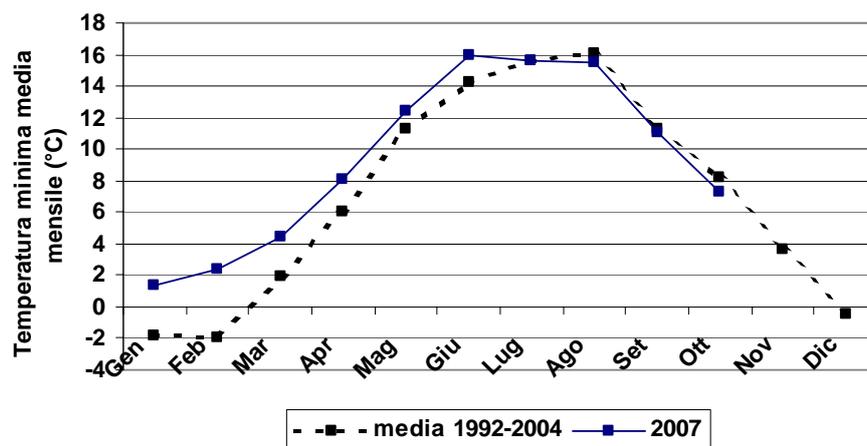
più abbondanti a febbraio rispetto al dodecennio di riferimento (*Tabella 2.2; Figure 2.7, 2.8, 2.9 e 2.10*).

Il periodo primaverile è stato anch'esso contraddistinto per temperature al di sopra della media. A marzo la temperatura minima è scesa sotto lo zero per soli 3 giorni (ultimi 3 giorni dell'anno con temperature inferiori a 0 °C). Nel mese di aprile la temperatura media mensile è risultata di ben 3,5 °C superiore alla media del periodo dal 1992-2004. La temperatura media di maggio si è mantenuta sopra la norma e le massime hanno superato i 30 °C. Le precipitazioni invece sono state superiori alla norma a marzo, ad aprile sono caduti solo 4,8 mm mentre maggio è risultato estremamente piovoso con 147 mm.

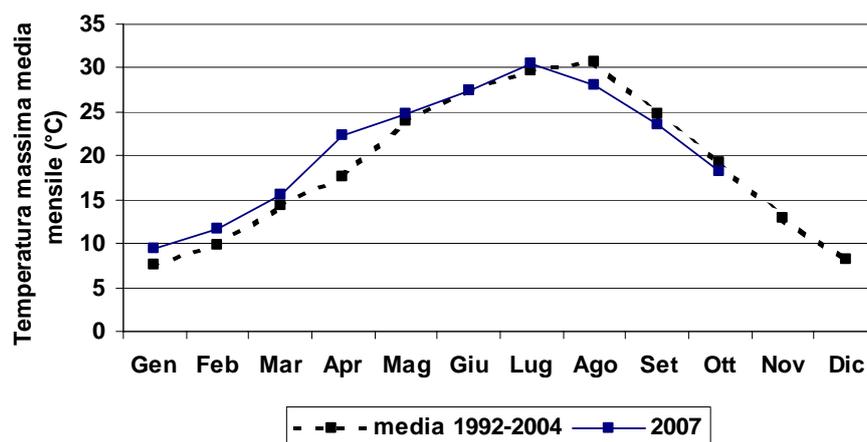
Anche l'estate è stata caratterizzata da un andamento termo-pluviometrico non in linea con la media storica. Le temperature medie sono risultate al di sopra della media stagionale degli anni precedenti a giugno e luglio ma leggermente inferiori ad agosto. Le precipitazioni sono state in linea con la media del dodecennio di riferimento a giugno, inferiori a luglio e molto più abbondanti del consueto ad agosto, mese nel quale sono caduti 114,4 mm.



**Figura 2.7:** Andamento della temperatura media mensile dell'anno 2007 confrontato con la media di riferimento degli anni dal 1992 al 2004.



**Figura 2.8:** Andamento della temperatura minima media mensile dell'anno 2007 confrontato con la media di riferimento degli anni dal 1992 al 2004.



**Figura 2.9:** Andamento della temperatura massima media mensile dell'anno 2007 confrontato con la media di riferimento degli anni dal 1992 al 2004.

L'autunno è ritornato nella norma con temperature simili se non leggermente inferiori alla media del dodecennio precedente e con piovosità superiore, oltre il doppio del consueto, nel mese di settembre, dove sono caduti 205 mm. Nello stesso mese è stato registrato un evento piovoso estremo e anomalo infatti il 26° giorno è stata rilevata una precipitazione totale pari a 128 mm.

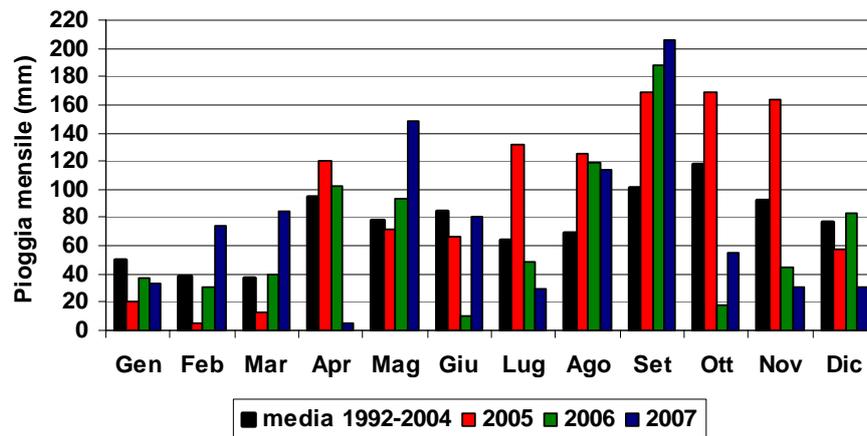
La piovosità di ottobre è stata estremamente scarsa, lo stesso dicasi per i mesi di novembre e dicembre.

---

Gli ultimi due mesi dell'anno sono stati inoltre caratterizzati da temperature leggermente superiori a quelle del periodo di riferimento sia per le medie che per le massime e le minime.

### **2.3.4 ANDAMENTO METEOROLOGICO DEL TRIENNIO**

Confrontando i tre anni tra loro è possibile concludere che, il 2005 ha presentato l'aprile più freddo mentre i mesi successivi sono stati simili a quelli degli altri due anni di prova. Per quanto attiene la piovosità, il 2005 è stato l'anno più piovoso dei tre ed anche rispetto alla media dei 12 anni precedenti. In questo anno le precipitazioni sono state molto al di sopra della media nei mesi da luglio a novembre. Il 2006 invece è stato caratterizzato da un andamento termico in linea con quello del dodecennio di riferimento, il mese di luglio è stato il più caldo dei tre anni di prova, agosto è stato nella norma mentre l'autunno è stato più caldo del normale. Le precipitazioni totali sono state le più basse dei tre anni e soprattutto giugno è stato un mese molto siccitoso. Il 2007 è stato caratterizzato da temperature miti nei mesi invernali e primaverili, in particolare marzo e aprile sono stati molto caldi. La temperatura massima media a marzo ed aprile del 2007 è stata più vicina a quella che solitamente, e nella media dal 1992 al 2004, si registra nei due mesi successivi. Anche questo ultimo anno, come il precedente, è stato caratterizzato da precipitazioni totali inferiori alla norma ma a maggio e giugno le precipitazioni sono state abbondanti mentre luglio è stato un mese piuttosto siccitoso. Agosto e settembre hanno presentato precipitazioni maggiori rispetto alla media dal 1992 al 2004. In generale si può notare che soprattutto agosto e settembre, mesi interessati dalle vendemmie, in tutti e tre gli anni di prova, sono state osservate anomalie di piovosità rispetto alla media del dodecennio di riferimento.



**Figura 2.10:** Andamento delle precipitazioni mensili degli anni di prova 2005, 2006, 2007 in confronto alla media di riferimento degli anni dal 1992 al 2004.

Le condizioni climatiche influiscono in modo determinante sullo sviluppo delle coltivazioni. Il calore, in particolar modo, ha un effetto decisivo sulla distribuzione territoriale delle varie colture e, all'interno della stessa specie, anche delle singole cultivar. La sommatoria delle temperature attive (somma delle temperature superiori a 10 °C, è da sempre considerata un buon indicatore delle potenzialità viticole di una certa area. Tale sommatoria calcolata per il 2005 (da aprile ad ottobre), è risultata pari a 1663,3 DD e quindi inferiore alla media degli anni 1992-2004 che è risultata di 1741 DD (*Tabella 2.1*). Nel 2006 e 2007 la sommatoria delle temperature è risultata superiore a suddetta media con un valore di 1838,1 DD e 1807,3 DD rispettivamente nei due anni. Le somme termiche dei tre anni di prova sono risultate diverse tra loro tuttavia, da considerarsi sufficienti, se non eccedenti, al fabbisogno termico della varietà Pinot grigio che, secondo quanto riportato da Mancini *et al.*, (2007) è pari a 1200-1500. Secondo il Fregoni (*l.c.*), per i vini da tavola leggeri tale sommatoria deve essere compresa tra 1370-1650. Considerando vino da tavola superiore l'obiettivo enologico per i vitigni in prova Merlot e Cabernet sauvignon, gli indici riportati in bibliografia sono compresi tra 1800 e 2000 e, anche in questo caso, le somme termiche dell'ambiente di prova risulterebbero adeguate ovvero appena sufficienti per garantire l'ottenimento degli obiettivi enologici.

L'indice di Huglin medio degli anni dal 1992 al 2004 per i mesi da aprile ad ottobre, è risultato di 2338,9 mentre quelli calcolati negli anni di prova sono risultati pari a 2169 nel 2005, 2347 nel 2006 e 2439 nel 2007 (*Tabella 2.1*), superiori sempre ai valori medi consigliati dal Fregoni (*l.c.*) che sono pari 1700 – 1800 per i vini leggeri e pari a 2100-2200 per i vini da tavola superiori.

**Tabella 2.1:** *Sommatoria delle temperature effettive (superiori a 10°C) e indice di Huglin calcolati per i tre anni di prova e medi del dodecennio dal 1992 al 2004.*

<b>Anno</b>	<b><math>\Sigma</math> temperature effettive (DD)</b>	<b>Indice di Huglin</b>
<b>2005</b>	1663	2169
<b>2006</b>	1838	2347
<b>2007</b>	1807	2439
<b>Media 1992-2004</b>	1741	2339

**Tabella 1.2: Riepilogo meteorologico delle annate 2005, 2006, 2007 e del periodo di riferimento 1992-2004.**

Mese	Temperatura (°C)												Escursione termica media giornaliera (°C)				Pioggia			
	Temperatura massima media mensile (°C)				Temperatura minima media mensile (°C)				Temperatura media mensile (°C)				Escursione termica media giornaliera (°C)				Pioggia			
	2005	2006	2007	Media 1992-2004	2005	2006	2007	Media 1992-2004	2005	2006	2007	Media 1992-2004	2005	2006	2007	Media 1992-2004	2005	2006	2007	Media 1992-2004
Gennaio	6,83	5,94	9,33	7,66	-3,28	-2,83	1,37	-1,78	0,95	1,14	5,11	2,46	10,11	8,77	7,96	9,44	20,2	37	33,4	50,5
Febbraio	7,58	8,55	11,75	9,91	-4,25	-1,27	2,36	-1,94	1,30	3,14	6,77	3,45	11,84	9,82	9,38	11,86	5,2	31,2	73,8	38,2
Marzo	13,07	11,37	15,53	14,27	1,06	2,13	4,41	1,97	6,70	6,64	9,83	7,83	12,01	9,25	11,11	12,30	12,4	39,4	83,8	37,3
Aprile	16,61	18,14	22,39	17,68	5,99	7,00	8,11	6,08	11,24	12,48	15,25	11,79	10,61	11,13	14,28	11,60	119,6	102,6	4,8	94,3
Maggio	23,03	22,22	24,70	23,86	11,25	10,90	12,45	11,26	17,32	16,85	18,59	17,59	11,78	11,32	12,24	12,61	72,2	94	147,8	78,2
Giugno	27,20	27,90	27,33	27,33	14,70	14,55	15,89	14,29	21,42	21,57	21,81	20,83	12,49	13,35	11,44	13,04	67	9,8	80,2	84,6
Luglio	28,59	32,55	30,42	29,64	16,49	18,08	15,66	15,55	22,67	25,38	23,18	22,53	12,11	14,47	14,76	14,10	132,2	48,6	28,8	64,2
Agosto	25,76	25,66	28,05	30,62	14,25	14,16	15,54	16,01	20,03	19,74	21,69	22,91	11,51	11,50	12,51	14,61	125,8	119	114,4	68,9
Settembre	24,26	26,08	23,45	24,78	13,01	13,13	11,00	11,28	18,35	19,16	16,79	17,45	11,25	12,95	12,45	13,50	168,6	188,4	205,6	101,1
Ottobre	17,87	21,22	18,23	19,16	8,53	9,73	7,27	8,18	12,86	14,90	12,47	13,04	9,33	11,49	10,96	10,98	168,6	18,2	55,2	117,7
Novembre	11,14	14,12	12,24	12,87	3,44	3,61	1,98	3,67	7	8,51	6,9	7,80	7,69	10,51	10,26	9,20	163,4	44,6	30,6	92,2
Dicembre	6,84	10,31	8,17	8,20	-1,52	1,09	-1,42	-0,46	2,21	5,13	2,75	3,44	8,36	9,22	9,58	8,65	58	83,6	31	77,4
Tot.																	1113,2	816,4	889,4	904,6

---

## 2.4 BIBLIOGRAFIA

AMERINE, M.A., WINKLER, A.J. 1944. Composition and quality of musts and wines of California grapes. *Hilgardia*, v.15, 493-673.

BARBEAU G., BOURNAND S., CHAMPENOIS R., BOUVET M.H., BLIN A., COSNEAU M., 2004. Comportement des quatre cépages rouge du Val de Loire en fonction des variables climatiques. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 38, 1 : 35-40.

BECKER, N.J. 1977. Influence des facteurs géographiques et topographiques sur la qualité de la vendange. In : SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR LA QUALITÉ DE LA VENDANGE , Le Cap, 14-21 Fév., 1977, Actes... Stellenbosch, Oenological Viticultural Research Institute. p.169-180.

BOUBALS, D. 1989. La viticulture en climats chauds. *Progr. Agric. Vitic.*, v.106, n.13-14,313-326.

BRANAS, J., BERNON, G., LEVADOUX, L. 1946. *Éléments de viticulture générale*. Montpellier, École Nationale d'Agriculture de Montpellier. 400p.

CONSTANTINESCU, G. 1967. Méthodes et principes de détermination des aptitudes viticoles d'une région et du choix des cépages. *Bulletin de l'O.I.V.*, 441, 1179-1205.

ESTEVEZ M.A., MANSO-ORGAZ M.D., 2001. The influence of climatic variability on the quality of wine. *Int. J. Biometeorol.* 45:13- 21.

EYNARD I., DALMASSO G., 1990. *Viticultura Moderna* nona edizione. Hoepli 1990.

FALCETTI, M. 1994. Le terroir : qu'est-ce qu'un terroir? pourquoi l'étudier? Pourquoi l'enseigner? *Bulletin de l'O.I.V.*, 757-758, 246-275.

FREGONI M., 2005. *Viticultura di qualità*. Ed. *Phitoline*.

GALET, P. 1993. *Précis de viticulture*. Montpellier, Déhan. 582p.

GIACCIO M., DEL SIGNORE A., 2004. Multivariate classification of Montepulciano d'Abruzzo wine samples according to vintage year. *J. Sci. Food Agric.* 84:164-172.

GRIFONI D., MANCINI M., MARACCHI G., ORLANDINI S., ZIPOLI G., 2006. Analysis of Italian Wine Quality Using Freely Available Meteorological Information. *Am. J. Enol. Vitic.*, 57: 339 - 346.

GRIFONI D., ZIPOLI G., MARACCHI G., ORLANDINI S., MANCINI M., 2007. Effetto dei cambiamenti climatici in atto sulla qualità dei vini. In: *Clima e cambiamenti climatic: le attività del CNR*. Pp769772.

HIDALGO, L. 1980. Caracterización macrofísica del ecosistema medio-planta en los vinedos españoles. Madrid, Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. 255p. (Comunicaciones I.N.I.A. Serie Producción Vegetal, 29).

HUBER L., GILLESPIE T.J., 1992. Modeling leaf wetness in relation to plant disease epidemiology. *Ann. Rev. Phytopathol.* 30:553-577.

HUGLIN, P. 1978. Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. In : SYMPOSIUM INTERNATIONAL

---

SUR L'ÉCOLOGIE DE LA VIGNE, 1, 1978. Constança, Ministère de l'Agriculture et de l'Industrie Alimentaire. p.89-98.

HUGLIN, P., SCHNEIDER, C. 1998. Biologie et écologie de la vigne. Paris, Lavoisier. 370p. CARBONNEAU, A. 1984. Place du microclimat de la partie aérienne parmi les facteurs déterminant les productions viticoles. Bulletin de l'O.I.V., 473-477.

JACKSON, D.I., CHERRY, N.J. 1988. Prediction of a district's grape-ripening capacity using a latitude-temperature index (LTI). Amer. J. Enol. Vitic., v.39, n.1, 19-28.

JOLIVET, Y., DUBOIS, J.-M., GRANBERG, H. 1998. Évaluation du régime thermal du cépage *Vitis vinifera* L. var. Melon durant la saison froide au Québec. J. Int. Sci. Vigne Vin, v.32, n.2, 51-58.

JONES G.V., DAVIS R.E., 2000a. Climate influences on grapevine phenology, grape composition, and wine production and quality for Bordeaux, France. Am. J. Enol. Vitic. 51:249-261.

JONES G.V., DAVIS R.E., 2000b. Using a synoptic climatological approach to understand climate-viticulture relationships. Int.J. Climatol. 20:813-837.

KENNY, G.L., SHAO, J. 1992. An assessment of a latitude-temperature index for predicting climate suitability for grapes in Europe. J. Hortic. Sci., v.67, n.2, 19-28.

LISA L., LISA A., SPANNA F., 2005. Indici meteorologici in viticoltura: il caso del Monferrato settentrionale. VQ, 5: 58- 66.

MONCUR M.W., RATTIGAN K., MACKENZIE D.H., McINTYRE G.N., 1989. Base temperature for budbreak and leaf appearance of grapevines. Am. J. Enol. Vitic. 40:21-26.

MULLINS M.G., BOUQUET A., WILLIAMS L.E., 1992. Biology of Horticultural Crops: Biology of the Grapevine. 239 pp. Cambridge University Press, Cambridge.

POUGET, R. 1968. Nouvelle conception du seuil de croissance chez la vigne. Vitis, 7, 201-205.

PRESCOTT, J.A. 1965. The climatology of the vine (*Vitis vinifera* L.): the cool limits of cultivation. Transac. Royal Soc. South Australia, v.89, 5-23.

TONIETTO J., 1999. Les Macroclimats viticoles mondiaux et l'influence du mesoclimat sur la typicité de la Syrah et du Muscat de Hambourg dans le Sud de la France – Méthodologie de Caractérisation-. These présentée à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier pour obtenir le Diplôme de Doctorat.

VAN LEEUWEN C., FRIANT P., CHONE X., TREGOAT O., KOUNDOURAS S., DUBOURDIEU D., 2004. Influence of climate, soil and cultivar on terroir. Am. J. Enol. Vitic. 55, 3:207-217.

ZARDINI F., DE BIASI C., FALCETTI M., CAMPOSTRINI E., 2004. Scelta dell'epoca vendemmiale. Interpretazione e validazione di un nuovo modello previsionale. L'Inf. Agr. 60, 30: 39-48.

---

## CAPITOLO 3: Risposta fenologica

### 3.1 RIASSUNTO

La conoscenza degli stadi fenologici della vite è di fondamentale importanza in quanto esprime la prima e più immediata estrinsecazione dei processi fisiologici della pianta sotto l'influenza dei fattori esterni costituiti dalle condizioni climatiche, dal terreno e dalla tecnica colturale.

In questo studio si è voluto verificare se la forma di allevamento e la tecnica di potatura rivestano un ruolo nel determinismo fenologico dei tre vitigni oggetto della ricerca ed inoltre indagare l'effetto che i fattori climatici hanno sulla fenologia nel sito delle prove.

Sono state monitorate, a cadenza settimanale, le principali fasi fenologiche della vite utilizzando la scala BBCH (1994), fino alla fase di maturazione/raccolta.

È stata confermata l'importanza delle condizioni ambientali nel determinare anticipi o ritardi fenologici viste le differenze riscontrate tra gli anni.

La potatura lunga (Guyot) ha favorito una maggior precocità di germogliamento nei vitigni Pinot grigio e Merlot ma non nel Cabernet sauvignon. L'invasatura è stata sempre contemporanea in tutte le tesi.

L'effetto genotipo è stato quindi determinante, il Pinot grigio ed il Merlot sono risultati molto condizionati dalle condizioni dell'anno mentre il Cabernet sauvignon ha mostrato una maggiore stabilità.

È stata indicata come somma termica media necessaria per la maturazione del Pinot grigio nel sito della prova il valore intorno ai 1400 DD, 1500 DD per il vitigno Merlot e tra i 1600- 1700 DD per il Cabernet sauvignon.

---

## 3.2 INTRODUZIONE

Per nessun'altra pianta il clima ha un ruolo così importante come ha per la vite (Jackson, 2001).

La vite nel mondo si coltiva nei regimi climatici più disparati che non sempre presentano le situazioni ideali per produrre uva di elevata qualità (de Blij, 1983).

La situazione vitivinicola mondiale odierna impone una conoscenza approfondita delle caratteristiche peculiari della zona di coltivazione per fornire al consumatore prodotti ad elevata impronta qualitativa. Determinante diviene pertanto la conoscenza dell'influenza dell'ambiente sull'estrinsecazione del patrimonio genetico delle varietà (Scienza *et al.*, 1990).

La crescita e lo sviluppo della vite, poiché sono sottoposte all'effetto diretto del clima, possono essere descritti attraverso gli stadi fenologici. La conoscenza degli stadi di crescita di una pianta è un vantaggio sul piano sia culturale che di pratiche per il controllo delle malattie poiché consente di applicare gli opportuni interventi nel momento più vantaggioso dello stadio fenologico (Williams *et al.*, 1985 a ; Jones e Davis, 2000).

L'influenza dell'ambiente nel determinare le caratteristiche delle produzioni vitivinicole è ormai universalmente accettata (Egger *et al.*, 1993). Molti ricercatori hanno indagato i rapporti intercorrenti tra fasi fenologiche e condizioni climatiche. Acquisire informazioni sulla reattività ambientale della vite è particolarmente importante poiché questa specie è fortemente condizionata dagli stimoli esterni in base ai quali può modificare l'espressione vegetativa, produttiva e qualitativa codificata nel genotipo di ciascuna cultivar (Turri, 1988; Intrieri, 1989). In questo contesto si inseriscono numerose ricerche condotte sull'interazione genotipo-ambiente riguardo la fenologia e la produttività (Calò, 1972 a; b; c; Calò e Costacurta, 1974; Marangoni *et al.*, 1993). Barbagallo *et al.*, (1993) hanno evidenziato una influenza della temperatura sulla fenologia della vite. La conoscenza degli stadi fenologici diventa quindi fondamentale poiché esprime l'estrinsecazione dei processi endogeni della pianta sotto l'influenza dei

---

fattori esterni costituiti dalle condizioni climatiche, dal terreno e dalla tecnica colturale (Marangoni *et al.*, *l.c.*).

L'epoca di comparsa e la durata delle fasi fenologiche possono variare, nell'ambito di un comprensorio viticolo, in funzione di numerosi fattori (condizioni climatiche, vitigno, clone, tipo di terreno, concimazione, forma di allevamento, sesto di impianto) (Jones e Davis, *l.c.*). Solitamente, in un determinato vigneto, in cui la gestione agronomica si mantiene costante nel corso degli anni, uno dei fattori che maggiormente influenza la variabilità della fenologia nelle diverse annate è l'andamento meteorologico stagionale. Il parametro climatico che riveste maggiore importanza è la temperatura. Indici derivati dalla sola temperatura dell'aria o dalla sua associazione con altre variabili climatiche (Amerine e Winkler, 1944; Branas *et al.*, 1946; Costantinescu, 1967; Pouget, 1968; Winkler *et al.*, 1974; Branas, 1974; Huglin, 1978; Hidalgo, 1980) sono stati utilizzati per spiegare le risposte della vite nei diversi ambienti di coltivazione.

Il risveglio vegetativo è influenzato sia da fattori interni che da fattori esterni che fungono da "starter"; tra i primi gli ormoni giocano un ruolo fondamentale e, in particolar modo le citochinine, che una volta sintetizzate a livello radicale, vengono trasportate alla parte epigea, andando così a stimolare le gemme ormai uscite dall'influsso degli ormoni inibitori (acido abscissico) in fase di post dormienza. L'elemento determinante per innescare i fenomeni del germogliamento è dato dalla temperatura dell'aria che si registra nel periodo precedente l'evento; in particolare, oltre ad un forte stimolo esercitato dalle basse temperature invernali, che favoriscono l'uscita dalla dormienza, sono le temperature più elevate di inizio primavera, nei nostri ambienti corrispondenti al mese di marzo, quelle responsabili della schiusura delle gemme e degli anticipi o ritardi inter-annuali che si verificano (Lombard e Richardson, 1979; Calò *et al.*, 1993). Il momento del germogliamento risulta inoltre diverso in risposta al patrimonio genetico proprio di ogni cultivar (Calò *et al.*, 1975; Calò *et al.*, 1984; Costacurta *et al.*, 1993). Sulla data del germogliamento, che come detto è variabile di anno in anno, influiscono anche il tipo di potatura ed il vigore dei ceppi (Fregoni, 2005). A viti vigorose corrispondono schiusure anticipate per la pronta mobilitazione di una maggior quantità di sostanze di riserva. Infine è stato

---

osservato che un capo a frutto lungo, tipico per esempio del Guyot, determina una risposta primaverile più pronta probabilmente legata ad una mobilitazione e traslocazione delle sostanze di riserva più immediata (Fregoni, *l.c.*).

La fase fenologica della fioritura avviene, a seconda della latitudine e dell'altitudine, tra la fine di maggio e la metà di giugno. La data di fioritura è emersa quale momento centrale, caratterizzante e fondamentale, di tutto il ciclo vegetativo e produttivo. L'antesi risente delle condizioni termiche (temperature massime) e delle disponibilità idriche del periodo compreso fra il germogliamento e la fioritura stessa: è correlata in senso positivo alla temperatura massima del mese di maggio e del mese di aprile, nel senso che al loro aumentare la fioritura viene anticipata. L'epoca di fioritura è invece negativamente correlata alle piogge di maggio e giugno: all'aumentare delle precipitazioni la fioritura viene ritardata anche a causa dei cali termici legati al tempo perturbato (Calò *et al.*, *l.c.*; Costacurta *et al.*, *l.c.*). Non vi è quindi nessun legame tra la data di germogliamento e di fioritura, in quanto quest'ultima sottostà principalmente al decorso meteorologico stagionale tanto che il suo grado di ereditabilità genetica è molto basso.

La fase dell'invaiaitura rappresenta l'inizio vero e proprio della maturazione del grappolo: da questo momento gli acini annullano la loro capacità fotosintetica, iniziando contemporaneamente la sintesi degli aromi, dei polifenoli e di altri composti; l'epidermide (buccia) assume un aspetto traslucido e successivamente prende la colorazione roseo-violacea caratterizzante le cultivar a bacca rossa; la polpa perde la consistenza tipica della fase erbacea iniziando il rammollimento dovuto al processo di idrolisi dei pectati delle pareti cellulari di meso- ed endocarpo; gli elaborati delle foglie ora vengono prevalentemente inviati verso i grappoli che via via si arricchiscono di zuccheri (Fregoni, *l.c.*).

Anche questa fase è notevolmente influenzata dalle condizioni climatiche del periodo che la precede, ma è stato dimostrato (Calò *et al.*, *l.c.*) uno stretto legame tra fioritura ed invaiatura nel senso che dalla fioritura all'invaiaitura intercorre un numero di giorni abbastanza costante e prevedibile. Questo è dovuto al fatto che le condizioni estive sono solitamente soddisfacenti le esigenze fisiologiche della vite.

---

La data di maturazione dell'uva è correlata all'invaiaura, cosicché, sulla base del momento in cui essa si verifica, si può ipotizzare una data di vendemmia (Calò, *l.c.*; Puppo, 1941). In questo senso è preferibile una data d'invaiaura precoce che permetta alla bacca di completare appieno il proprio ciclo e nelle condizioni climatiche ottimali.

### **3.3 SCOPO**

Considerato l'effetto che la lunghezza del capo a frutto esercita sulla traslocazione degli elementi nutritivi e ormonali (Fregoni, *l.c.*), in questo studio si è voluto innanzitutto verificare se la forma di allevamento rivesta un ruolo nel determinismo fenologico nei tre vitigni studiati.

Inoltre, visto il ruolo preponderante che viene assegnato alla fenologia nell'interpretare le differenti influenze dei fattori ambientali sulla vite (Mesnil, 1985) nonché l'influenza che essa riveste sulle caratteristiche della produzione (Astruc *et al.*, 1980), si è voluto indagare l'effetto dei fattori climatici sul determinismo fenologico nel sito delle prove.

---

### 3.4 MATERIALI E METODI

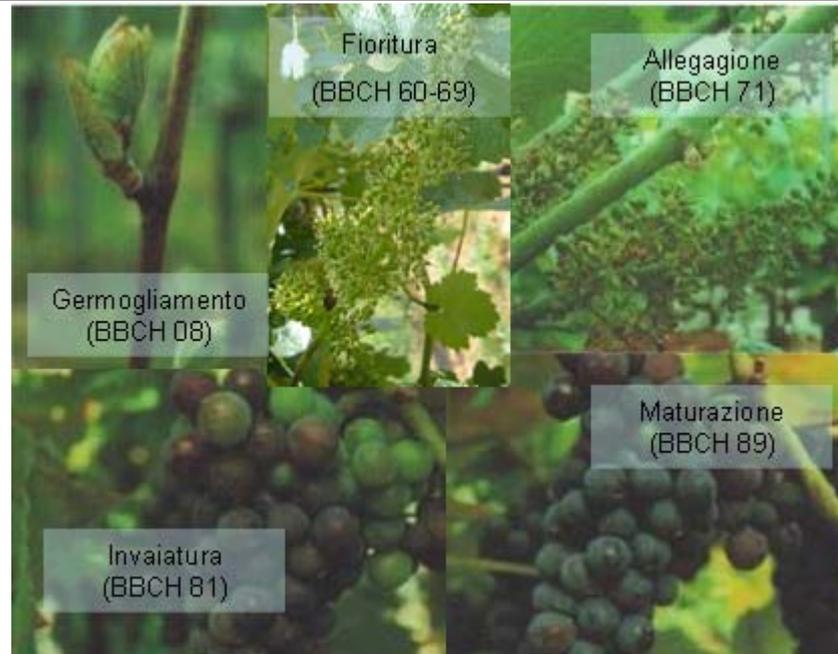
Nel 2005 e 2006 le osservazioni sono iniziate con la valutazione dell'epoca di germogliamento e il successivo monitoraggio dello sviluppo vegetativo delle piante. Per il 2007 non sono disponibili dati fenologici antecedenti l'invaiaatura.

Sono state seguite, a cadenza settimanale, le principali fasi fenologiche della vite utilizzando la scala BBCH (1994), fino alla fase di maturazione. Per il rilievo è stata predisposta un'apposita scheda sulla quale è stato riportato, per ogni gemma nelle diverse posizioni lungo il capo a frutto, lo stadio fenologico in cui si trovava. Sono state interessate da questo rilievo tutte le gemme di 15 piante per ogni tesi.

I risultati ottenuti sono stati poi elaborati considerando come fase fenologica delle piante ad ogni data quella più avanzata presente in oltre il 10% degli organi delle piante valutate. Sono state evidenziate le date di inizio comparsa delle fasi fenologiche più importanti, come descritte da Jones e Davis (*l.c.*) e codificate secondo la scala BBCH come riportato in *Tabella 3.1* e *Foto 3.1*.

**Tabella 3.1:** *Principali fasi fenologiche della vite codificate secondo la scala fenologica BBCH.*

<b>Fase fenologica</b>	<b>Codice fenologico BBCH</b>
<b>Germogliamento</b>	08
<b>Fioritura</b>	60-69
<b>Allegagione</b>	71
<b>Invaiaatura</b>	81
<b>Maturazione</b>	89



**Foto 3.1:** *Principali fasi fenologiche della vite codificate secondo la scala fenologica BBCH.*

Sono stati inoltre calcolati i valori delle sommatorie delle temperature attive ovvero la sommatoria degli scarti positivi delle temperature medie superiori allo zero di vegetazione, considerato di 10 °C (Winkler *et al.*, *l.c.*; Winkler e Williams, 1939; Winkler, 1948, van den Brink, 1974, Morris *et al.*, 1980, Villaseca *et al.*, 1986, Williams *et al.*, *l.c.*).

---

### 3.5 RISULTATI E DISCUSSIONE

Nell'anno 2005 le forme di allevamento non erano ancora state potate nel modo imposto dal sistema di allevamento in quanto nelle forme che prevedevano lo sperone, le future forme CL e CS, tali speroni non erano ancora presenti. Lo studio è stato pertanto limitato al confronto fra due soli sistemi, caratterizzati dall'aver uno, vegetazione assurgente (AS – Guyot classico) e l'altro, vegetazione a ricadere (RI – futuro Cordone libero). Vista quindi l'impossibilità di una trattazione comune per l'anno 2005 a confronto con gli altri due anni 2006 e 2007 si è preferito trattare singolarmente l'anno 2005 nelle tre varietà e utilizzare alcune delle considerazioni emerse nel 2005 per la discussione di quei risultati che non sono legati all'effetto forma di allevamento.

Nell'anno 2005, nella varietà **Pinot grigio**, la fase di germogliamento è avvenuta nell'ultima decade di aprile ma con oltre 5 giorni di anticipo nella forma a maggior altezza da terra (RI) (Giorno Giuliano 108) rispetto alla forma più bassa (AS) (Giorno Giuliano 113) (*Tabella 3.2*). Tale anticipo della forma più alta, è stato mantenuto, pur andando via via riducendosi, fino all'allegagione per poi annullarsi all'invasatura. La fase di fioritura, che è avvenuta nei primi giorni di giugno, è risultata anticipata di 2 giorni nella forma più alta (RI), la stessa differenza è stata rilevata all'allegagione. L'invasatura è risultata pressoché contemporanea nelle due forme di allevamento ed è stata rilevata al 201° Giorno Giuliano dell'anno. Poiché come fase di maturazione in questo studio è stata considerata la data della vendemmia, è possibile considerare che la maturazione dell'uva nelle due forme di allevamento sia stata contemporanea.

**Tabella 3.2:** Giorni Giuliani di raggiungimento delle principali fasi fenologiche (BBCH) nel vitigno Pinot grigio nelle forme con vegetazione assurgente (AS) o a ricadere (RI) nel 2005

	Giorni Giuliani di raggiungimento delle fasi fenologiche. Pinot grigio, 2005	
	AS	RI
<b>Germogliamento</b>	113	108
<b>Fioritura</b>	154	152
<b>Allegagione</b>	161	159
<b>Invaiatura</b>	201	201
<b>Maturazione</b>	249	249

Nella varietà **Merlot**, il germogliamento è avvenuto al Giorno Giuliano 108 nella forma di allevamento con una maggiore altezza del capo a frutto dal suolo (RI) e al giorno 111° nel AS (Tabella 3.3). È stato pertanto registrato un anticipo di 3 giorni nella forma più alta. Anche la fioritura è iniziata con maggior anticipo nella forma RI ma è stata completata più velocemente nel AS.

Tale anticipo della forma più alta è andato via via riducendosi e all'allegagione è stato di soli 2 giorni. L'invaiatura invece è stata nuovamente anticipata di 6 giorni nel RI rispetto all'AS. La maturazione è stata contemporanea nelle due tesi ed è avvenuta al 19 di settembre, giorno 262° dell'anno.

**Tabella 3.3:** Giorni Giuliani di raggiungimento delle principali fasi fenologiche(BBCH) nel vitigno Merlot nelle forme con vegetazione assurgente (AS) o a ricadere (RI) nel 2005.

	Giorni Giuliani di raggiungimento delle fasi fenologiche. Merlot, 2005	
	AS	RI
<b>Germogliamento</b>	111	108
<b>Fioritura</b>	159	152
<b>Allegagione</b>	166	164
<b>Invaiatura</b>	220	214
<b>Maturazione</b>	262	262

Anche per il **Cabernet sauvignon** è stato osservato che la forma di allevamento a maggior altezza dal suolo ha manifestato un anticipo fenologico della fase di germogliamento rispetto alla forma più bassa (*Tabella 3.4*). Il germogliamento è iniziato a cavallo tra il mese di aprile e quello di maggio, al 118° giorno nel RI e al 124° nell'AS. Tale anticipo della forma più alta è stato evidente nella fase di germogliamento ma le differenze sono andate attenuandosi nelle fasi successive. La fioritura è avvenuta nella prima decade di maggio in entrambe le forme, con un anticipo di 3 giorni (Giorno Giuliano 159) nella forma AS rispetto al RI (Giorno Giuliano 162). La stessa differenza è stata osservata anche all'allegagione. All'invasatura, verificatasi nell'ultima decade di agosto, invece è stato osservato nuovamente un anticipo, di 3 giorni, della forma RI rispetto all'AS. Pressoché contemporanea nelle due forme di allevamento è stata invece la maturazione e la raccolta è avvenuta al 269° giorno dell'anno (26 settembre).

**Tabella 3.4:** Giorni Giuliani di raggiungimento delle principali fasi fenologiche (BBCH) nel vitigno Cabernet sauvignon nelle forme con vegetazione assurgente (AS) o a ricadere (RI) nel 2005.

	Giorni Giuliani di raggiungimento delle fasi fenologiche. Cabernet sauvignon, 2005	
	AS	RI
<b>Germogliamento</b>	124	118
<b>Fioritura</b>	159	162
<b>Allegagione</b>	167	171
<b>Invasatura</b>	235	232
<b>Maturazione</b>	269	269

Sono stati stabiliti i valori della sommatoria delle temperature attive (maggiori a 10°C) necessaria per il verificarsi delle fasi fenologiche nei tre vitigni nel 2005.

Nel **Pinot grigio** il germogliamento è avvenuto quando il valore dell'accumulo termico, calcolato a partire dal 1 aprile, ha raggiunto i 16 DD. Per quanto riguarda la successiva fase di fioritura ha necessitato di sommatorie termiche variabili dai 285,4 ai 305,6 DD (*Tabella 3.5*).

Le fasi successive invece sono state contemporanee nelle forme di allevamento. L'invasatura è avvenuta dopo il raggiungimento di 854 DD. La

maturazione/raccolta è stata contemporanea nelle diverse forme di allevamento ed è avvenuta dopo il raggiungimento di 1388,7 DD.

**Tabella 3.5:** *Sommatorie delle temperature attive (maggiori a 10°C) raggiunte nel vitigno Pinot grigio al compiersi delle principali fasi fenologiche (BBCH) nelle forme con vegetazione assurgente (AS) o a ricadere (RI) nel 2005.*

	<b>Sommatorie delle temperature effettive calcolate dal 1/04. Pinot grigio, 2005</b>	
	<b>AS</b>	<b>RI</b>
<b>Germogliamento</b>	19,4	15,9
<b>Fioritura</b>	305,6	285,4
<b>Allegagione</b>	359,2	346,7
<b>Invaiaura</b>	854,1	854,1
<b>Maturazione</b>	1388,7	1388,7

Per il **Merlot** il germogliamento è stato osservato quando il valore dell'accumulo termico ha raggiunto i 19,4 DD per la forma RI e 35,7 DD per l'AS. La successiva fase di fioritura è avvenuta con sommatorie termiche variabili dai 285,4 ai 346,7 DD (*Tabella 3.6*).

L'invaiaura in entrambe le forme è stata osservata al raggiungimento di somme termiche di pochi gradi superiori ai 1000 DD.

La somma termica raggiunta al momento della maturazione è stata di 1502,8 DD.

**Tabella 3.6:** *Sommatorie delle temperature attive raggiunte nel vitigno Merlot al compiersi delle principali fasi fenologiche (BBCH) nelle forme con vegetazione assurgente (AS) o a ricadere (RI) nel 2005.*

	<b>Sommatorie delle temperature effettive calcolate a partire dal 1/04. Merlot, 2005</b>	
	<b>AS</b>	<b>RI</b>
<b>Germogliamento</b>	35,7	19,4
<b>Fioritura</b>	346,7	285,4
<b>Allegagione</b>	398,9	382,4
<b>Invaiaura</b>	1092,1	1039,8
<b>Maturazione</b>	1502,8	1502,8

Per il **Cabernet sauvignon**, il germogliamento è avvenuto con valori della sommatoria delle temperature attive di 35,7 DD per la forma RI, mentre il risveglio vegetativo della AS ha richiesto una somma termica più che doppia rispetto alla precedente e pari a 79,4 DD (*Tabella 3.7*).

La successiva fase di fioritura si è verificata dopo il raggiungimento di una sommatoria termica media di 357 DD.

L'allegagione è avvenuta con somme termiche molto simili per le due forme, di poco superiori ai 400 DD.

L'invaiaitura è stata osservata dopo il superamento dei 1200 DD. La somma termica alla vendemmia è stata 1546 DD.

*Tabella 3.7: Sommatorie delle temperature attive raggiunte nel vitigno Cabernet sauvignon al compiersi delle principali fasi fenologiche (BBCH) nelle forme con vegetazione assurgente (AS) o a ricadere (RI) nel 2005.*

<b>Sommatorie delle temperature effettive calcolate a partire dal 1/04. Cabernet sauvignon, 2005</b>		
	<b>AS</b>	<b>RI</b>
<b>Germogliamento</b>	79,4	35,7
<b>Fioritura</b>	346,7	367,2
<b>Allegagione</b>	411,1	465,9
<b>Invaiaitura</b>	1234,4	1212,5
<b>Maturazione</b>	1546,1	1546,1

Nel vitigno **Pinot grigio** il monitoraggio delle fasi fenologiche nelle diverse forme di allevamento nell'anno 2006 ha evidenziato che il germogliamento è stato anticipato di 3 giorni nel Guyot rispetto alle forme con capo a frutto corto nelle quali è avvenuto contemporaneamente al 109°giorno (*Tabella 3.8*). Negli stadi successivi fino alla fioritura, le piante della forma di allevamento a Guyot (G) hanno mantenuto un vantaggio fenologico. La fioritura è iniziata al 31 maggio nel Guyot, Giorno Giuliano 151, mentre è stata osservata al giorno 153° nel Cordone speronato (CS) e 155° nel Cordone libero (CL). Anche l'allegagione è avvenuta con un certo anticipo nella forma G rispetto alle altre due forme, nelle quali si è verificata contemporaneamente. Per quanto riguarda le fasi successive, invaiatura e maturazione dei grappoli, non sono state osservate differenze e la raccolta è stata effettuata al 243° giorno dell'anno.

Per il 2007 non sono disponibili dati di fenologia precedenti l'invaiaitura.

L'invaiaatura è avvenuta più anticipatamente nella forma di allevamento a Guyot, al giorno 185°, è seguito il Cordone speronato al giorno 190° e per ultimi hanno invaiato i grappoli della forma di allevamento a Cordone libero al giorno 192° (Tabella 3.8).

La maturazione è stata contemporanea nelle 3 tesi ed è avvenuta al 225° giorno.

**Tabella 3.8:** Giorni Giuliani di raggiungimento delle principali fasi fenologiche (BBCH) nel vitigno Pinot grigio nelle forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) e nei due anni 2006 e 2007.

	Giorni Giuliani di raggiungimento delle fasi fenologiche. Pinot grigio					
	2006			2007		
	CL	CS	G	CL	CS	G
<b>Germogliamento</b>	109	109	106	-	-	-
<b>Fioritura</b>	155	153	151	-	-	-
<b>Allegagione</b>	166	166	164	-	-	-
<b>Invaiaatura</b>	210	210	210	192	190	185
<b>Maturazione</b>	243	243	243	225	225	225

Il germogliamento nel 2006 è avvenuto quando il valore dell'accumulo termico calcolato ha raggiunto i 14 DD per il Guyot, l'intorno dei 30 DD nelle altre due forme (Tabella 3.9). In questo anno la presenza/assenza di sperone, ovvero la lunghezza del capo a frutto, sembra sia stato il fattore che ha influito su questa prima fase fenologica, infatti nelle due forme con sperone il germogliamento è avvenuto con 2 giorni di ritardo rispetto al Guyot.

Per quanto riguarda la successiva fase di fioritura sono state necessarie sommatorie termiche variabili dai 295,3 ai 317,1 DD.

L'invaiaatura è avvenuta, nel 2006, dopo il raggiungimento di somme termiche pari a 1157,6 DD. Il 2007 è stato invece un anno anomalo. L'invaiaatura è stata anticipata di 24 giorni rispetto all'anno precedente. La somma termica soddisfatta nel 2007 a quella data è stata però pari a 901,1 DD, inferiore quindi a quella raggiunta nel 2006 che è stata pari a 1157,6 DD.

La sommatoria delle temperature attive, calcolata nei due anni alla data della vendemmia, è risultato molto simile variando dai 1336 DD del 2007 ai 1420 DD del 2006. A questo punto è possibile indicare come somma termica media

necessaria per la maturazione del Pinot grigio nel sito della prova il valore intorno ai 1400 DD.

È stato inoltre notato che la forma di allevamento non sembra influire in modo determinante sulla fenologia del Pinot grigio, se non nelle prime fasi, sembra piuttosto avere un ruolo preponderante l'andamento meteorologico inteso come accumulo termico.

**Tabella 3.9:** *Sommatorie delle temperature attive raggiunte nel vitigno Pinot grigio al compiersi delle principali fasi fenologiche (BBCH) nelle forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) e nei due anni 2006 e 2007*

	<b>Sommatorie delle temperature attive calcolate a partire dal 1/04. Pinot grigio</b>					
	<b>2006</b>			<b>2007</b>		
	<b>G</b>	<b>CS</b>	<b>CL</b>	<b>G</b>	<b>CS</b>	<b>CL</b>
<b>Germogliamento</b>	13,8	27,4	27,4	-	-	-
<b>Fioritura</b>	295,3	305,1	317,1	-	-	-
<b>Allegagione</b>	390,8	414,7	414,7	-	-	-
<b>Invaiatura</b>	1157,6	1157,6	1157,6	824,1	884,1	901,1
<b>Maturazione</b>	1420,9	1420,9	1420,9	1336,3	1336,3	1336,3

Il germogliamento del Merlot nel 2006, è avvenuto nella terza decade di aprile nelle 3 forme di allevamento ma è risultato anticipato di 5 giorni nel Guyot (Tabella 3.10). La fioritura è avvenuta nella prima decade di giugno nei tre sistemi di allevamento, pur iniziando più precocemente nel Guyot, Giorno Giuliano 151, rispetto alle altre due forme nelle quali si è verificata contemporaneamente e si è conclusa nel 158° giorno. Anche l'allegagione è avvenuta con lo stesso anticipo fenologico del Guyot che però non è stato mantenuto fino all'invaiatura. L'invaiatura ha interessato per primi i grappoli del Cordone libero, poi quelli del Cordone speronato e infine quelli del Guyot. La maturazione è stata contemporanea poiché considerata nel giorno della raccolta che è avvenuta il 12 settembre.

Anche per il Merlot, nel 2007 non sono disponibili dati di fenologia antecedenti l'invaiatura.

L'invaiatura è stata osservata a partire dalla fine del mese di luglio ed è avvenuta con maggior anticipo nella forma CL, verificandosi al 199° giorno, è stata successivamente osservata, dopo 3 giorni nella forma CS e infine nel Guyot i grappoli sono invaiati a 2 giorni dal CS compendosi tale fase al 204° giorno.

La maturazione è stata anticipata rispetto all'anno precedente, la raccolta è stata effettuata al 22 agosto, 234° giorno dell'anno, ed è stata contemporanea per le tre forme di allevamento allo studio.

**Tabella 3.10:** Giorni Giuliani di raggiungimento delle principali fasi fenologiche (BBCH) nel vitigno Merlot nelle forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) e nei due anni 2006 e 2007.

	<b>Giorni Giuliani di raggiungimento delle fasi fenologiche. Merlot</b>					
	<b>2006</b>			<b>2007</b>		
	<b>CL</b>	<b>CS</b>	<b>G</b>	<b>CL</b>	<b>CS</b>	<b>G</b>
<b>Germogliamento</b>	113	113	108	-	-	-
<b>Fioritura</b>	158	158	151	-	-	-
<b>Allegagione</b>	167	167	164	-	-	-
<b>Invaiaura</b>	224	226	228	199	202	204
<b>Maturazione</b>	255	255	255	234	234	234

Per quanto riguarda le somme termiche il germogliamento nel 2006 è avvenuto al raggiungimento di 22,4 DD, le forme a sperone hanno richiesto una sommatoria termica maggiore e pari a 50,4 DD (Tabella 3.11). In questo anno è stata ancora una volta, come lo era stato per il Pinot grigio, la lunghezza del capo a frutto la discriminante di un germogliamento ritardato nelle due forme che portavano speroni, nelle quali la schiusura delle gemme è avvenuta con quasi una settimana di ritardo rispetto a quelle della forma a Guyot. Per la successiva fase di fioritura sono state necessarie somme termiche variabili dai 295,3 ai 336,8 DD.

L'invaiaura è avvenuta con somme termiche variabili da 1237,3 a 1268,7 DD. Nel 2007 invece l'invaiaura è stata mediamente anticipata di ben 25 giorni rispetto al 2006. Tale anticipo nel 2007 è legato al fatto che già al 18 luglio, 199° giorno dell'anno, la sommatoria termica aveva raggiunto i 1000 DD che sono stati osservati negli anni precedenti necessari al compimento della fase fenologica in esame.

In generale comunque, confrontando le forme di allevamento nei due anni è stato notato che, tendenzialmente il CL è la forma in cui i grappoli invaiano più precocemente rispetto alle altre due. Il Guyot è invece la forma nella quale le bacche invaiano più tardi pur osservando un germogliamento più anticipato.

Risulta pertanto che la forma di allevamento influenza nettamente le fasi fenologiche del vitigno.

La maturazione è stata contemporanea nelle diverse forme di allevamento ma, nel 2007 è avvenuta con un anticipo di 21 giorni rispetto al 2006. Anche in questo caso però le somme termiche raggiunte al momento della maturazione non sono state molto diverse tra gli anni variando dai 1445,9 DD del 2007 ai 1542 DD del 2006. In generale si può ritenere che il raggiungimento di un valore termico intorno a 1500 DD sia necessario per la maturazione dell'uva del Merlot nel sito della prova.

**Tabella 3.11:** Sommatorie delle temperature attive raggiunte nel vitigno Merlot al compiersi delle principali fasi fenologiche (BBCH) nelle forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) e nei due anni 2006 e 2007.

	Somatorie delle temperature attive calcolate a partire dal 1/04. Merlot					
	2006			2007		
	G	CS	CL	G	CS	CL
<b>Germogliamento</b>	22,4	50,4	50,4	-	-	-
<b>Fioritura</b>	295,3	336,8	336,8	-	-	-
<b>Allegagione</b>	390,8	427,5	427,5	-	-	-
<b>Invaiaura</b>	1268,7	1252,3	1237,3	1078,2	1047,4	995,3
<b>Maturazione</b>	1542,7	1542,7	1542,7	1445,9	1445,9	1445,9

Nel 2006, per la fase di schiusura delle gemme del vitigno **Cabernet sauvignon**, sono state osservate minime differenze tra le forme di allevamento (Tabella 3.12). I due sistemi che prevedono la potatura a sperone hanno germogliato con un anticipo di 2 giorni rispetto alla forma a Guyot, con capo a frutto più lungo e rinnovabile. Il vitigno Cabernet sauvignon è l'unico tra quelli in esame a presentare le caratteristiche descritte da Fregoni (*l.c.*) legate alla lunghezza del capo a frutto, ovvero una fenologia più anticipata nelle forme di allevamento con capo a frutto corto. La fase fenologica del germogliamento è avvenuta a fine aprile (Giorni Giuliani da 118 a 120).

Anche la fioritura, avvenuta ad inizio giugno, si è verificata con un leggero anticipo nel CL, forma nella quale è avvenuta al 154° giorno, nella forma CS è avvenuta al 156° giorno, e il sistema di allevamento in cui è stato osservato un

maggior ritardo è stato il Guyot, 157° giorno. Già all'invaiaitura tali differenze non sono state più riscontrate e questo è stato osservato fino alla maturazione.

L'allegagione è avvenuta a metà giugno, giorno 166° in tutte e tre le forme. L'invaiaitura è stata osservata nell'ultima decade di luglio ed è avvenuta in modo contemporaneo in tutte le tesi mentre la raccolta è stata effettuata al 19 settembre, giorno 262° nelle tre forme di allevamento.

Nel 2007, anche per il Cabernet sauvignon così come per gli altri due vitigni non sono stati rilevati dati fenologici antecedenti l'invaiaitura.

L'invaiaitura è stata osservata a partire dalla seconda decade del mese di luglio ed è avvenuta con maggior anticipo nella forma CL, verificandosi al 199° giorno. Il giorno seguente è stata registrata l'invaiaitura nella forma CS e infine nel Guyot i grappoli sono invaiati 3 giorni dopo rispetto al CL, 202° giorno.

La maturazione è avvenuta con le stesse tempistiche degli anni precedenti e la raccolta è stata effettuata al 20 settembre, 263° giorno dell'anno, ed è stata contemporanea per le tre forme di allevamento in esame.

**Tabella 3.12:** Giorni Giuliani di raggiungimento delle principali fasi fenologiche (BBCH) nel vitigno Cabernet sauvignon nelle forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) e nei due anni 2006 e 2007.

	Giorni Giuliani di raggiungimento delle fasi fenologiche. Cabernet sauvignon					
	2006			2007		
	G	CS	CL	G	CS	CL
<b>Germogliamento</b>	120	118	118	-	-	-
<b>Fioritura</b>	157	156	154	-	-	-
<b>Allegagione</b>	166	166	166	-	-	-
<b>Invaiaitura</b>	205	205	205	200	202	199
<b>Maturazione</b>	262	262	262	263	263	263

Anche per il Cabernet sauvignon sono stati calcolati i valori della sommatoria delle temperature superiori allo zero di vegetazione della vite necessaria al raggiungimento delle più importanti fasi fenologiche nell'ambiente della prova nei tre anni.

Il germogliamento nel 2006 è stato contemporaneo nelle due forme speronate e ritardato di soli 2 giorni nel Guyot, questo si è tradotto in differenze di somma termica molto ridotte e pari a 79 DD per le forme speronate e 83 per il Guyot (Tabella 3.13). In questa varietà, così come riscontrato per le altre due in

esame, è stata ancora una volta la lunghezza del capo a frutto la discriminante, anche se le differenze in questo caso sono state minime, di un germogliamento anticipato nelle due forme che portavano sperone. La successiva fase di fioritura è avvenuta dopo il raggiungimento di una sommatoria termica media di 322 DD.

Per l'allegagione sono state calcolate somme termiche di poco superiori ai 400 DD.

Le somme termiche raggiunte al momento dell'invaiaatura negli anni 2006 e 2007 sono state molto simili e con valori intorno ai 1000 DD. La maturazione è stata contemporanea nelle diverse forme di allevamento nei due anni.

Anche in questo caso, come per i vitigni analizzati precedentemente, il Cabernet sauvignon sembra avere una esigenza di somma termica per la raccolta che è variata di poco tra gli anni passando da 1602,3 DD nel 2006 e 1705,2 DD nel 2007.

In generale è stato osservato che la forma di allevamento non ha avuto un ruolo preponderante nel condizionare la fenologia del Cabernet sauvignon.

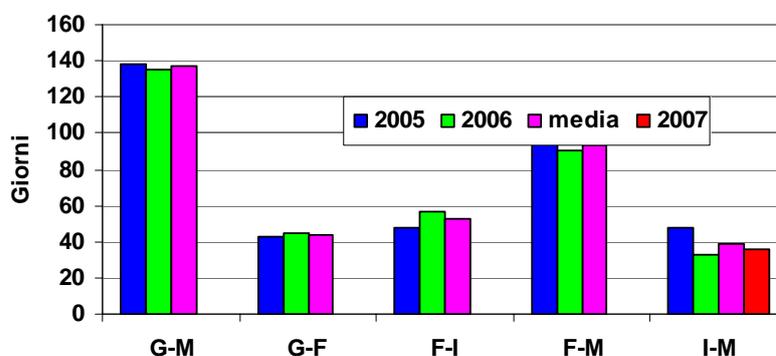
*Tabella 3.13: Sommatorie delle temperature attive raggiunte nel vitigno Cabernet sauvignon al compiersi delle principali fasi fenologiche (BBCH) nelle forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) e nei due anni 2006 e 2007.*

	Sommatoria delle temperature attive calcolata a partire dal 1/04. Cabernet sauvignon					
	2006			2007		
	G	CS	CL	G	CS	CL
<b>Germogliamento</b>	83	79,1	79,1	-	-	-
<b>Fioritura</b>	330,6	324,7	311,1	-	-	-
<b>Allegagione</b>	414,7	414,7	414,7	-	-	-
<b>Invaiaatura</b>	1002,7	1002,7	1002,7	1012,6	1047,4	995,3
<b>Maturazione</b>	1602,3	1602,3	1602,3	1705,2	1705,2	1705,2

### 3.5.1 INTERVALLI TRA GLI EVENTI FENOLOGICI

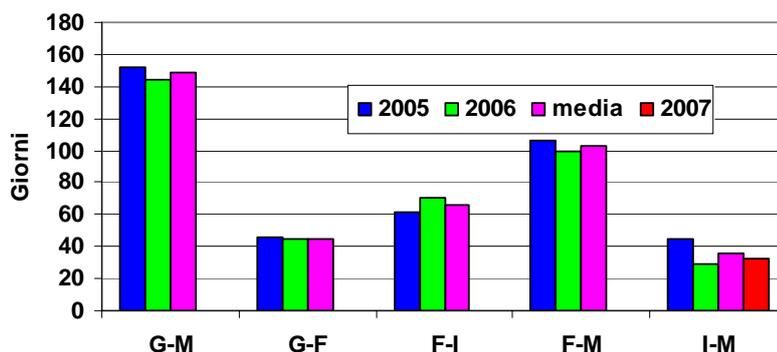
Indicativamente dai primi due anni di prova è stata tratta anche un'ulteriore informazione ovvero, è stato notato che alcuni intervalli tra le fasi fenologiche risultano piuttosto fissi in tutte le forme di allevamento.

Nel Pinot grigio il ciclo vegetativo, dal germogliamento alla maturazione, ha avuto una durata che è variata da 135 giorni nel 2006 a 138,5 nel 2005 (*Figura 3.1*). Il periodo dal germogliamento alla fioritura è stato anch'esso molto simile mentre è stato più variabile nei due anni quello fioritura-invaiaitura che quindi si può supporre sia più legato alle condizioni meteorologiche, è risultato infatti mediamente di 48 giorni nel 2005 e 57 giorni nel 2006. L'intervallo tra fioritura e raccolta è stato variabile da 90 a 96 giorni rispettivamente nel 2006 e 2005. Il lasso di tempo intercorso tra invaiatura e raccolta, per il quale sono disponibili i risultati dei tre anni, è stato di 48 giorni del 2005, 33 giorni nel 2006 e 36 nel 2007.



**Figura 3.1:** Intervalli di tempo tra le fasi fenologiche nei 3 anni di prova, 2005, 2006 e 2007 e media del triennio nel vitigno Pinot grigio. Gli intervalli sono indicati come: G-M= germogliamento-maturazione; F-I= fioritura-invaiaitura; F-M= fioritura-maturazione; I-M= invaiatura-maturazione.

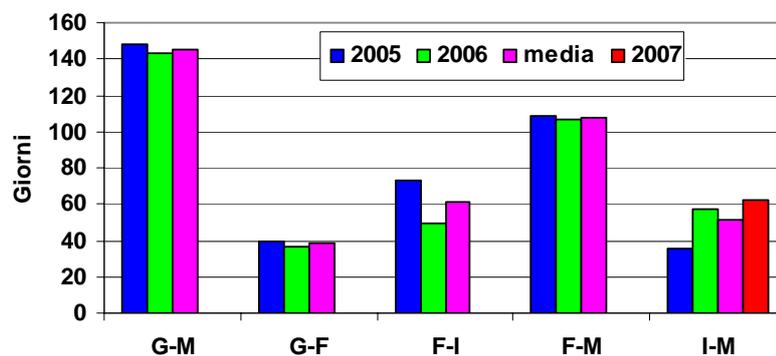
Come avvenuto per il Pinot grigio, anche nel Merlot il periodo che va dal germogliamento alla maturazione è stato abbastanza simile, è variato dai 144 giorni del 2006 ai 152,5 del 2005 (*Figura 3.2*). Molto simile è stato anche l'intervallo germogliamento-fioritura e quello fioritura-maturazione che è stato di 99,4 giorni nel 2006 e 106,5 nel 2005. Il periodo che va dalla fioritura all'invaiaitura invece è risultato mediamente di 61,5 giorni nel 2005 mentre è stato di 70,4 giorni nel 2006. L'ultimo intervallo considerato, invaiatura-maturazione, è durato solo 29 giorni nel 2006, ed è arrivato a 32,4 nel 2007 e 45 nel 2005.



**Figura 3.2:** Intervalli di tempo tra le fasi fenologiche nei 3 anni di prova, 2005, 2006 e 2007 e media del triennio nel vitigno Merlot. Gli intervalli sono indicati come: G-M= germogliamento-maturazione; F-I= fioritura-invaiaitura; F-M= fioritura-maturazione; I-M= invaiaitura-maturazione.

Ancora una volta, anche nel Cabernet sauvignon la durata dell'intero ciclo non è variata in funzione degli anni passando dai 143,3 giorni del 2006 ai 148 del 2005 (Figura 3.3). Ciò che è stato osservato variare maggiormente, da 49,4 giorni nel 2005 a 73 nel 2006, è stato invece il periodo fioritura-invaiaitura.

Il tempo intercorso tra fioritura e raccolta è stato molto simile nei due anni, quello tra invaiaitura e raccolta nei tre anni è variato da 35,5 giorni nel 2005 a 57 giorni nel 2006 ed è risultato mediamente di 62,7 giorni nel 2007.



**Figura 3.3:** Intervalli di tempo tra le fasi fenologiche nei 3 anni di prova, 2005, 2006 e 2007 e media del triennio nel vitigno Cabernet sauvignon. Gli intervalli sono indicati come: G-M= germogliamento-maturazione; F-I= fioritura-invaiaitura; F-M= fioritura-maturazione; I-M= invaiaitura-maturazione

---

Mediamente, la durata del ciclo è molto simile nelle tre varietà, nonostante esse siano più o meno precoci infatti, alla precocità di germogliamento del Pinot grigio, corrisponde una altrettanto precoce raccolta e lo stesso dicasi per gli altri due vitigni più tardivi.

### 3.6 CONCLUSIONI

L'effetto della forma di allevamento è stato interpretato come anticipata o ritardata mobilitazione delle sostanze di riserva e sintesi degli ormoni che hanno influito sull'epoca di germogliamento nonché sulla velocità di raggiungimento dei siti di azione (gemme) ma, nelle fasi successive, le differenze si sono appianate fino ad azzerarsi all'invasatura in tutti i vitigni.

Nel 2005, quando le forme non presentavano ancora le caratteristiche potature che le contraddistinguono, è stata la maggior altezza da terra del capo a frutto che ha favorito un anticipo di germogliamento, probabilmente per effetto di un maggior accumulo termico delle gemme vista la maggior distanza dal terreno.

Negli anni successivi invece le forme con capo a frutto corto (sperone), contrariamente a quanto riportato da Fregoni (*l.c.*) hanno germogliato con un maggior ritardo rispetto al Guyot. Questo potrebbe attribuirsi all'ammontare di riserve disponibili per il germogliamento, più prontamente mobilitate e trasportate nel Guyot per la presenza di un percorso più diretto e non interrotto da legno vecchio e da alterazioni istologiche di potatura.

Si può quindi pensare, come riportano anche McIntyre *et al.*, (1982) che la data di germogliamento per una cultivar sia dovuta innanzitutto a variazioni annuali della conduzione del vigneto (parassiti, irrigazioni, danni meccanici, data di potatura). Non ultimo la forma di allevamento influenza la fenologia dei vitigni, da uno studio condotto su Moscato d'Amburgo McIntyre *et al.*, (*l.c.*) hanno evidenziato che la forma di allevamento associata ad altre pratiche agronomiche ha fatto variare la data di maturazione di 3 settimane.

Le somme termiche calcolate non sono risultate di particolare utilità per spiegare le differenze osservate tra le gli anni soprattutto per quanto riguarda l'epoca di germogliamento. Questo problema potrebbe essere dovuto al fatto che è stato considerato come zero di vegetazione della vite la temperatura di 10 °C.

---

Questa temperatura è generalmente accettata (Villaseca, *l.c.*; Williams *et al.*, *l.c.*; Winkler *et al.*, *l.c.*; Morris *et al.*, *l.c.*; van den Brink, *l.c.*; Winkler, *l.c.*; Winkler e Williams, *l.c.*), ma secondo Moncur *et al.* (1989) la sua adozione non è basata su evidenze sperimentali. A questo proposito infatti, è stato osservato da McIntyre *et al.* (1987) che le somme termiche calcolate usando i 10 °C come base termica, presentavano coefficienti di variazione negli anni molto ampi. Secondo Moncur *et al.*, (*l.c.*) l'uso dei 10 °C non è appropriato per descrivere soprattutto le fasi precoci del ciclo come il germogliamento e sarebbe preferibile l'impiego di temperature intorno ai 4°C.

Interessante è stato inoltre calcolare l'intervallo di tempo tra gli eventi fenologici. Secondo Jones e Davis (*l.c.*) intervalli brevi tra le fasi sono associati alle condizioni ottimali che favoriscono una crescita rapida (Coombe, 1982; McIntyre *et al.*, *l.c.*), intervalli più lunghi possono indicare condizioni meno favorevoli che comportano ritardi nella crescita e maturazione (Gladstones, 1992; Calò *et al.*, 1996). Gli Autori indicano queste lunghezze dei vari periodi ottenuti dalla media di oltre cento varietà: germogliamento-maturazione 193 giorni, fioritura-invaiatura 67 giorni, fioritura - raccolta 112 e invaiatura – raccolta 45 giorni. Nel caso studio pertanto la durata totale del ciclo può considerarsi breve, gli intervalli successivi sono stati nella norma (Coombe, *l.c.*; McIntyre *et al.*, *l.c.*).

A conclusione si può confermare l'importanza delle condizioni ambientali nel determinare anticipi o ritardi fenologici viste le differenze riscontrate tra gli anni.

Il Guyot è risultata la forma di allevamento che favorisce una maggior precocità fenologica anche se questo non è stato osservato per il Cabernet, l'invaiatura invece è sempre contemporanea in tutte le forme di allevamento; importante risulta quindi l'effetto del vitigno che può variare il comportamento in relazione alle condizioni esterne come nel caso del Pinot grigio e del Merlot oppure può presentare una certa stabilità di comportamento, vedasi il Cabernet sauvignon.

È risultata evidente l'interazione ambiente x genotipo nel determinare in particolare l'epoca di invaiatura.

In definitiva la vite risponde all'effetto cumulato di un gran numero di variabili, clima, gestione colturale, problemi sanitari e interazioni tra questi,

---

pertanto risulta difficoltoso isolare l'impatto che ognuna di queste svolge sulle condizioni ottimali di sviluppo della pianta.

---

### 3.7 BIBLIOGRAFIA

AMERINE M. A., WINKLER A.J., 1944. Composition and quality of musts and wines of California grapes. *Hilgardia* 15:493-675.

ASTRUC H., HERITIER J., JAQUINET J.C., 1980. Zonage des potentialités agricoles d'un département. Méthode appliquée à la viticulture. Chambre d'Agriculture de l'Aude. Atti Symp. Int. S. Maria della Versa.

BARBAGALLO M.G., DI LORENZO R., IANNOLINO G., SOTTILE I., 1993. Indagini preliminari sull'influenza di alcuni parametri climatici sulla fenologia e sulla produttività della vite. In: Il determinismo climatico sulla fenologia della vite e la maturazione dell'uva in Italia. "Atti del Convegno Studio Ambienti. Asti 14-15 luglio.

BBCH, 1994. Compendium of growth stage indication keys for mono- and dicotyledonous plants-extended BBCH scale. R. Stauss ed. (Basilea, Svizzera).

BRANAS, J. 1974. Viticulture. Montpellier, Ecole Nationale Supérieure Agronomique. 990p.

BRANAS, J., BERNON, G., LEVADOUX, L. 1946. Éléments de viticulture générale. Montpellier, École Nationale d'Agriculture de Montpellier. 400p.

CALÒ A., CANCELLIER S., COSTACURTA A., 1984. Ricerca sulla risposta del genotipo alla variazione delle condizioni ambientali. *Riv. Vitic. Enol.*, n°2.

CALÒ A., COSTACURTA A., LORENZONI C., 1975. Stabilità ambientale di alcune caratteristiche fenologiche in varietà di *Vitis vinifera*. *Riv. Vitic. Enol.*, Conegliano, n° 11-12.

CALÒ A., COSTACURTA A., TOMASI D., BISCARO S., 1993. La fenologia della vite in Italia in rapporto alle condizioni ambientali. Atti del convegno. Il determinismo climatico sulla fenologia della vite e la maturazione dell'uva in Italia. 3-73

CALÒ A., TOMASI D., ET AL., 1996. Relationship between environmental factors and the dynamics of growth and composition of the grapevine. Proceedings of the Workshop Strategies to Optimize Wine Grape Quality. S. Poni, E. Peterlunger, et al (Eds.). pp 217-231. *Acta Horticulturae*.

CALÒ A., 1972 a. influenza di alcune condizioni ambientali sull'epoca di fioritura nella *Vitis vinifera* L. *Rivista di viticoltura e di enologia* n. 6.

CALÒ A., 1972 b. influenza di alcune condizioni ambientali sull'epoca di invaiatura nella *Vitis vinifera* L. *Rivista di viticoltura e di enologia* n. 6.

CALÒ A., 1972 c. influenza di alcune condizioni ambientali sull'epoca di maturazione e sull'accumulo degli zuccheri nella *Vitis vinifera* L. *Atti Acc. Vite e vino*. Siena, vol XXIV.

CALÒ A., COSTACURTA A., 1974. Ricerche sulle relazioni fra aspetti quantitativi e qualitativi della produzione nella vite. Influenza dell'interazione genotipo-annata. *Annali Istituto Sperimentale per la Viticoltura*, vol XLVI.

CONSTANTINESCU G., 1967. Méthodes et principes de détermination des aptitudes viticoles d'une région et du choix des cépages. *Bulletin de l'O.I.V.*, 441, 1179-1205.

---

COOMBE B. G., 1988. Grapevine Phenology. In: Viticulture, Volume 1. pp 139-153. Australian Industrial Publishers, Adelaide.

COSTACURTA A., CALÒ A., TOMASI D., BISCARO S., NIERO M., 1993. Influenza di alcune condizioni ambientali sulla fenologia e sulla qualità dell'uva in *Vitis vinifera* L. nell'Italia del Nord-Est. Atti del convegno. Il determinismo climatico sulla fenologia della vite e la maturazione dell'uva in Italia. 129-140.

de BLIJ H. J., 1983. Geography of viticulture: rationale and resource. J. Geog. pp 112-121.

EGGER E., GRASSELLI A., GRECO G., RASPINI L., STORCHI P., 1993. Risposta fenologica e produttiva della vite nell'ambiente laziale. In: Il determinismo climatico sulla fenologia della vite e la maturazione dell'uva in Italia. "Atti del Convegno Studio Ambienti. Asti 14-15 luglio.

FREGONI M., 1998. Viticoltura di qualità. Edizioni Grafiche Lama, Piacenza: 1-706.

FREGONI M., 2005. Viticoltura di qualità. Phytoline ed. (Affi, Verona).

GLADSTONES J., 1992. Viticulture and Environment. 310 pp. Winetitles, Adelaide.

HIDALGO, L. 1980. Caracterizacion macrofisica del ecosistema medio-planta en los viñedos españoles. Madrid, Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. 255p. (Comunicaciones I.N.I.A. Serie Produccion Vegetal, 29).

HUGLIN, P. 1978. Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. In : SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR L'ÉCOLOGIE DE LA VIGNE, 1, 1978. Constança, Ministère de l'Agriculture et de l'Industrie Alimentaire. p.89-98.

INTRIERI C., 1989. contributo alla relazione "Agrometeorologia e produzioni agrarie". Atti Convegno "Agrometeorologia, Agricoltura e Ambiente". Firenze, 21-23 novembre.

JACKSON D., 2001. Climate. Monographs in Cool Climate Viticulture – 2. Eds. Daphne Brassel Associates Ltd. New Zealand.

JONES G.V., DAVIS R.E., 2000. Climate Influences on Grapevine Phenology, Grape composition, and Wine Production and Quality for Bordeaux, France. Am. J. Enol. Vitic., 51: 249 - 261.

LOMBARD P., RICHARDSON E.A., 1979. Physical principles involved in controlling phenological development. In\_" Modification of the Aerial Environment of Plants. B. J. Barfield and J. F. Gerber (Eds.). pp 429-40. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI.

MARANGONI B., TAGLIAVINI M., SCUDELLARI D., 1993. Risposta fenologica e produttiva della vite nell'ambiente emiliano-romagnolo. Conv. "Studio Ambienti" Asti, 14-15 luglio.

McINTYRE G. N., KLIEWER W.M., LIDER L.A., 1987. Some limitations of the degree day system as used in viticulture in California. Am. J. Enol. Vitic. 38:128-32.

McINTYRE G. N., LIDER L.A., FERRARI N.L., 1982. The chronological classification of grapevine phenology. Am. J. Enol. Vitic. 33:80-85.

MESNIL J.Y., 1985. L'approche des meso et microclimats associés a different sequences ecopedologiques. Relation Milieu Vigne A.T.P.n° 5010 I.N.R.A. Angers.

---

MONCUR M.W., RATTIGAN K., MACKENZIE D.H., MC INTYRE G.N., 1989. Base Temperatures for Budbreak and Leaf Appearance of Grapevines Am. J. Enol. Vitic., 40: 21 - 26.

MORRIS J. R., CAWTHON D.L., SPAYD S.E., MAY R.D., BRYAN D.R., 1980. Prediction of 'Concord' grape maturation and sources of error. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 105:313-18.

POUGET, R. 1968. Nouvelle conception du seuil de croissance chez la vigne. Vitis, 7, 201-205.

PUPPO A., 1941. Saggi di biometereologia e biomatematica vegetale. Estratto dal Bollettino della Società Veneziana di Storia Naturale.

SCIENZA A., BOGONI M., VALENTI L., BRANCADORO L., ROMANO F.A., 1990. La conoscenza dei rapporti tra vitigno ed ambiente quale strumento programmatico in viticoltura: Stima della vocazionalità viticola dell'Oltrepo pavese. Vignevini 12, supplemento speciale.

TURRI S., 1988. fenologia e climatologia applicata alla Vitis vinifera: appunti metodologici. Atti Acc. Ital. Vite e Vino. Siena – vol. XL.

van den BRINK C., 1974. Predicting harvestdate of the 'Concord' grape crop in southwest Michigan. HortScience 9:206-8.

VILLASECA S. C., NOVOA R. S.-A., MUNOZ I.H., 1986. Fenologia y sumas de temperaturas en 24 variedades de vid. Agric. Tec. Chile 46:63-7.

WILLIAMS D. W., ANDRIS H.L., BEEDE R.H., LUVISI D.A., NORTON M.V.K., WILLIAMS L.E., 1985 a. Validation of a model for the growth and development of the Thompson Seedless grapevine. II. Phenology. Am. J. Enol. Vitic. 36:283-9.

WILLIAMS D. W., WILLIAMS L.E., BARNETT W.W., KELLEY K.M., MCKENRY M.V., 1985 b. Validation of a model for the growth and development of the Thompson Seedless grapevine. I. Vegetative growth and fruit yield. Am. J. Enol. Vitic. 36:275-82.

WINKLER A. J., 1948. Maturity tests for table grapes in the relation of heat summation to time of maturing and palatability. Proc. Am. Soc. Hortic. Sci. 51:295-8.

WINKLER A. J., COOK J.A., ET AL., 1974. General Viticulture (4 th ed.). 740 pp. University of California Press, Berkley.

WINKLER A.J., WILLIAMS D.W.O., 1939. The heat required to bring 'Tokay' grapes to maturity. Proc. Am. Soc. Hortic. Sci. 37:650-2.

---

## **CAPITOLO 4: Effetto della forma di allevamento sulla fertilità reale delle gemme**

### **4.1 RIASSUNTO**

La fertilità è innanzitutto legata al genotipo, sul quale interagiscono poi fattori quali il clima, lo stato nutrizionale e sanitario della pianta, il tipo di potatura, il portinnesto inteso come vigoria impressa alla pianta. Le potature corte generalmente riducono la fertilità reale delle gemme.

Con questo studio si è voluto indagare il comportamento della fertilità reale dei tre vitigni al fine di determinare la loro maggiore o minore predisposizione verso una forma di allevamento che utilizzi una potatura corta o lunga.

Nel vitigno Pinot grigio la lunghezza del capo a frutto ha condizionato la fertilità reale delle gemme aumentandola nel capo a frutto più lungo. Questo è stato attribuito al clone R6 impiegato che presenta una scarsa fertilità delle gemme basali. Nel Merlot e nel Cabernet sauvignon la lunghezza del capo a frutto non ha avuto influenze sulla fertilità reale delle gemme.

Sia il Pinot grigio che il Cabernet sauvignon nel 2006 hanno presentato una fertilità delle gemme maggiore rispetto al 2007 ma questo non si è verificato nel Merlot dove probabilmente una eccessiva vigoria delle piante ha ostacolato la differenziazione a fiore per l'anno successivo.

---

## 4.2 INTRODUZIONE

Per fertilità reale o di campagna si intende il numero di grappoli effettivamente originati da ogni gemma. Si considera, in genere, la fertilità media che è data dal rapporto tra il numero totale di grappoli ed il numero di gemme lasciate sulla pianta. Per fertilità potenziale si intende invece il numero di grappoli presente realmente sui germogli presenti nel corso della stagione, la fertilità potenziale risente del numero di gemme cieche e dei germogli senza grappoli. La fertilità è condizionata dal vitigno, dal clima, dalle condizioni generali nutrizionali e sanitarie, dal tipo di potatura (Fregoni, 2005), dalla forma di allevamento, dal portinnesto e dalla vigoria. Le potature corte, riducono la fertilità reale delle gemme in quanto le gemme basali in molti vitigni sono meno fertili.

Nei climi settentrionali in genere, si ha una scarsa o nulla differenziazione delle gemme basali perché le condizioni nutrizionali, climatiche (temperature e luce) e ormonali favorevoli alla differenziazione a fiore si instaurano tardi (Fregoni, *l.c.*), dopo la loro completa formazione. Entro certi limiti la fertilità è correlata positivamente alla vigoria del tralcio ma le vigorie eccessive la deprimono (Fregoni, *l.c.*) per una competizione tra l'allungamento del germoglio e la differenziazione a fiore delle sue gemme. Essa varia anche in funzione della carica di gemme per ceppo, aumentandola, diminuisce la fertilità media delle gemme. Le forme di allevamento hanno una influenza diretta sulla fertilità poiché, ad esempio attraverso la lunghezza e la curvatura dei tralci, modificano il gradiente vegetativo e la percentuale di gemme cieche (vedi Sylvoz). Focalizzando l'attenzione sulla posizione occupata dalle gemme sul tralcio, si può generalmente osservare una diversa fertilità reale proprio in relazione alla posizione in cui si viene a trovare la gemma sul capo a frutto: solitamente nella potatura lunga le gemme basali e quelle apicali sono le più avvantaggiate a scapito di quelle mediane (nel caso di un capo a frutto inclinato). È il caso tipico del Sylvoz e del Guyot, dove la maggior percentuale di gemme cieche si viene a trovare proprio al centro del capo a frutto, questo avviene in seguito a fenomeni di inibizione e di gerarchie che si instaurano tra gemme per le competizioni ormonali e per l'assunzione delle sostanze di riserva mobilizzate nei primi stadi vegetativi.

---

Nel cordone speronato, invece, la fertilità reale tende ad essere più equilibrata. Ciò è da attribuire nuovamente ad una diversa situazione nutrizionale (Fregoni, *l.c.*). Analizzando quindi l'andamento della fertilità reale si possono notare spesso ampie variazioni lungo il capo a frutto. Di solito tale grandezza risulta su livelli più o meno inferiori nelle gemme della parte basale. Questo è imputabile alla loro formazione in un momento sfavorevole alla differenziazione ma anche, e in alcuni casi soprattutto, alla componente genetica del vitigno. La parte centrale e terminale del capo a frutto solitamente presenta una fertilità maggiore in quanto le gemme hanno potuto usufruire di condizioni ambientali e nutrizionali migliori rispetto a quelle inserite nella zona basale, ma come detto, è nella parte centrale che si accentua il fenomeno delle gemme cieche che grande influenza hanno sulla fertilità media reale.

La fertilità potenziale è anch'essa legata al genotipo, alle condizioni ambientali e di sviluppo della pianta ed è influenzata dalla posizione che le gemme occupano sul tralcio: caratteristiche che determinano un elevato coefficiente di ereditabilità (Calò *et al.*, 1983; Fregoni, *l.c.*).

### **4.3 SCOPO**

Essendo la fertilità delle gemme fortemente legata al genotipo, con questo studio si è voluto indagare il comportamento della fertilità reale dei tre vitigni allo studio al fine di determinare la loro maggiore o minore predisposizione verso una forma di allevamento che utilizzi una potatura corta o lunga.

---

## **4.4 MATERIALI E METODI**

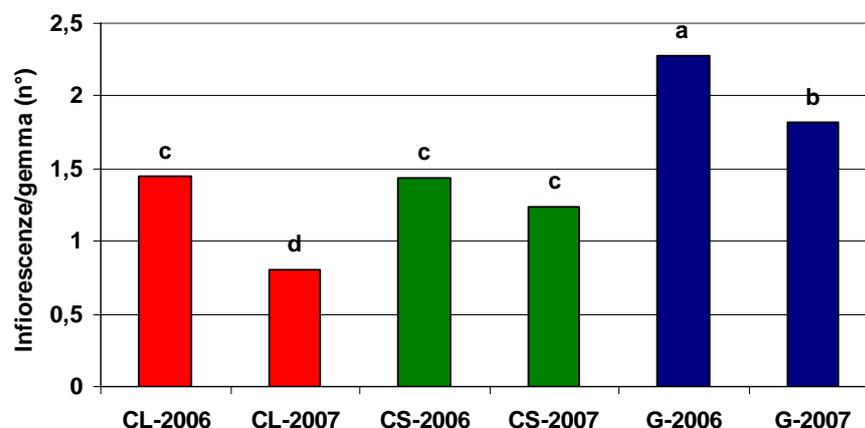
Nel 2006, alla fioritura è stata rilevata la fertilità reale mediante conteggio delle infiorescenze sviluppatasi da ogni gemma nelle diverse posizioni lungo il capo a frutto. Tale fertilità è stata ricavata come il rapporto tra il numero di infiorescenze e il numero di gemme presenti sulla pianta (Calò e Liuni, 1965). A tal fine sono state contate il numero di infiorescenze originate da ogni germoglio di 15 piante di ogni tesi ed il numero di gemme cieche.

Nel 2007, la fertilità è stata determinata in una fase più tardiva, in prossimità dell'invasatura adottando la stessa metodologia operativa utilizzata nell'anno precedente.

---

## 4.5 RISULTATI E DISCUSSIONE

Per il vitigno **Pinot grigio** è stata osservata una fertilità minore nelle forme con capo a frutto corto rispetto a quella rilevata nel Guyot (*Figura 4.1*). La fertilità del Guyot nel 2006 è risultata particolarmente alta tanto che su alcuni germogli spesso sono state contate 3 infiorescenze completamente sviluppate. Allo stesso modo, particolarmente bassa è risultata nel CL nel 2007.



**Figura 4.1:** Numero di infiorescenze/gemma (fertilità reale) rilevato nei due anni 2006 e 2007 per il vitigno Pinot grigio nelle tre forme di allevamento: Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G).

*Istogrammi con lettere diverse differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls)*

All'analisi statistica è emerso che la forma di allevamento ha condizionato la fertilità delle gemme del Pinot grigio, ma anche l'effetto dell'anno è stato determinante ed è risultata inoltre altamente significativa l'interazione forma di allevamento x anno, dovuta al valore molto basso del CL nel 2007 che più delle altre due forme ha interagito negativamente con l'andamento annuale (*Tabella 4.1*).

Per quanto attiene all'effetto della lunghezza del capo a frutto, è stato osservato che il Guyot ha presentato una fertilità maggiore rispetto alle altre due forme e la media del biennio è stata pari a 2,02 infiorescenze/gemma. Il Cordone speronato ha presentato un comportamento intermedio, la fertilità è stata pari a 1,37 mentre per il Cordone libero è stata calcolata la fertilità minore e pari a 1,18.

Tali differenze confermano quanto osservato in letteratura (AA.VV., 2000) ovvero una bassa fertilità delle gemme basali del clone R6 di Pinot grigio e pertanto le forme di allevamento che prevedono una potatura corta, limitano la fertilità reale media. La minore fertilità delle forme speronate, può in parte essere ricondotta anche alla carica di gemme, infatti secondo Fregoni (*l.c.*) all'aumentare della carica di gemme per ceppo diminuisce la fertilità e in questo caso la carica di gemme per ceppo nelle due forme speronate è stata quasi doppia rispetto al Guyot.

Nel 2006 il Pinot grigio ha presentato una fertilità media più alta e pari a 1,71 mentre nel 2007 è stata pari a 1,32 (*Figura 4.1*). Tale minore fertilità del 2007 oltre a far parte di una certa ciclicità presente anche nella vite, può essere legata all'eccessiva vigoria riscontrata nelle piante nell'anno precedente (peso del legno di potatura pari a 0,87 kg), infatti secondo Fregoni (*l.c.*), la fertilità è positivamente correlata alla vigoria del tralcio e del ceppo ma vigorie eccessivamente basse o alte la deprimono. Non sono state osservate relazioni tra la fertilità delle gemme e l'andamento climatico del periodo di differenziazione infatti le somme termiche calcolate nei mesi di maggio, giugno e luglio sono state pari a 618 GG nel 2005 e 642 GG nel 2006 e in entrambi gli anni non sono stati osservati ritorni di freddo o eventi meteorologici anomali che possano aver influenzato la differenziazione a fiore. Tutto questo avvalorava nuovamente l'ipotesi di una relazione inversa tra vigore e differenziazione a fiore delle gemme.

**Tabella 4.1:** Numero di infiorescenze/gemma (fertilità reale) rilevato per il vitigno Pinot grigio nelle tre forme di allevamento: Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) e nei due anni 2006 e 2007. <sup>a</sup>=media degli anni nelle forme di allevamento; <sup>b</sup>= media delle forme di allevamento negli anni.

	<b>Fertilità</b>
<sup>a</sup> CL	1,18 b
<sup>a</sup> CS	1,37 b
<sup>a</sup> G	2,02 a
<sup>b</sup> 2006	1,71 a
<sup>b</sup> 2007	1,32 b
Forma di allevamento x anno	***

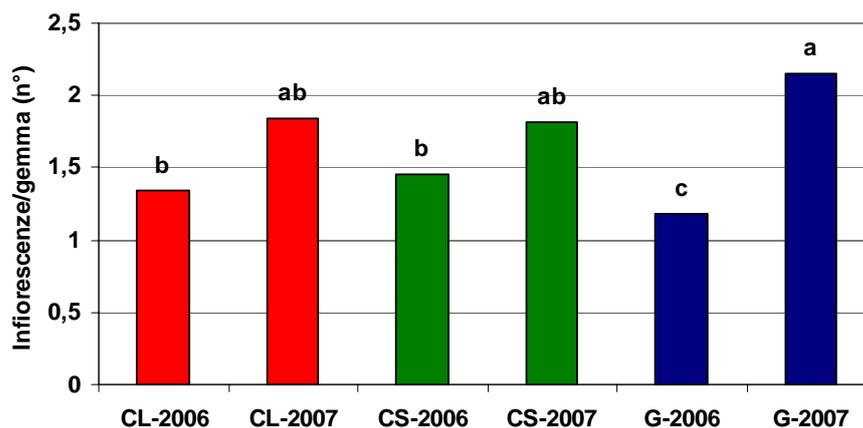
Valori seguiti da lettere diverse nell'ambito di una colonna differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls).

\*\*\* = interazione significativa per  $P \leq 0,001$

---

Nel Merlot la fertilità reale è risultata bassa, nel Guyot nel 2006, rispetto alle altre due forme di allevamento che prevedono la potatura corta (*Figura 4.2*).

A differenza di quanto osservato nel Pinot grigio, nell'anno 2007 ha presentato nel Guyot una fertilità reale elevata e maggiore rispetto all'anno precedente, tale forma inoltre presentava un numero di germogli per pianta molto basso e pari a 8 a fronte di 10-12 gemme lasciate nel capo a frutto con la potatura.



**Figura 4.2:** Numero di infiorescenze/gemma (fertilità reale) rilevato nei due anni 2006 e 2007 per il vitigno Merlot nelle tre forme di allevamento: Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G).

*Istogrammi con lettere diverse differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls)*

I risultati medi del biennio tuttavia hanno mostrato che la forma di allevamento non ha condizionato la fertilità del vitigno Merlot (*Tabella 4.2*). Tale risultato appare singolare considerato che, visivamente, la forma di allevamento a Guyot presentava la zona centrale del capo a frutto con molte gemme cieche ma, nonostante ciò il vitigno sembra aver reagito sostenendo la fertilità del germoglio ed ottenendo alla fine un risultato produttivo in sintonia con le risorse ambientali.

L'anno ha invece svolto un ruolo importante infatti la fertilità media del 2006 è stata minore, pari a 1,33, rispetto al 2007 nel quale è stata pari a 1,93.

La minore fertilità rilevata nel 2006, non è sembrata legata alle condizioni ambientali, poiché anche in questo caso vale quanto osservato a riguardo del vitigno Pinot grigio, ovvero una somma termica del periodo di differenziazione a fiore delle gemme molto simile nei due anni. Rispetto al Pinot grigio, sembra piuttosto aver influito un miglior equilibrio vegeto-produttivo che ha stimolato una buona differenziazione a fiore. Invece si può ipotizzare che il Pinot grigio,

varietà debole, abbia risposto all'abbondante concimazione azotata primaverile con un eccesso di esubero vegetativo che, come detto, ha compromesso la fertilità dell'anno successivo.

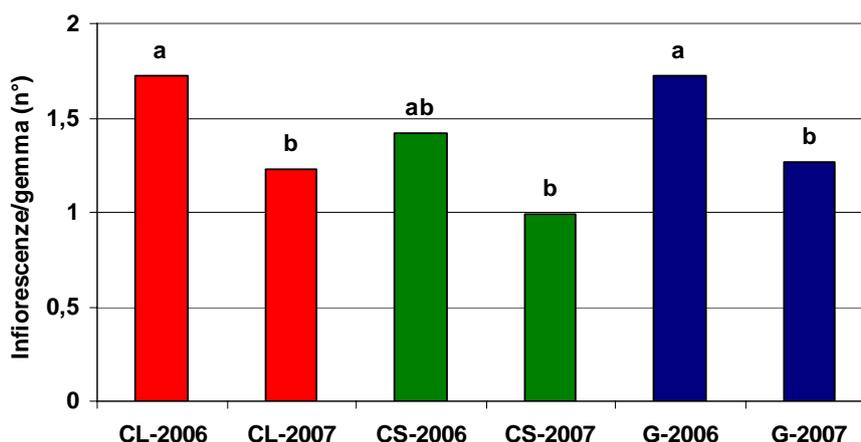
Per il Merlot inoltre le viti allevate a Guyot, nel 2007, hanno compensato la presenza reiterata di gemme cieche con un aumento della fertilità potenziale sui germogli. Questo fenomeno spiega l'interazione anno X forma di allevamento rilevata all'analisi statistica e che è risultata altamente significativa.

**Tabella 4.2:** Numero di infiorescenze/gemma (fertilità reale) rilevato per il vitigno Merlot nelle tre forme di allevamento: Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) e nei due anni 2006 e 2007. <sup>a</sup>=media degli anni nelle forme di allevamento; <sup>b</sup>=media delle forme di allevamento negli anni.

	Fertilità
<sup>a</sup> CL	1,58
<sup>a</sup> CS	1,6
<sup>a</sup> G	1,55
	n.s.
<sup>b</sup> 2006	1,33 b
<sup>b</sup> 2007	1,93 a
Forma di allevamento x anno	**

Valori seguiti da lettere diverse nell'ambito di una colonna differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). \*\* = interazione significativa per  $P \leq 0,01$

Nel Cabernet sauvignon la fertilità reale è risultata molto simile in tutte le tesi e comunque piuttosto elevata (Figura 4.3).



**Figura 4.3:** Numero di infiorescenze/gemma (fertilità reale) rilevato nei due anni 2006 e 2007 per il vitigno Cabernet sauvignon nelle tre forme di allevamento: Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G).

Istogrammi con lettere diverse differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls)

La fertilità media del biennio è risultata non significativa (*Tabella 4.3*). Significativa è invece stata la differenza tra le due annate, in media nel 2006 le piante hanno prodotto più grappoli rispetto al 2007. Probabilmente il vigore dei germogli osservato nel 2006 ha influito, come osservato nel Pinot grigio, sulla differenziazione a fiore per l'anno 2007 deprimendola.

**Tabella 4.3:** Numero di infiorescenze/gemma (fertilità reale) rilevato per il vitigno Cabernet sauvignon nelle tre forme di allevamento: Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) e nei due anni 2006 e 2007. <sup>a</sup>=media degli anni nelle forme di allevamento; <sup>b</sup>= media delle forme di allevamento negli anni.

	Fertilità
<sup>a</sup> CL	1,49
<sup>a</sup> CS	1,22
<sup>a</sup> G	1,49
	n.s.
<sup>b</sup> 2006	1,62 a
<sup>b</sup> 2007	1,12 b
Forma di allevamento x anno	n.s.

*Valori seguiti da lettere diverse nell'ambito di una colonna differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo*

## 4.6 CONCLUSIONI

La forma di allevamento ovvero la lunghezza del capo a frutto ha influenzato la fertilità delle gemme nel vitigno Pinot grigio. Questo comportamento non è tanto da attribuirsi al vitigno stesso quanto piuttosto al clone utilizzato (R6) che è conosciuto avere una scarsa fertilità delle gemme basali e questo spiega la maggior fertilità rilevata in entrambi gli anni nel Guyot. A conferma di questo, anche nel 2005, anno nel quale le piante sono state impostate per le future osservazioni e non erano pertanto presenti speroni, il rilievo effettuato sulla fertilità delle gemme non aveva evidenziato differenze tra la forma di allevamento che si presentavano entrambe con capo a frutto lungo (dati non riportati). Da questo risulta evidente l'influenza esercitata dalla speronatura del capo a frutto nel deprimere la fertilità delle gemme di questo clone.

Nel Merlot non sono emerse differenze statisticamente significative tra le tre forme di allevamento, va comunque segnalata l'alta percentuale di gemme

---

cieche nella parte centrale del capo a frutto del Guyot compensata però da un aumento della fertilità delle gemme schiuse (fertilità potenziale). Anche nel Cabernet sauvignon nessuna differenza è risultata significativa, ma è stata notata una tendenza del CS ad avere una fertilità leggermente inferiore, spiegabile nel confronto con il CL dalla minor vigoria di quest'ultimo sistema di allevamento che può aver indotto la minor presenza di grappoli nel germoglio.

Sia nel Pinot grigio che nel Cabernet sauvignon inoltre nel 2006 è stata riscontrata una fertilità delle gemme maggiore di quella rilevata nel 2007. Questo evento può essere dovuto, come riportato da Fregoni (*l.c.*) all'effetto della concimazione azotata abbondante effettuata nel 2006 che ha impresso una enorme vigoria nelle piante proprio nel periodo coincidente con la differenziazione a fiore per l'anno successivo e tale da deprimere la futura fertilità. A confermare questa ipotesi si ricorda che la vigoria delle piante nel 2005 era stata molto contenuta (dati in appendice) e pertanto non è sembrata influire sulla differenziazione.

Nel vitigno Merlot invece non sono emerse le stesse differenze tra annate osservate negli altri vitigni, ciò può essere interpretato con una maggior azione tampone nei confronti della concimazione azotata.

## **4.7 BIBLIOGRAFIA**

AA.VV., 2000. Catalogo dei cloni del gruppo di premoltiplicazione delle Venezie

CALO' A., LIUNI C.S., 1965. Studio sulla fluttuazione lungo il capo a frutto della fertilità delle gemme del Merlot. Il coltivatore e giornale vinicolo italiano, Casale Monferrato 7-8-9: 3-15.

FREGONI M., 2005. Viticoltura di qualità. Phytoline ed. (Affi, Verona).

---

## **CAPITOLO 5: Effetto della forma di allevamento sullo sviluppo della chioma.**

### **5.1 RIASSUNTO**

L'obiettivo di un vigneto correttamente gestito è ottenere produzioni di qualità introducendo forme di gestione che consentano di ottenere il giusto equilibrio tra vegetazione e produzione.

In questo studio si è cercato di verificare l'influenza della disposizione della chioma (assurgente e a ricadere) e della lunghezza del capo a frutto sullo sviluppo della vegetazione dei tre vitigni studiandone l'accrescimento dei germogli, lo sviluppo della superficie fogliare, la geometria della chioma e la ripartizione della sostanza secca tra i principali organi della pianta.

I risultati ottenuti hanno mostrato un maggior accrescimento dei germogli nelle forme con vegetazione assurgente, seppur una partenza primaverile più spinta nel CL e questo avvalorava l'opportunità dell'intervento di cimatura.

La superficie fogliare stimata è stata estremamente ampia in ogni anno e nelle tre forme pertanto l'esposizione alla luce delle chiome, intesa come IEF, è stata bassa pur essendo maggiore nelle due forme in parete anche se variabile tra i vitigni in virtù della quantità di vegetazione. Il Guyot è stata la forma che ha consentito la maggior esposizione del fogliame rispetto alle altre.

La struttura delle chiome è stata densa, con molti strati fogliari e molte foglie e grappoli sono risultati in ombra in entrambe le annate.

Dall'indagine sulla ripartizione della sostanza secca non sono emerse differenze di rilievo, nel Merlot è stata però notata una maggior allocazione nei grappoli per la forma CL.

---

## 5.2 INTRODUZIONE

### 5.2.1 L'ACCRESIMENTO VEGETATIVO

La vite può essere allevata secondo molteplici forme geometriche vista la duttilità delle sue strutture produttive (Eynard e Dalmasso, 1990) infatti si possono ottenere chiome che, pur avendo la stessa quantità totale di superficie fogliare, differiscono profondamente in termini di efficienza in funzione della tipologia e della distribuzione spaziale e demografica della popolazione di foglie che le compongono (Di Lorenzo *et al.*, 1992).

L'accrescimento vegetativo della vite è regolato da molteplici fattori: la vigoria del vitigno e del portainnesto, il clima (piovosità, temperatura, illuminazione), il terreno (struttura, profondità, fertilità chimica, nutrizione idrica), le tecniche colturali (concimazione e irrigazione). L'entità di queste influenze è regolata dalla forma d'allevamento che esplica una funzione di controllo sull'attività vegetativa e quindi sulla vigoria (intesa come peso del legno di potatura). È prioritario in un vigneto correttamente gestito, nell'obiettivo di ottenere produzioni di qualità, regolare lo sviluppo vegetativo attraverso l'introduzione di forme d'allevamento, opportunamente integrate con le caratteristiche ambientali e con quelle del binomio vitigno-portainnesto, che consentano di raggiungere un equilibrio vegeto-produttivo ottimale.

Il concetto di "equilibrio vegeto-produttivo" è stato introdotto per spiegare i complessi fenomeni che gestiscono le relazioni fra sviluppo vegetativo e produttività (Iacono *et al.*, 1992), in altri termini, il rapporto sink-source, e che consentono di ottenere produzioni di qualità.

Le tendenze innovative che hanno segnato l'Europa da circa un ventennio hanno introdotto sistemi d'allevamento, di medio-bassa espansione, capaci di integrarsi in modo ottimale con l'utilizzo di macchine operatrici per la vendemmia e la potatura invernale ed estiva. L'organizzazione della vegetazione, attraverso forme d'allevamento sempre più compatte, ha consentito di facilitare e di migliorare l'efficacia degli interventi colturali quali le lavorazioni periodiche al terreno e la distribuzione dei trattamenti antiparassitari.

---

La forma di allevamento si inserisce come uno dei più importanti fattori di regolazione dell'attività vegetativa, in grado di assicurare, se correttamente utilizzata, uno sviluppo equilibrato, volto ad evitare fenomeni di eccessi di vigore. È però evidente che solo l'interazione con il complesso delle operazioni colturali può garantire la piena espressione della sua potenzialità.

Una vite con eccessivo vigore è caratterizzata da germogli che crescono rapidamente, foglie espanse, internodi lunghi con diametri elevati e con un'attività di crescita laterale (femminelle) su molti nodi (Winkler et al., 1974). Il sistema di allevamento condiziona notevolmente il vigore vegetativo e la produzione della pianta. Sistemi con germogli verticali sono più vigorosi rispetto a quelli con germogli a ricadere (Smart e Robinson, 1991). Si osserva anche che la vigoria dei singoli germogli è più elevata nelle forme basse, in quanto è ridotta la distanza fra apparato radicale e apparato epigeo. Viceversa le forme alte riducono la vigoria (lunghezza, peso) dei germogli. La disposizione spaziale degli organi aerei della vite influisce sulla percentuale di germogliamento, sul vigore dei germogli, sulla fertilità delle gemme, sulle caratteristiche delle infiorescenze e dei grappoli e su tutti i componenti che definiscono la qualità del mosto. L'area fogliare è l'espressione della possibilità fotosintetica di una data vegetazione. Anche i germogli concorrono al processo di fotosintesi, ma solo allo stato erbaceo, così come i grappoli nella prima parte della stagione vegetativa.

Le foglie sono esposte a radiazioni solari diverse, a seconda della loro posizione. La quantità di luce può costituire un elemento limitante l'attività di fotosintesi. Per esempio, in ambienti dove la radiazione luminosa è un fattore limitante oppure vi è cattiva esposizione orografica che riduce le ore di sole giornaliere, come negli ambienti montani (Ponchia *et al.*, 2002), la chioma dovrà essere costituita da un numero moderato di strati fogliari per non creare delle situazioni di scarsa luminosità per le foglie. In uno studio condotto nell'ambiente montano Trentino, Ponchia *et al.*, (2001) hanno osservato che la gestione della chioma insieme alle forme di allevamento hanno un ruolo nell'evitare la formazione di chiome troppo dense che non consentono una buona penetrazione della luce ed esposizione dei grappoli. In ambienti dove la radiazione solare è molto consistente, in particolare se associata ad alte temperature e a carenze idriche, lo strato fogliare più esterno può essere considerato come protettivo di

---

quelli sottostanti che quindi dovranno essere privilegiati. La risposta delle foglie alla radiazione si attesta a valori massima di fotosintesi intorno ai 1000-1200 mol Q m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> per le foglie adulte. Mentre per le foglie giovani si attesta a valori inferiori. Le foglie hanno un massimo di attività a 30-40 giorni di vita, poi invecchiano progressivamente (Intrieri *et al.*, 1992); dopo l'invasatura dunque, le foglie basali hanno un ruolo limitato nella produttività complessiva (hanno oltre 100 giorni di vita). In questo periodo un'azione fondamentale può essere svolta dalle foglie delle femminelle, se il loro sviluppo avviene per tempo e durante la fase della maturazione sono in piena attività e possono compensare il calo fotosintetico delle foglie principali.

L'equilibrio vegeto-produttivo è influenzato dalla concimazione, la quale, potenziando la fertilità naturale del suolo, modifica anche sostanzialmente il vigore vegetativo. L'azoto è l'elemento che più di tutti ha una forte influenza sulla vigoria ma può influire anche sulla fertilità delle gemme. Eccessi di tale elemento causano un eccessivo rigoglio vegetativo e si presentano spesso fenomeni di colatura dei grappoli. La carenza d'altro canto comporta una diminuzione dell'efficienza fotosintetica fogliare e della produzione di biomassa; viene di conseguenza penalizzato anche il grado zuccherino così come la sintesi di composti aminoacidici importanti nelle fasi di fermentazione e nella biosintesi degli aromi dei vini. Ne deriva che l'uso di questo elemento nei piani di concimazione deve essere vincolato a precisi obiettivi di equilibrio vegeto-produttivo da raggiungere.

Quanto finora esposto riguarda alcune forme di controllo dell'equilibrio vegeto-produttivo, esistono tuttavia indici per valutarlo:

- Smart (1991) asserisce che la densità di germogli per metro di lunghezza della parete di vegetazione deve essere pari a 10-15 unità.
- L'indice di Ravaz è dato dal rapporto tra la quantità di uva prodotta e il peso del legno di potatura (Ravaz, 1906). Questo deve assumere valori ottimali che variano da 5 a 8 e non superiori a 10. Valori superiori alla soglia indicano un eccesso di produttività rispetto all'attività vegetativa, valori molto bassi rilevano invece un eccesso di vigore (Bertamini *et al.*, 1995).

---

In generale, secondo Hunter e Archer (2002), i criteri per una struttura permanentemente bilanciata sono:

- Chioma con struttura verticale;
- Equilibrio tra foglie vecchie e foglie giovani durante la maturazione dell'uva ( rapporto 0,7);
- Foglie ben esposte;
- Foglie all'interno della chioma ricche di clorofilla senza segni di senescenza;
- Massimo 4 strati di foglie tra un lato e l'altro della chioma;
- Circa 16 foglie su ogni germoglio;
- Lunghezza dei germogli omogenea, circa 1,4 m;
- Non formazione di femmine durante la maturazione delle bacche.

Esistono alcuni metodi anche per valutare lo stato della chioma, si valutano parametri quali:

- densità di vegetazione (numero di strati fogliari, densità di germogli per metro lineare);
- posizione ed esposizione al sole dei grappoli;
- presenza di zone di forte ombreggiamento;
- sfruttamento dello spazio reso disponibile dal sistema di allevamento.

### **5.2.2 LA DISPOSIZIONE DELLA VEGETAZIONE**

La vite è una specie arborea a gravitropismo negativo ovvero, se i germogli sono lasciati crescere senza fili di contenimento, essi tendono ad assumere una posizione ritombante per effetto del loro stesso peso (Givnish, 1995). L'orientamento dei germogli influenza notevolmente la crescita delle piante, germogli a ricadere crescono più lentamente di quelli a risalire sia nelle specie erbacee (Prasad e Cline, 1985) che nelle arboree ( Wareing e Nasr, 1958), vite compresa (May, 1966; Kliewer *et al.*, 1989).

A partire dagli anni 80 sono stati descritti nuovi sistemi di allevamento che si basano sulla modificazione della direzione di crescita dei germogli (Kliewer, 1982; Kliewer et al, 1989). Questo ha dato impulso a molte ricerche volte ad indagare l'effetto indotto, in particolare, dalla posizione a ricadere dei germogli su

---

tutti gli aspetti che fanno parte del ciclo produttivo della vite, dalla fenologia del germogliamento al vino, passando per indagini sullo sviluppo vegetativo, sullo stato idrico delle piante, sui parametri produttivi e così via (Kliewer *et al.*, *l.c.*; Schubert *et al.*, 1995; Calò *et al.*, 1999; Liuni *et al.*, 1999; Schubert *et al.*, 1999; Lovisolo e Schubert, 2000; Lovisolo *et al.*, 2002;).

In uno studio condotto da Kliewer *et al.* (*l.c.*) è riportato che germogli con portamento ritombante presentano un allungamento più lento ed inferiore e non sviluppano germogli secondari nella stessa misura dei germogli ascendenti, suggerendo che direzionare i germogli verso una crescita discendente, potrebbe essere una tecnica colturale adatta a controllare le crescite vegetative troppo rigogliose in vigneti vigorosi. Altri Autori (Kliewer, *l.c.*; May, *l.c.*) hanno confermato questo fenomeno dimostrando che i germogli con portamento assurgente sono generalmente più vigorosi di quelli con portamento a ricadere. Schubert *et al.*, (*l.c.*) confermano questo fenomeno attribuendolo alla riduzione di fotosintesi che si verifica nei germogli con portamento a ricadere. Tuttavia in alcuni studi condotti su piante in pieno campo, è stato riportato che la crescita vegetativa spesso è maggiore in sistemi di allevamento alti dove i germogli crescono principalmente verso il basso (Shaulis *et al.*, 1953; Weaver *et al.*, 1984; Gribaudo *et al.*, 1988), nelle stesse situazioni Carbonneau *et al.* (1978) hanno osservato il contrario. Questa apparente contraddizione viene spiegata dal fatto che nei lavori di pieno campo la crescita è affetta anche da altri fattori oltre il solo orientamento dei germogli. Altri studi hanno rilevato nuovamente che il posizionare i germogli verso il basso alla fioritura riduce il peso dei sarmenti (May, 1960; Shaulis *et al.*, 1966). Gli stessi Autori riportano anche alcuni effetti della disposizione dei germogli sulla fenologia del vitigno, l'orientamento verso il basso riduce l'intervallo di tempo tra germogliamento e fioritura.

A livello qualitativo le uve raccolte da forme con germogli assurgenti presentano un grado rifrattometrico superiore rispetto a quello di germogli a ricadere (Tassie e Freeman, 1992).

---

### 5.2.3 L'ACCRESIMENTO DEI GERMOGLI

Per quanto riguarda gli aspetti legati direttamente all'accrescimento, nel germoglio questo è dovuto all'attività dell'apice meristemico, comincia subito dopo il germogliamento, raggiunge la massima velocità verso la fase di fioritura e successivamente decresce fino ad arrestarsi in corrispondenza dell'invaiaura, quando raggiunge la lunghezza definitiva.

La crescita del germoglio subisce l'influenza di diversi fattori di natura endogena ed esogena: tra i più importanti spiccano senz'altro gli ormoni, in particolare auxine e gibberelline, e le temperature; la velocità di accrescimento aumenta, entro certi limiti, con l'aumentare della temperatura e la disponibilità idrica. Si possono, inoltre, ricordare la vigoria del portainnesto e del vitigno, il fotoperiodo, i nutrienti, ecc. Uno studio condotto in ambiente controllato ha dimostrato un significativo aumento nella lunghezza dei germogli all'aumentare della temperatura dell'apparato radicale della vite fino a un massimo di 30°C (Kliewer, 1975), mentre una potatura delle radici, eliminando parte dei carboidrati di riserva qui stoccati e riducendo l'assorbimento dei nutrienti, inibisce il loro sviluppo (McArtney *et al.*, 1999).

L'accrescimento dei germogli, primari o secondari, è inevitabilmente legato all'equilibrio vegeto-produttivo della pianta. Un parametro utile a definire se una determinata forma di allevamento si possa o meno considerare in equilibrio da un punto di vista vegeto – produttivo è la velocità con cui l'apparato fogliare tende ad occupare lo spazio a disposizione per ciascun ceppo. Un rapido sviluppo rappresenta certamente un fatto positivo, mentre una crescita vegetativa lenta e prolungata nel tempo determina, in fase di maturazione, la prevalenza del metabolismo proteico su quello glucidico quasi sempre correlato ad uno scadimento qualitativo dell'uva (Poni e Tabarelli, 1994). Inoltre, per rendere minima la quota di foglie che si sviluppa in condizioni energetiche limitanti (vedi pareti spesse, dense, ombreggiate), sarebbe opportuno avere una densità dei germogli piuttosto bassa (circa 15 per metro lineare). Risulta necessario considerare anche l'età delle foglie. Si riscontra, infatti, uno "slittamento" della zona a maggior capacità fotosintetica verso l'apice del germoglio via via che questo si sviluppa seguendo il gradiente di età fogliare. Prima della fioritura la

---

zona più efficiente si trova nel terzo basale del germoglio, tra fioritura e invaiatura nel terzo mediano e successivamente nel terzo apicale (Silvestroni *et al.*, 1994).

### **5.3 SCOPO**

Considerati gli innumerevoli effetti indotti dalla disposizione della vegetazione sull'ecofisiologia della vite, con questo lavoro si è voluto verificare l'influenza della disposizione a risalire e a ricadere della chioma sull'accrescimento dei germogli, lo sviluppo della superficie fogliare e sull'allocazione delle risorse tra i vari organi della pianta. È stato inoltre indagato il ruolo svolto dalla lunghezza del capo a frutto nell'influenzare i parametri sopraccitati.

---

## 5.4 MATERIALI E METODI

Nell'anno 2006, quando i germogli hanno raggiunto la lunghezza di 20 cm circa, su 15 delle 30 piante di ogni tesi, è stato individuato e cartellinato un germoglio sul quale è stata periodicamente misurata la lunghezza fino alla caduta dell'apice. Per questo rilievo è stato ritenuto opportuno distinguere i germogli per posizione sul cordone permanente o sul capo a frutto scegliendoli alternativamente in posizione prossimale, centrale o distale.

È stato in questo modo monitorato l'andamento dell'accrescimento del germoglio e sono state elaborate curve di incremento giornaliero dell'allungamento.

La superficie fogliare è stata stimata adottando la metodologia adottata da Mabrouk e Carbonneau (1996) (Barbagallo *et al.*, 2000; Di Lorenzo *et al.*, 2005) leggermente modificata. Nel 2006 la stima è stata eseguita alla fioritura ed all'invasatura mentre nel 2007 solo all'invasatura.

Questo metodo ha previsto la misura della lunghezza dell'asse maggiore di tutte le foglie di 1 germoglio per pianta per un totale di 6 germogli per ogni tesi. Sono stati scelti 2 germogli corti, 2 lunghi e 2 medi scelti tra gli stessi già oggetto dei rilievi di lunghezza.

Applicando la regressione lineare ottenuta correlando la superficie fogliare di 100 foglie di dimensioni variabili, scelte in modo casuale lungo il filare, misurata con "leaf area meter" Li – 3000 A (LI – COR inc) e la misura dell'asse maggiore della foglia, si è risaliti alla superficie di ogni singola foglia. Successivamente, applicando la correlazione ottenuta, è stata valutata la superficie fogliare dell'intero germoglio, il metodo non ha previsto ripetizioni nell'ambito della stessa tesi, per questo motivo non è stata effettuata l'analisi statistica.

È stata quindi calcolata la seguente equazione della retta di regressione per ogni vitigno, dove x è la misura dell'asse maggiore effettuata sulle foglie:

$$\text{Pinot grigio: Area fogliare (cm}^2\text{)} = 14,997x - 77,219$$

$$\text{Merlot: Area fogliare (cm}^2\text{)} = 16,147 x - 102,18$$

$$\text{Cabernet sauvignon: Area fogliare (cm}^2\text{)} = 16,79 x - 53,09$$

---

Le superfici fogliari rilevate all'allegagione e all'invaiaatura sono state utilizzate per la valutazione di alcuni indici fogliari secondo la metodologia proposta da Carbonneau (1995).

Gli indici calcolati sono stati:

- Superficie fogliare esposta (SFE): ricavata con l'applicazione del metodo di Carbonneau (*l.c.*) che si basa sul presupposto che le foglie fotosinteticamente più utili per la maturazione dell'uva siano solo quelle realmente esposte alla radiazione.
- Indice di esposizione fogliare (IEF): ottenuto dal rapporto tra SFE e SFT (superficie fogliare totale) che esprime, in percentuale, quanta parte della superficie è esposta alla radiazione solare rispetto all'intera massa (Smart, 1985; Mabrouk *et al.*, 1997).

All'invaiaatura è stata indagata la ripartizione degli assimilati ovvero, per ogni tesi sono stati prelevati 3 germogli nelle tre diverse posizioni lungo il capo a frutto, distale, mediana e basale.

I germogli sono stati portati in laboratorio e per ognuno sono stati valutati: lunghezza del tralcio, numero di foglie principali, numero di femminelle, numero di foglie delle femminelle, numero dei grappoli, peso delle foglie principali, peso delle foglie delle femminelle, peso dei grappoli, peso del tralcio.

I vari organi della pianta così separati sono stati posti in stufa con apposite vaschette di alluminio e lasciati essiccare a 105 °C per 48 ore per quanto riguarda gli organi verdi mentre i grappoli, visto il loro maggior contenuto di acqua hanno richiesto ulteriori 12 ore per l'essiccazione completa.

Dopo le 48-60 ore di essiccazione i vari organi sono stati velocemente pesati per evitare fenomeni di reidratazione. Fatto 100 la somma dei pesi degli organi essiccati per ogni germoglio, è stato valutato il contributo percentuale delle 4 porzioni, grappoli, foglie principali, foglie femminelle e tralci alla costituzione della massa secca totale.

All'invaiaatura, è stata valutata la struttura della chioma attraverso l'applicazione del metodo del "point quadrat" (Wilson, 1963, Smart, *l.c.*) con l'ausilio di un supporto quadrato di 1 m<sup>2</sup> in materiale plastico con fori precostituiti alla distanza di 10 cm uno dall'altro per un totale di 90 inserimenti per ogni

---

replica. Per ogni tesi sono state effettuate tre repliche. Questa tecnica consiste nel perforare la parete vegetativa con un'asta metallica appuntita di circa un metro di lunghezza, annotando il numero di contatti con foglie e grappoli su una apposita scheda. Vanno eseguite da un minimo di 50 fino a 100 misure per avere dati sufficientemente rappresentativi. Le sequenze dei contatti con le varie parti della vite si annotano indicando con "V" un vuoto (assenza di vegetazione), "F" una foglia, "G" per un grappolo.

I calcoli sui dati raccolti sono molteplici:

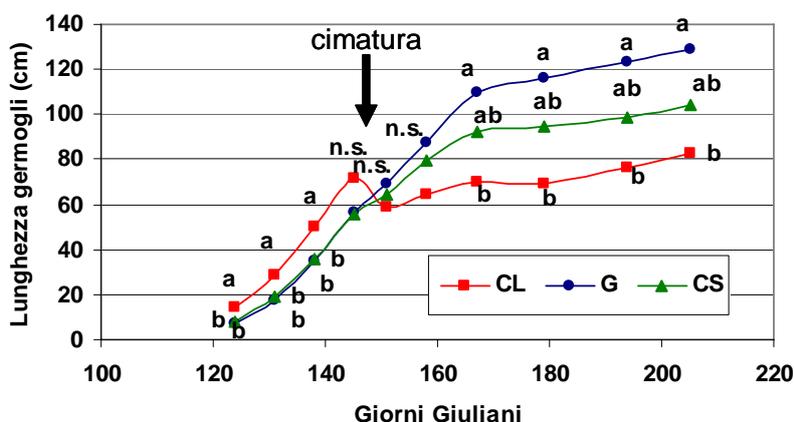
- la percentuale di vuoti si ottiene dividendo il numero di V rilevati per il numero totale di inserzioni;
- il numero di strati fogliari (NSF) = numero totale di contatti fogliari diviso il numero di inserzioni.
- la percentuale di foglie interne = numero di foglie escludendo la prima e l'ultima di ogni inserzione (se il primo contatto è un grappolo la foglia successiva è da considerarsi interna) diviso il numero totale di foglie;
- grappoli interni = numero di grappoli non presenti come primo o ultimo contatto diviso il numero totale di grappoli rilevati.

---

## 5.5 RISULTATI

Nel Pinot grigio le dinamiche di crescita dei germogli delle tre forme di allevamento sono state molto simili, ma le lunghezze finali raggiunte sono risultate diverse.

È stata evidenziata una maggior lunghezza nei germogli della forma di allevamento CL fino al momento della cimatura, eseguita a fine maggio. Dalla cimatura in poi è stato seguito l'allungamento della femminella più vigorosa sviluppatasi ed è stato osservato che l'allungamento ha continuato a seguire lo stesso andamento delle altre due tesi risultando però inferiore in termini di lunghezza totale soprattutto rispetto al Guyot. Le due forme di allevamento che hanno previsto la legatura verticale dei germogli hanno mostrato un accrescimento del tutto simile per tutta la durata delle osservazioni (*Figura 5.1*).

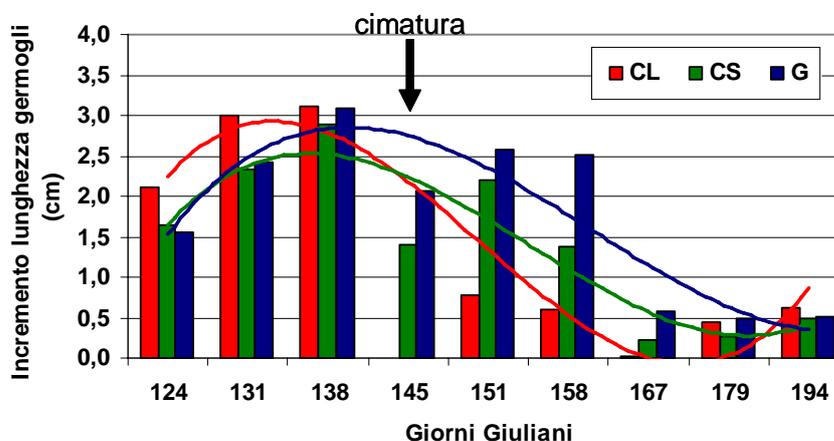


**Figura 5.1:** : Andamento della crescita dei germogli rilevato nel Pinot grigio nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006.

Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa data differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

Analizzando gli incrementi giornalieri si può notare come l'incremento massimo sia stato osservato, in tutte le tesi, nei giorni dal 131° AL 138°, circa 20 giorni prima della fioritura (gg 131-138), mentre la crescita si è praticamente arrestata all'inizio del mese di luglio (circa 10-15 giorni prima dell'inizio invaiatura) (*Figura 5.2*).

È stato inoltre notato che l'incremento iniziale è stato molto simile nelle tre forme di allevamento ed è stato in media di 2-3 cm al giorno fino al momento della cimatura. L'intervento in verde, eseguito nel CL prima della fioritura, ha coinciso con la legatura meccanica dei germogli nelle altre due forme in parete. Per queste due forme la variazione della posizione dei germogli ha influito sulla loro crescita, rallentandola, probabilmente perché i germogli si sono dovuti riadattare alla nuova posizione. L'accrescimento è poi ripreso (vedi 151° giorno) e sono stati osservati incrementi giornalieri maggiori nella forma a Guyot, seguita dal CS. Nella forma CL, poiché l'accrescimento era misurato su una femminella, dopo l'intervento di cimatura è stato osservato un incremento giornaliero inferiore rispetto alle altre due forme ma molto simile nell'ultima fase di osservazione. Dopo il nuovo picco di crescita, è iniziato il calo dovuto alla presenza dell'uva sui germogli e quindi al prevalere di un nuovo sink di destinazione degli assimilati non più destinati all'accrescimento dell'apice del germoglio. L'accrescimento è stato quasi nullo dalla fine di giugno, Giorni Giuliani da 165 a 170, in poi, con l'approssimarsi dell'invasatura.

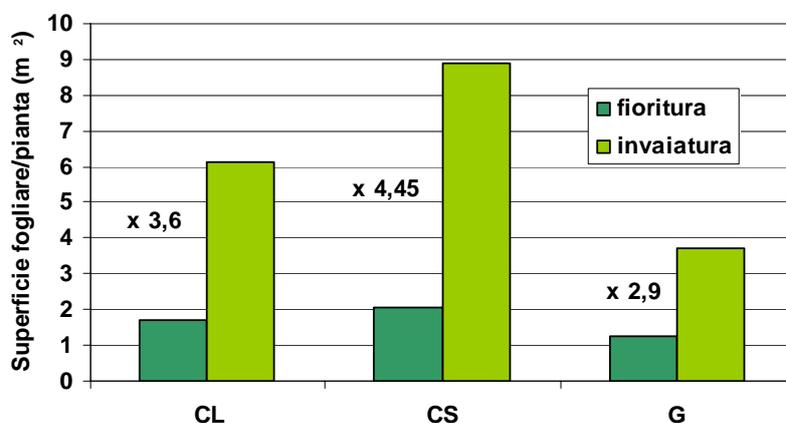


**Figura 5.2:** Incremento giornaliero di lunghezza rilevato nei germogli del Pinot grigio nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006.

Le misure di superficie fogliare per pianta, effettuate poco prima della fioritura, prima dell'intervento di cimatura, hanno messo in evidenza alcune differenze, variando da 1,26 m<sup>2</sup>/pianta nella forma di allevamento a Guyot, a 2,04 m<sup>2</sup>/pianta nel Cordone speronato, mentre il Cordone libero ha presentato una superficie intermedia e pari a 1,70 m<sup>2</sup>/pianta (Figura 5.3). Alla maggior lunghezza

dei germogli del CL riscontrata fino alla cimatura (*Figura 5.1*) non è corrisposta una effettiva maggior superficie fogliare ciò si ritirne sia dovuto agli internodi più lunghi del CL rispetto alle altre due forme di allevamento.

Anche nel rilievo eseguito all'invaiaatura sono state osservate differenze di superficie fogliare tra le forme di allevamento. Nel CL la superficie fogliare stimata è più che triplicata, nel Cordone speronato più che quadruplicata, mentre nel Guyot l'incremento è stato minore rispetto alle altre due forme tuttavia la superficie fogliare per pianta è quasi triplicata dalla fioritura all'invaiaatura. L'entità di queste variazioni può essere attribuita all'intensa concimazione subita dal vigneto. Mentre però nel CL l'effetto della concimazione è stato frenato dalla minor vigoria dei germogli indotta dalla posizione a ricadere, nel CS la vigoria è stata vistosamente stimolata. Considerando però che nel CL c'erano 17 germogli per pianta, mentre nel CS 18 e nel G solamente 8, è risultato che, concordemente alla maggior lunghezza dei germogli (*Figura 5.1*), il Guyot alla fioritura ha sviluppato la maggior superficie fogliare per germoglio mentre all'invaiaatura entrambe le forme in parete hanno presentato una superficie fogliare per germoglio maggiore rispetto al CL.



**Figura 5.3:** Superficie fogliare stimata per pianta nel Pinot grigio nelle tre forme di allevamento di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006 nelle fasi fenologiche della fioritura e dell'invaiaatura.

*I numeri accanto agli istogrammi indicano l'incremento della superficie totale nel passaggio dalla prima alla seconda epoca di rilevamento.*

Dal confronto delle superfici fogliari esposte rispetto a quelle totali delle tre forme di allevamento, la chioma che ha presentato la maggior quantità di foglie esposte è risultata quella, con il minor numero di germogli, del Guyot (*Tabella 5.1*). Anche la chioma del CS alla fioritura si presentava equilibrata con una certa porzione di foglie in ombra ma con un IEF pari a 0,77 sintomatico di una buona esposizione del fogliame alla radiazione. Il CL invece già alla fioritura presentava una chioma molto disordinata, la posizione a ricadere dei germogli, associata ad un loro elevato numero, ha indotto un affastellamento della vegetazione che ha provocato situazioni di ombreggiamento. Solamente la metà circa della superficie fogliare stimata è risultata esposta alla radiazione.

All'invaiaatura, visti gli incrementi di superficie fogliare, è stato osservato che le forme di allevamento con capo a frutto costituito dallo sperone, visto il maggior numero di germogli per pianta, hanno presentato una percentuale di superficie fogliare esposta molto bassa infatti solo circa il 20% del totale è risultata illuminata nel CL ed il 25 nel CS. La chioma della forma G, pur presentando anch'essa un buon incremento della superficie fogliare dalla fioritura all'invaiaatura, ha comunque presentato un buon indice di esposizione, pari a 0,7 pertanto buona parte delle foglie sono risultate esposte alla radiazione anche all'invaiaatura.

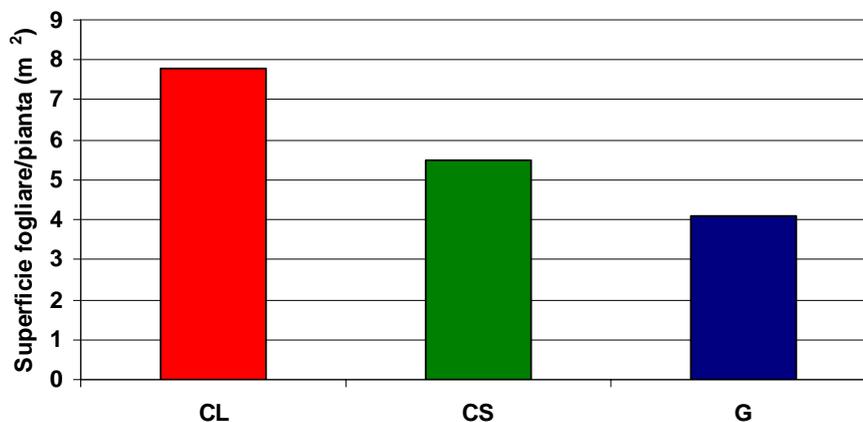
**Tabella 5.1:** Indici fogliari stimati nel Pinot grigio nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006.

SFT= Superficie Fogliare Totale; SFE= Superficie Fogliare Esposta; IEF= Indice Efficienza Fogliare.

	SFT (m <sup>2</sup> )		SFE (m <sup>2</sup> )		IEF	
	Fioritura	Invaiaatura	Fioritura	Invaiaatura	Fioritura	Invaiaatura
<b>CL</b>	1,7	6,1	0,9	1,3	0,54	0,21
<b>CS</b>	2,0	8,9	1,6	2,2	0,77	0,25
<b>G</b>	1,3	3,7	1,3	2,6	1	0,7

Anche nel 2007 la superficie fogliare stimata all'invaiaatura è stata maggiore nelle forme con capo a frutto a sperone rispetto a quella del Guyot (*Figura 5.4*). La maggior superficie è stata stimata nel CL. Ancora una volta, dividendo la superficie fogliare totale sviluppata dalla pianta per il numero di germogli sviluppati, è emerso che la maggior superficie fogliare per germoglio è

stata sviluppata dalla forma con capo a frutto lungo, mentre le due forme speronate hanno presentato valori di superficie fogliare per germoglio molto simili.



**Figura 5.4:** Superficie fogliare stimata per pianta nel Pinot grigio nelle tre forme di allevamento di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2007 all'invaiaatura.

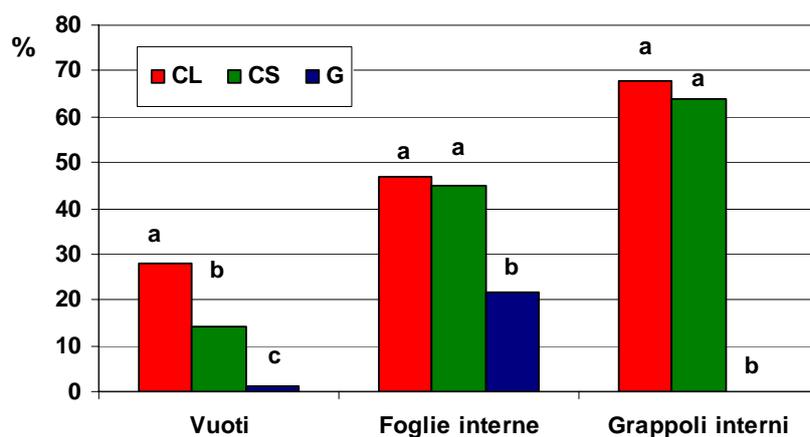
Nel 2007 è stato osservato che la quantità di superficie fogliare esposta rispetto a quella totale nelle forme in parete ha portato a chiome più esposte rispetto alla forma a ricadere. Infatti nelle due forme in parete la metà della superficie fogliare totale è risultata esposta mentre nel CL tale percentuale si riduce al 24% indicando una minor efficienza di questa chioma dovuta ad un maggior affastellamento dei germogli (*Tabella5. 2*).

**Tabella 5.2:** indici fogliari stimati nel Pinot grigio nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2007.

SFT= Superficie Fogliare Totale; SFE= Superficie Fogliare Esposta; IEF= Indice Efficienza Fogliare.

	SFT (m <sup>2</sup> )	SFE (m <sup>2</sup> )	IEF
<b>CL</b>	7,8	1,9	0,24
<b>CS</b>	5,5	2,9	0,52
<b>G</b>	4,1	2,0	0,48

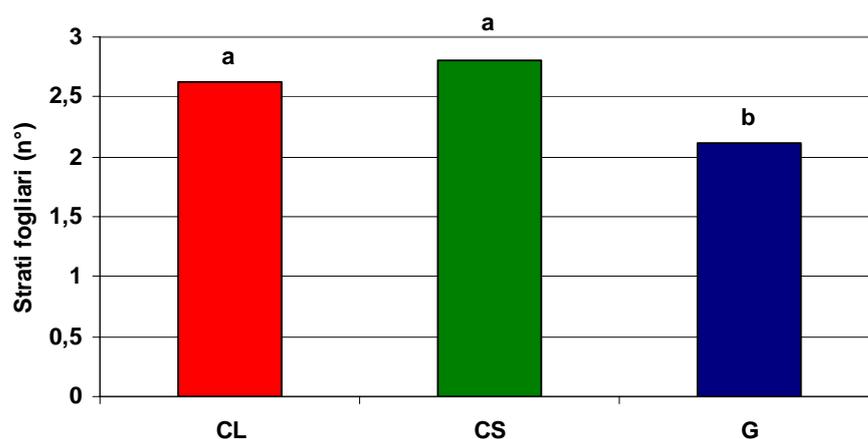
I rilievi di “point quadrat” effettuati all'invaiaatura nel 2006 hanno pienamente validato quanto osservato finora poiché hanno evidenziato una maggior quantità di vuoti di vegetazione nel Cordone libero rispetto alle altre due forme, dovuti principalmente ad una chioma meno ordinata. La minor quantità di vuoti è stata osservata nel Guyot (*Figura 5.5*).



**Figura 5.5:** Percentuali di: vuoti di vegetazione, foglie interne e grappoli interni stimate con il metodo del “point quadrat” nel Pinot grigio nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006 all’invaiaatura.

Istogrammi che nell’ambito della stessa variabile presentano lettere diverse differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls).

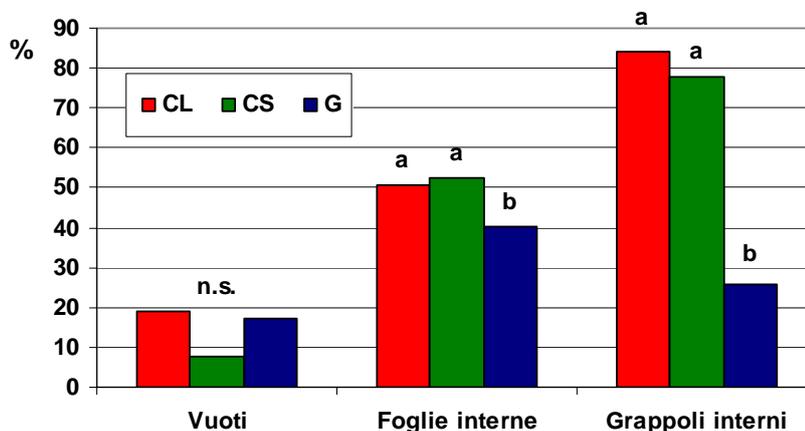
Il numero di foglie interne è risultato minore nel Guyot, concordemente con quanto finora discusso a proposito dell’esposizione della superficie fogliare. Importanti differenze sono state osservate anche per quanto riguarda la percentuale di grappoli interni che è risultata nulla nel Guyot ma molto elevata nelle altre due forme. Il numero di strati fogliari è stato di poco superiore a 2 nel Guyot a significare che tutta la parete, essendo costituita da soli due livelli di foglie, è risultata esposta alla radiazione (Figura 5.6).



**Figura 5.6:** Numero di strati fogliari stimati con il metodo del “point quadrat” nel Pinot grigio nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006 all’invaiaatura.

Istogrammi che presentano lettere diverse differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls).

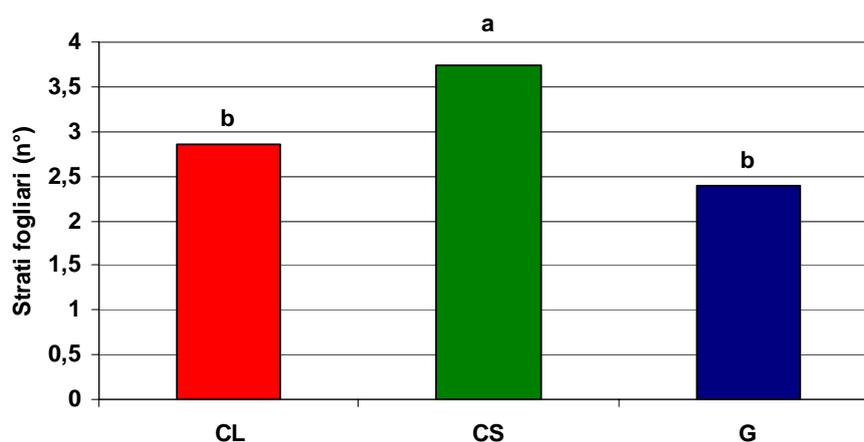
Anche nel 2007 i risultati sono stati simili e concordanti con quelli del 2006. La chioma delle piante allevate a Guyot è risultata composta da una minor percentuale di foglie e di grappoli interni (*Figura 5.7*).



**Figura 5.7:** Percentuali di: vuoti di vegetazione, foglie interne e grappoli interni stimate con il metodo del “point quadrat” nel Pinot grigio nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2007 all’invaiaatura.

Istogrammi che nell’ambito della stessa variabile presentano lettere diverse differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

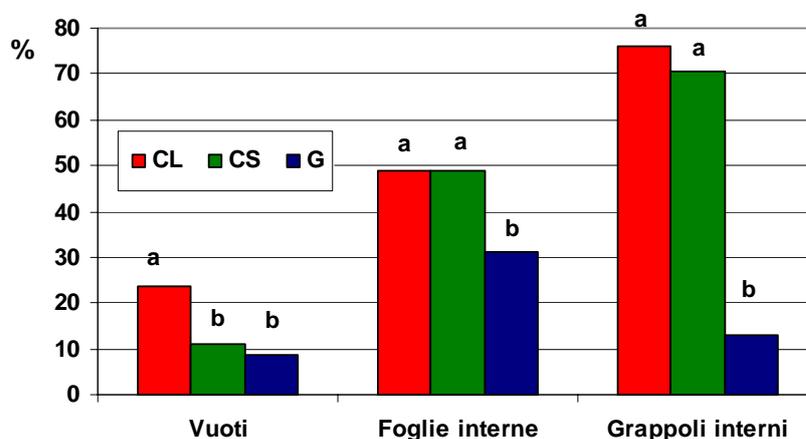
Il numero di strati fogliari è stato uguale nelle due forme in parete e minore rispetto a quello stimato nella forma a CL (*Figura 5.8*).



**Figura 5.8:** Numero di strati fogliari stimate con il metodo del “point quadrat” nel Pinot grigio nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2007 all’invaiaatura.

Istogrammi che presentano lettere diverse differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls).

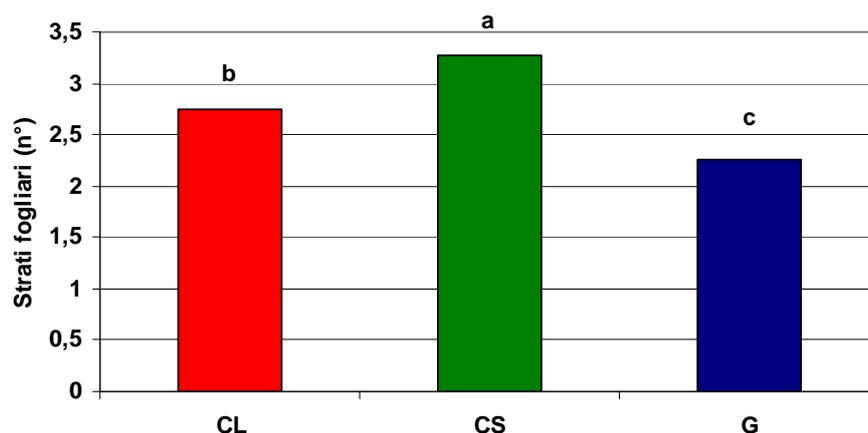
In media nel triennio la forma di allevamento che ha presentato la maggior percentuale di vuoti di vegetazione è stata il Cordone libero ad indicare una chioma più disordinata, voluminosa, meno compatta e che non sfrutta in maniera razionale lo spazio a disposizione (*Figura 5.9*).



**Figura 5.9:** Percentuali di: vuoti di vegetazione, foglie interne e grappoli interni stimate con il metodo del “point quadrat” nel Pinot grigio nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G), media del biennio.

*Istogrammi che nell’ambito della stessa variabile presentano lettere diverse differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls).*

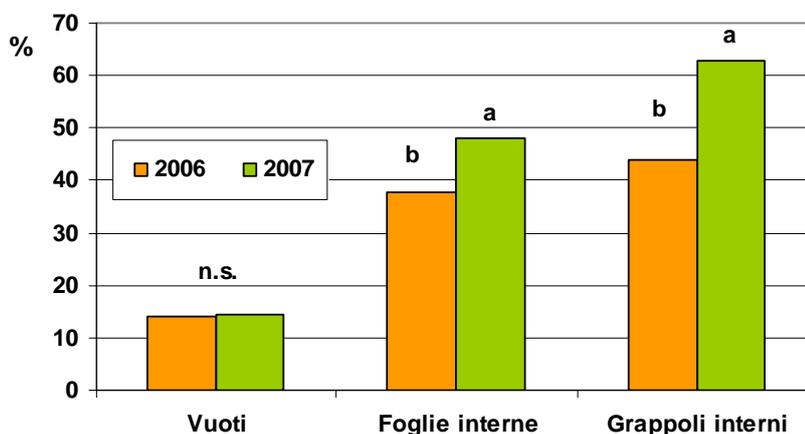
Le chiome di entrambe le forme con sperone hanno presentato un maggior numero di foglie e grappoli interni rispetto al Guyot e sono risultate più compatte. Questo è dipeso dal numero di germogli sviluppati da ogni pianta che è stato ogni anno più che doppio nel CS e CL rispetto al Guyot. Il numero di strati fogliari stimati è stato maggiore nel CS e CL mentre, tuttavia, ancora una volta la disposizione della chioma più razionale è stata valutata nel Guyot che ha presentato un numero di strati fogliari inferiori a 2,5 (*Figura 5.10*).



**Figura 5.10:** Numero di strati fogliari stimati con il metodo del “point quadrat” nel Pinot grigio nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G), media del biennio.

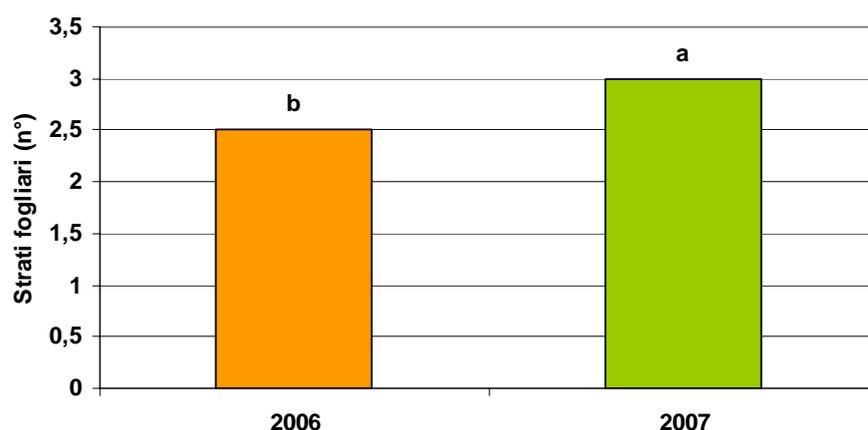
Istogrammi che presentano lettere diverse differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls).

Differenze sono state anche osservate tra le annate, il 2007 è stato un anno in cui le chiome, in generale, si sono presentate più compatte rispetto al 2006 anche se in realtà le superfici fogliari stimate all’invaiaitura nei due anni sono risultate molto simili (Figure 5.11 e 5.12).



**Figura 5.11:** Percentuali di: vuoti di vegetazione, foglie interne e grappoli interni rilevati all’invaiaitura con il metodo del “point quadrat” nel Pinot grigio nei due anni 2006 e 2007, media delle forme di allevamento.

Istogrammi che nell’ambito della stessa variabile presentano lettere diverse differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo



**Figura 5.12:** Numero di strati fogliari rilevati all'invasatura con il metodo del "point quadrat" nel Pinot grigio nel 2006 e 2007, media delle tre forme di allevamento. Istogrammi che presentano lettere diverse differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls).

La valutazione della ripartizione degli assimilati eseguita all'invasatura conferma le osservazioni finora effettuate.

Nel 2006 il numero di grappoli portati dai germogli osservati non è variato tra le forme di allevamento ed è stato conforme alla fertilità già valutata alla fioritura (Tabella 5.3).

Il numero di foglie principali è risultato inferiore nei germogli prelevati nel sistema CL, vista la cimatura, rispetto alle due forme in parete. Anche la lunghezza dei tralci è stata inferiore nel CL, come era già emerso dalla misura dell'allungamento dei germogli. Tuttavia in questo caso, contrariamente a quello che era stato già osservato, il G ha presentato una lunghezza dei germogli, prelevati allo scopo di valutare la ripartizione della sostanza secca, inferiore rispetto al CS.

Tale minor lunghezza del CL è stata causata dall'intervento di cimatura. A tal proposito infatti è stato osservato che il numero di femminelle è risultato diverso nelle tre forme e pari a 6 nel CL, 14 nel CS e 12 nel G. Se si considera che i germogli prelevati dal CL presentavano solo 8 foglie e pertanto, 8 nodi, ciò significa che questa forma ha sviluppato quasi una femminella ad ogni nodo.

È importante, inoltre, notare che il numero di foglie portate da queste femminelle è stato uguale nelle tre forme, ovvero, il CL in sole 6 femminelle ha portato 74 foglie, contro le 74 e 75 portate rispettivamente dalle forme CS e G,

che pur presentavano un numero di femminelle quasi doppio. Il numero medio di foglie per ogni femminella è stato infatti di 12 nel CL, 5 nel CS e 6 nel Guyot, ad indicare che la forma cimata ha presentato femminelle molto più vigorose rispetto alle 2 forme in parete. La quantità e lo sviluppo delle femminelle della forma CL spiega l'eccessivo affastellamento vegetativo che è stato notato con l'applicazione del metodo del "point quadrat".

Questo fenomeno, senz'altro legato all'effetto della cimatura, è stato esaltato, come osservato anche da Kliewer, (*l.c.*), dal fatto che germogli con portamento a ricadere generalmente producono un maggior numero di germogli laterali e più vigorosi soprattutto vicino alla base del germoglio (nodi 2 e 3).

Ciò è dovuto presumibilmente alla piegatura dei germogli che avvantaggia il rifornimento di linfa in quelli posti prima del punto di curvatura che si viene a formare nei germogli liberi.

Inoltre, dalla divisione della lunghezza del tralcio per il numero di nodi è stata calcolata la lunghezza degli internodi che è risultata pari a 13 cm nel CL, 7,85 nel CS e 6,42 nel G. Il CL quindi ha presentato internodi molto più lunghi che sono indicativi di una maggior spinta vegetativa di questa forma rispetto alle altre, ma sono dovuti anche all'intervento di cimatura che ha mantenuto sulla pianta la parte basale dei germogli che è nota portare internodi più lunghi.

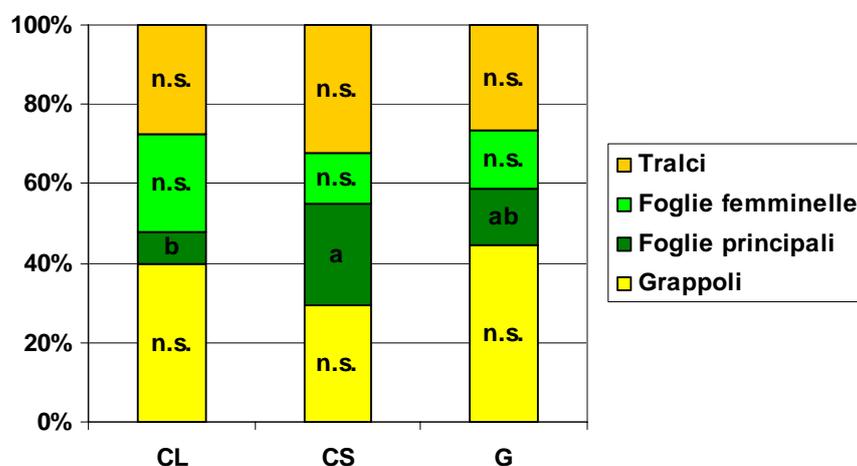
**Tabella 5.3:** Caratteristiche della struttura dei germogli prelevati per la valutazione della ripartizione della sostanza secca nel Pinot grigio nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G), nell'anno 2006.

	CL	CS	G
<b>Grappoli/germoglio (n°)</b>	2,3	2,0	2,7 n.s.
<b>Foglie/germoglio (n°)</b>	8 b	24 a	22 a
<b>Femminelle/germoglio (n°)</b>	6 b	14 a	12 a
<b>Foglie/femminella (n°)</b>	12 a	5 b	6 b
<b>Foglie femminelle (n°)</b>	74	74	75 n.s.
<b>Lunghezza germoglio (cm)</b>	104 c	188 a	141 b
<b>Lunghezza internodi (cm)</b>	13	7,9	6,4

Valori affiancati da lettere diverse nell'ambito di una stessa riga differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

Calcolando la ripartizione della sostanza secca tra gli organi non sono state osservate differenze se non, ovviamente, nella parte destinata alle foglie principali (Figura 5.13). Il Cordone libero ha ovviamente destinato una quantità inferiore di assimilati alle foglie principali in conseguenza dell'intervento di cimatura, ma la

superficie fogliare è stata prontamente ed interamente recuperata dalle femminelle.



**Figura 5.13:** Ripartizione della sostanza secca tra i diversi organi della pianta (grappoli, foglie principali e delle femminelle e tralci) rilevata nel Pinot grigio nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nell'anno 2006.

Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa porzione di istogramma differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

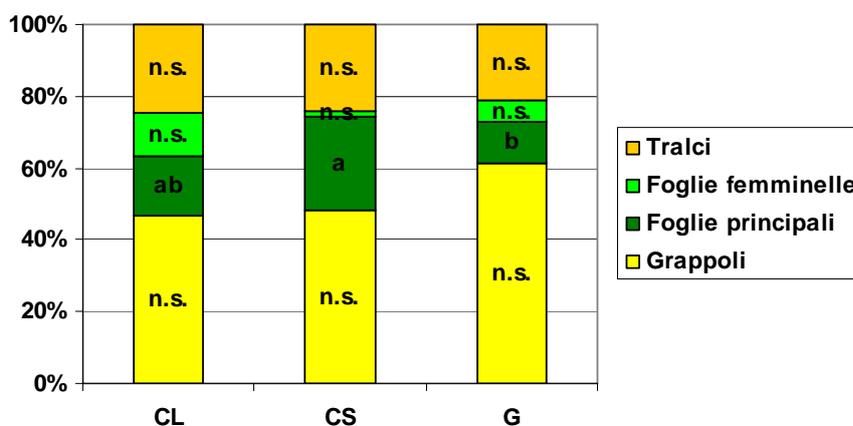
Anche nel 2007 la ripartizione della sostanza secca ha concordato con i risultati ottenuti dagli altri rilievi di carattere vegetativo. Sono state osservate minori differenze tra le forme di allevamento rispetto all'anno precedente soprattutto per variazioni legate alla forma di allevamento a Guyot. Il Guyot nel 2007 è risultato molto più vigoroso rispetto all'anno precedente ed infatti ha presentato una lunghezza dei germogli simile a quella delle altre due forme, con molte foglie ma soprattutto molte femminelle e piuttosto vigorose (Tabella 5.4).

**Tabella 5.4:** Caratteristiche della struttura dei germogli prelevati per la valutazione della ripartizione della sostanza secca nel Pinot grigio nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G), nell'anno 2007.

	CL	CS	G
<b>Grappoli/germoglio (n°)</b>	1,7	1,3	2,0 n.s.
<b>Foglie/germoglio (n°)</b>	20	29	16 n.s.
<b>Femminelle/germoglio (n°)</b>	3,7	2,3	4,7 n.s.
<b>Foglie/femminella (n°)</b>	6,6	1,7	7,0
<b>Foglie totali femminelle (n°)</b>	17,7	4,0	32,3 n.s.
<b>Lunghezza germoglio (cm)</b>	102	149	103,5 n.s.

n.s.= non significativo

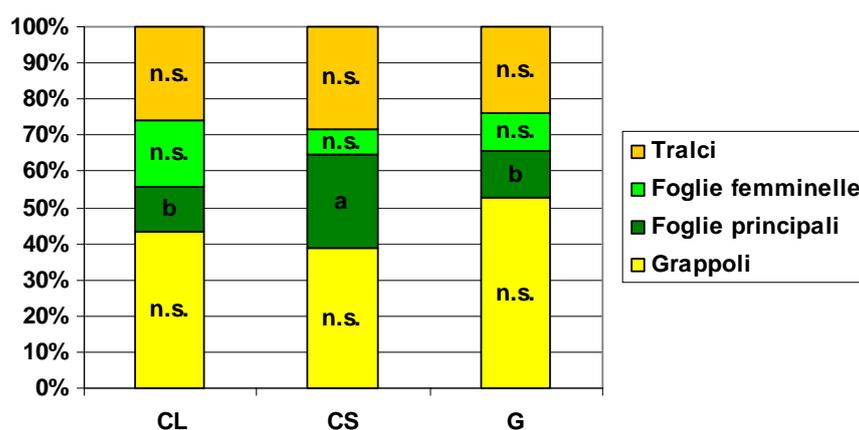
La ripartizione della sostanza secca, in percentuale in questo anno, è stata molto più favorevole ai grappoli rispetto all'anno precedente nel quale le piante avevano investito soprattutto in vegetazione. Nel Guyot più del 60% della sostanza secca totale è stata rilevata nei grappoli (*Figura 5.14*). Alcune differenze sono state osservate per quanto riguarda la ripartizione nelle foglie principali che è stata maggiore nel CS rispetto al Guyot ed è andata a scapito delle femminelle che hanno avuto un ruolo nullo nella costituzione della chioma di questa forma di allevamento.



**Figura 5.14:** Ripartizione della sostanza secca tra i diversi organi della pianta (grappoli, foglie principali e delle femminelle e tralci) rilevata nel Pinot grigio nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nell'anno 2007.

Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa porzione di istogramma differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

In generale nei due anni la ripartizione della sostanza secca non è stata molto diversa tra le forme se non per quanto riguarda le foglie principali che hanno avuto un ruolo più rilevante nella forma CS rispetto alle altre (*Figura 5.15*). È stato inoltre osservato che la forma di allevamento a Guyot ha accumulato maggiormente nei grappoli rispetto alle altre due forme ma ciò non è risultato significativo all'analisi statistica. È da notare quindi che il Guyot tende ad avere un rapporto grappoli/foglie più portato verso il primo organo (sink) ed è, di conseguenza, un sistema di allevamento che può andare incontro a squilibri vegetativi più facilmente rispetto ad altri.

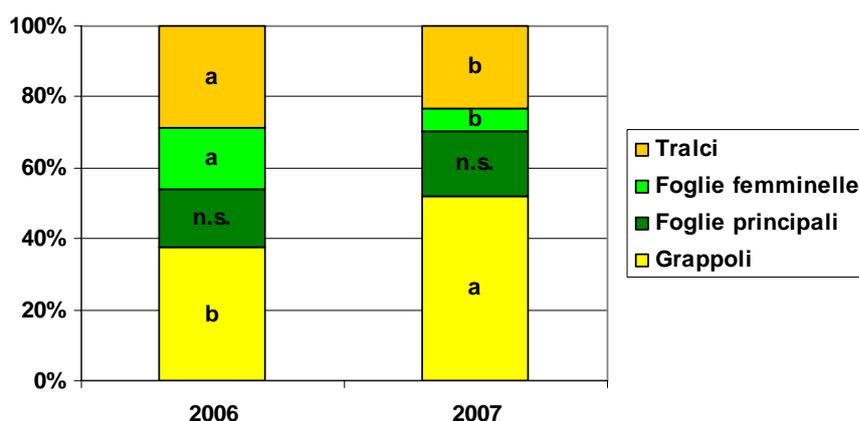


**Figura 5.15:** Ripartizione della sostanza secca tra i diversi organi della pianta (grappoli, foglie principali e delle femminelle e tralci) rilevata nel Pinot grigio nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) media del biennio.

Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa porzione di istogramma differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

Per quanto riguarda le due annate è emerso che il 2007 è stato più favorevole all'accumulo nei grappoli rispetto all'anno precedente e questo per una minore allocazione nelle foglie e nei tralci (Figura 5.16). In particolare nel 2007 sembra non esserci stato molto sviluppo delle femminelle che invece nel 2006 avevano contribuito in modo importante alla costituzione delle chiome soprattutto nel CL.

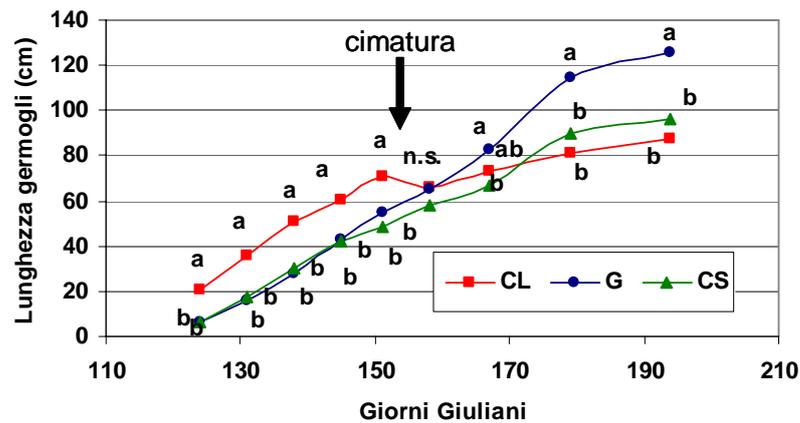
Il 2006 ha presentato anche germogli più lunghi rispetto al 2007 e ciò è visibile nella sostanza secca che è stata maggiore nei tralci nel primo anno rispetto al secondo. Nel 2007 le piante hanno lavorato maggiormente alla nutrizione dei grappoli rispetto al 2006 in cui, probabilmente a causa dell'abbondante concimazione effettuata, gran parte degli assimilati è stata investita in vegetazione.



**Figura 5.16:** Ripartizione della sostanza secca tra i diversi organi della pianta (grappoli, foglie principali e delle femminelle e tralci) rilevata nel Pinot grigio nei due anni di prove 2006 e 2007, media delle forme di allevamento.

Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa porzione di istogramma differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

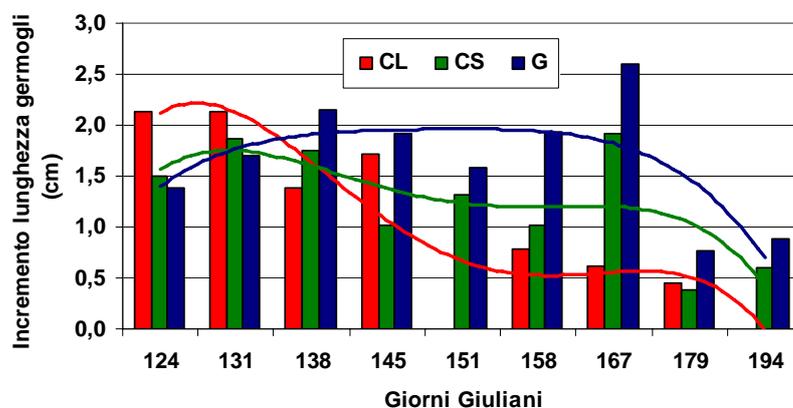
Nel vitigno **Merlot** l'accrescimento dei germogli, così come già osservato nel Pinot grigio, fino alla cimatura, è risultato maggiore nel Cordone libero rispetto alle altre due forme di allevamento (Figura 5.17). Dal momento della cimatura invece l'accrescimento nel Guyot è risultato nuovamente superiore rispetto alle altre due forme di allevamento. Si può addurre che in questo sistema di conduzione, per la minor percentuale di germogliamento ma anche per la scarsa fertilità delle gemme osservata, i minori germogli presenti abbiano avuto a disposizione per l'accrescimento vegetativo più assimilati rispetto alle altre due forme che invece hanno mostrato un accrescimento del tutto simile tra loro e inferiore rispetto al Guyot.



**Figura 5.17:** Andamento della crescita dei germogli rilevato nel Merlot nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006.

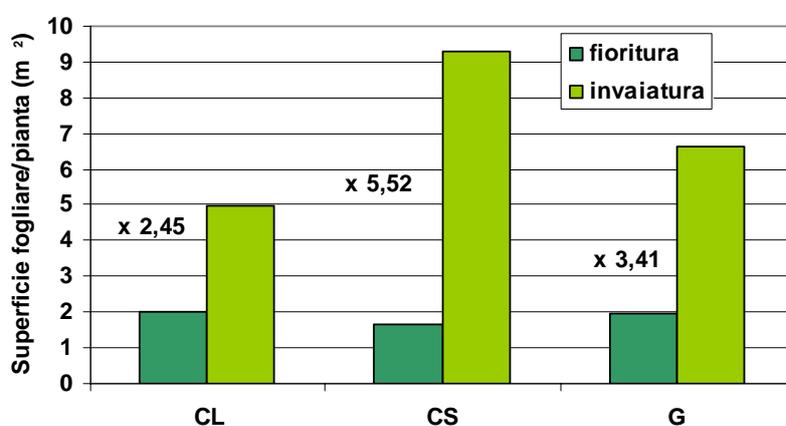
Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa data differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

L'incremento giornaliero di lunghezza dei germogli, nei tre sistemi di conduzione, nelle due forme con portamento della vegetazione ascendente è risultato simile (Figura 5.18), anche se il Guyot ha mantenuto un accrescimento più marcato rispetto al CS ma per entrambi è evidente un picco poco prima della fioritura, con un allungamento che si è mantenuto poi su alti livelli fino all'invasiatura. Mentre nel CL è stato evidente il calo dovuto all'intervento di cimatura al quale non è poi più corrisposta una ripresa di accrescimento se non molto lieve, contrariamente a quanto osservato invece nel Pinot grigio.



**Figura 5.18:** Incremento giornaliero di lunghezza rilevato nei germogli del Merlot nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006.

La stima della superficie fogliare sviluppata da ogni pianta è stata effettuata alla fioritura, prima dell'intervento di cimatura, e all'invaiaatura. Alla prima epoca non sono emerse differenze, infatti, la superficie fogliare stimata per pianta è variata da 1,68 m<sup>2</sup>/pianta nel sistema di allevamento CS e 2,02 m<sup>2</sup>/pianta nella CL. Nel Guyot è stata rilevata una superficie fogliare molto vicina a quella del CL e pari a 1,94 m<sup>2</sup>/pianta (Figura 5.19). La stima della superficie fogliare media di ogni germoglio è risultata pari a 0,16 m<sup>2</sup> nelle due forme con capo a frutto corto e 0,10 m<sup>2</sup> nel Guyot. Così come è stato osservato nel Pinot grigio, anche in questo caso la maggior lunghezza dei germogli del CL non ha corrisposto ad una effettiva maggior superficie fogliare.



**Figura 5.19:** Superficie fogliare stimata per pianta nel Merlot nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006 nelle fasi fenologiche della fioritura e dell'invaiaatura.

*I numeri accanto agli istogrammi indicano l'incremento della superficie totale nel passaggio dalla prima alla seconda epoca di rilevamento.*

La successiva stima di quanta parte della superficie fogliare totale risultasse effettivamente esposta alla radiazione ha messo in evidenza che le due forme in parete presentavano la quasi totalità dell'apparato fogliare esposta con valori dell'IEF prossimi all'unità nel CS e pari a 0,63 nel G (Tabella 5.5). Il CL invece, già in una fase così precoce, ha presentato solo il 40% di foglie esposte, sintomatico di una futura scarsa illuminazione ed efficienza di molte delle foglie che risulteranno necessariamente foglie d'ombra.

Nel rilievo eseguito all'invaiaatura sono state osservate differenze tra le tesi molto marcate. Nel Cordone libero la superficie è più che raddoppiata, nel Guyot

è più che triplicata mentre nel CS è addirittura aumentata di 5,5 volte rispetto a quanto riscontrato alla fioritura (*Figura 5.19*).

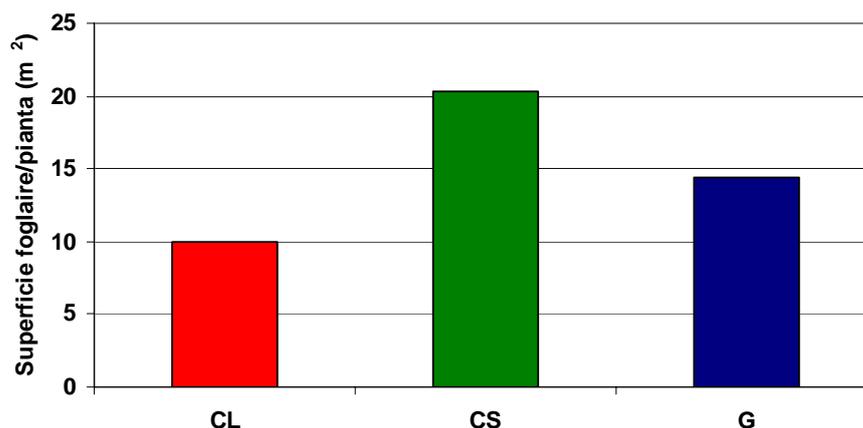
L'entità di questi incrementi si è ripercossa sull'IEF delle chiome che infatti è stato notevolmente ridotto rispetto a quello stimato alla fioritura. L'IEF è risultato pari a 0,29 nel CL, 0,27 nel CS e 0,33 nel G, dimostrando che tutte le forme di allevamento presentavano una fogliosità eccessiva ai fini di una buona illuminazione delle foglie e di una buona maturazione dell'uva (*Tabella 5.5*).

**Tabella 5.5:** Indici fogliari stimati nel Merlot nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006.

SFT= Superficie Fogliare Totale; SFE= Superficie Fogliare Esposta; IEF= Indice Efficienza Fogliare.

	SFT(m <sup>2</sup> )		SFE(m <sup>2</sup> )		IEF	
	Fioritura	Invaiaitura	Fioritura	Invaiaitura	Fioritura	Invaiaitura
CL	2,0	5,0	0,8	1,5	0,40	0,29
CS	1,7	9,3	1,6	2,5	0,98	0,27
G	1,9	6,6	1,2	2,2	0,63	0,33

Tale situazione di eccesso vegetativo è stata poi esasperata nell'anno 2007 anche per l'andamento meteorologico caratterizzato da molte piogge e temperature piuttosto alte, e sono stati raggiunti valori di superficie fogliare per pianta all'invaiaitura pari a 20,29 m<sup>2</sup> nel CS, 14,44 nel G e 10,02 nel CL (*Figura 5.20*).



**Figura 5.20:** Superficie fogliare stimata per pianta nel Merlot nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2007 all'invaiaitura.

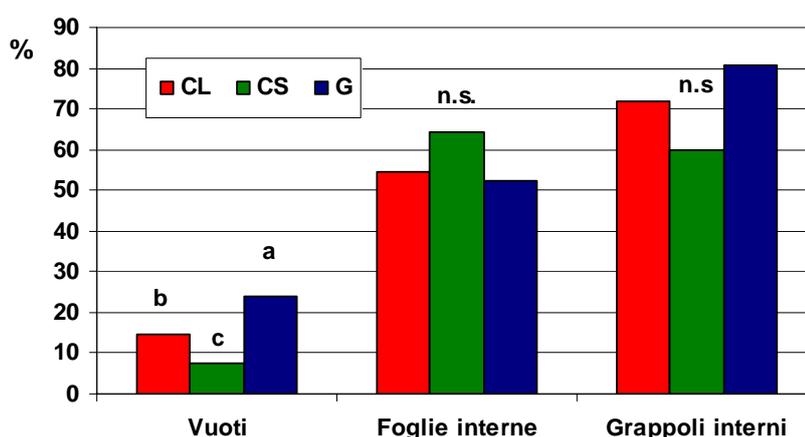
Considerato l'eccesso di superficie fogliare stimata, il calcolo degli indici di efficienza ha mostrato valori molto bassi e pari a 0,16 nel CS, 0,18 nel CL e 0,21 nel G (Tabella 5.6).

**Tabella 5.6:** indici fogliari stimati nel Merlot nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2007.

SFT= Superficie Fogliare Totale; SFE= Superficie Fogliare Esposta; IEF= Indice Efficienza Fogliare.

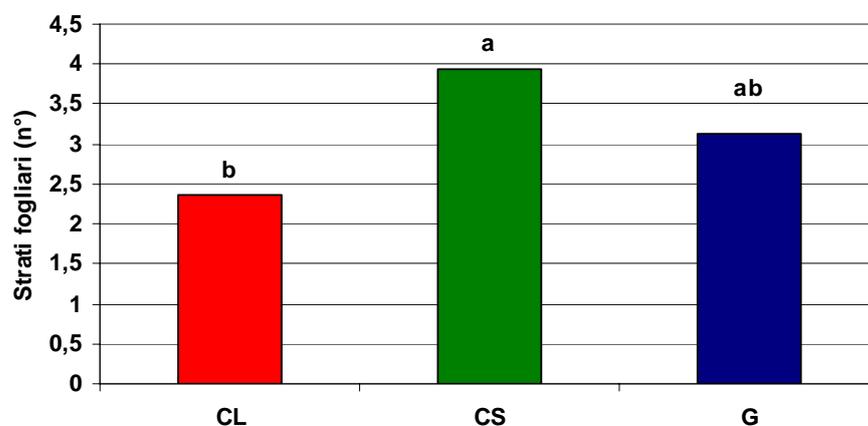
	SFT (m <sup>2</sup> )	SFE (m <sup>2</sup> )	IEF
<b>CL</b>	10,0	1,8	0,18
<b>CS</b>	20,3	3,2	0,16
<b>G</b>	14,4	3,1	0,21

I risultati ottenuti con il metodo del “point quadrat” all’invaiatura nel 2006 hanno concordato con i rilievi di superficie fogliare. Infatti le forme di allevamento che hanno presentato la minor superficie, il Guyot ed il CL, hanno anche mostrato il maggior numero di vuoti, mentre il minore è stato osservato nel CS (Figura 5.21). Nessuna differenza è stata riscontrata invece per quanto riguarda la percentuale di foglie interne e di grappoli interni mentre, il numero di strati fogliari è stato maggiore nel CS, minore nel CL e intermedio nel Guyot (Figura 5.22).



**Figura 5.21:** Percentuali di: vuoti di vegetazione, foglie interne e grappoli interni rilevati all’invaiatura con il metodo del “point quadrat” nel Merlot nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006 all’invaiatura.

Istogrammi che nell’ambito della stessa variabile presentano lettere diverse differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo



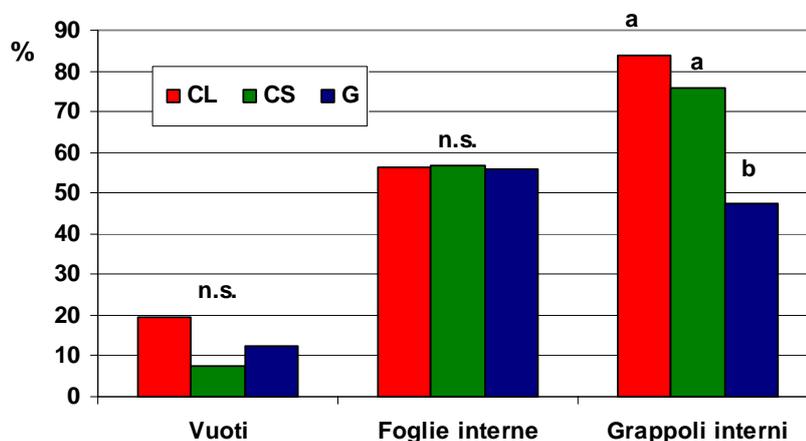
**Figura 5.22:** Numero di strati fogliari rilevati all'invaiaatura con il metodo del "point quadrat" nel Merlot nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006 all'invaiaatura.

*Istogrammi che presentano lettere diverse differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls).*

Nel 2007 non sono state osservate differenze tra le forme nella percentuale di vuoti di vegetazione che sono comunque risultati molto bassi e concordanti con l'elevata superficie fogliare presente (Figura 5.23). Il maggior numero di vuoti è stato stimato nel Cordone libero che presentava anche la minor superficie fogliare, intermedio è stato quello rilevato nel Guyot mentre un numero di vuoti estremamente basso, e a carico soprattutto della parte di chioma più prossima al cordone permanente è stata osservata nel CS concordemente ai 20 m<sup>2</sup> di superficie fogliare stimati.

La percentuale di foglie interne è stata superiore al 50% in tutte e tre le forme senza differenze significative. Per quanto riguarda invece i grappoli intercettati è emerso che nel Cordone libero la quasi totalità di questi è risultata interna. Questo fenomeno può essere dovuto al tipico portamento semiassurgente del Merlot che, costretto in una forma ritombante, quale è il CL, impone ai germogli di piegarsi tardivamente e pertanto a formare un arco di piegatura molto ampio che ricopre quasi totalmente i grappoli che su questa forma si posizionano in prossimità del cordone permanente. Anche nel CS la quasi totalità dei grappoli è risultata interna ma in questo caso il fenomeno è dovuto all'eccessiva fogliosità che ricopre inevitabilmente i grappoli. Il Guyot ha presentato invece la minor

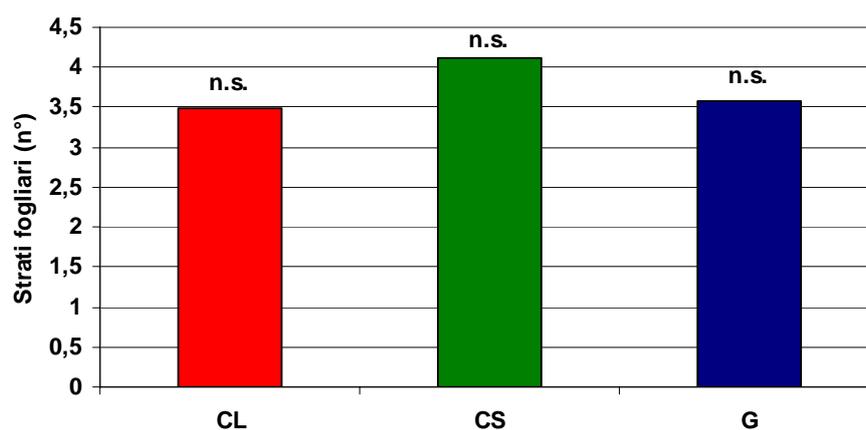
percentuale di grappoli in ombra, pur presentando una elevata fogliosità ma, in questa forma il numero di germogli è più che dimezzato rispetto a quelli presenti negli altri due sistemi e pertanto la superficie fogliare è distribuita in un minor numero di germogli, riducendo di conseguenza l'affastellamento vegetativo.



**Figura 5.23:** Percentuali di: vuoti di vegetazione, foglie interne e grappoli interni stimate con il metodo del “point quadrat” nel Merlot nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2007 all’invaiaitura.

Istogrammi che nell’ambito della stessa variabile presentano lettere diverse differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

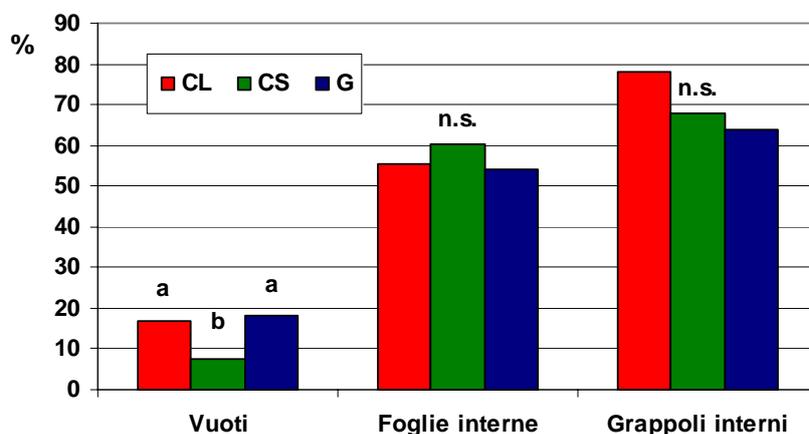
Anche il numero di strati fogliari non è risultato diverso tra le forme di allevamento (Figura 5.24).



**Figura 5.24:** Numero di strati fogliari stimate con il metodo del “point quadrat” nel Merlot nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2007 all’invaiaitura.

n.s.= non significativo

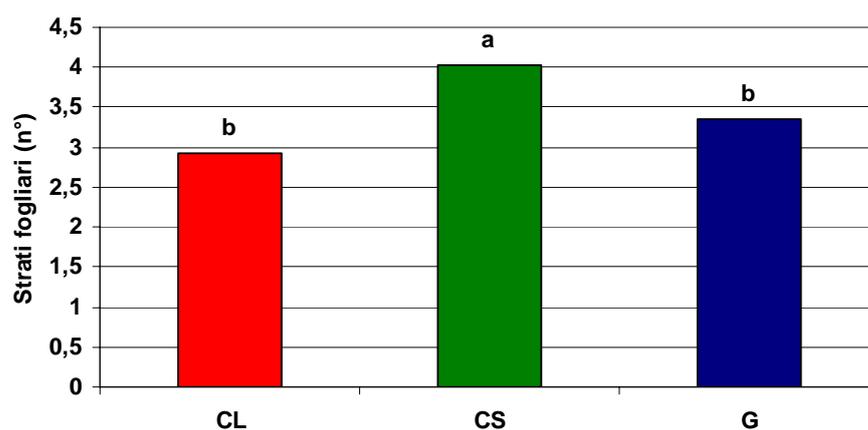
Mediamente, nel biennio, le tesi hanno presentato differenze nella percentuale di vuoti di vegetazione che sono risultati inferiori nella forma CS che è stata in ogni anno anche la più fogliosa (*Figura 5.25*). Nessuna differenza poi è emersa nelle percentuali di grappoli interni e di foglie interne.



**Figura 5.25:** Percentuali di: vuoti di vegetazione, foglie interne e grappoli interni stimate con il metodo del “point quadrat” nel Merlot nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G), media del biennio.

Istogrammi che nell’ambito della stessa variabile presentano lettere diverse differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

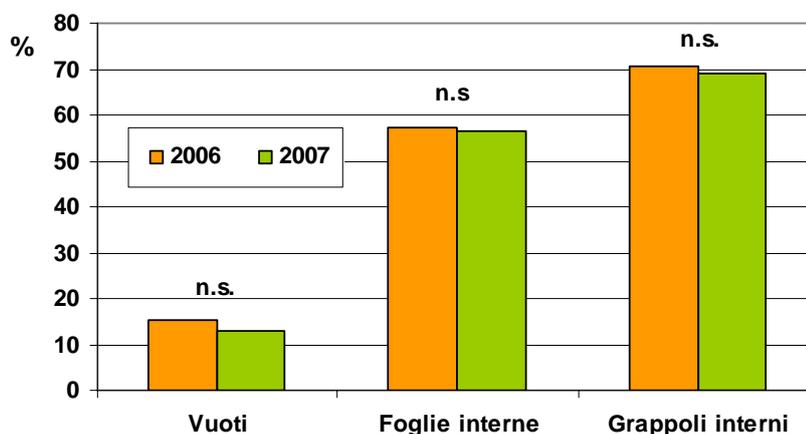
Ancora una volta, invece il CS si differenzia dalle altre due forme per il numero di strati fogliari che è risultato maggiore (*Figura 5.26*).



**Figura 5.26:** Numero di strati fogliari stimati con il metodo del “point quadrat” nel Merlot nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G), media del biennio.

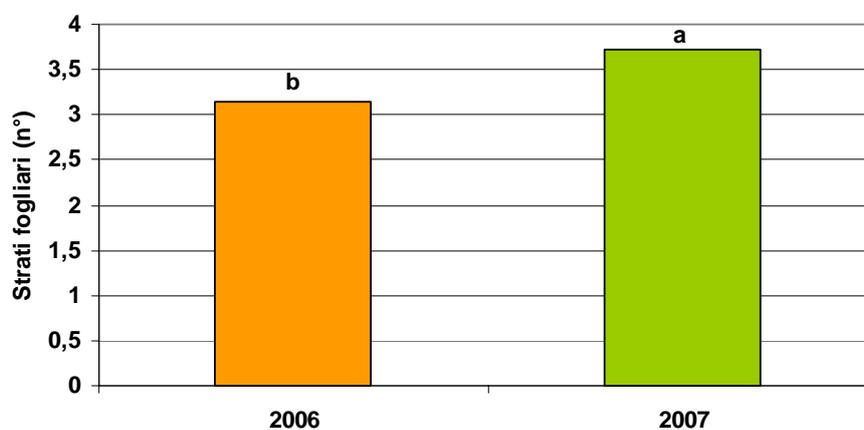
Istogrammi che presentano lettere diverse differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls).

Nei due anni invece non sono state riscontrate differenze se non nel numero di strati fogliari che è risultato maggiore nel 2007 complice la maggior superficie fogliare sviluppata in questo anno da tutte le forme rispetto all'anno precedente (Figure 5.27 e 5.28).



**Figura 5.27:** Percentuali di: vuoti di vegetazione, foglie interne e grappoli interni stimate con il metodo del “point quadrat” nel Merlot nei due anni 2006 e 2007, media delle forme di allevamento.

*n.s.* = non significativo



**Figura 5.28:** Numero di strati fogliari stimati con il metodo del “point quadrat” nel Merlot nel 2006 e 2007, media delle tre forme di allevamento.

Istogrammi che presentano lettere diverse differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls).

I germogli prelevati per la valutazione della ripartizione degli assimilati hanno presentato le caratteristiche strutturali riportate in tabella (*Tabella 5.7*).

Il numero di grappoli presenti nei germogli non è variato tra le forme di allevamento ed è stato conforme alla fertilità già valutata alla fioritura.

Il numero di foglie, visto l'intervento di cimatura subito, è risultato inferiore nei germogli prelevati nella forma CL rispetto ai due sistemi in parete. Anche la lunghezza dei tralci è stata di molto inferiore nel CL, come era già emerso dalla misura dell'allungamento dei germogli. È stato notato che questa forma ha sviluppato molte femminelle e piuttosto vigorose e questo può essere utile per la costituzione di una chioma idonea alla nutrizione dei grappoli. Considerato il comportamento anomalo del Guyot, è necessario fare alcune considerazioni. Il Guyot ha presentato germogli estremamente lunghi, che non hanno subito cimatura ma, allo stesso tempo ha prodotto anche moltissime femminelle e piuttosto vigorose. Questo fenomeno può essere attribuito alla scarsissima percentuale di germogliamento osservata nel 2006 che ha portato allo sviluppo di soli 5 germogli in media per ogni pianta. La scarsità di germogli legata alla bassa fertilità delle gemme ma ad una elevata spinta dovuta all'abbondante concimazione azotata eseguita, ha fatto sì che le piante di questa forma abbiano portato ad uno sviluppo di femminelle che hanno contribuito in modo importante quindi alla costituzione di una chioma attiva.

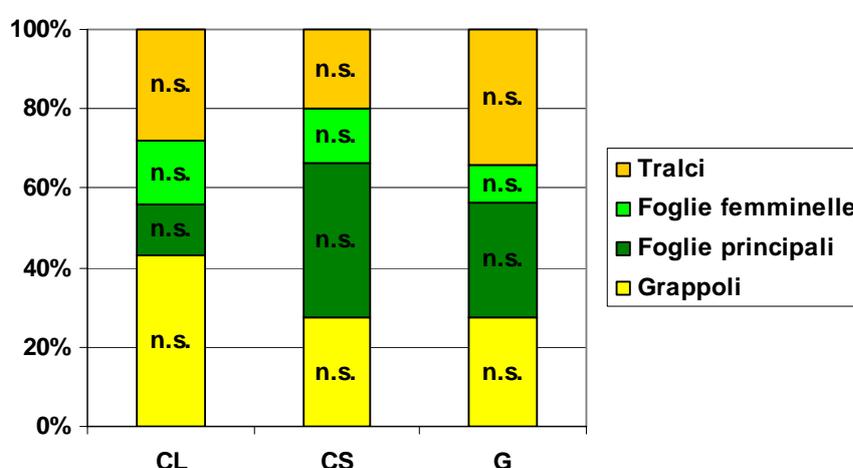
Il comportamento del CS è stato nella norma, sono stati infatti misurati germogli piuttosto lunghi, e quindi con molte foglie ma poiché non hanno subito cimatura, il numero di femminelle sviluppatesi da questi germogli è stato basso.

**Tabella 5.7:** Caratteristiche della struttura dei germogli prelevati per la valutazione della ripartizione della sostanza secca nel Merlot nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G), nell'anno 2006.

	CL	CS	G
<b>Grappoli/germoglio (n°)</b>	2	2	1 n.s.
<b>Foglie/germoglio (n°)</b>	11 b	43,7 a	30,3 a
<b>Femminelle/germoglio (n°)</b>	9	2	15 n.s.
<b>Foglie/femminella (n°)</b>	5,6	8,7	4,1
<b>Lunghezza germoglio (cm)</b>	71,3	148,3	160,0 n.s.

*Valori affiancati da lettere diverse nell'ambito di una stessa riga differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo*

Quanto finora osservato non ha avuto ripercussioni sulle modalità di ripartizione della sostanza secca delle piante infatti non sono state osservate differenze statistiche per nessuno degli organi analizzati (*Figura 5.29*). Pur non essendo state notate differenze statistiche, nella forma di allevamento CL tendenzialmente è stata accumulata la maggior quantità di sostanza secca nei grappoli a scapito della superficie fogliare sia essa derivante dagli assi primari che secondari. Il CS, invece, ha presentato un accumulo abbondante nelle foglie degli assi primari. Nel G non sono emerse chiare distinzioni anche se è stato osservato un accumulo modesto nelle foglie delle femminelle che pur erano abbondanti.



**Figura 5.29:** Ripartizione della sostanza secca tra i diversi organi della pianta (grappoli, foglie principali e delle femminelle e tralci) rilevata nel Merlot nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nell'anno 2006.

*n.s.* = non significativo

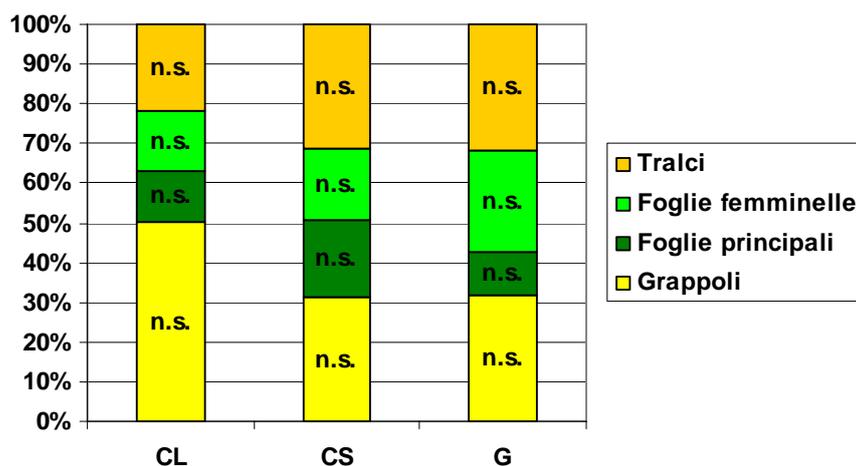
Anche nel 2007, per i germogli prelevati allo scopo di analizzarne la ripartizione della sostanza secca, non sono emerse differenze nel numero di grappoli, nel numero di foglie presenti e nel numero di femminelle. I germogli si sono differenziati per quanto riguarda la lunghezza, infatti le due forme in parete hanno portato germogli più lunghi di quelli della forma CL (*Tabella 5.8*).

**Tabella 5.8:** Caratteristiche della struttura dei germogli prelevati per la valutazione della ripartizione della sostanza secca nel Merlot nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G), nell'anno 2007.

	CL	CS	G
<b>Grappoli/germoglio (n°)</b>	2	1,7	2 n.s.
<b>Foglie/germoglio (n°)</b>	10	18	18 n.s.
<b>Femminelle/germoglio (n°)</b>	8	6	12 n.s.
<b>Foglie/femminella (n°)</b>	6,7	11,3	13,0
<b>Lunghezza germoglio (cm)</b>	66,3 b	122,7 a	131,0 a

Valori affiancati da lettere diverse nell'ambito di una stessa riga differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

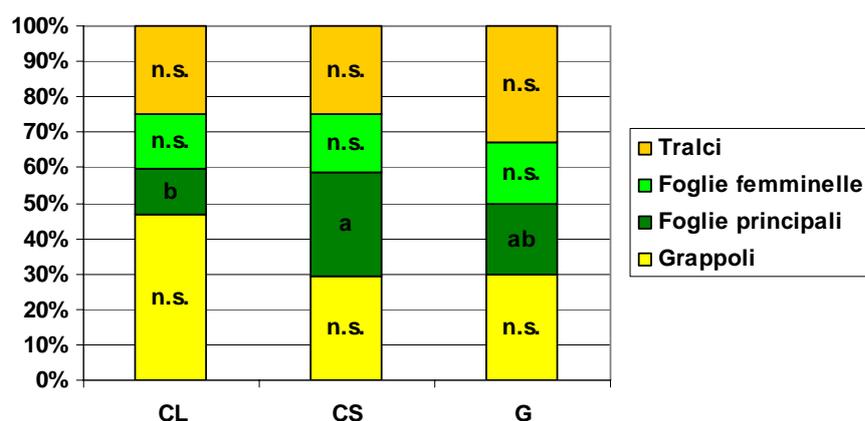
Anche in questo anno l'analisi statistica non ha evidenziato differenze significative tra le forme di allevamento nella ripartizione della sostanza secca ma, non è possibile non notare che il 50% della sostanza secca dei germogli della forma CL è stata accumulata nei grappoli, mentre nelle altre due forme la percentuale destinata a questi organi era di poco superiore al 30% (Figura 5.30).



**Figura 5.30:** Ripartizione della sostanza secca tra i diversi organi della pianta (grappoli, foglie principali e delle femminelle e tralci) rilevata nel Merlot nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nell'anno 2007.

n.s.= non significativo

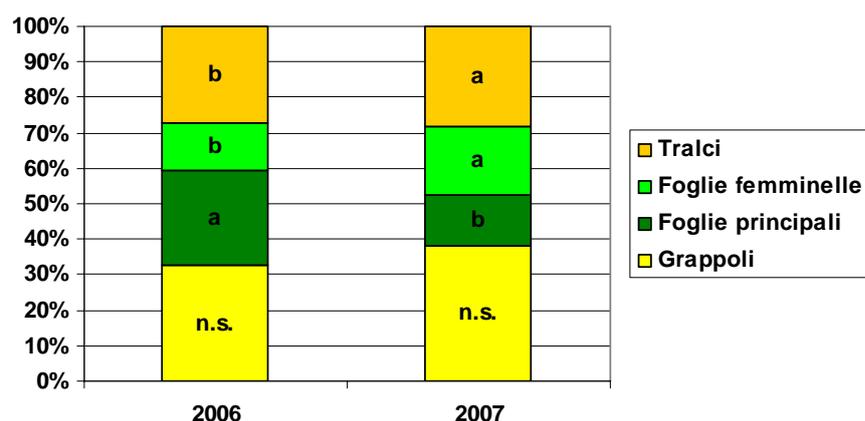
Nella media del biennio le uniche differenze emerse hanno riguardato la percentuale di sostanza secca destinata alle foglie principali che è risultata maggiore nei germogli del CS, intermedia nel G e inferiore nel CL (Figura 5.31). Tale minore accumulo in vegetazione del CL è stato però a favore dell'accumulo in grappoli.



**Figura 5.31:** Ripartizione della sostanza secca tra i diversi organi della pianta (grappoli, foglie principali e delle femminelle e tralci) rilevata nel Merlot nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) media del biennio.

Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa porzione di istogramma differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

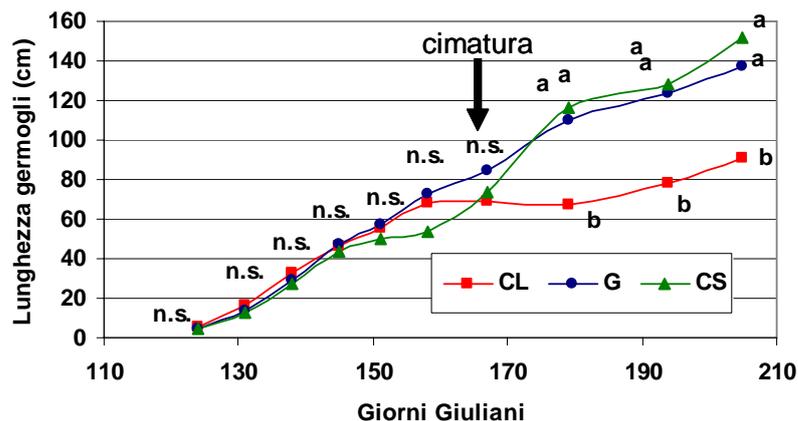
Osservando la ripartizione nelle due annate è stato notato che nel 2006 le piante hanno investito maggiormente in foglie degli assi principali a scapito della quota destinata alle foglie delle femminelle e alla parte accumulata nei tralci (Figura 5.32). La quantità di sostanza secca destinata ai grappoli non è invece variata nei due anni.



**Figura 5.32:** Ripartizione della sostanza secca tra i diversi organi della pianta (grappoli, foglie principali e delle femminelle e tralci) rilevata nel Merlot nei due anni di prove 2006 e 2007, media delle forme di allevamento.

Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa porzione di istogramma differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

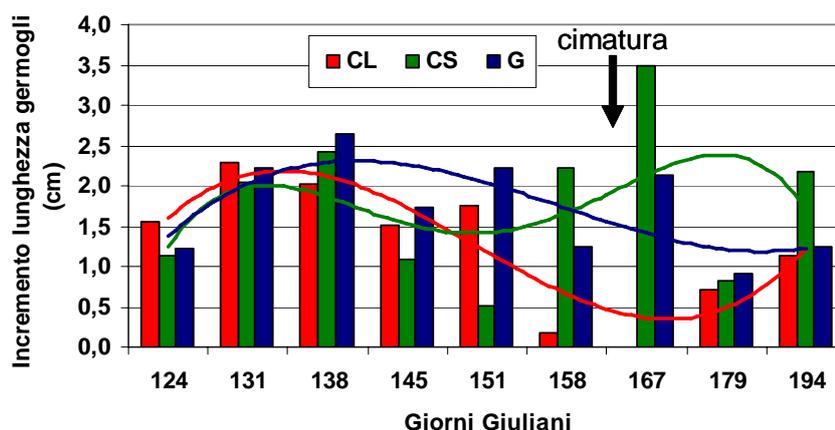
Nell'anno 2006 l'allungamento dei germogli del **Cabernet sauvignon** è stato molto simile nelle tre forme di allevamento fino all'intervento di cimatura eseguito nel CL. Da questa epoca in poi la forma a Cordone libero, che ha subito l'intervento, ha mostrato un accrescimento inferiore rispetto agli altri sistemi. Le forme in parete, per le quali era prevista la legatura dei germogli hanno mantenuto un accrescimento del tutto simile fino all'ultimo rilievo (*Figura 5.33*).



**Figura 5.33:** Andamento della crescita dei germogli rilevato nel Cabernet sauvignon nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006.

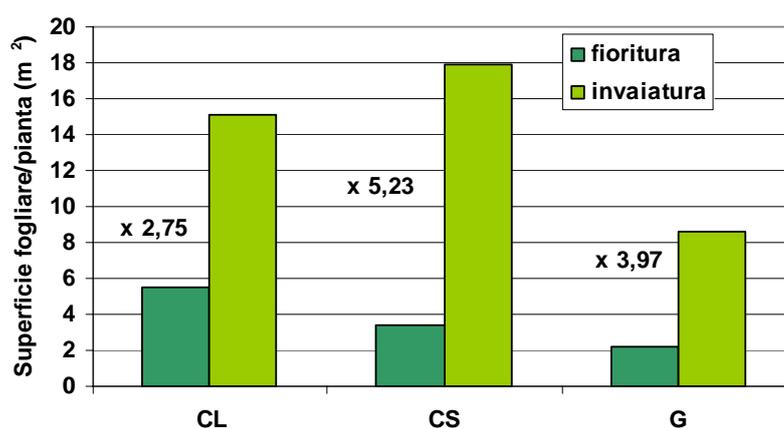
Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa data differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

L'incremento giornaliero di lunghezza di germogli è stato molto simile nelle tre forme fino alla cimatura (*Figura 5.34*). La cimatura ha segnato un momentaneo arresto di crescita nel CL ma non molto marcato visto che, nelle ultime due misure in questa forma sono stati registrati incrementi giornalieri del tutto simili a quelli dei germogli principali degli altri due sistemi che non sono stati cimati. Nel CS è stata notata una marcata interruzione della crescita prima della fioritura e poi una ripresa subito dopo l'allegagione.



**Figura 5.34:** Incremento giornaliero di lunghezza rilevato nei germogli del Cabernet sauvignon nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006.

Il comportamento della varietà Cabernet sauvignon nei confronti dello sviluppo della superficie fogliare è stato molto simile a quello già osservato nel Merlot. Nel 2006 la stima della superficie fogliare sviluppata da ogni pianta, come per gli altri due vitigni, è stata effettuata in due epoche, alla fioritura (Giorno Giuliano 160), prima dell'intervento di cimatura, e all'invasatura (Giorno Giuliano 205). Le superfici fogliari medie per pianta sono risultate alquanto variabili tra le forme di allevamento. Nel CL è stata stimata una superficie pari a  $5,5 \text{ m}^2$ , nel CS  $3,43 \text{ m}^2$  e soli  $2,18 \text{ m}^2$  nel G (Figura 5.35). La diversità tra le superfici fogliari è data essenzialmente dal numero di germogli, infatti, se queste vengono divise per il numero di germogli presenti su ogni pianta, si ottengono valori molto simili che vanno da  $0,22 \text{ m}^2$  per il Guyot a  $0,18 \text{ m}^2$  nel CS. La parte di superficie fogliare totale effettivamente esposta è risultata maggiore nelle due forme in parete rispetto al CL, con valori dell'IEF pari a  $0,43$  e  $0,58$  rispettivamente nel CS e nel G mentre il CL ha presentato un indice pari a  $0,22$  (Tabella 5.9). Ne risulta pertanto che la miglior illuminazione della chioma alla fioritura era nel G.



**Figura 5.35:** Superficie fogliare stimata per pianta nel Cabernet sauvignon nelle tre forme di allevamento di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006 nelle fasi fenologiche della fioritura e dell'invaiaitura.

I numeri accanto agli istogrammi indicano l'incremento della superficie totale nel passaggio dalla prima alla seconda epoca di rilevamento.

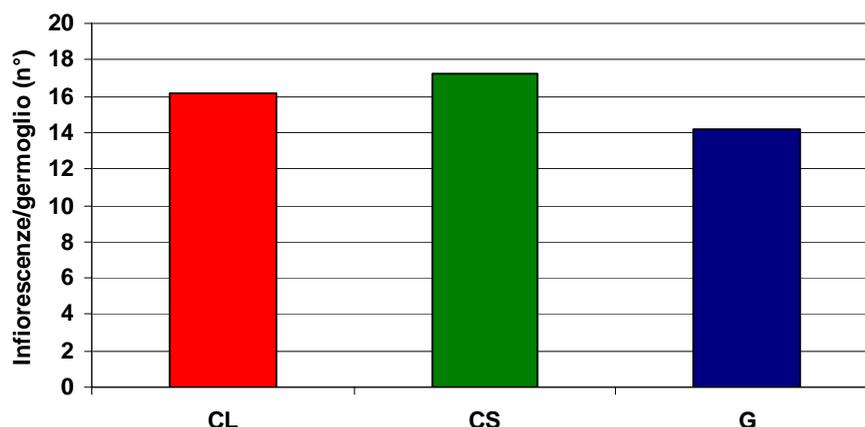
Nel rilievo eseguito all'invaiaitura sono state osservate differenze di superficie fogliare tra le forme di allevamento molto marcate. In particolare sono state stimate superfici totali molto ampie nelle due forme sottoposte a potatura corta, considerato il maggior numero di germogli presenti rispetto al Guyot (Figura 5.35). Dalla fioritura all'invaiaitura, nel Cordone libero la superficie fogliare è quasi triplicata, nel CS è stato osservato l'incremento maggior e pari a 5,23 volte mentre nel Guyot è quasi quadruplicata. L'entità di questi incrementi è stata ovviamente negativa ai fini dell'efficienza delle chiome ed infatti gli indici di esposizione fogliare calcolati per le tre forme di allevamento all'invaiaitura sono stati 0,12 per il CL, 0,14 per il CS e 0,25 per il G (Tabella 5.9). Ancora una volta la chioma della forma di allevamento a G ha presentato una maggior quantità di foglie esposte rispetto agli altri due sistemi, tuttavia ha presentato valori dell'IEF che non possono essere indicativi di una chioma equilibrata. Le due forme di allevamento con capo a frutto corto, per la maggior quantità di germogli hanno evidenziato che la quasi totalità dell'apparato fogliare è stata in ombra portando quindi un eccesso vegetativo.

**Tabella 5.9:** Indici fogliari stimati nel Cabernet sauvignon nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006.

SFT= Superficie Fogliare Totale; SFE= Superficie Fogliare Esposta; IEF= Indice Efficienza Fogliare.

	SFT		SFE		IEF	
	Fioritura	Invaiaitura	Fioritura	Invaiaitura	Fioritura	Invaiaitura
<b>CL</b>	5,5	15,1	1,2	1,9	0,22	0,12
<b>CS</b>	3,4	17,9	1,5	2,5	0,43	0,14
<b>G</b>	2,2	8,7	1,3	2,2	0,58	0,25

Come già discusso per il vitigno Merlot, anche nel Cabernet l'eccesso vegetativo riscontrato nel 2006 è stato esasperato nell'anno 2007 e sono stati raggiunti valori di superficie fogliare per pianta all'invaiaitura pari a 16,15 m<sup>2</sup> nel CL, 17,2 nel CS e 14,23 nel G (Figura 5.36).



**Figura 5.36:** Superficie fogliare stimata per pianta nel Cabernet sauvignon nelle tre forme di allevamento di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2007 all'invaiaitura.

Anche nel 2007 è stata stimata la superficie fogliare esposta rispetto a quella totale ed è stato osservato che tutte le forme di allevamento hanno presentato chiome troppo dense e quindi poco efficienti indipendentemente dal portamento della vegetazione. I valori dell'IEF sono risultati i più bassi finora discussi e rispettivamente pari a 0,12 nel CL, 0,15 nel CS e 0,19 nel G (Tabella 5.10).

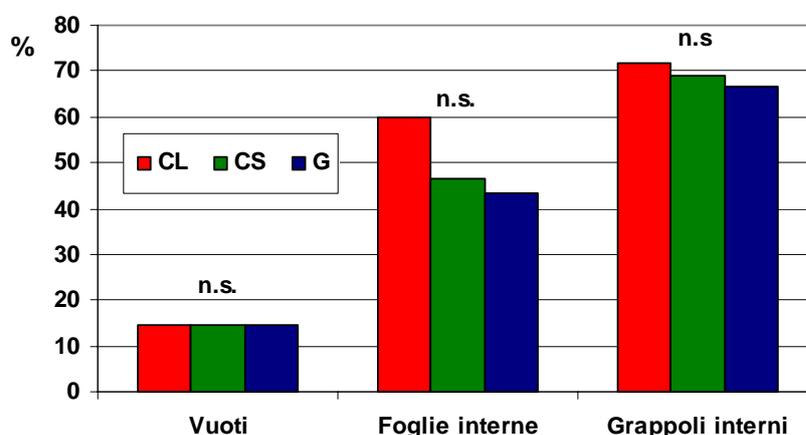
**Tabella 5.10:** Indici fogliari stimati nel Cabernet sauvignon nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2007.

SFT= Superficie Fogliare Totale; SFE= Superficie Fogliare Esposta; IEF= Indice Efficienza Fogliare.

	SFT	SFE	IEF
CL	16,2	1,9	0,12
CS	17,2	2,5	0,15
G	14,2	2,6	0,19

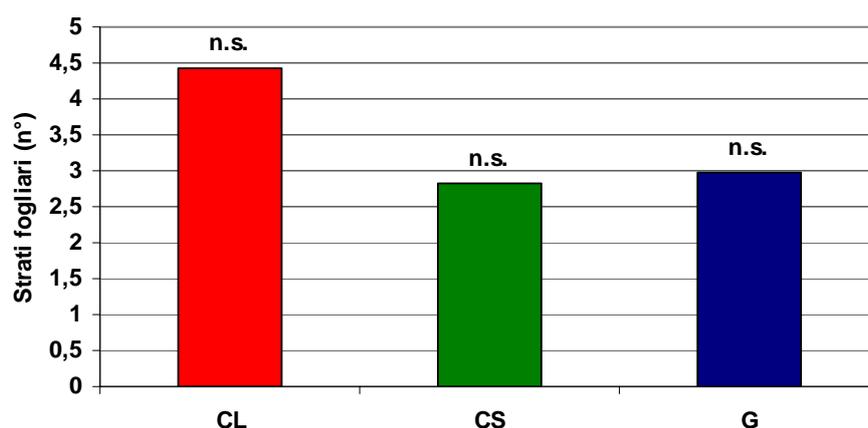
Data l'elevata fogliosità rilevata in tutte e tre le forme a confronto, nessuna differenza è stata osservata nel rilievo del "point quadrat" (Figura 5.37).

Nel 2006 la geometria della chioma delle tre forme di allevamento non ha mostrato alcuna differenza per quanto riguarda la "percentuale di vuoti" di vegetazione, di foglie interne e di grappoli interni. Le due forme in parete, vista forse la maggior regolarità nella disposizione del fogliame indotta dalla legatura dei germogli, hanno mostrato tendenzialmente una minore "percentuale di foglie interne" e anche un numero di strati fogliari più basso anche se tali differenze non sono risultate statisticamente rilevanti (Figura 5.38).



**Figura 5.37:** Percentuali di: vuoti di vegetazione, foglie interne e grappoli interni stimate con il metodo del "Point quadrat" nel Cabernet sauvignon nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006 all'invaiaitura.

*n.s.* = non significativo

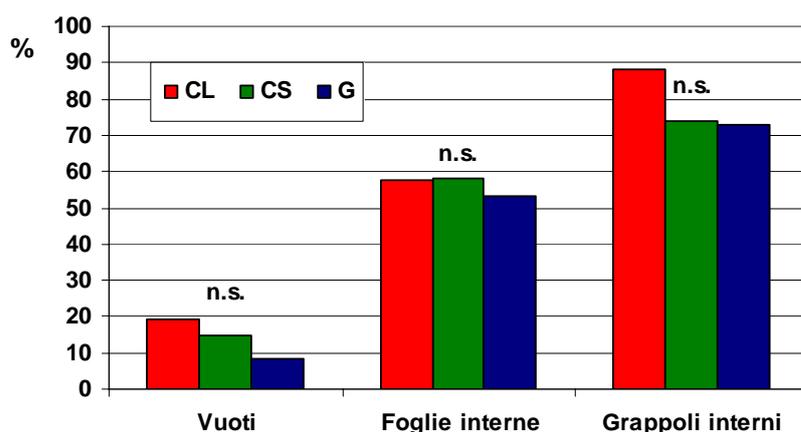


**Figura 5.38:** Numero di strati fogliari stimati con il metodo del “Point quadrat” nel Cabernet sauvignon nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006 all’invaiatura.

*n.s.*= non significativo

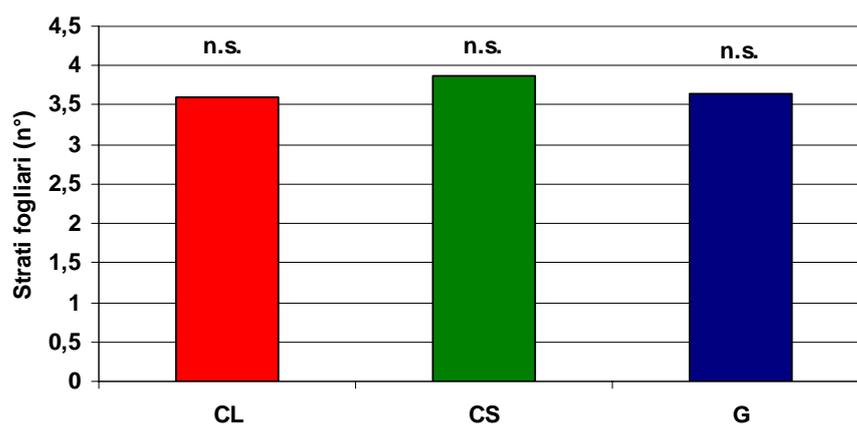
Anche per l’annata 2007 valgono le stesse considerazioni già fatte per l’anno 2006 ovvero, visto l’eccesso vegetativo e quindi la elevata quantità di foglie sviluppate dalle piante, che è risultata sempre maggiore a 10 m<sup>2</sup> per ceppo, non è stato possibile evidenziare differenze nei rilievi effettuati utilizzando il metodo del “point quadrat”.

La percentuale di vuoti di vegetazione è risultata molto bassa in tutte le forme di allevamento e nessuna differenza è stata riscontrata per quanto riguarda le percentuali di foglie interne e di grappoli interni (*Figura 5.39*). Anche il numero di strati fogliari è risultato uguale in tutte le tesi e molto elevato indicando chiome molto dense (*Figura 5.40*).



**Figura 5.39:** Percentuali di: vuoti di vegetazione, foglie interne e grappoli interni stimate con il metodo del “Point quadrat” nel Cabernet sauvignon nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2007 all’invaiatura.

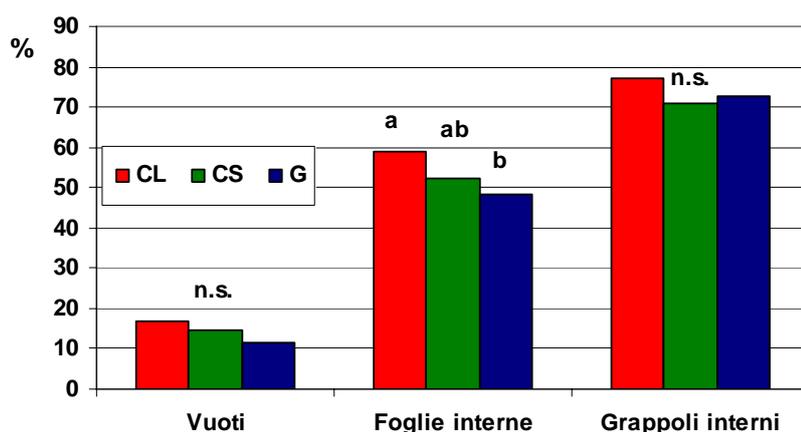
*n.s.*= non significativo



**Figura 5.40:** Numero di strati fogliari stimati con il metodo del “Point quadrat” nel Cabernet sauvignon nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2007 all’invaiatura.

*n.s.*= non significativo

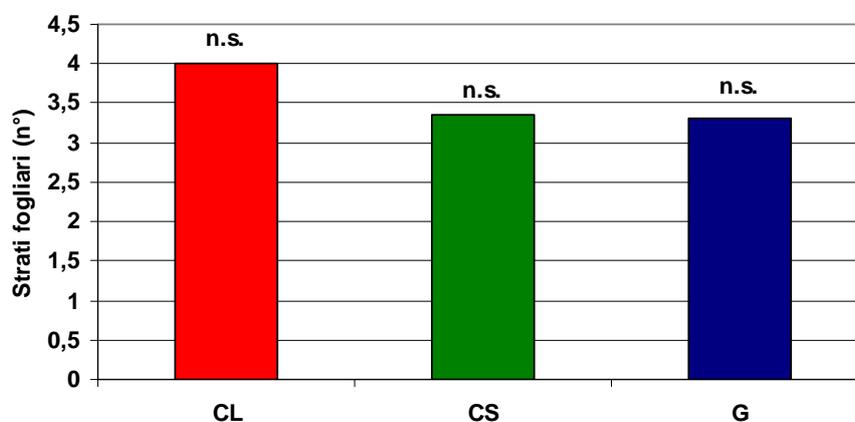
Poiché nessuna differenza nei risultati ottenuti da questo rilievo è stata riscontrata nelle due annate, allo stesso modo i risultati medi del biennio non hanno permesso di evidenziare peculiarità nella geometria delle chiome della varietà Cabernet sauvignon allevato con tre diverse forme di allevamento (*Figura 5.41*).



**Figura 5.41:** Percentuali di: vuoti di vegetazione, foglie interne e grappoli interni stimati con il metodo del “Point quadrat” nel Cabernet sauvignon nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G), media del biennio.

Istogrammi che nell’ambito della stessa variabile presentano lettere diverse differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

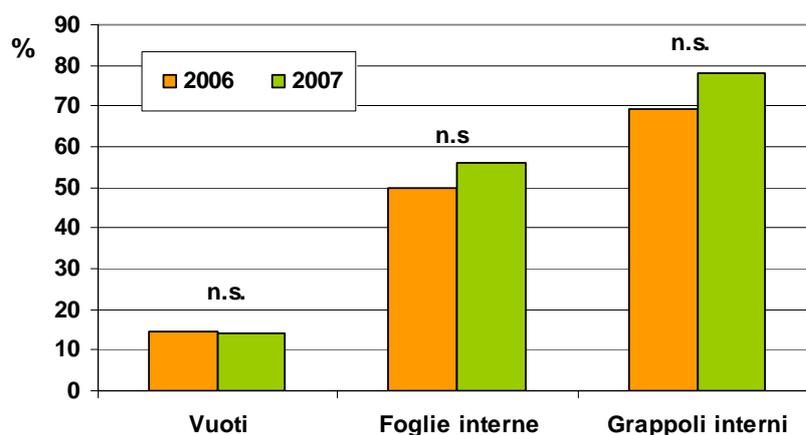
Il numero di strati fogliari è variato da 3,3 nella forma di allevamento a Guyot a 4 nel CL (Figura 5.42).



**Figura 5.42:** Numero di strati fogliari stimati con il metodo del “Point quadrat” nel Cabernet sauvignon nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G), media del biennio.

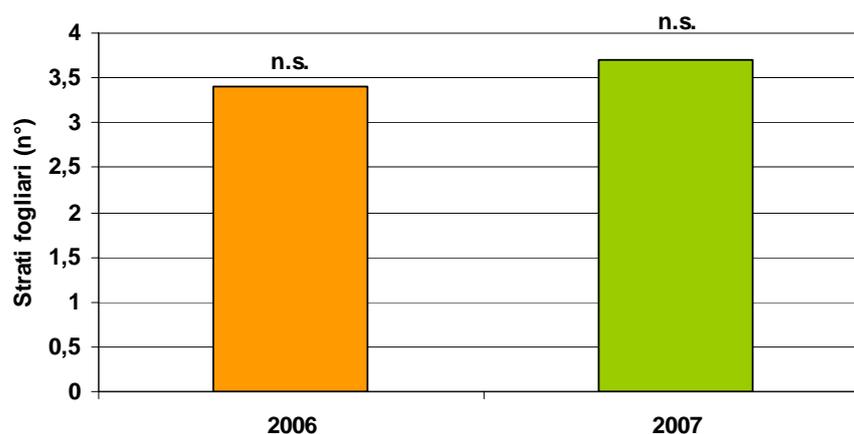
n.s.= non significativo

Considerato l’eccesso di vigore in entrambi gli anni, la geometria della chioma intesa come percentuale di vuoti di vegetazione, di grappoli interni e di foglie interne nonché numero i strati fogliari, non è stata influenzata dall’annata (Figure 5.43 e 5.44).



**Figura 5.43:** Percentuali di: vuoti di vegetazione, foglie interne e grappoli interni stimate con il metodo del “Point quadrat” nel Cabernet sauvignon nei due anni 2006 e 2007, media delle forme di allevamento.

*n.s.* = non significativo



**Figura 5.44:** Numero di strati fogliari stimati con il metodo del “Point quadrat” nel Cabernet sauvignon nel 2006 e 2007, media delle tre forme di allevamento.

*n.s.* = non significativo

Partendo dal presupposto che il campione prelevato per lo studio della ripartizione della sostanza secca non era identico a quello analizzato per i rilievi vegetativi, si confermano comunque alcune nette tendenze che vengono qui sotto riportate.

Nei germogli di Cabernet sauvignon, prelevati allo scopo di misurare la ripartizione percentuale della sostanza secca tra i vari organi, il numero di grappoli per germoglio non è sostanzialmente variato tra le forme di allevamento

concordemente a quanto era emerso nella valutazione della fertilità di campagna (Tabella 5.11).

Anche il numero di foglie non è variato tra le forme di allevamento mentre sono state rilevate differenze nel numero di femminelle sviluppate che è risultato nettamente inferiore nella forma G pari a 1,3 femminelle per germoglio, ed è variato da 8,3 a 10 rispettivamente nelle due forme CL e CS.

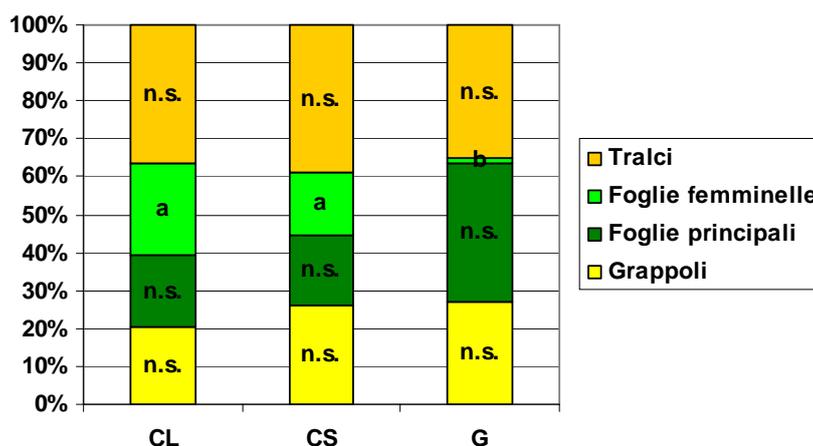
È stato osservato che le femminelle portate dalla forma G erano molto più vigorose rispetto a quelle degli altri due sistemi. La lunghezza dei tralci è risultata significativamente diversa fra le tre forme di allevamento, come già riportato in figura 5.33.

**Tabella 5.11:** Caratteristiche della struttura dei germogli prelevati all'invasatura per la valutazione della ripartizione della sostanza secca nel Cabernet sauvignon nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G), nell'anno 2006.

	CL	CS	G
<b>Grappoli/germoglio (n°)</b>	1,7	2,7	1,7 n.s.
<b>Foglie/germoglio (n°)</b>	36	30,7	29,3 n.s.
<b>Femminelle/germoglio (n°)</b>	8,3 a	10 a	1,3 b
<b>Foglie/femminella (n°)</b>	8,0 b	8,2 b	24,6 a
<b>Lunghezza germoglio (cm)</b>	98,7 b	188,3 a	165 a

Valori affiancati da lettere diverse nell'ambito di una stessa riga differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

Nella ripartizione della sostanza secca tra i principali organi della pianta non sono emerse differenze se non nell'allocazione nelle foglie delle femminelle (Figura 5.45). Le femminelle hanno contribuito in misura maggiore alla costituzione della chioma nelle forme con potatura corta rispetto al Guyot che sembra aver ripartito tale quota tra tutti gli altri organi valutati, grappoli, foglie principali e tralci.



**Figura 5.45:** Ripartizione della sostanza secca tra i diversi organi della pianta (grappoli, foglie principali e delle femminelle e tralci) rilevata nel Cabernet sauvignon nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nell'anno 2006.

Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa porzione di istogramma differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

Per quanto riguarda i germogli prelevati nel 2007, questi hanno confermato quanto era emerso alla valutazione della fertilità reale che infatti era risultata simile in tutte le tesi (Tabella 5.12). Visto l'intervento routinario di cimatura subito dal CL, è stato normale osservare un numero di foglie presenti sul germoglio inferiore rispetto a quello contato nelle altre due forme ed infatti anche la lunghezza dei germogli del CL è risultata inferiore rispetto alle forme in parete. La numerosità delle femminelle presenti sui germogli è stata più bassa nel CL anche se statisticamente non sono emerse differenze. Tuttavia, le femminelle della forma CL sono risultate formate da un numero di foglie maggiore rispetto agli altri due sistemi indicando quindi un maggior sviluppo. Contrariamente a quanto osservato invece nell'anno precedente, il Guyot ha presentato in questa annata un discreto numero di femminelle ed anche abbastanza vigorose.

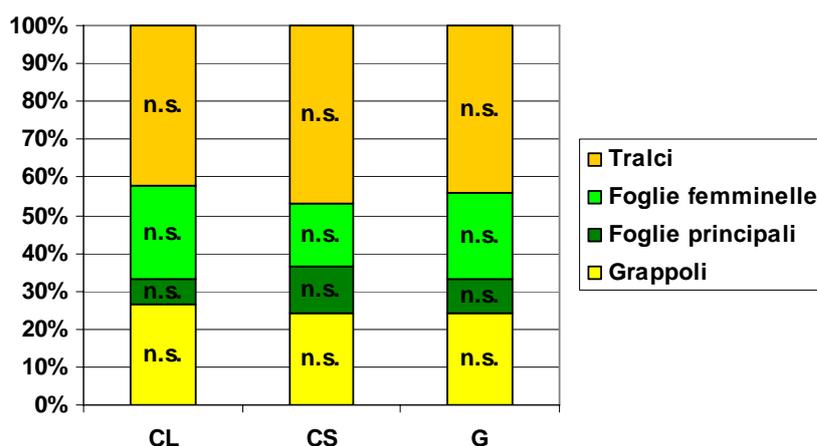
**Tabella 5.12:** Caratteristiche della struttura dei germogli prelevati per la valutazione della ripartizione della sostanza secca nel Cabernet sauvignon nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G), nell'anno 2007.

	CL	CS	G
<b>Grappoli/germoglio (n°)</b>	1,3	1,3	1,7 n.s.
<b>Foglie/germoglio (n°)</b>	8,7 b	25,3 a	24,7 a
<b>Femminelle/germoglio (n°)</b>	4,0	9,7	8,7 n.s.
<b>Foglie/femminella (n°)</b>	20,2 a	12,2 b	18,7 ab
<b>Lunghezza germoglio (cm)</b>	65,3 b	170,3 a	158,7 a

Valori affiancati da lettere diverse nell'ambito di una stessa riga differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls).

n.s.= non significativo

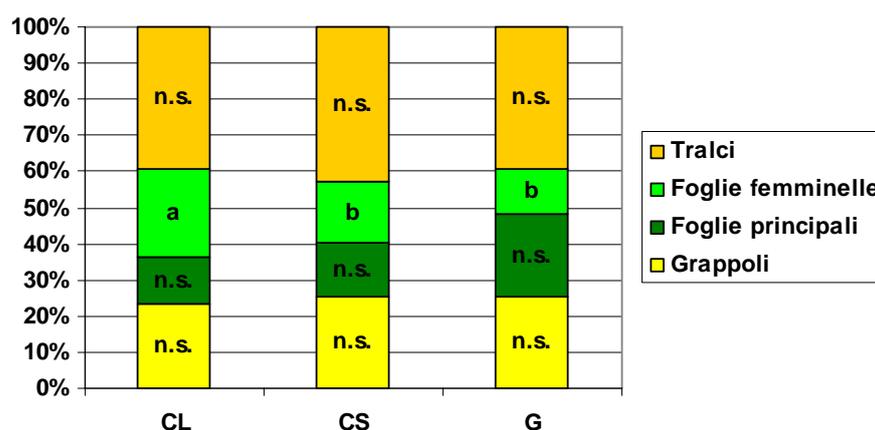
La ripartizione percentuale della sostanza secca tra grappoli foglie e tralci non ha evidenziato differenze tra le forme di allevamento per nessuno dei parametri considerati (Figura 5.46).



**Figura 5.46:** Ripartizione della sostanza secca tra i diversi organi della pianta (grappoli, foglie principali e delle femminelle e tralci) rilevata nel Cabernet sauvignon nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nell'anno 2007.

n.s.= non significativo

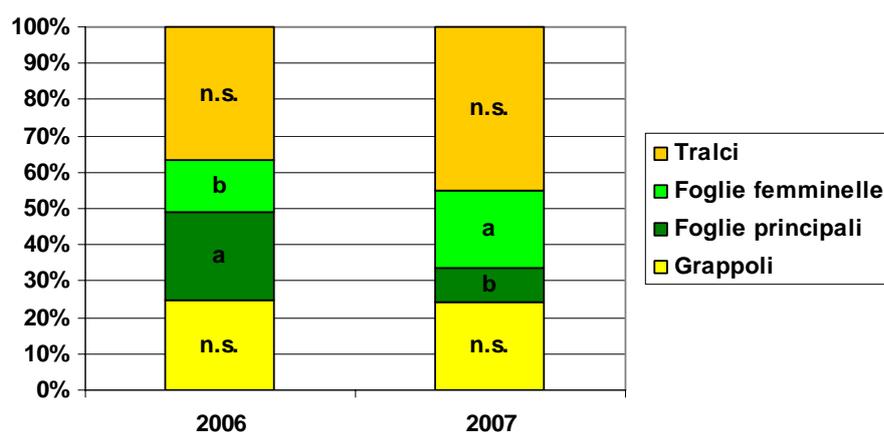
Nel biennio la forma di allevamento non ha influenzato la ripartizione della sostanza secca tra gli organi della pianta se non nella porzione di questa destinata alle foglie delle femminelle, infatti il CL, poiché ha subito la cimatura ha sviluppato molte femminelle e pertanto ha allocato molta parte delle risorse in questa strutture rispetto agli altri due sistemi di conduzione (Figura 5.47).



**Figura 5.47:** Ripartizione della sostanza secca tra i diversi organi della pianta (grappoli, foglie principali e delle femminelle e tralci) rilevata nel Cabernet sauvignon nelle tre forme di allevamento Cordone Libero (CL); Cordone speronato (CS) e Guyot (G) media del biennio.

Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa porzione di istogramma differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

Nei due anni di prove è stato notato un diverso accumulo nelle foglie. La percentuale di sostanza secca che la pianta ha destinato alle foglie, siano esse principali o secondarie, è risultata una quantità piuttosto fissa visto che nessuna differenza è stata osservata per le quote destinate ai grappoli e ai tralci (Figura 5.48). Ciò che è cambiato è stata la percentuale destinata alle femminelle che è stata bassa nel 2006 andando quindi a favore di una quota maggiore in foglie principali mentre nel 2007 c'è stato un maggior sviluppo delle femminelle che hanno quindi assorbito una quota importante della sostanza secca.



**Figura 5.48:** Ripartizione della sostanza secca tra i diversi organi della pianta (grappoli, foglie principali e delle femminelle e tralci) rilevata nel Cabernet sauvignon nei due anni di prove 2006 e 2007, media delle forme di allevamento.

Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa porzione di istogramma differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

---

## 5.6 CONCLUSIONI

I risultati ottenuti, nel loro complesso, ci portano a delineare alcune tendenze che meritano una riflessione.

Il CL ha fatto segnare una partenza primaverile più spinta rispetto alle altre forme, questo lo ha portato ad avere germogli più lunghi fino al momento della cimatura. In questo arco di tempo la crescita è stata intensa tanto che i germogli avevano gli internodi nettamente più lunghi rispetto alle altre forme. Si ritiene quindi che l'intervento di cimatura sia da considerarsi obbligatorio in quanto agisce da freno e da regolatore della geometria vegetativa. Infine è anche da segnalare la pronta ed immediata risposta del CL all'intervento di taglio estivo che, con l'emissione di femminelle, ha prontamente riportato la superficie fogliare su buoni livelli.

Pur essendo diverse le quantità totali di superficie stimata tra le varietà, queste hanno comunque presentato le stesse differenze tra le forme di allevamento con lievi eccezioni (vedi CL alla fioritura nel Cabernet sauvignon).

In generale, le chiome, in fioritura, momento in cui presentavano ancora germogli piuttosto corti e non ancora soggetti al portamento indotto dalla forma di allevamento, si presentavano omogenee tra le tesi con variazioni in funzione del vitigno ma di modesta entità. Gli incrementi di superficie fogliare dalla fioritura all'invaiaatura, sono risultati sempre maggiori nella forma CS per fattori dovuti sia all'integrità della chioma, che non ha subito interventi in verde, ma anche al maggior numero di germogli rispetto al Guyot. Un comportamento diverso è stato osservato nel CL, che ha presentato elevati incrementi tra le due fasi fenologiche da attribuirsi soprattutto allo sviluppo di germogli secondari, indotti dall'intervento di cimatura.

Di un certo interesse è l'esposizione delle chiome dei tre sistemi di allevamento, espressa dal rapporto tra superficie fogliare esposta e superficie fogliare totale. L'indice di esposizione fogliare (IEF) alla fioritura è stato sempre

---

maggiore nelle due forme in parete anche se variabile tra i vitigni in funzione della quantità di vegetazione.

All'invasatura invece le differenze nell'IEF tra le forme di allevamento sono state modeste e, indipendentemente quindi dalla disposizione della vegetazione e dalla lunghezza del capo a frutto, sono risultate tutte con una minor esposizione.

Si può comunque osservare che il Guyot è stata la forma che ha permesso una miglior esposizione delle foglie alla luce diretta e ciò in relazione al suo minor numero di germogli e alla presenza di una chioma più ordinata per la crescita in parete. Tuttavia, secondo Smart (1987) nelle forme di allevamento con germogli assurgenti e legati, questi intercettano la radiazione meno efficacemente rispetto ai germogli liberi. Ciò è confermato dalla pratica che vede oggi sostituire la legatura meccanica con il palizzamento manuale dei germogli con positivi effetti sull'intercettazione dell'energia radiante. Questo insegna che comunque è buona norma organizzare la vegetazione verso l'alto ma con le dovute attenzioni.

Il "point quadrat" medio dei due anni ha fatto emergere un quadro di chiome dense, con troppi strati fogliari, troppi grappoli in ombra e troppe foglie interne con poche o nulle differenze tra le forme di allevamento. Andando nello specifico dei tre vitigni indagati, questa situazione, dovuta anche ad un eccesso di apporti azotati, è risultata meno evidente nel Pinot grigio dove il Guyot è sembrata una forma più equilibrata che ha consentito una buona esposizione dei grappoli e delle foglie alla radiazione in entrambi gli anni.

Anche nell'indagine sulla ripartizione della sostanza secca non sono emerse differenze di rilievo. In media nei due anni il Pinot grigio, pur avendo presentato eccessi vegetativi, ha comunque allocato una buona percentuale di assimilati nei grappoli che non è stata significativa tra le forme, ma che nel caso del Guyot ha superato il 50% del totale. Da questo emerge che, almeno nel caso del Pinot grigio, il Guyot tende ad avere un equilibrio frutti/foglie abbastanza difficile, esso tende facilmente ad avere un eccesso produttivo rispetto alla superficie fogliare elaborante. Sempre nel Pinot grigio, per quanto attiene le altre strutture di allocazione, la percentuale è variata nella parte destinata alle foglie principali che è stata maggiore nel CS. Nel Merlot invece la ripartizione ha confermato quanto riportato in bibliografia (Calò *et al.*, *l.c.*) ovvero una maggior

---

allocazione nei grappoli dei germogli a ricadere, anche se le differenze rilevate non sono state statisticamente significative, noi riteniamo che esse rivestano una certa significatività dal punto di vista pratico. Le forme di allevamento hanno allocato in modo variabile nelle foglie che sono state privilegiate nel CS. Il Cabernet sauvignon ha accumulato la maggior parte di sostanza secca nelle foglie e nei tralci. Questo vitigno è risultato il più vigoroso, per un eccesso di fogliosità ed ha ripartito i suoi elaborati a favore di strutture di riserva (vedi tralci), piuttosto che accumulare nei grappoli, senza differenze tra le tesi. Dal comportamento generale di questo vitigno, possiamo concludere che, rispetto al Pinot grigio e al Merlot, ha risentito maggiormente dell'apporto azotato con un esubero vegetativo che ha privilegiato le strutture verdi a scapito degli organi produttivi. Per il Cabernet sauvignon quindi la concimazione azotata sembra un intervento da calibrare con attenzione. L'annata è risultata influente sulla ripartizione della sostanza secca. Nel Pinot grigio il 2007 è stato maggiormente favorevole per i grappoli, e in misura minore per foglie e tralci rispetto al 2006. Nel Merlot e Cabernet sauvignon invece non sono state notate differenze tra gli anni nella sostanza secca allocata nei grappoli ma il 2006 è stato più favorevole alla foglie principali e meno alle secondarie rispetto al 2007, dove la legatura tardiva ha dato modo alla vegetazione di portarsi verso il basso favorendo così l'emissione di femminelle che sono risultate in quantità uguale se non maggiore a quelle portate dalla forma cimata, il CL.

In conclusione, secondo Poni *et al.*, (*l.c.*) una chioma di media vigoria può sviluppare fino a 7-8 m<sup>2</sup> di superficie fogliare per metro di parete, pertanto le chiome osservate in questo studio possono definirsi estremamente vigorose, poiché si ricorda che il sesto di impianto è 0,8 m e quindi le chiome dei vitigni e delle forme di allevamento studiate hanno abbondantemente superato i valori indicati dagli Autori. Se da un lato sono stati rilevati alcuni effetti indotti o dalla lunghezza del capo a frutto, vista come condizionante il numero di germogli per pianta, o dalla disposizione della vegetazione (assurgente o a ricadere), dall'altro lato forse altre variabili hanno giocato nel ridurre la variabilità attesa.

Premettendo che lo studio è stato condotto su un modello viticolo gestito secondo una normale conduzione aziendale, le variabili che sono intervenute a modificare gli equilibri vegeeto produttivi sono state innanzitutto la cimatura,

---

subita da una sola delle tre forme allo studio che ha indubbiamente modificato i rapporti tra germogli primari e secondari favorendo uno sviluppo di questi ultimi. Proprio perché calata in una realtà aziendale, riteniamo che la prova abbia giustamente confrontato una gestione tecnica portata in modo diverso nelle tre forme.

È necessario inoltre ricordare che nella primavera del 2006 il vigneto ha subito una concimazione di 200 kg/ha di urea, allo scopo di stimolare una vegetazione stentata e lenta nel suo formarsi. Tali quantità di azoto, per certi versi forse eccessive, seppur distribuite in modo omogeneo su tutte le tesi allo studio, ha spinto a tal punto la vigoria vegetativa delle piante che ha ridotto eventuali differenze che si sarebbero potute vedere. A nostro avviso questo è stato particolarmente evidente nel Cabernet sauvignon. Comunque la chioma del Guyot si è mostrata, pur con questi eccessi di vigore, la più equilibrata pertanto è da ritenersi tale anche in una gestione più attenta all'equilibrio vegeto-produttivo del vigneto. Ad ogni modo un giudizio definitivo si potrà porre dopo l'analisi dell'intera serie di osservazioni eseguite.

---

## 5.7 BIBLIOGRAFIA

ALONI R., ZIMMERMANN M.H., 1983. The control of vessel size and density along the plant axis – a new hypothesis. *Differentiation*. 24: 203-208.

BARBAGALLO M.G., COLLEGANO G., DI LORENZO R., 2000. Valutazioni su un metodo diretto di stima della superficie fogliare in *Vitis vinifera* L. Atti 5° Giornate Scientifiche S.O.I., Sirmione 263-264.

BERTAMINI M., BAZZANELLA G., MESCALCHIN E., 1995. Viticoltura ed ambiente trentino: primi riscontri di un progetto sperimentale-dimostrativo in aree marginali. Ed. Provincia Autonoma di Trento.

CALO' A., GIORGESSI F., SANSONE L., TOMASI D., ZERBI G. 1999. Recherches sur le rapport entre le flux de sève, la transpiration et la vigueur dans la vigne selon le mode de conduite. *Vitis* 38: 7-13.

CARBONNEAU A., 1995. La surface foliaire exposée potentielle. Guide pour sa mesure. *Prog. Agric. Vitic.*, 112: 204-212.

CARBONNEAU A., CASTERAN P., LECLAIR P., 1978. Essai de détermination en biologie de la plante entière de relations essentielles entre le bioclimat naturel, la physiologie de la vigne et la composition du raisin. *Ann. Amélior. Plantes* 28:195-221.

DI LORENZO R., COSTANZA P., PISCIOTTA A., VESCO G., BARBAGALLO M.G., 2005. Estimation of leaf area by means of linear regression equation in *Vitis vinifera* L.: limits and advantages. *Proceedings GESCO, Geisenheim* 2: 242-248.

DI LORENZO R., SOTTILE I., OCCORSO G., BARBAGALLO M.G., IANNOLINO G., MELI R., 1992. Influenza delle forme di allevamento sull'andamento della superficie fogliare della vite in Sicilia. 4° Symp. Int. *Physiol. Vigne Torino*.

EYNARD I., DALMASSO G., 1990. *Viticultura Moderna*. Hoepli Editore, Milano.

FLEXAS J., BADGER M., CHOW W.S., MEDRANO H., OSMOND C.B., 1999. Analysis of the relative increase in photosynthetic O<sub>2</sub> uptake when photosynthesis in grapevine leaves is inhibited following low night temperatures and /or water stress. *Plant Physiology* 121: 675–684.

FUKUDA H., 1997. Tracheary element differentiation. *Plant Cell*. 9: 1147-1156.

GIVNISH T.J., 1995. Plant stems: biomechanical adaptation for energy capture and influence on species distributions. In: *Plant stems. Physiology and functional morphology*. (ed. B.J., Gartner), pp. 3-50. academic Press, New York.

GRIBAUDO I., SCHUBERT A., NOVELLO V., 1988. Produzione di sostanza secca ed intercettazione di energia luminosa nel vitigno Cortese in quattro forme di allevamento. *Vignevini*, 15 (3):53-56.

HUNTER J.J., ARCHER E., 2002. Status of grapevine canopy management and future prospects. *Revista de enologia*: 21.

IACONO F., BERTAMINI M., SCIENZA A., COOMBE B.G., 1995. Differential effects of canopy manipulation and shading of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet S. Leaf gas exchange, photosynthetic electron transport rate and sugar accumulation in berries. *Vitis n.* 34: 201-206.

---

INTRIERI C., PONI S., SILVESTRONI O., FILIPPETTI S., 1992. Leaf age, leaf position and photosynthesis in potted grapevine. *Adv. Hort. Sci.* 6: 23-27.

KLEE H., ESETLLE M., 1991. Molecular genetic approaches to plant hormone biology. *Annua Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. 42: 529-551.

KLIEWER W.M., 1975. Effect of root temperature on budbreak, shoot growth, and fruit-set of "Cabernet sauvignon" grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*, vol. 26, n° 2.

KLIEWER W.M., 1982. Vineyard canopy management - A review. *Proc. Symp. Grape and Wine Cent.* pp 342-52.

KLIEWER W.M., BOWEN P., BENZ M., 1989. Influence of shoot orientation on growth and yield development in Cabernet sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic.* 40 (4): 259-264.

LIUNI C.S., ANTONACCI D., CAPUTO A., MASI G., GIORGESSI F., 1999. Importanza dell'irrigazione e delle "forme di allevamento a vegetazione ritombante" nella gestione della qualità viticola ed enologica negli ambienti caldo-aridi. *Riv. Vitic. Enol.* 1: 87-105.

LOVISOLO C., SCHUBERT A., 2000. Downward shoot positioning affects water transport in field-grown grapevines. *Vitis* 39: 49-53.

LOVISOLO C., SCHUBERT A., SORCE C., 2002. Are xylem radial development and hydraulic conductivity in downwardly-growing grapevine shoots influenced by perturbed auxin metabolism?. *New Phytologist* 156: 65-74.

MABROUK H., CARBONNEAU A., 1996. Une methode simple de determination de la surface foliare de la vigne (*Vitis vinifera* L.). *Progres Agricole Viticole*, 18: 393-398.

MABROUK H., SINOQUET H., CARBONNEAU A., 1997. Canopy structure and radiation regime in grapevine. Modelling radiation interception and distribution inside the canopy. *Vitis* n° 36: 125-132.

MAY P., 1960. Effect of direction of growth on Sultana canes. *Nature* 185:394-5.

MAY P., 1966. The effect of direction of growth on fruitfulness and yield of Sultana vines. *Aust. J. Agric. Res.* 17:479-90.

McARTNEY S.J., FERREE D.C., 1999. Root and cane pruning affect vegetative development, fruiting, and dry matter accumulation of grapevines. *HortScience*, USA, n° 34 (4): 617-621.

PONCHIA G., BERTAMINI M., SCRINZI M., 2002. Influenza dell'ambiente sul comportamento vegetativo, produttivo e sulla qualità dei vini dello Chardonnay in aree marginali del Trentino. *Italus Hortus*, 2: 3-8.

PONCHIA G., BERTAMINI M., ZULIAN C., 2001. Influence of training systems and canopy management on growth and must composition of Cabernet sauvignon. *Compte rendu, 12èmes Journées GESCO, Montpellier, 3-7 Juillet*. Vol 1: 299-304.

PONI S., PALLIOTTI A., MATTII G., DI LORENZO R., 2007. Funzionalità fogliare ed efficienza della chioma in *Vitis vinifera* L.. *Review n. 6- Italus Hortus* 14 (4) : 29-46.

PONI S., TABARELLI G., 1994. Valutazione dell'efficienza fisiologica nelle forme di allevamento della vite. *L'informatore agrario*, n° 47: 45-49.

---

PRASAD T.K., CLINE M.G., 1985. Shoot inversion-induced ethylene in *Pharbitis nil* induces the release of apical dominance by restricting shoot elongation. *Plant Science*. 38: 163-172.

RAVAZ L., 1906. Influence des opérations culturales sur le vegetation de la vigne. *Ann.E.N.A., Montpellier, VI-I* : 1-41.

ROBINSON J.B., 1992. Grapevine Nutrition. In: B. G. COOMBE, P. R. DRY, (Eds.): *Viticulture, Vol 2*, 178-208. Winetitles, Adelaide.

SCHUBERT A., LOVISOLO C., PETERLUNGER E., 1999. Shoot orientation affects vessel size, shoot hydraulic conductivity and shoot growth rate in *Vitis vinifera* L. *Plant Cell and Envir.* 22: 197-204.

SCHUBERT A., RESTAGNO M., NOVELLO V., PETERLUNGER E., 1995. Effects of shoot orientation on growth, net photosynthesis, and hydraulic conductivity of *Vitis vinifera* L., cv. Cortese. *Am. J. Enol. Vitic.* 46 (3): 324-328.

SCHULTZ H.R., MATTHEWS M.A., 1993. Xylem development and hydraulic conductance in sun and shade shoots of grapevine (*Vitis vinifera* L.): evidence that low light uncouples water transport capacity from leaf area. *Planta*. 190: 393-406.

SHAULIS N., KIMBALL K., TOMPKINS J.P., 1953. The effect of trellis height and training systems on the growth and yield of Concord grapes under a controlled pruning severity. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.* 62:221-227.

SHAULIS N.J., AMBERG H., CROWE D., 1966. Response of Concord grapes to light, exposure, and Geneva Double Curtain training. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.* 89:268-80.

SILVESTRONI O., INTRIERI C., PONI S., 1994. Dinamica della funzionalità fogliare e rilievi ecofisiologici in alcune forme di allevamento della vite. *Rivista di Frutticoltura*, n° 10: 25-36.

SMART R., DICK J., GRAVETT I., FISHER B., 1991. Canopy management to improve grape yield and wine quality – Principals and practices. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 1: 3-32.

SMART R.E., 1974. Photosynthesis by grapevine canopies. *J. Appl. Ecol.* 11, 997-1006.

SMART R.E., 1985. Principles of grapevines canopy light microclimate manipulation with implication for yield and quality. A. Review *Am. J. Enol. Vitic.* n° 36: 236-239.

SMART R.E., 1987. The influence of light on composition and quality of grapes. *Acta Hortic.* 206: 37-47.

SMART R.E., ROBINSON M., 1990. Sunlight into wine. A handbook for winegrape canopy management. Adelaide.

TASSIE E., FREEMAN B.M., 1992. Pruning. In: B.G. COOMBE, P. R. DRY (Eds.): *Viticulture; Vol 2*, 85-103. Winetitles, Adelaide.

WAREING P.F., NASR T., 1958. Effects of gravity on growth, apical dominance and flowering in fruit trees. *Nature* 18: 379-380.

WEAVER R.J., KASIMATIS A.N., JOHNSON J.O., VILAS N., 1984. Effect of trellis height and crossarm width and angle on yield of Thompson seedless grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 35:94-96.

WILSON, J.W., 1963. Estimation of foliage denseness and foliage angle by inclined “point quadrat”. *Aust. J. Bot.* 11 (1): 95-105.

WINKLER A., COOK J.A., KLIEWER W.M., LIDER L.A., 1962. *General viticulture*. University of California press: 543.

---

## **CAPITOLO 6 : Ruolo della disposizione della vegetazione sullo stato idrico dei vitigni**

### **6.1 RIASSUNTO**

Lo sviluppo vegetativo e la forma di allevamento condizionano lo stato idrico della pianta.

È noto che l'orientamento a risalire o a ricadere della vegetazione ha un effetto sulla conducibilità idrica dei germogli, in particolare questa viene depressa in quelli a ricadere.

In questo lavoro è stato valutato il contributo apportato dalla disposizione della vegetazione e dalla lunghezza del capo a frutto sullo stato idrico delle piante inteso come potenziale idrico del fusto.

Il potenziale è stato misurato più volte nel corso della stagione di osservazione con l'utilizzo della camera a pressione di Scholander.

Nelle varietà Pinot grigio e Merlot è emerso che il portamento a ricadere dei germogli ha influenzato negativamente il potenziale idrico delle piante conducendo verso potenziali più negativi rispetto alle forme a risalire.

Secondo alcuni Autori negli studi che vengono condotti su piante in pieno campo, spesso la crescita è influenzata anche da altri fattori oltre alla disposizione dei germogli e pertanto lo stato idrico della pianta non può essere spiegato con il solo portamento dei tralci.

In questo caso i vitigni Pinot grigio e Merlot sembrano essere stati influenzati più dal rigoglio vegetativo che dalla posizione dei germogli e quindi lo stato idrico è risultato migliore nelle forme che hanno permesso di ottenere ogni anno chiome meno compatte, con un numero inferiore di strati fogliari, con la minor superficie fogliare ed il minor numero di germogli per pianta.

Nel caso del Cabernet sauvignon le risposte non sono state univoche.

---

## 6.2 INTRODUZIONE

I fattori che influenzano lo stato idrico della pianta, interagendo con le sue caratteristiche genetiche e morfo-fisiologiche, sono principalmente il terreno (struttura, tessitura, profondità), la tecnica colturale adottata (densità di piantagione, forma di allevamento, tipo di potatura, gestione del suolo e della chioma) e il clima (temperatura, umidità relativa, luce, vento, piovosità). Anche il momento del ciclo vegetativo riveste un ruolo nel condizionare i fabbisogni idrici della vite. Infatti il fabbisogno è molto alto durante le fasi di crescita della pianta, specialmente quando le foglie sono pienamente espanse e durante la crescita del frutto (Behboudian *et al.*, 2001).

Lo sviluppo vegetativo e la forma di allevamento condizionano lo stato idrico della pianta. Ogni intervento colturale effettuato fin dall'impianto del vigneto, definendo la futura dimensione e le caratteristiche della chioma, nonché il rapporto tra questa e il carico produttivo, va ad influire sulla spesa traspiratoria (Schmid e Schultz, 2000; Spano *et al.*, 2000; Mattii e Orlandini, 2004) e sulla ripartizione degli elaborati (Scalabrelli, 2005).

Deficit idrici possono compromettere molti aspetti dello sviluppo della pianta, già la differenziazione a fiore per l'anno successivo può essere influenzata negativamente dalla carenza idrica e comportare pertanto una riduzione della fertilità potenziale (Wample e Smithyman, 2002; Fregoni, 2005). La crescita vegetativa risente in misura maggiore del deficit idrico rispetto ai processi di assimilazione e accumulo di carboidrati (Van Zyl, 1984; Naor e Bravdo, 1996; Dry e Loveys, 1998). Quando le foglie raggiungono una superficie sufficiente e un moderato stress idrico non ne compromette l'attività fotosintetica, si può verificare un minor sviluppo dei germogli e quindi una riduzione della competizione a vantaggio dei processi di maturazione dell'uva (Hsiao, 1973; Poni *et al.*, 1993).

Una riduzione della conducibilità nei germogli in attiva crescita è stata osservata quando il potenziale fogliare misurato prima dell'alba scende al di sotto di -1,2 MPa (Schultz e Matthews, 1988). In queste condizioni viene inibito lo sviluppo dell'area fogliare e dei germogli.

---

Nella vite lo stress idrico (Lovisolo e Schubert, 1998), l'ombreggiamento delle foglie (Schultz e Matthews, 1993), le basse temperature (Flexas *et al.*, 1999) e il portamento a ricadere della vegetazione (Schubert *et al.*, 1999) riducono la conducibilità idrica dei germogli.

Schubert *et al.* (*l.c.*) hanno osservato che già il posizionamento verso il basso dei germogli riduce la conducibilità idrica perché riduce la grandezza dei vasi conduttori. Tuttavia, la dimensione minore dei vasi non è associata alla riduzione di crescita che si osserva nei germogli a ricadere. Affinchè la grandezza dei vasi possa influenzare l'accrescimento, secondo gli Autori, il germoglio deve essere lungo almeno 10 nodi. Gli Autori concludono che l'effetto dell'orientamento sulla conduttività idrica e sulla taglia dei vasi dipende dall'orientamento dell'apice del germoglio e non, quindi, del germoglio intero.

È risaputo che la concentrazione di auxina controlla la differenziazione dei vasi conduttori (Fukuda, 1997) e ne regola la dimensione finale. Una sovraconcentrazione di questo ormone induce la differenziazione di un maggior numero di vasi ma di dimensioni inferiori (Aloni e Zimmermann, 1983; Klee e Estelle, 1991). Secondo gli stessi Autori, l'orientamento ritombante causa un incremento della concentrazione di auxina nell'apice e nella porzione prossimale del germoglio provocando la formazione di vasi di dimensioni inferiori.

Da alcuni studi condotti da Ojeda *et al.*, (2002) sugli effetti che il deficit idrico può avere sulla concentrazione dei fenoli (flavan-3-oli, antocianine, e flavonoli) nella buccia di Shiraz è emerso che la loro biosintesi varia a seconda del livello di deficit e della fase fenologica in cui questo si manifesta.

Il potenziale idrico fogliare e dello stelo, misurato con l'uso della camera a pressione, viene spesso utilizzato come indicatore diretto dello stato idrico delle viti. La camera a pressione viene ampiamente impiegata poiché il suo utilizzo è semplice, veloce ed economico pur essendo distruttivo e laborioso soprattutto per le misure all'alba e non sfruttabile per l'automazione dei sistemi irrigui (Jones, 2004). Lo strumento valuta la pressione idrostatica negativa (tensione) presente nello xilema, che si ritiene sia abbastanza vicina a quella dell'intero organo (Taiz e Zeigler, 2002). La tecnica di funzionamento consiste nell'esercitare su una foglia recisa e posta all'interno della camera a pressione con il picciolo rivolto verso l'esterno, una pressione crescente mediante l'immissione di gas. Dopo il

---

taglio, l'acqua nei capillari viene richiamata all'interno dalla tensione che non è controbilanciata. Il valore della pressione impiegata per far comparire sulla zona di taglio del picciolo l'acqua dello xilema corrisponde in valore assoluto, a quello della foglia ed è assunto come valore del potenziale idrico del tessuto in esame. Dato che lo stato idrico del singolo tessuto è fortemente influenzato dalla condizione idrica complessiva della pianta è possibile attraverso la misura del potenziale fogliare ottenere quello della pianta stessa. Durante la giornata il potenziale idrico può variare significativamente al variare della domanda evaporativa dell'ambiente, del contenuto idrico del terreno, delle resistenze che l'acqua incontra passando dalle radici alle foglie e della capacitanza dei tessuti (Scholander *et al.*, 1965; Xiloyannis, 1992).

Esistono opinioni discordanti sull'individuazione del miglior indicatore di stress idrico. Alcuni propendono per il potenziale dello stelo misurato a mezzogiorno ( $MD \Psi_s$ ) in seguito alla migliore correlazione con la conduttanza stomatica (Choné *et al.*, 2001; Patakas *et al.*, 2005), mentre altri ritengono sia il potenziale fogliare misurato all'alba ( $PD \Psi_w$ ) per la forte influenza che le condizioni ambientali esercitano sul potenziale durante il giorno (Améglio *et al.*, 1999; Rumorini e Massai, 2003). In base alla variazione dei valori di potenziale in relazione al grado di stress idrico Choné *et al.* (*l.c.*) hanno ritenuto il  $MD \Psi_s$  l'indicatore più adatto alla determinazione dello stato idrico, dato che nella vite i valori di  $PD \Psi_w$  variano da -0,1 a -0,72 MPa, , mentre quelli di  $MD \Psi_s$  e  $MD \Psi_w$  variano rispettivamente da -0,45 a -1,4 MPa e da -1 a -1,53 MPa.

Sia il potenziale dello stelo che il potenziale fogliare tendono a decrescere durante la giornata raggiungendo il minimo valore a mezzogiorno (Patakas *et al.*, *l.c.*).

---

## 6.3 SCOPO

Il fenomeno fisiologico più correlato alle esigenze idriche è la traspirazione, regolata, come è noto, da fattori climatici, pedologici e genetici ma anche le tecniche colturali possono avere una influenza diretta. I vigneti e le piante più produttivi sono anche quelli/e più esigenti di acqua, la forma di allevamento pertanto ha un ruolo nel regolare la traspirazione, poiché quelle che favoriscono un maggior vigore e più produzione sono quelle più esigenti in acqua.

In questo lavoro è stato valutato l'effetto indotto dalla disposizione della vegetazione e dalla lunghezza del capo a frutto sullo stato idrico delle piante inteso come potenziale idrico del fusto.

## 6.4 MATERIALI E METODI

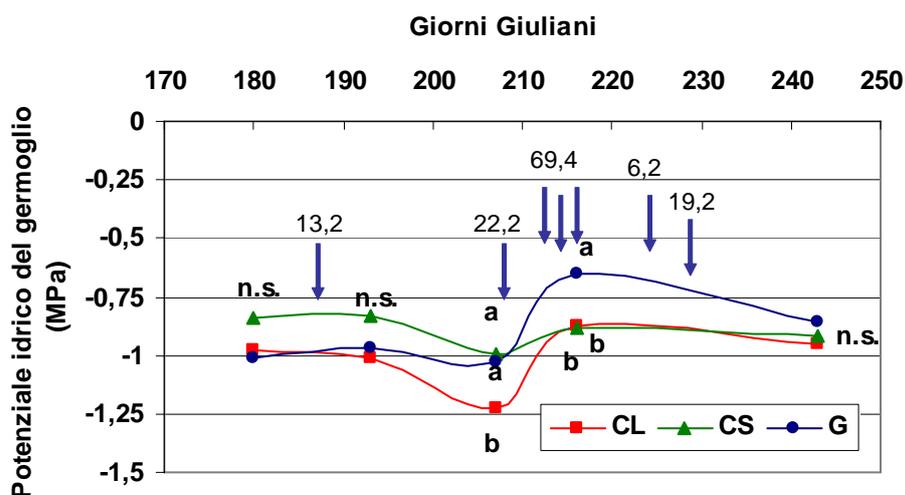
In entrambi gli anni è stato misurato, per ogni tesi, su foglie mature, ben espanse ed esposte alla luce del sole, lo stato idrico delle piante utilizzando una camera a pressione tipo Scholander, alimentata da una bombola contenente aria compressa. È stato misurato il potenziale idrico del germoglio (Scholander *et al.*, *l.c.*; Cleary e Zaerr, 1980).

Durante le ore più calde, intorno a mezzogiorno, le foglie sono state avvolte con alluminio un'ora prima di effettuare le misurazioni, in modo da interrompere la traspirazione e permettere che il potenziale fogliare si riequilibrasse con quello dello xilema (McCutchan e Shackel, 1992) secondo la metodologia proposta da Chonè *et al.*, (*l.c.*).

Il valore di potenziale che si determina indica la disponibilità idrica del suolo e di conseguenza la capacità della pianta di condurre l'acqua dal suolo all'atmosfera e viene usato come indicatore di stress idrico e come strumento per la gestione dell'irrigazione. Bassi potenziali dell'acqua indicano che le piante possono essere sottoposte a stress.

## 6.5 RISULTATI

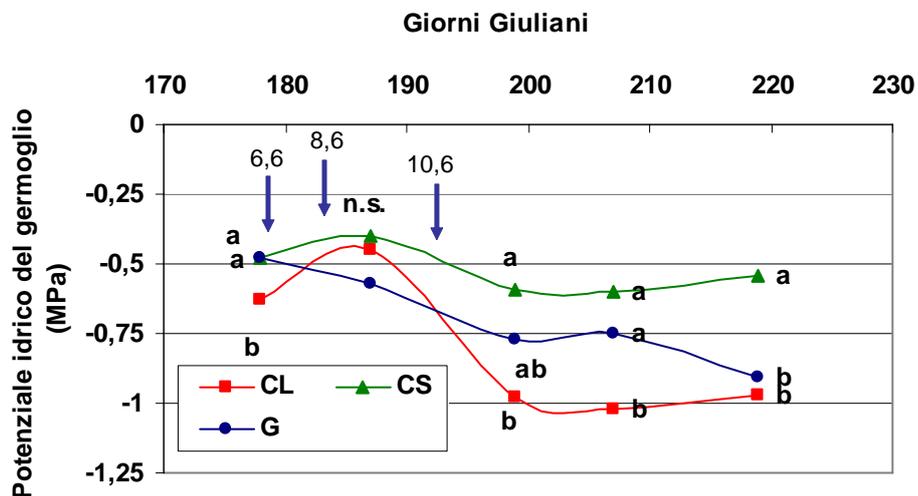
Coerentemente con la maggior fogliosità osservata, le misure sullo stato idrico della pianta nel **Pinot grigio** hanno evidenziato una maggior suscettibilità alla carenza idrica nelle due forme più fogliose, il CL e CS, che sono risultate, come si vedrà in seguito, anche le più produttive. I rilievi di potenziale idrico effettuati hanno evidenziato che nelle prime tre epoche non sono state osservate differenze tra i sistemi di allevamento anche se nelle curve è stato notato che nelle forme CL e G, sono stati misurati i valori più bassi di potenziale, indicativi di un maggior stress idrico (*Figura 6.1*). Analogo risultato è stato osservato al terzo rilievo, dal quarto è stata notata una rapida reidratazione del Guyot. Nell'ultima misurazione, eseguita il giorno della vendemmia, non sono state osservate differenze tra le tesi.



**Figura 6.1:** Andamento del potenziale idrico fogliare ( $\psi_{stem}$  MPa) rilevato nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) per il vitigno Pinot grigio nel 2006. Le frecce ed i valori indicano il momento e la quantità di pioggia.

Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa data differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s. = non significativo

Anche nel 2007 è stato confermato lo stesso comportamento visto nel 2006 ovvero una maggior resistenza, nei momenti di carenza idrica, nelle forme a vegetazione meno rigogliosa e ascendente. Già al primo rilievo è stato osservato un potenziale idrico più basso nel sistema con vegetazione a ricadere (*Figura 6.2*). L'ultima precipitazione importante era avvenuta 15 giorni prima della data del primo campionamento. Alla seconda epoca non sono state osservate differenze anche se è stata notata una ripresa della forma CL, che è stata dovuta presumibilmente alla pioggia dei giorni precedenti il rilievo, anche se di scarsa entità. È stato osservato, inoltre, che nel G era iniziata una fase di diminuzione del potenziale, andando verso fasi di forte stress idrico. Il terzo rilievo è stato eseguito nell'ultima decade di luglio e sono state osservate grosse differenze tra le tesi risultando ancora una volta la forma CL quella più sensibile. La stessa situazione è stata osservata per entrambi i rilievi successivi. L'ultimo rilievo è stato effettuato in prossimità della vendemmia ed è stato osservato che le forme CL e G presentavano un potenziale molto basso sintomatico di una forte carenza idrica in atto. La forma CS ha invece mantenuto per tutto il periodo di misurazione un potenziale più elevato rispetto mai indicativo di stress idrico, se non moderato.

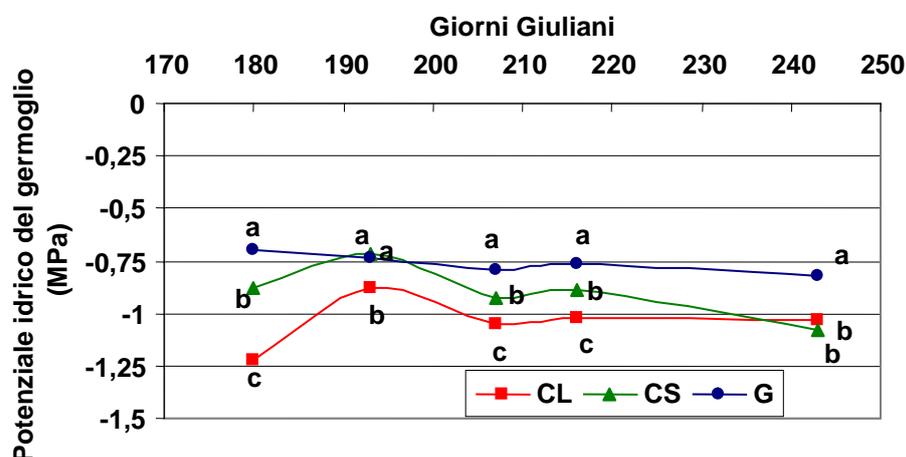


**Figura 6.2:** Andamento del potenziale idrico fogliare ( $\psi_{stem}$  MPa) rilevato nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) per il vitigno Pinot grigio nel 2007. Le frecce ed i valori indicano il momento e la quantità di pioggia.

Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa data differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

Anche nel **Merlot**, così come osservato nel Pinot grigio, le misure sullo stato idrico della pianta hanno evidenziato una maggior suscettibilità alla carenza idrica nella forma di allevamento CL (*Figura 6.3*). In questo caso però, contrariamente a quanto osservato nel vitigno Pinot grigio, la maggior suscettibilità può essere imputata alla maggiore superficie fogliare che è risultata sugli stessi livelli per tutte le forme a confronto. Osservando le curve ottenute è evidente che le piante allevate a Guyot hanno presentato per tutta la stagione un miglior stato idrico generale rispetto a quello delle altre due forme mantenendo un potenziale quasi costante per tutto il periodo di osservazione e non indicativo di particolare stato di sofferenza per le piante.

Diversamente le viti allevate a CS hanno sofferto maggiormente i periodi di scarsità idrica avvicinandosi, a fine ciclo, ai valori del CL. Il CL ha presentato potenziali inferiori rispetto alle altre due forme per tutta la durata delle osservazioni. In questo caso quindi tali differenze non possono essere dovute al portamento dei germogli, sembrano piuttosto provocate, come osservato anche da Fregoni (*l.c.*), dalla produzione di uva per pianta che infatti risulterà più che dimezzata nel G rispetto alle altre due forme di allevamento.

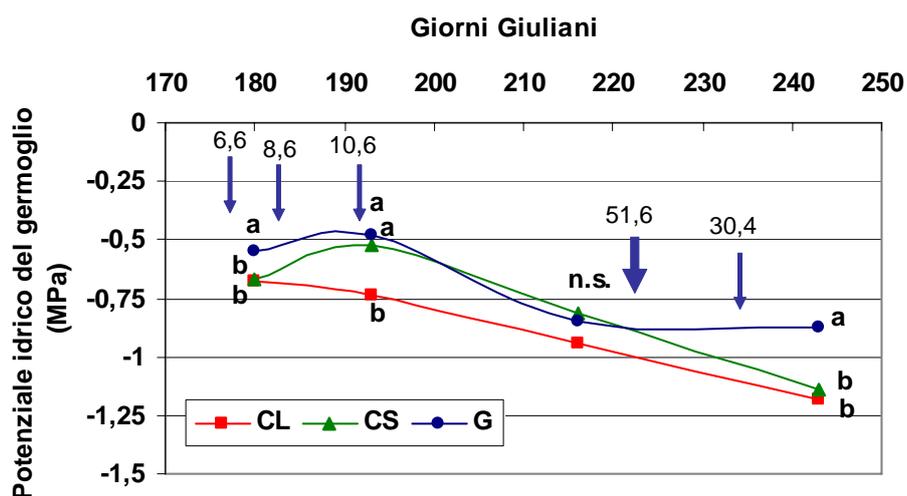


**Figura 6.3:** Andamento del potenziale idrico fogliare ( $\psi_{stem}$  MPa) rilevato nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) per il vitigno Merlot nel 2006.

Le frecce ed i valori indicano il momento e la quantità di pioggia.

Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa data differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s. = non significativo

Anche nel 2007 la forma di allevamento che è risultata più suscettibile per il problema idrico è stata il CL (*Figura 6.4*). Il Guyot si è quasi sempre distinto per avere il potenziale idrico meno negativo, indice di una buona idratazione delle piante per tutta la stagione vegetativa. Il CS ha presentato invece, nei periodi di maggior siccità, un comportamento più vicino a quello osservato nel CL mentre ha raggiunto discreti stati di idratazione dopo le piogge.

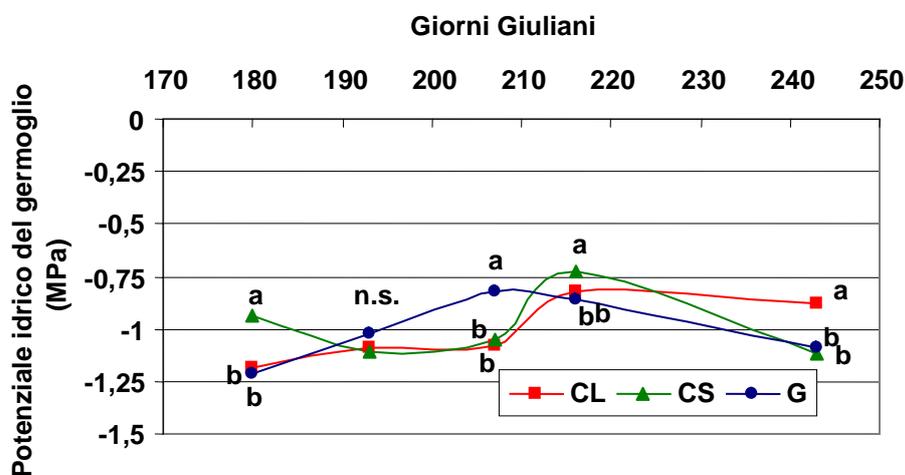


**Figura 6.4:** Andamento del potenziale idrico fogliare ( $\psi_{stem}$  MPa) rilevato nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) per il vitigno Merlot nel 2007. Le frecce ed i valori indicano il momento e la quantità di pioggia.

Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa data differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s. = non significativo

L'andamento del potenziale idrico rilevato sul **Cabernet sauvignon** durante la stagione vegetativa, al primo rilievo ha mostrato una differenza evidente tra le forme di allevamento, infatti il CS è risultato meno soggetto degli altri due sistemi alla carenza idrica che si era manifestata in quel periodo (*Figura 6.5*). Dopo la pioggia caduta tra il primo ed il secondo rilievo lo stato idrico delle piante è risultato molto simile. Al terzo rilievo è stata constatata una miglior idratazione del Guyot. Alla quarta epoca di misurazione, dopo piogge molto abbondanti, è stata osservata una forte ripresa del potenziale nelle due forme speronate mentre non sono state osservate importanti variazioni nella forma a Guyot. A questa epoca è risultato comunque un potenziale più negativo nel CL e nel G rispetto al CS. Da questo punto in poi, nonostante i due eventi piovosi, di cui uno discretamente abbondante, la forma di allevamento a Guyot è andata verso

potenziali sempre più bassi ed un crollo è stato notato anche nel CS. Queste due forme all'ultima misurazione hanno presentato un potenziale più basso rispetto a quello osservato nel CL che sembra essere stata l'unica forma ad aver tratto vantaggio dai 2 eventi piovosi registrati. Tale situazione risulta quindi confusa e non è stato possibile trarre informazioni da un comportamento così vario. Le superfici fogliari rilevate avevano mostrato alcune differenze tra le forme risultando maggiori nel CS, con un valore di quasi 18 m<sup>2</sup> e minore nel G, ma sempre elevato, con un valore prossimo ai 10 m<sup>2</sup>. È probabile che all'epoca dell'ultimo rilievo le due forme in parete avessero già esaurito l'effetto positivo delle piogge poiché la loro struttura con vegetazione assurgente espone la chioma anche ad un maggior ricircolo di aria e pertanto la disidratazione è più forte in queste chiome rispetto a quella molto più ombreggiata e ristagnata di umidità del CL. Il CL in effetti ha mostrato anch'esso un lieve declino nel passaggio dalla penultima all'ultima misurazione ma meno repentino rispetto alle altre due forme.

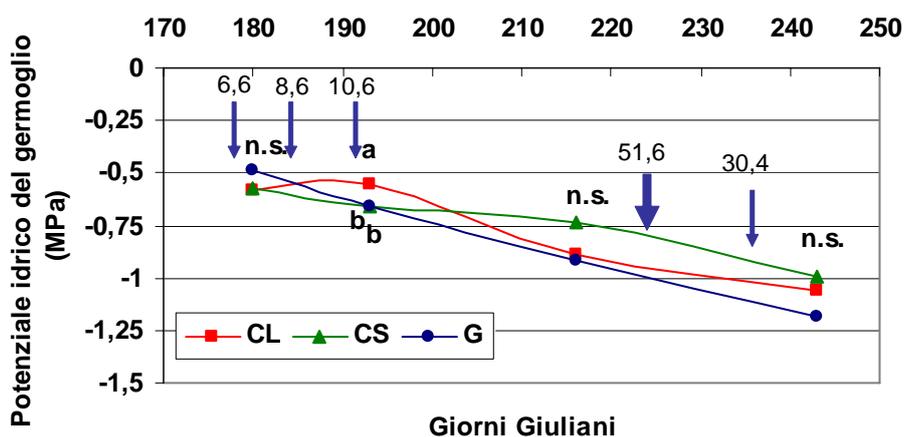


**Figura 6.5:** Andamento del potenziale idrico fogliare ( $\psi_{stem}$  MPa) rilevato nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) per il vitigno Cabernet sauvignon nel 2006. Le frecce ed i valori indicano il momento e la quantità di pioggia.

Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa data differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman -Keuls). n.s.= non significativo

Un comportamento singolare dello stato di idratazione delle piante è stato osservato anche nel 2007.

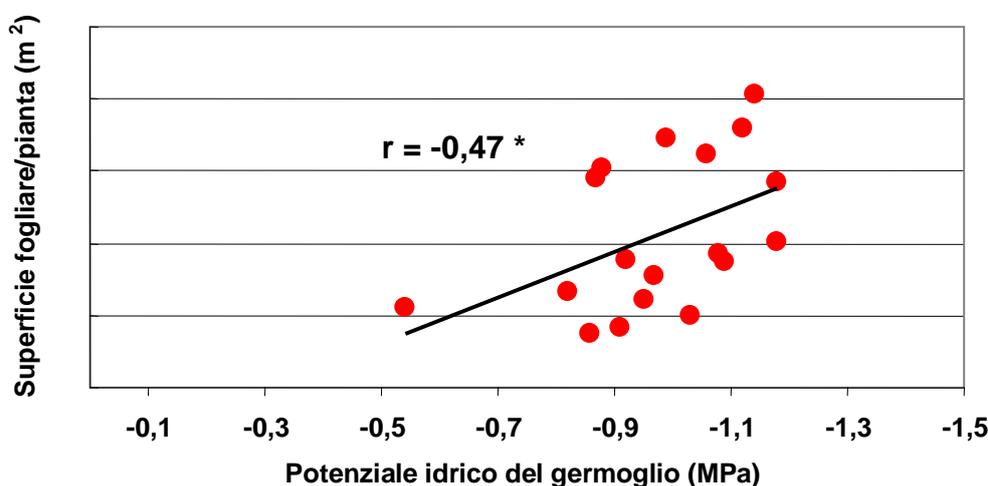
In questo anno, forse per le scarsissime differenze osservate tra le forme di allevamento per tutti i parametri finora discussi (vedasi soprattutto superficie fogliare e geometria della chioma), non sono state osservate differenze di comportamento in rapporto alle disponibilità idriche (Figura 6.6). L'unica epoca che ha mostrato differenze tra i tre sistemi di conduzione è stata la terza dove è risultato un potenziale idrico minore nelle due forme in parete. Negli ultimi due rilievi, nonostante le abbondanti piogge, in tutte le forme si è osservato un calo marcato del potenziale fino a valori anche inferiore a -1 MPa indicativi di forte stress idrico.



**Figura 6.6:** Andamento del potenziale idrico fogliare ( $\psi_{stem}$  MPa) rilevato nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) per il vitigno Cabernet sauvignon nel 2007. Le frecce ed i valori indicano il momento e la quantità di pioggia.

Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa data differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s. = non significativo

Lo stato idrico delle piante nei due anni è risultato correlato alla superficie fogliare totale sviluppata dalle piante stesse, le piante che presentano eccessivo rigoglio fogliare hanno subito maggiormente gli effetti della carenza idrica (Figura 6.7).



**Figura 6.7:** Correlazione tra il numero di grappoli per pianta ed il contenuto di antociani delle bucce nella varietà Merlot nel biennio 2006-2007.

\* = significativo per  $P \leq 0,05$

## 6.6 CONCLUSIONI

Contrariamente a quanto riportato dalla bibliografia (Schubert *et al.*, *l.c.*) che indica una minor traspirazione e conducibilità idrica, e quindi un minor consumo d'acqua, delle piante con portamento dei germogli a ricadere, nei due anni e nei tre vitigni oggetto di studio questo non si è verificato.

Nelle piante spesso sono stati registrati potenziali idrici sintomatici di condizioni di stress ma le risposte delle forme di allevamento non sono state sempre univoche.

Innanzitutto va ricordata la forte vigoria delle piante riscontrata in entrambi gli anni. In questo caso quindi sembra che lo stato idrico della pianta sia più legato al rigoglio vegetativo e al vitigno che alla posizione assunta dai germogli durante la crescita.

---

Nelle varietà Pinot grigio e Merlot è emerso che le forme con capo a frutto corto e che quindi hanno presentato la maggior carica di gemme sono anche quelle che durante il periodo vegetativo hanno manifestato i potenziali idrici più bassi. Contrariamente a quanto riportato in letteratura (Kliewer *et al.*, 1989; Calò *et al.*, 1999; Lovisolo e Schubert, *l.c.*; Schubert *et al.*, *l.c.*) il portamento dei germogli a ricadere ha influenzato negativamente il potenziale idrico delle piante andando verso potenziali più negativi rispetto alle forme a risalire. Per il Cabernet sauvignon i rilievi di potenziale idrico non hanno fornito risultati differenti tra le tesi. Nel corso della stagione e nel confronto fra annate i valori si sono posti su piani diversi ma senza comportamenti ripetibili e facilmente interpretabili.

Secondo Schubert (*l.c.*) l'orientamento influenza la conducibilità idrica dei germogli ma tale effetto si manifesta a partire dal 10° nodo. Si può quindi supporre che nel caso di queste prove, poiché la forma a CL non ha mai raggiunto uno sviluppo tale da raggiungere il 10° nodo visto che è stata sempre cimata tra il 6- 8° nodo, l'effetto non si è mai potuto apprezzare.

Secondo lo stesso Autore inoltre negli studi che vengono condotti su piante in pieno campo, spesso la crescita è affetta anche da altri fattori oltre il solo orientamento dei germogli e pertanto lo stato idrico della pianta non si può spiegare considerando uno solo di questi. Il fatto di voler considerare il potenziale idrico fogliare come indicatore dello stato idrico delle piante in relazione alla posizione spaziale dei germogli, può non essere un parametro esaustivo per trarre indicazioni sull'influenza del solo orientamento dei germogli quanto piuttosto permette di discutere l'effetto della forma di allevamento vista come struttura dell'intera pianta. Da tutto ciò quindi è possibile concludere che, nel caso oggetto di studio e per i vitigni Pinot grigio e Merlot, i fattori influenti ai fini dello stato idrico siano stati quelli legati al rigoglio vegetativo. Quindi lo stato idrico è risultato migliore nelle forme che in ogni anno hanno permesso di ottenere chiome meno compatte, con meno strati fogliari, con la minor superficie fogliare ed il minor numero di germogli per pianta, principalmente nel Guyot.

Nel caso del Cabernet sauvignon le risposte non sono state univoche e non sempre una forma di allevamento si è distinta dalle altre per aver garantito un miglior stato idrico della pianta anche nei momenti di carenza.

---

## 6.7 BIBLIOGRAFIA

ALONI R., ZIMMERMANN M.H., 1983. The control of vessel size and density along the plant axis – a new hypothesis. *Differentiation* 24: 203–208.

AMÈGLIO T., ARCHER P., COHEN M., VALANCOGNE C., DAUDET FA., DAYAU S., CRUIZIAT P., 1999. Significance and limits in the use of predawn leaf water potential for tree irrigation. *Plant and Soil*, 207:155-167.

BEHBOUDIAN M.H., SINGH Z., 2001. Water relations and irrigation scheduling in grapevine. *Horticultural Reviews*, 27: 189-225

CALO' A., GIORGESSI F., SANSONE L., TOMASI D., ZERBI G., 1999. Recherches sur le rapport entre le flux de sève, la transpiration et la vigueur dans la vigne selon le mode de conduite. *Vitis* 38 : 7-13.

CHONE X., VAN LEEUWEN C., DUBOURDIEU D., GAUDILLERE J.P., 2001. Stem Water Potential is a sensitive indicator of Grapevine water status. *Annals of Botany* 87: 447-483.

CLEARY B.D., ZAERR, J.B., 1980. Pressure chamber techniques for monitoring and evaluating water status. *N. Z. JI For. Sei.* 10: 133-41.

DRY P.R., LOVEYS B.R., 1998. Factors influencing grapevine vigour and the potential for control with partial rootzone drying. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 4, 140–148.

FLEXAS J., BADGER M., CHOW W.S., MEDRANO H., OSMOND C.B., 1999. Analysis of the Relative Increase in Photosynthetic O<sub>2</sub> Uptake When Photosynthesis in Grapevine Leaves Is Inhibited following Low Night Temperatures and/or Water Stress *Plant Physiol.* 121: 675-684.

FREGONI M., 2005. *Viticultura di qualità*. Editore Phytoline, Verona.

FUKUDA H., 1997. Tracheary element differentiation. *Plant Cell* 9: 1147-1156.

HSIAO T.C., 1973. Plant responses to water stress. *A.rev.pl.physiol.*, 24, 519-570.

JONES G.H., 2004. Irrigation scheduling: advantages and pitfalls of plant-based methods. *Journal of Experimental Botany*, 44: 2427-2436.

KLEE H.J., ESTELLE M., 1991. Molecular genetic approaches to plant hormone biology. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 42, 529-551.

KLIEWER W.M., BOWEN P., BENZ M., 1989. Influence of shoot orientation on growth and yield development in Cabernet sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic.*, vol 40 n 4: 259-264.

LOVISOLO C., SCHUBERT A., 1998. Effect of water stress on vessel size and xylem hydraulic conductivity in *Vitis vinifera* L. *Journal of Experimental Botany* 49: 693-700.

MATTII G.B., ORLANDINI S., 2004. Misura della fotosintesi su pianta intera: due casi di studio, *Quaderni di viticoltura ed Enologia dell'Università di Torino*, 27.

MCCUTCHAN H., SHACKEL K.A., 1992. Stem-water potential as a sensitive indicator of water stress in Prune trees (*Prunus domestica* L. cv French). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 117, 4, 607-611.

NAOR A., GAL Y., BRAVDO B., 1997. Crop load affects assimilation rate, stomata conductance, stem water potential and water relations of field-grown Sauvignon blanc grapevines. *Journal of Experimental Botany*, 48: 1675-1680.

- 
- OJEDA H., ANDARY C., KRAEVA E., CARBONNEAU A., DELOIRE A. 2002. Influence of Pre- and Postveraison Water Deficit on Synthesis and Concentration of Skin Phenolic Compounds during Berry Growth of *Vitis vinifera* cv. Shiraz American Journal of Enology and Viticulture, 53: 261-267.
- PATAKAS A., NIKOLAOU N., ZIOZIOU E., RADOGLUO K., NOITSAKIS B., 2002. The role of organic solute and ion accumulation in osmotic adjustment in drought-stressed grapevines. Plant Science, 163: 361-367.
- PONI S., MARCHIOL L., INTRIERI C., ZERBI G., 1993. Gas-exchange response of grapevine leaves under fluctuating light. Vitis 32 pp. 137-143.
- REMORINI D., MASSAI R., 2003. Comparison of water status indicators for young peach trees. Irrigation Science, 22: 39-46.
- ROBINSON J. B., 1992. grapevine nutrition. In : Coombe B.G., Dry P.R., (Eds): Viticulture, Vol 2:178-208. Winetitles Adelaide.
- SCALABRELLI G., 2005. Razionale gestione dell'acqua di irrigazione in viticoltura in: Innovazioni nel miglioramento qualitativo della produzione delle specie legnose da frutto attraverso l'irrigazione. "I Georgofili" Quaderni 2005-IV: 80, 83-84.
- SCHMID J., SCHULTZ H.R., 2000. Influence of two training systems and irrigation on water consumption of grapevines in the field. Acta Horticulturae, 537: 587-595.
- SCHOLANDER P.F., HAMMEL H.T., BRANDSTREET E.D., HEMMINGSEN E.A., 1965. Sap pressure in vascular plants. Science, 148: 339-346.
- SCHUBERT A., LOVISOLO C., PETERLUNGER E., 1999. Shoot orientation affects vessel size, shoot hydraulic conductivity and shoot growth rate in *Vitis vinifera* L. Plant, Cell and Environment 22: 197-204.
- SCHULTZ H.R., MATTHEWS M.A., 1988. Resistance to water transport in shoots of *Vitis vinifera* L. Plant Physiology, 88: 718-724.
- SCHULTZ H.R., MATTHEWS M.A., 1993. Xylem development and hydraulic conductance in sun and shade shoots of grapevine (*Vitis vinifera* L.): evidence that low light uncouples water transport capacity from leaf area. Planta 190: 393-406.
- SMART R.E., 1974. Photosynthesis by grapevine canopies. J. Appl. Ecol., 11: 997-1006.
- SPANO D., DUCE P., SNYDER R.L., PAW U.K.T., FERRIERA M.I., 2000. Estimating tree and vine evapotranspiration with emphasis on surface renewal. Acta Horticulturae, 537:37-43.
- TAIZ L., ZEIGER E., 2002. Fisiologia vegetale. Piccin nuova libreria, Padova.
- Van ZYL J.L., 1984. Response of Colombar grapevines to irrigation as regards quality aspects and growth. S Afr J Enol Vitic 5:19-28
- WAMPLE R.L., SMITHYMAN R., 2002. Regulated deficit irrigation as a water management strategy in *Vitis vinifera* production. In "Deficit irrigation practices" – FAO Water reports 22. ISBN 92-5-104768-5: 89-100.
- XILOYANNIS C., 1992. Relazioni acqua-terreno-pianta, in Frutticoltura generale, Reda: 344-370.
-

---

## **CAPITOLO 7: Ruolo della forma di allevamento sull'accrescimento delle bacche e sulla maturazione dell'uva**

### **7.1 RIASSUNTO**

L'accrescimento delle bacche e la loro maturazione sono processi influenzati da molteplici fattori genetici, ambientali e di tecnica colturale.

La forma di allevamento può influenzare i processi legati allo sviluppo delle bacche pertanto si è cercato di individuare se questa abbia avuto un ruolo nel regolare i processi di accrescimento e maturazione dell'uva.

Dall'invaiaatura sono stati periodicamente prelevati i grappoli per la valutazione del peso degli acini e per ricavare il mosto su cui analizzare i parametri della maturazione nonché il contenuto degli acidi malico e tartarico.

Non sono state evidenziate differenze importanti tra le forme di allevate nei parametri della maturazione, tuttavia quelle che si sono distinte per una vegetazione più equilibrata, hanno dato i migliori risultati.

Nel 2007 sono stati notati arresti di accrescimento delle bacche dovuti probabilmente a periodi di stress idrico.

In generale, sia per l'accrescimento che per la maturazione la forma di allevamento sembra non aver esercitato alcuna influenza.

---

## 7.2 INTRODUZIONE

La fase fenologica dell'allegagione determina l'inizio dell'accrescimento della bacca. È l'invaiaura però il momento più importante poiché segna l'inizio del processo di maturazione (Hrazdina *et al.*, 1984). Dall'invaiaura comincia lo sviluppo del colore nelle uve a bacca colorata e l'accumulo di carboidrati (Pirie e Mullins, 1977, 1980; Al-Kaisy *et al.*, 1981).

L'accrescimento si caratterizza per un tipico andamento a doppia sigmoide (Coombe, 1976; Fanizza e Colonna, 1996). Il primo stadio, o fase erbacea, va dall'allegagione all'invaiaura: l'aumento del volume e del peso degli acini è dovuto ad un'intensa attività di moltiplicazione cellulare al termine della quale l'acino raggiunge la sua forma caratteristica. La trasformazione chimica più rilevante è l'aumento del contenuto degli acidi malico e tartarico. Dopo una breve stasi, coincidente con lo sviluppo definitivo dei vinaccioli e il completo annullamento della fotosintesi, ha inizio, con l'invaiaura, la fase di maturazione vera e propria degli acini. Le bacche riprendono progressivamente ad ingrossarsi per distensione cellulare. Le modificazioni che si verificano in questa fase sono numerose e riguardano principalmente l'accumulo degli zuccheri (soprattutto fruttosio e glucosio, derivanti dalla ritraslocazione dell'amido idrolizzato presente negli organi di riserva della pianta e dall'apporto lento ma continuo da parte delle foglie fotosinteticamente attive), la diminuzione dell'acidità (legata all'incremento volumetrico dell'acino, a fenomeni di salificazione – precipitazione e di respirazione), la sintesi dei pigmenti tipici dell'uva (flavonoidi nelle uve bianche e polifenoli nelle rosse) e l'accumulo dei composti aromatici.

Le pratiche di gestione del vigneto, molte delle quali sono attuate per esporre i grappoli alla luce, influenzano la maturazione dell'uva (Reynolds *et al.*, 1995). Queste pratiche includono il diradamento (Eschenbruch *et al.*, 1987; Reynolds e Wardle, 1989 a; Reynolds *et al.*, 1994), l'irrigazione (McCarthy e Coombe, 1985; McCarthy *et al.*, 1987), le legature (Reynolds e Wardle, 1989 b; Reynolds, 1994), le sfogliature (Reynolds, *l.c.*; Reynolds e Wardle, *l.c.*; Smith *et*

---

*al.*, 1988; Reynolds e Wardle, 1991;), i sestii di impianto (Reynolds e Wardle, *l.c.*), le scacchiate e sfemminellate (Eschenbruch *et al.*, *l.c.*; Reynolds *et al.*, *l.c.*) e le forme di allevamento (Reynolds e Wardle, *l.c.*; Costacurta e Tomasi, 1994; Zamboni, 1996). Nel caso particolare della potatura, la diversa lunghezza dei capi a frutto condiziona la situazione fisiologico – nutrizionale delle piante con ripercussioni sull'accumulo degli assimilati nelle bacche (Calò *et al.*, 1993).

Anche il momento in cui si applica l'irrigazione, per esempio, ha un ruolo importante sull'accrescimento e sulla composizione finale dell'acino (Ruhl e Alleweldt, 1985). Il contenuto di zuccheri aumenta se si irriga durante la fase di accumulo, se si applica negli stadi più precoci aumenta la resa ma decresce la qualità (Esteban *et al.*, 1999). La disponibilità idrica inoltre influenza la resa, il contenuto in solidi solubili, e l'acidità titolabile (Winkler *et al.*, 1974; Amerine e Ough, 1980; Bravdo *et al.*, 1984 e 1985; Hepner *et al.*, 1985).

Le pratiche di gestione verde della chioma influenzano la dimensione finale delle bacche (Kliewer, 1970; Candolfi-Vasconcelos e Koblet, 1990), per esempio Buttrose (1966) e Kliewer, (*l.c.*) hanno osservato che gli interventi di sfogliatura inibiscono la crescita se sono effettuati durante la fase di divisione cellulare, rispetto a quelli eseguiti dopo l'invasatura.

I frutti sono sink irreversibili (Ho, 1988; Ollat e Gaudillere, 1998), e forti ma la loro capacità di attrarre assimilati varia durante lo sviluppo (Ho, 1992). Gli stadi precoci sono considerati cruciali nel determinare la crescita futura (Coombe *et al.*, 1987; Ho, *l.c.*; Patrick, 1988). Limitazioni nell'apporto di assimilati durante le prime fasi di sviluppo influenzano l'accrescimento futuro riducendo il numero e le dimensioni delle cellule che si formano (Bonher e Bangerth, 1988; Marcelis, 1993; Grossman e Dejong, 1995).

I due periodi di crescita che si usano suddividere, sono caratterizzati da differenze nella richiesta di assimilati ovvero sono due fasi in cui il frutto è un sink a diversa forza, a tal proposito è stato osservato che il flusso di assimilati importato nella bacca durante la prima fase di crescita è circa 1/3 di quello della seconda fase, la maturazione (Ollat e Gaudillere, 1996).

Anche la temperatura ha una influenza diretta sull'accrescimento delle bacche. Temperature di 32° C o superiori durante la fioritura o gli stadi precoci di sviluppo influenzano in modo permanente la futura crescita, riducendola (Tukey,

---

1958; Kobayashi *et al.*, 1960, 1965; Haeseler e Fleming, 1967). Altri Autori riportano che temperature elevate durante il primo periodo di sviluppo riducono la dimensione finale dell'acino (Radler, 1965; Harris *et al.*, 1968; Hale e Buttrose, 1974). Hale e Buttrose (*l.c.*), da uno studio condotto esponendo le bacche durante la crescita a diverse temperature, hanno concluso che queste influiscono sulla distensione cellulare e non sulla divisione. Kliewer e Lider (1970) e Kliewer (1971), hanno confermato che temperature basse, intorno a 20 °C, durante la maturazione, producono bacche con una maggiore acidità totale a prevalenza di acido malico rispetto alle bacche che maturano a temperature più elevate, intorno a 30°C.

L'ombreggiamento ha un effetto diretto sulla maturazione, Kliewer e Schultz, e Schultz e Lider, già nel 1964, hanno riportato che l'ombreggiamento ritarda la maturazione dell'uva e produce frutti con maggior acidità titolabile con acido malico come composto predominante. Ribéreau-Gayon (1959) inoltre ha osservato che bacche di Cabernet sauvignon ombreggiate presentavano dal 20 al 48 % di zuccheri in meno e dal 5 al 9 % di acidità titolabile in più rispetto a bacche esposte.

Altri studi hanno dimostrato che viti allevate in condizioni di scarsa luminosità hanno meno solidi solubili, un pH più basso ma una acidità titolabile più alta e una maggior concentrazione di acido malico rispetto alle uve di piante cresciute senza ombreggiamenti (Kliewer *et al.*, 1967; Kliewer e Lider, 1968, 1970; Reynolds *et al.*, 1986). Piante di Shiraz ombreggiate hanno prodotto uve con maggior pH e minore acidità rispetto alle piante del controllo (Smart, 1973).

Pirie e Mullins (1977) hanno dimostrato che i livelli di zuccheri nelle bacche sono strettamente legati all'accumulo di pigmenti .

Infine, le bacche di piccole dimensioni possono raggiungere una concentrazione di zuccheri e acidi organici maggiore ma un pH e una acidità titolabile simile alle bacche di maggiori dimensioni (Ollat e Gaudillere, 1998).

---

## 7.3 SCOPO

Considerati gli innumerevoli fattori che possono avere influenze più o meno dirette sull'accrescimento delle bacche e sulla loro maturazione, in questo lavoro è stato valutato l'effetto della forma di allevamento nel condizionare lo sviluppo dell'uva.

Considerata la differente disposizione della vegetazione nei sistemi di allevamento esaminati, si è voluto determinare se questi, provocando o meno ombreggiamenti e in generale influenzando il microclima dei grappoli, avessero anche una influenza sui parametri della qualità.

## 7.4 MATERIALI E METODI

Per ogni tesi, dall'invaiaura sono stati periodicamente prelevati 10 grappoli per valutare l'andamento della maturazione.

I grappoli sono stati scelti in modo casuale prelevandone, per ogni tesi, 5 dal lato del filare esposto ad Est e 5 da quello esposto ad Ovest.

Per la valutazione del peso medio degli acini, dai 10 grappoli sono stati prelevati 300 acini e divisi in tre repliche da 100 acini ciascuna.

Il campione di uva prelevato è stato spremuto, in tre repliche, con apposita pigiatrice meccanica in modo da ottenere un mosto pigiato con la stessa intensità per ogni campionamento.

Sui mosti sono stati analizzati i seguenti parametri:

- Concentrazione di solidi solubili (°Brix) determinata con rifrattometro (refrattometro digitale ATAGO RX 100);
- Acidità titolabile espressa in g/L di acido tartarico mediante titolazione colorimetrica con NaOH 10N ed indicatore blu di bromotimolo;

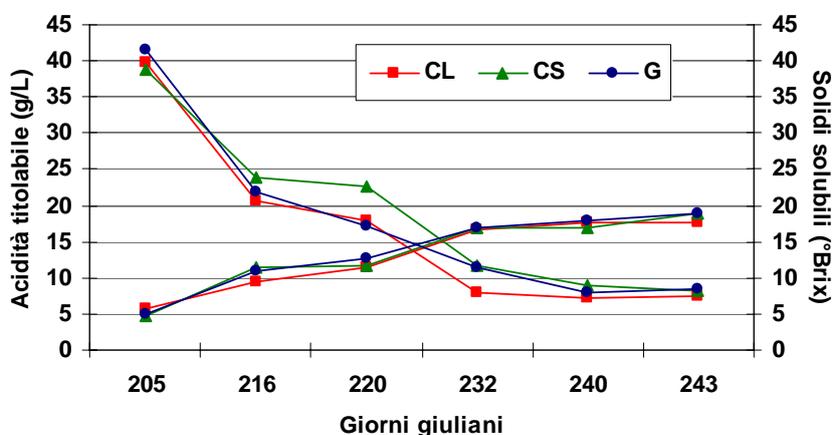
Con i dati così ottenuti sono state elaborate delle curve di maturazione indicative dell'ottimale momento di raccolta dell'uva.

---

## 7.5 RISULTATI

Il monitoraggio della maturazione eseguito nel 2006 nel **Pinot grigio**, ha messo in evidenza alcune differenze nelle curve di accumulo degli zuccheri già dal primo rilievo, infatti nelle piante allevate a CL è stato osservato un contenuto di zuccheri maggiore rispetto a quello delle altre due forme di allevamento indicativo di un anticipo fenologico dell'epoca di invaiatura di questa forma rispetto alle altre (*Figura 7.1; Tabella 7.1*). Dal secondo rilievo nessuna differenza è stata più osservata fino alla vendemmia, momento nel quale il maggior contenuto zuccherino è stato rilevato nella forma di allevamento G, il minore nel CL, è risultato intermedio il contenuto del CS.

Per quanto riguarda l'acidità titolabile non sono state osservate differenze nei primi due prelievi. Dal terzo rilievo è stato osservato che l'uva della forma di allevamento CS presentava un'acidità maggiore rispetto alle altre due tesi, mentre al quarto rilievo nel CL è stata misurata l'acidità titolabile più bassa rispetto al CS e G. Alla vendemmia l'acidità titolabile non è risultata diversa tra le tesi.



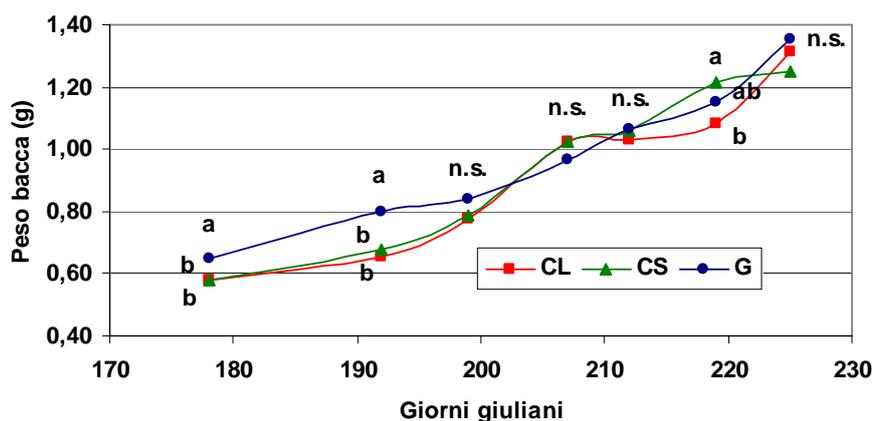
**Figura 7.1:** Evoluzione dei parametri della maturazione, acidità titolabile e solidi solubili, rilevati dall'invaiatura nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel Pinot grigio nel 2006.

**Tabella 7.1:** Significatività statistica dei valori dell'evoluzione dei parametri della maturazione, acidità titolabile e solidi solubili, rilevati dall'invaiaatura nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel Pinot grigio nel 2006.

Per ogni variabile, valori seguiti da lettere diverse nell'ambito di una stessa riga differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

GG	Acidità titolabile (g/L)				Solidi solubili (°Brix)			
	CL	CS	G		CL	CS	G	
<b>205</b>	39,70	38,90	41,40	n.s.	5,60 a	4,60 c	4,9 b	
<b>216</b>	20,57	23,97	22,00	n.s.	9,57	11,33	11	n.s.
<b>220</b>	17,93 b	22,60 a	17,07 b		11,43	11,8	12,7	n.s.
<b>232</b>	8,07 b	11,63 a	11,33 a		16,6	16,93	16,97	n.s.
<b>240</b>	7,33	8,90	7,87	n.s.	17,55	16,8	17,8	n.s.
<b>243</b>	7,47	8,13	8,53	n.s.	17,55 b	18,85 a	19 a	

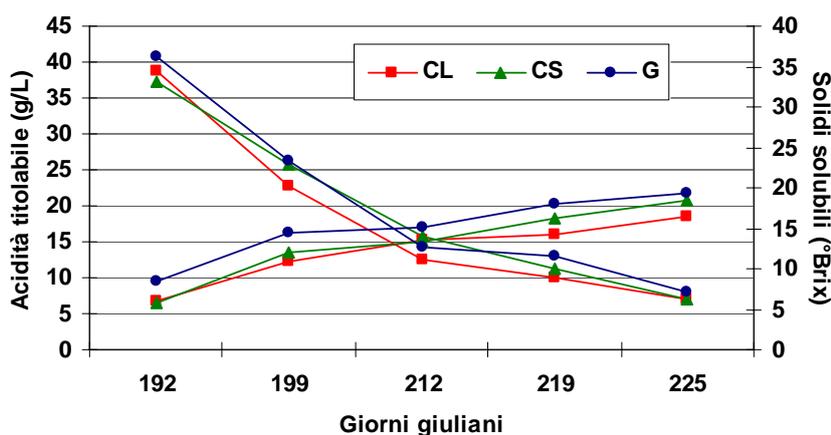
Nella curva di crescita delle bacche del **Pinot grigio** nell'anno 2007 è stato osservato un maggior sviluppo iniziale degli acini nelle piante allevate a G, dovuto ad un anticipo della fase di invaiatura in questa forma e pertanto ad un anticipato accumulo di solidi solubili portati dal flusso di linfa che ha ingrossato più precocemente le bacche (*Figura 7.2*). In corrispondenza dei minori potenziale idrici, misurati nella forma CL nel periodo intercorso tra i giorni 200 e 210, è stato notato nella curva di crescita delle bacche un rallentamento del processo che è risultato inferiore rispetto a quello delle altre due forme presumibilmente proprio a causa di uno stress idrico.



**Figura 7.2:** Andamento dell'accrescimento delle bacche rilevato nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel Pinot grigio nel 2007.

Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa data differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls).n.s.= non significativo

Anche nel 2007 le curve di maturazione sono state molto simili per le tre forme di allevamento ma il Guyot ha mantenuto fino alla raccolta un tenore in solidi solubili dei mosti più sostenuto rispetto agli altri due sistemi di allevamento (Figura 7.3; Tabella 7.2). Per quanto riguarda l'acidità titolabile non sono state osservate differenze significative per tutta la durata della maturazione. È stato notato tuttavia che la forma CL ha presentato un calo dell'acidità più marcato rispetto agli altri due sistemi ma alla raccolta non sono state osservate differenze.



**Figura 7.3:** Evoluzione dei parametri della maturazione, acidità titolabile e solidi solubili rilevati dall'invaiaitura nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel Pinot grigio nel 2007.

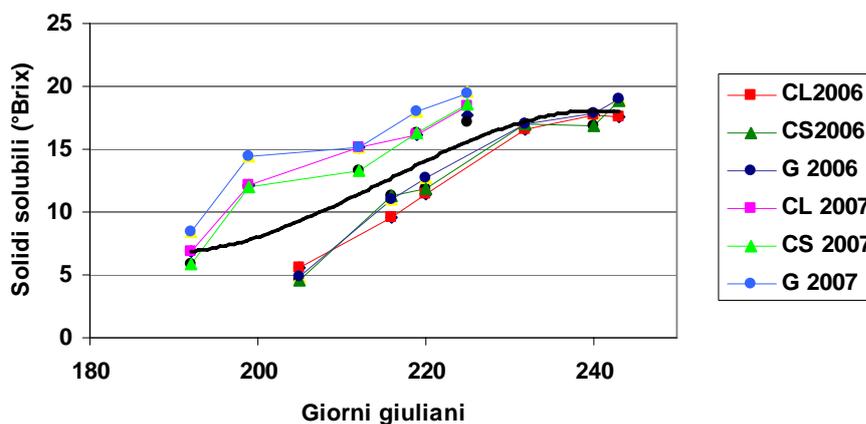
**Tabella 7.2:** Significatività statistica dei valori dell'evoluzione dei parametri della maturazione, acidità titolabile e solidi solubili, rilevati dall'invaiaatura nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel Pinot grigio nel 2007.

Per ogni variabile, valori seguiti da lettere diverse nell'ambito di una stessa riga differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s. = non significativo

GG	Acidità titolabile (g/L)				Solidi solubili (°Brix)			
	CL	CS	G		CL	CS	G	
192	38,80	37,30	36,17	n.s.	6,80 ab	5,80 b	8,5 a	
199	22,83	25,67	23,43	n.s.	12,2	11,93	14,43	n.s.
212	12,53 b	15,70 a	12,70 b		15,17	13,23	15,13	n.s.
219	10,03	11,30	11,57	n.s.	16,1	16,3	18,03	n.s.
225	7,10	7,00	7,20	n.s.	18,38	18,53	19,4	n.s.

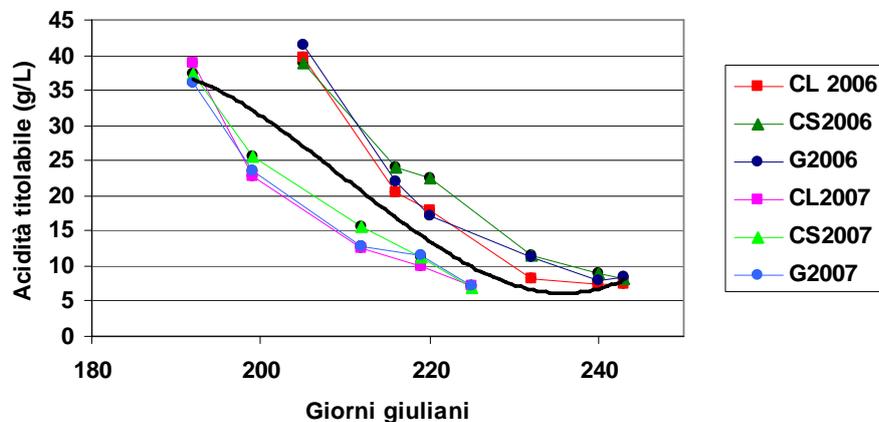
Le curve di maturazione dei due anni hanno mostrato degli scostamenti dalla curva media del vitigno, a carico soprattutto dell'anticipo fenologico registrato nell'anno 2007 rispetto al 2006.

Le curve dell'incremento di solidi solubili nel 2006 sono risultate diverse da quella media del biennio soprattutto nel primo periodo per un accumulo inferiore mentre i valori finali sono stati nella media (Figura 7.4). Nel 2007 l'inizio della fase di accumulo è stato anticipato e si spiegano pertanto le differenze osservate nelle curve.



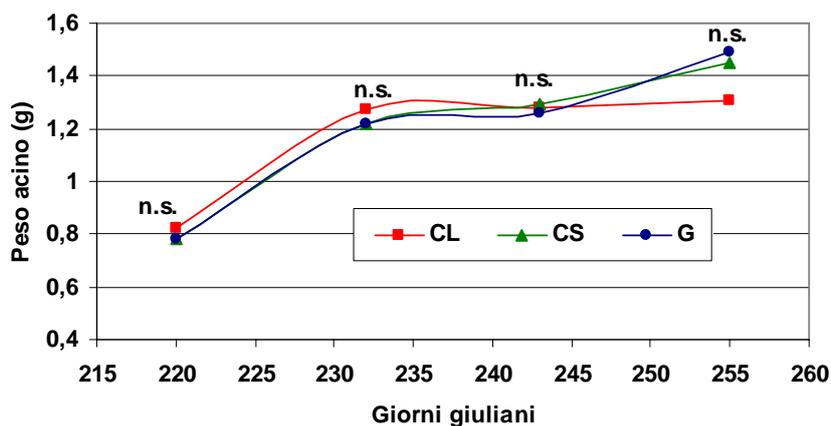
**Figura 7.4** Confronto delle evoluzioni dei solidi solubili rilevate durante la maturazione dell'uva nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel Pinot grigio nel 2006 e 2007 confrontate con la curva media del biennio.

L'acidità riscontrata alla raccolta nei due anni non è stata molto diversa pur essendo stati raggiunti gli stessi valori con un maggior anticipo nel 2007 rispetto al 2006 (*Figura 7.5*).



**Figura 7.5:** Confronto delle evoluzioni dell'acidità titolabile rilevate durante la maturazione dell'uva nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel Pinot grigio nel 2006 e 2007 confrontate con la curva media del biennio.

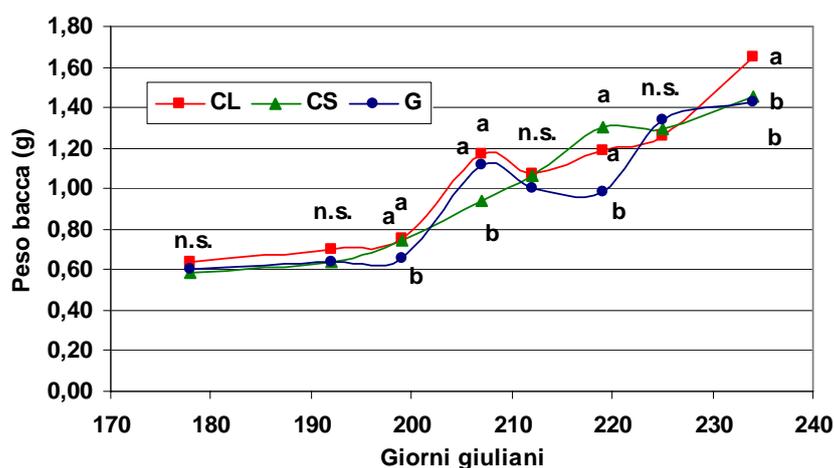
L'accrescimento delle bacche del vitigno Merlot nel 2006 non ha presentato differenze tra le tesi (*Figura 7.6*).



**Figura 7.6:** Andamento dell'accrescimento delle bacche rilevato nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel Merlot nel 2006.

*n.s.* = non significativo

Nel 2007, invece, l'accrescimento è risultato inizialmente simile in tutte le forme di allevamento (*Figura 7.7*), ma al terzo campionamento il Guyot ha presentato bacche più piccole rispetto al CS e CL. Al rilievo successivo è stato il CS ad aver presentato una fase di stasi rispetto alle altre forme che invece hanno avuto un incremento molto marcato anche se non è stato dovuto a fenomeni di idratazione, l'ultima pioggia era caduta infatti 16 giorni prima della data di questo campionamento. Al sesto rilievo le bacche delle piante allevate a Guyot sono risultate meno pesanti ma successivamente è stata notata una ripresa dovuta probabilmente al rigonfiamento in seguito alle piogge abbondanti che erano cadute nei giorni immediatamente precedenti gli ultimi due campionamenti. Alla raccolta le bacche della forma di allevamento CL hanno presentato il peso maggiore.

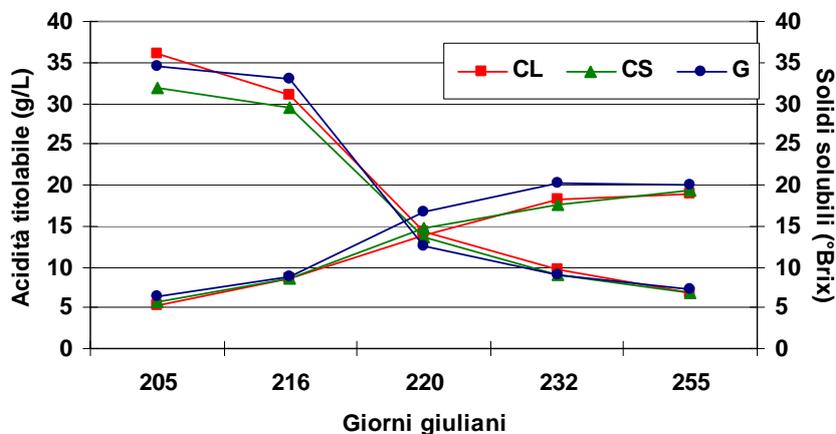


**Figura 7.7:** Andamento dell'accrescimento delle bacche rilevato nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel Merlot nel 2007.

Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa data differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

Il monitoraggio della maturazione nel 2006 ha messo in evidenza alcune differenze nelle curve di grado rifrattometrico mostrando tendenzialmente un maggior accumulo zuccherino nelle uve della forma di allevamento G che si è mantenuto fino alla raccolta (*Figura 7.8; Tabella 7.3*). Tali differenze però non sono risultate statisticamente rappresentative se non nel periodo di campionamento intermedio. L'acidità titolabile invece è risultata diversa solo al

primo rilievo ma successivamente non sono state osservate differenze fino alla maturazione.



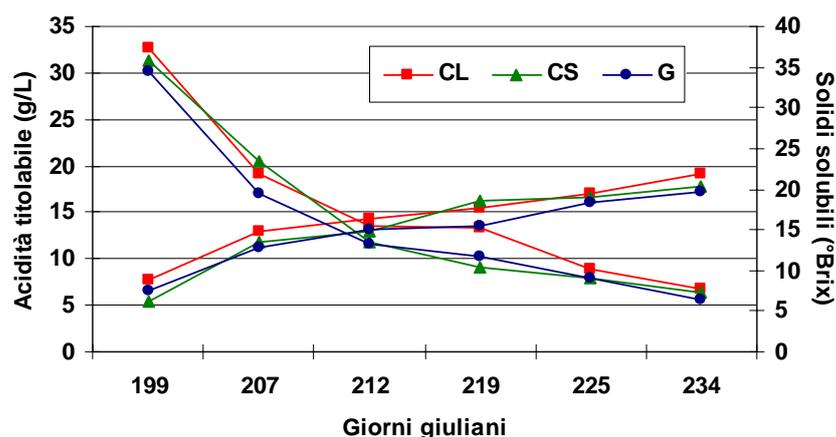
**Figura 7.8:** Evoluzione dei parametri della maturazione, acidità titolabile e solidi solubili, rilevati dall'invaiaitura nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel Merlot nel 2006.

**Tabella 7.3:** Significatività statistica dei valori dell'evoluzione dei parametri della maturazione, acidità titolabile e solidi solubili, rilevati dall'invaiaitura nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel Merlot nel 2006.

GG	Acidità titolabile (g/L)				Solidi solubili (°Brix)			
	CL	CS	G		CL	CS	G	
205	36,07 a	31,83 b	34,40 ab		5,37	5,77	6,27	n.s.
216	30,97	29,50	33,07	n.s.	8,53	8,6	8,83	n.s.
220	14,30	13,67	12,60	n.s.	13,83 b	14,63 b	16,77 a	
232	9,73	8,97	9,10	n.s.	18,33	17,57	20,27	n.s.
255	6,77	6,73	7,25	n.s.	18,87	19,3	19,9	n.s.

Per ogni variabile, valori seguiti da lettere diverse nell'ambito di una stessa riga differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

Nel 2007 l'accumulo dei solidi solubili inizialmente è stato differente, in particolare, nella forma CS è stato riscontrato un grado rifrattometrico inferiore rispetto alle altre due (Figura 7.9; Tabella 7.4). Nei due campionamenti intermedi non sono state osservate differenze tra le tesi mentre alla vendemmia è stato osservato un grado rifrattometrico maggiore nelle uve provenienti dalle forme di allevamento CL e G rispetto a quelle del CS.



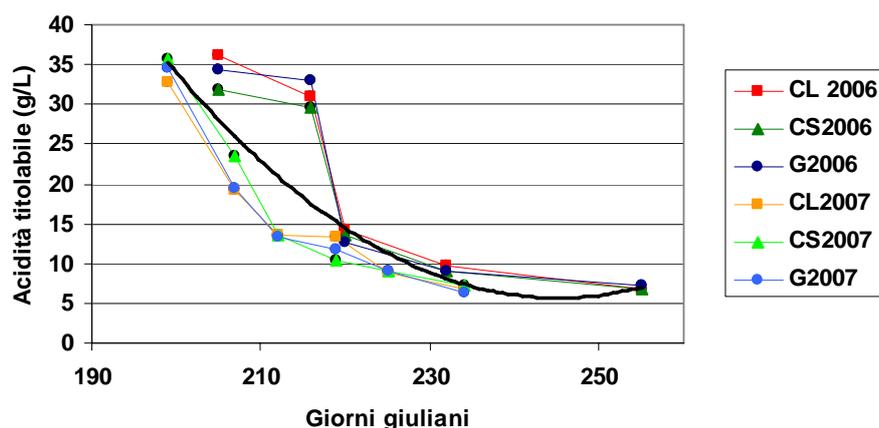
**Figura 7.9:** Evoluzione dei parametri della maturazione, acidità titolabile e solidi solubili rilevati dall'invasatura nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel Merlot nel 2007.

**Tabella 7.4:** Significatività statistica dei valori dell'evoluzione dei parametri della maturazione, acidità titolabile e solidi solubili, rilevati dall'invasatura nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel Merlot nel 2007.

GG	Acidità titolabile (g/L)				Solidi solubili (°Brix)		
	CL	CS	G		CL	CS	G
199	32,73	35,70	34,57	n.s.	7,73 a	5,37 b	7,50 a
207	19,20 b	23,45 a	19,45 b		13,00 a	11,70 b	12,87 a
212	13,50	13,57	13,33	n.s.	14,37	12,93	15,13 n.s.
219	13,40	10,30	11,80	n.s.	15,47	16,27	15,53 n.s.
225	8,9	9,13	9,03	n.s.	16,93 b	16,67 b	18,30 a
234	6,72	7,25	6,38	n.s.	19,13 a	17,7 b	19,73 a

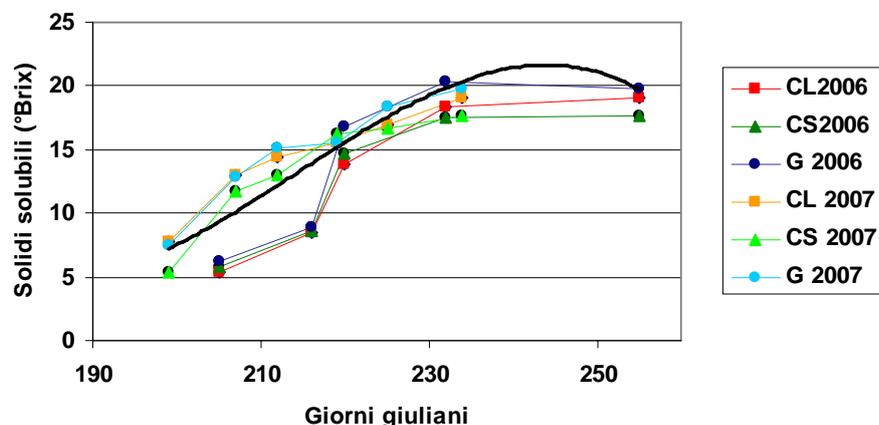
Per ogni variabile, valori seguiti da lettere diverse nell'ambito di una stessa riga differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

Le curve di maturazione dei due anni sono state confrontate con la curva media ottenuta nel biennio. La curva di accumulo di solidi solubili dell'anno 2006 si è scostata da quella media nel tratto iniziale per valori molto inferiori per poi presentare, invece, valori vicini a quelli medi e a quelli osservati nel 2007 nell'ultimo periodo della maturazione (Figura 7.10). Le curve di accumulo di solidi solubili del 2007 invece sono state simili alla curva media.



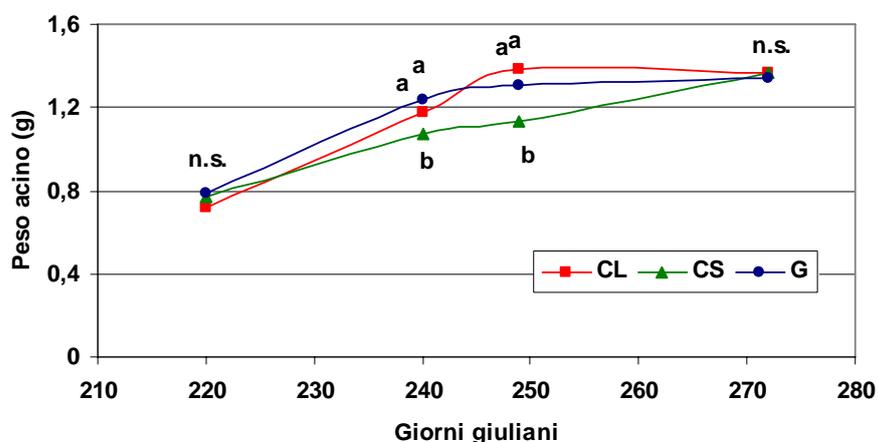
**Figura 7.10:** Confronto delle evoluzioni dei solidi solubili rilevate durante la maturazione dell’uva nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel Merlot nel 2006 e 2007 confrontate con la curva media del biennio.

Anche per l’acidità titolabile il tratto iniziale delle curve si scosta dalla curva media, nel 2006 per valori di acidità superiori mentre inferiori sono quelli del 2007 (Figura 7.11). L’ultimo periodo della maturazione in entrambi gli anni ha mostrato un andamento del tutto simile a quello medio del biennio.



**Figura 7.11:** Confronto delle evoluzioni dell’acidità titolabile rilevate durante la maturazione dell’uva nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel Merlot nel 2006 e 2007 confrontate con la curva media del biennio.

Per quanto riguarda il **Cabernet sauvignon** nel 2006 non sono state osservate differenze nell'accrescimento delle bacche al primo e all'ultimo rilievo ma nel periodo intermedio le bacche della forma CS erano risultate molto più piccole rispetto a quelle delle altre due forme (*Figura 7.12*). Tali differenze sembrano attribuibili principalmente ad una crescita più lenta degli acini della forma CS che è proseguita fino alla raccolta. Nelle altre due forme invece l'accrescimento è stato inizialmente più repentino ma ha poi raggiunto un massimo e si è stabilizzato fino alla raccolta.



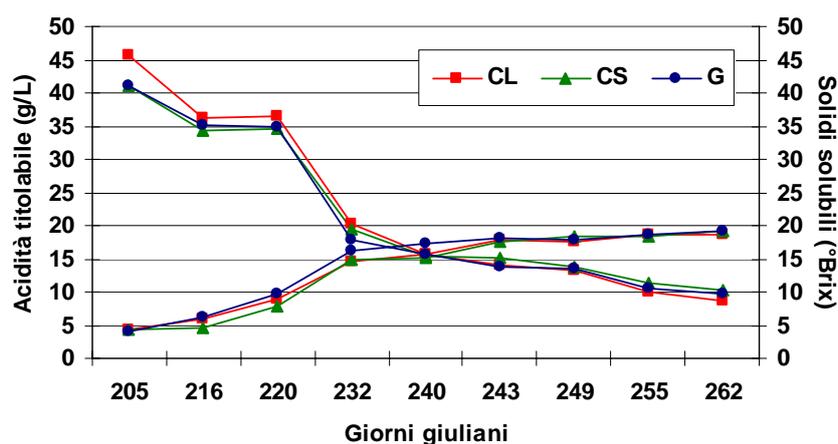
**Figura 7.12:** Andamento dell'accrescimento delle bacche rilevato nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel Cabernet sauvignon nel 2006.

Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa data differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

L'accumulo di solidi solubili nell'uva nel 2006 è proceduto con un andamento pressochè uguale nelle tre forme (*Figura 7.13; Tabella 7.5*).

Nei primi due rilievi non sono state osservate differenze nell'accumulo di solidi solubili. Al terzo e quarto rilievo nelle curve del G sono stati osservati valori più alti rispetto a quelli delle uve degli altri due sistemi. Dal quinto punto della curva in poi non sono più state osservate differenze significative.

Nell'acidità titolabile sono state osservate alcune differenze nei primi due rilievi ma sono di scarso significato ed indicano che nella forma CL l'uva è invaiata con un leggero ritardo rispetto alle altre due. Alla vendemmia i parametri della maturazione sono risultati uguali nelle tre forme.



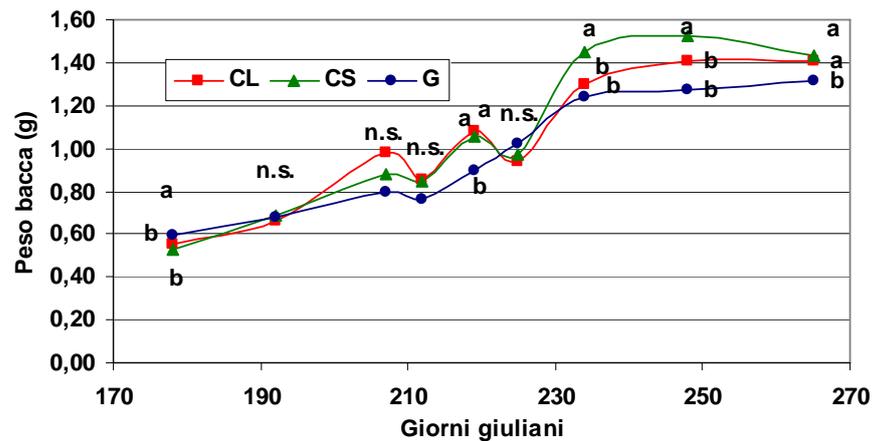
**Figura 7.13:** Evoluzione dei parametri della maturazione, acidità titolabile e solidi solubili rilevati dall'invaiaatura nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel Cabernet sauvignon nel 2006.

**Tabella 7.5:** Significatività statistica dei valori dell'evoluzione dei parametri della maturazione, acidità titolabile e solidi solubili, rilevati dall'invaiaatura nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel Cabernet sauvignon nel 2006.

	Acidità titolabile (g/L)				Solidi solubili (°Brix)			
	CL	CS	G		CL	CS	G	
<b>205</b>	45,60 a	41,10 b	41,20 b		4,23	4,23	4,00	n.s.
<b>216</b>	36,23 a	34,40 b	35,17 b		5,90	4,63	6,27	n.s.
<b>220</b>	36,53	34,53	34,83	n.s.	9,00 ab	7,8 b	9,80 a	
<b>232</b>	20,17	19,33	17,80	n.s.	14,67 b	14,73 b	16,13 a	
<b>240</b>	15,80	15,37	15,70	n.s.	15,70	15,17	17,17	n.s.
<b>243</b>	14,00	15,17	13,80	n.s.	17,93	17,5	18,13	n.s.
<b>249</b>	13,17	13,76	13,47	n.s.	17,50	18,5	17,80	n.s.
<b>255</b>	10,13	11,47	10,43	n.s.	18,67	18,3	18,63	n.s.
<b>262</b>	8,60	10,17	9,60	n.s.	18,93	19,17	19,17	n.s.

Per ogni variabile, valori seguiti da lettere diverse nell'ambito di una stessa riga differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

Nel 2007 al rimo campionamento la forma di allevamento con le bacche più pesanti è stato il Guyot (Figura 7.14). Differenze notevoli sono state evidenziate a circa un mese dalla raccolta, quando le bacche della forma CS sono risultate più pesanti rispetto alle altre due forme. Alla vendemmia però il peso degli acini delle forme CS ed CL è risultato uguale mentre nel G sono state ottenute le bacche di minor peso.

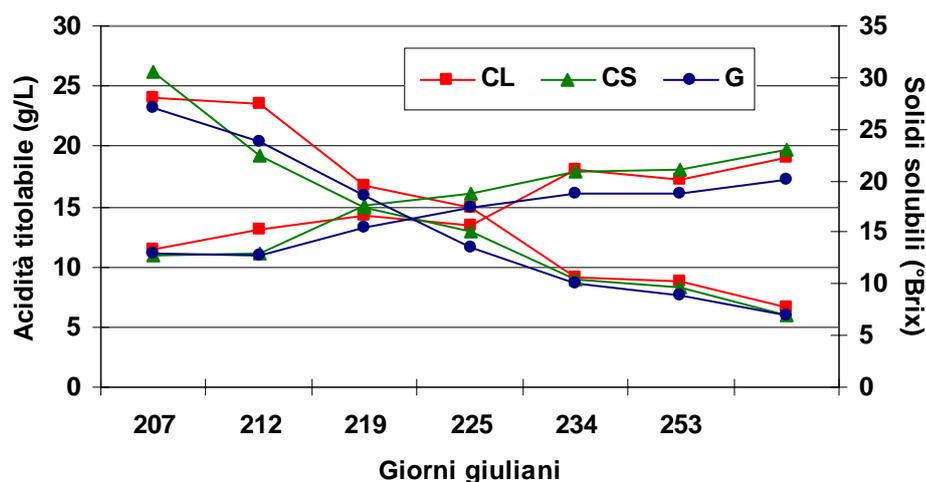


**Figura 7.14:** Andamento dell'accrescimento delle bacche rilevato nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel Cabernet sauvignon nel 2007.

Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa data differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

Anche nel 2007 le differenze tra le tesi durante la maturazione dell'uva sono state modeste ed hanno riguardato la fase iniziale della maturazione (Figura 7.15; Tabella 7.6). Per quanto riguarda l'accumulo di solidi solubili, al primo rilievo nelle uve del CS è stato riscontrato un contenuto inferiore pur essendo stata la prima forma di allevamento a mostrare le bacche invaiate. Altre differenze sono state osservate in due campionamenti consecutivi intermedi nella curva di maturazione ed in entrambi i casi è stato il Guyot a mostrare valori più alti.

L'acidità titolabile è risultata diversa tra le tesi solo al primo campionamento ma successivamente non sono state riscontrate differenze ed anche alla vendemmia le tesi hanno presentato valori simili e pari a 6,7 g/L nel CL, 6,9 g/L nel CS e 7 g/L nel G.



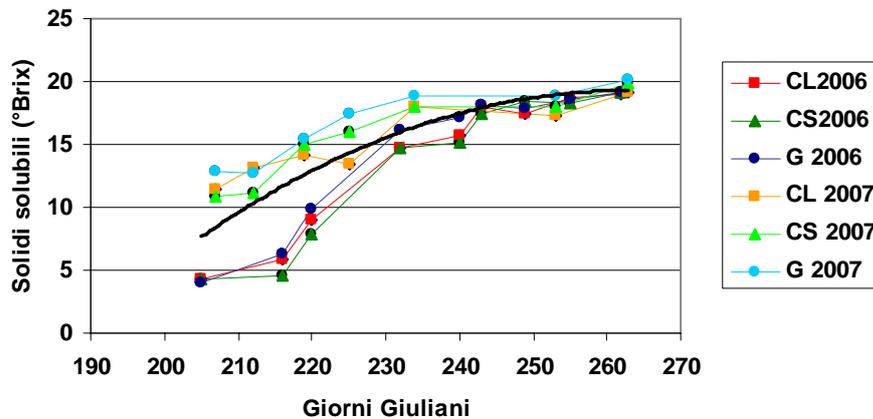
**Figura 7.15:** Evoluzione dei parametri della maturazione, acidità titolabile e solidi solubili rilevati dall'invasatura nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel Cabernet sauvignon nel 2007.

**Tabella 7.6:** Significatività statistica dei valori dell'evoluzione dei parametri della maturazione, acidità titolabile e solidi solubili, rilevati dall'invasatura nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel Cabernet sauvignon nel 2007.

GG	Acidità titolabile (g/L)				Solidi solubili (°Brix)			
	CL	CS	G		CL	CS	G	
207	20,02 c	30,47 a	27,03 b		11,40 a	10,90 b	12,87 a	
212	23,46	22,43	23,83	n.s.	13,13	11,17	12,67	n.s.
219	16,67	17,40	18,63	n.s.	14,20	15,07	15,43	n.s.
225	14,97	15,10	13,53	n.s.	13,40 b	16,07 a	17,50 a	
234	9,17	10,40	10,15	n.s.	18,00 b	17,97 b	18,80 a	
253	8,78	9,62	8,92	n.s.	17,23	18,03	18,83	n.s.
263	6,7	6,9	7	n.s.	19,13	19,80	20,13	n.s.

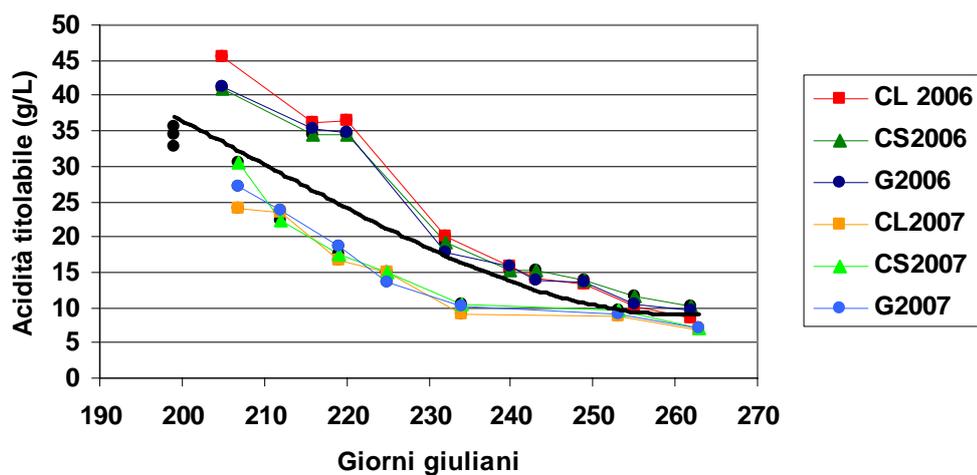
Per ogni variabile, valori seguiti da lettere diverse nell'ambito di una stessa riga differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

L'accumulo di solidi solubili si è scostato dalla curva media nel 2006 per un processo di accumulo più lento, nel 2007 invece l'accumulo è stato più veloce ma negli ultimi rilievi i valori sono coincisi in entrambi gli anni con quelli medi del biennio (Figura 7.16).



**Figura 7.16:** Confronto delle evoluzioni dei solidi solubili rilevate durante la maturazione dell'uva nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel Cabernet sauvignon nel 2006 e 2007 confrontate con la curva media del biennio.

Le curve relative all'andamento dell'acidità dei due anni, si sono scostate da quella media soprattutto nel tratto iniziale. In particolare nel 2006 è stata osservata un'acidità dei mosti più elevata nel primo periodo di campionamento raggiungendo invece in prossimità della maturazione un andamento molto vicino a quello medio dei due anni (Figura 7.17). Lo stesso dicasi per le curve dell'anno 2007 che però hanno presentato un calo dell'acidità molto più marcato rispetto alla curva media ed anche alla raccolta sono stati misurati valori inferiori all'anno precedente.



*Figura 7.17: Confronto delle evoluzioni dell'acidità titolabile rilevate durante la maturazione dell'uva nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel Cabernet sauvignon nel 2006 e 2007 confrontate con la curva media del biennio.*

---

## 7.6 CONCLUSIONI

L'insieme dei risultati ottenuti con le analisi dei parametri della maturazione non hanno evidenziato differenze importanti tra le forme di allevamento. L'analisi degli accrescimenti degli acini e l'accumulo di solidi solubili in bacca sembra rispecchiare quanto discusso a riguardo dell'accrescimento vegetativo (*Cap. 5*). In particolare è stato osservato che le forme di allevamento che risultavano, seppur nel loro eccesso di vigore, distinguersi per un maggior equilibrio rispetto alle altre hanno dato anche i migliori risultati durante la maturazione dell'uva. In generale, per il Pinot grigio nel 2006 è stato notato che il Guyot ha presentato i maggiori accumuli di zuccheri. Questa forma era risultata la più equilibrata a livello soprattutto di volume fogliare. Nel 2007 invece l'accrescimento delle bacche sembra essere stato influenzato dallo stato idrico con evidenti fenomeni di arresti dell'accrescimento nei periodi in cui sono stati rilevati i minori potenziali idrici. Ma sia per l'accrescimento che per la maturazione la forma di allevamento sembra non aver esercitato alcuna influenza. Le differenze nelle curve medie dipendono da differenze fenologiche e non di accumulo. L'anno, a livello di incrementi in solidi solubili non ha influenzato il risultato finale, mentre ha influito sull'acidità, che è risultata inferiore nel 2007 rispetto al 2006, anche se le condizioni meteorologiche del periodo dall'invasatura alla raccolta nei due anni sono state molto simili. Nel Merlot invece è stato osservato che nel 2006 la forma di allevamento non ha avuto alcuna influenza sui parametri considerati, non sono state infatti rilevate differenze. Nel 2007 le bacche delle forme in parete sono risultate più piccole rispetto al CL. Nel Guyot, che risultava la forma con un equilibrio vegetativo migliore, è stato anche riscontrato il maggior contenuto zuccherino.

Per quanto riguarda il Cabernet sauvignon invece nessuno dei parametri analizzati è risultato diverso tra le forme di allevamento che infatti, a livello di sviluppo vegetativo erano del tutto simili e caratterizzate da eccessi di vigore notevoli.

---

## 7.7 BIBLIOGRAFIA

AL-KAISY A.M., SACHDE A.G., GHALIB H.A., HAMEL S.M., 1981. Physical and chemiacle changes during ripening of some grape varieties grown in Basrah. *Am. J. Enol. Vitic.* 32 (4)

AMERINE M.A., OUGH C.S., 1980. *Wine and Must Analysis*. J. Wiley and Sons, New York.

BONHER J., BANGERTH F., 1988. Effects of fruit set sequence and defoliation on cell number, cell size and hormone levels of tomato fruits (*Lycopersicon esculentum* Mill.) within a truss. *Plant Growth Regulation* 7:141-155.

BRAVDO B., HEPNER Y., et al., 1984. Effect of crop level on growth, yield and wine quality of a high yielding Carignane vineyard. *Am. J. Enol. Vitic.* 35:247-252.

BRAVDO B., HEPNER Y., et al., 1985. Effect of irrigation and crop level on growth, yield and wine quality of Cabernet Sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic.* 36:132-139.

BUTTROSE M.S., 1966. The effect of reducing leaf area on the growth of roots, stems and berries of Gordo grapevines. *Vitis* 5:455-464.

CALÒ A., DI STEFANO R., GIORGESSI F., PEZZA L., 1993. Variazione del metabolismo di accumulo in relazione alla distribuzione dei capi a frutto e delle gemme sulla pianta in *Vitis* sp. Significato dei rapporti fra antociani e acidi idrossicinamiltartarici del frutto. *Riv. Vitic. Enol.*, 1: 3-12.

CANDOLFI-VASCONCELOS M.C., KOBLET W., 1990. Yield, fruit quality, bud fertility and starch reserves of the wood as a function of leaf removal in *Vitis vinifera*- Evidence of compensation and stress recovering. *Vitis* 29:199-221.

COOMBE B.G., 1973. Regulation of set and development of the grape berry. *Acta Hort.* 34:261-9.

COOMBE B.G., 1976., The development of fleshy fruits. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 27:507-528.

COOMBE B.G., BOVIO M., SCHNEIDER A., 1987. Solute accumulation by grape pericarp cells. V. Relationship to berry size and the effects of defoliation. *J. Exp. Bot.* 38:1789-98.

COSTACURTA A., TOMASI D., 1994. *Evoluzione degli zuccheri e degli acidi nel corso della maturazione nella CV. Prosecco e i suo biotipi*. *L'Enotecnico* 3: 39-48.

CRIPPEN D.D., MORRISON J.C., 1986. The effects of sun exposure on the compositional development of Cabernet sauvignon berries. *Am. J. Enol. Vitic.* 37 (4): 235-242.

ESCHENBRUCH R., SMART R.E., FISHER B.M., WHITTLES J.G., 1987. Influence of yield manipulations on the terpene content of juices and wines of Muller Thurgau. In: *Proc. 6 th Austral. Wine Industry Tech. Conf. Terry Lee (Ed.)*. pp 89-93. Australian Industrial Publishers, Adelaide.

---

ESTEBAN M.A., VILLANUEVA M.J., LISSARRAGUE J.R., 1999. Effect of Irrigation on Changes in Berry Composition of Tempranillo During Maturation. Sugars, Organic Acids, and Mineral Elements. *Am. J. Enol. Vitic.* 50: 418 - 434.

FANIZZA G., COLONNA G., 1996. A mathematical function to study berry growth variability in grapes (*Vitis vinifera*). *J. Wine Res.* 7:117-123.

GROSSMAN Y.L., DEJONG T.M., 1995. Maximum fruit growth potential following resource limitation during peach growth. *Annals of Botany* 75:561-567.

HAESLER C.W., FLEMING H.K., 1967. Response of Concord grapevines to various controlled day temperatures. *The Penn. State Univ. Bull.* 739.

HALE C.R., BUTTROSE M.S., 1974. Effect of temperature on ontogeny of berries of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 99:390-4.

HARRIS J.M., KRIEDEMANN P.E., POSSINGHAM J.V., 1968. Anatomical aspects of grape berry development. *Vitis* 7:106-19.

HEPNER Y., BRAVDO B., et al., 1985. Effect of drip irrigation schedules on growth, yield, must composition and wine quality of Cabernet Sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic.* 36:77-85.

HO L.C., 1988. Metabolism and compartmentation of imported sugars in sink organs in relation to sink strength. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 39:355-378.

HO L.C., 1992. Fruit growth and sink strength. In: *Fruit and Seed Production*. C. Marshall and J. Grace (Eds.). pp 101-124. Cambridge University Press, New York.

HRAZDINA G., PARSONS G.F., MATTICK L.R., 1984. Physiological and biochemical event during development and maturation of grape berries. *Am. J. En. Vitic.* 35 (4): 220-227.

JOHNSON T., NAGEL C.W., 1976. Composition of Central Washington Grapes during Maturation. *Am. J. Enol. Vitic.* 27: 15 - 20.

KLIEWER W R., 1977. Effect of High Temperatures during the Bloom-Set Period on Fruit-Set, Ovule Fertility, and Berry Growth of Several Grape Cultivars. *Am. J. Enol. Vitic.* 28: 215 - 222.

KLIEWER W. M., 1971. Effect of day temperature and light intensity on the concentration of malic and tartaric acids in *Vitis vinifera* grapes. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 96:372-377

KLIEWER W.M., 1967. Concentration of tartrates, malates, glucose and fructose in the fruits of genus *Vitis*. *Am. J. Enol. Vitic.* 18:87-96.

KLIEWER W.M., 1970. Effect of time and severity of defoliation on growth and composition of Thompson Seedless grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 21:37-47.

KLIEWER W.M., HOWARTH L., OMORI M., 1967. Concentrations of tartaric acid and malic acids and their salts in *Vitis vinifera* grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 18:42-54.

KLIEWER W.M., LIDER L.A., 1968. Influence of cluster exposure to the sun on the composition of Thompson Seedless Fruit. *Am. J. Enol. Vitic.* 18:42-54.

---

KLIEWER W.M., LIDER L.A., 1970. Effects of day temperature and light intensity on growth and composition of *Vitis vinifera* L. fruits. *Am. J. Soc. Hort. Sci.* 95:766-9.

KLIEWER W.M., SCHULTZ H.B., 1964. Influence of environment on metabolism of organic acids and carbohydrates in *Vitis vinifera*. II Light. *Am. J. Enol. Vitic.* 15: 119-120.

KOBAYASHI A., YUKINAGA H., FUKUSHIMA T., WADA D., 1960. Studies on the thermal conditions of grapes II. Effects of night temperatures on the growth, yield and quality of Delaware grapes. *Bull. Res. Inst. for Food Sci., Kyoto Univ.* No. 24.

KOBAYASHI A., YUKINAGA H., MATSUNAGA E., 1965. Studies on the thermal conditions of grapes. V. Berry growth, yield and quality of Muscat of Alexandria as affected by night temperature. *J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.* 34:152-7.

MARCELIS L.F.M., 1993. Effect of assimilate supply on the growth of individual cucumber fruits. *Physiol. Plant.* 87:313-320.

McCARTHY M.G., CIRAMI R.M., FURKALIEV D.G., 1987. Effect of crop load and vegetative growth control on wine quality. In: *Proc. 6<sup>th</sup> Austral. Wine Industry Tech. Conf. Terry Lee (Ed.)*. pp 75-77. Australian Industrial Publishers, Adelaide.

McCARTHY M.G., COOMBE B.G., 1985. Water status and winegrape quality. *Acta Hort.* 171:447-56.

OLLAT N., GAUDILLERE J.P., 1996. Investigation of assimilates import mechanisms in berries of *Vitis vinifera* var. Cabernet Sauvignon. *Acta Hort.* 427:141-147.

OLLAT N., GAUDILLERE J.P., 1998. The Effect of Limiting Leaf Area During Stage I of Berry Growth on Development and Composition of Berries of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic.* 49: 251 - 258.

PATRICK J.W., 1988. Assimilate partitioning in relation to crop productivity. *Hort. science* 23:33-40.

PIRIE A., MULLINS M.G., 1977. Interrelationship of sugars, anthocyanins, total phenols and dry weight in the skin of grape berries during ripening. *Am. J. Enol. Vitic.* 28:204-9.

PIRIE A.J.G., MULLINS M.G., 1980. Concentration of phenolics in the skin of grape berries during fruit development and ripening. *Am. J. Enol. Vitic.* 31:34-6.

RADLER F., 1965. The effect of temperature on the ripening of 'Sultana' grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 16:38-41.

REYNOLDS A.G., 1994. Significance of viticultural and enological practices on monoterpene flavorants of British Columbia-grown *Vitis vinifera* berries and juices. In: *Proc. 3<sup>rd</sup> International Symposium for Cool Climate Viticulture and Enology*. K. Schaller (Ed.). pp 194-202. Fachverlag Dr. Fraund GmbH, Mainz.

REYNOLDS A.G., EDWARDS C.G., WARDLE D.A., WEBSTER D.O., DEVER M., 1994. Shoot density affects 'Riesling' grapevines. I. Vine performance. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 119:874-880.

REYNOLDS A.G., POOL R.M., MATTICK L.R., 1986. Influence of cluster exposure on fruit composition and wine quality of Seyval blanc grapes. *Vitis* 25:85-95.

---

REYNOLDS A.G., WARDLE D.A., 1989. Impact of various canopy manipulation techniques on growth, yield, fruit composition, and wine quality of Gewurztraminer. *Am. J. Enol. Vitic.* 40:121- 129.

REYNOLDS A.G., WARDLE D.A., 1989. Influence of fruit microclimate on monoterpene levels of Gewurztraminer. *Am. J. Enol. Vitic.* 40:149-154.

REYNOLDS A.G., WARDLE D.A., 1991. Impact of training system, vine spacing, and basal leaf removal on the performance of Riesling vines. *Am. Soc. Enol. Vitic. Tech. Abstr.* 42:27.

RIBEREAU-GAYON M.G., 1959. Sur la g n se des acides organiques dans la vigne. *Comptes rend. Acad. Sci. Paris* 248: 306-3608.

RUHL E.H., ALLEWELDT G., 1985. Investigations into the influence of time of irrigation on yield and quality of grapevines. *Acta Hortic.* 171:457-462.

SCHULTZ H.B., LIDER L.A., 1964. Modification of the light factor and heat load in vineyards. *Am. J. Enol. Vitic.* 15: 87-92.

SMART R.E., 1973. Vine manipulation to improve wine grape quality. In: *Proceedings of the International Symposium on Grapes and Wine.* pp 362-75. University of California, Davis.

SMITH S., CODINGTON I.C., ROBERTSON M., SMART R.E., 1988. Viticultural and oenological implications of leaf removal for New Zealand vineyards. In: *Proc. 2nd Int. Symp. Cool Climate Vitic. Oenol.*, R.E. Smart, R. Thornton, S. Rodriguez, and J. Young (Eds.). pp 127-133. New Zealand Society for Viticulture and Oenology, Auckland.

TUKEY L.D., 1958. Effects of controlled temperatures following bloom on berry development of the Concord grape (*Vitis labrusca*). *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.* 71:157-66.

WINKLER A.J., COOK J.A., 1974. *General Viticulture.* University of California Press, Berkeley.

ZAMBONI M., 1996. Maturazione dell'uva e previsione dell'epoca di vendemmia. *L'informatore agrario*, 30: 55-59.

---

## **CAPITOLO 8: Effetto della forma di allevamento sull'accumulo delle sostanze coloranti nelle bacche dei vitigni Merlot e Cabernet sauvignon**

### **8.1 RIASSUNTO**

Una molteplicità di fattori ha una influenza sull'accumulo di sostanze coloranti nelle bacche e, di conseguenza, anche sul colore dei vini che se ne elaborano. Tra questi fattori si ricordano l'andamento termico e la piovosità dell'annata ma anche fattori legati alla gestione della chioma quali l'illuminazione dei grappoli ed ancora il suolo e tutte le tecniche colturali tra le quali la forma di allevamento gioca un ruolo importante.

In questo capitolo è stata valutata l'influenza delle forme di allevamento, con vegetazione assurgente o a ricadere, sulla quantità di antociani che si accumulano nelle bucce delle uve a bacca rossa nonché l'influenza dei suddetti fattori sulla composizione del colore dei vini ottenuti.

I risultati hanno evidenziato che nel Merlot la forma di allevamento è stata determinante per l'accumulo delle sostanze coloranti nelle bacche ed il Guyot è stata la forma di allevamento più favorevole per questo processo. L'eccesso di produzione invece nello stesso vitigno ha influito negativamente sull'accumulo.

Nel Cabernet le risposte nei due anni non sono state univoche, tuttavia il CS è stata la forma che ha presentato il minor contenuto di antociani nelle bucce.

Le forme di allevamento che hanno accumulato più antociani hanno anche permesso l'ottenimento di vini con una maggior intensità colorante.

---

## 8.2 INTRODUZIONE

Gli antociani sono polifenoli della classe dei flavonoidi. Tutti i flavonoidi posseggono uno scheletro base C6-C3-C6 e gli atomi di carbonio all'interno dello scheletro vengono originati da due distinte vie metaboliche (l'unità C6 deriva dall'acido cinnamico, mentre l'unità C6-C3 deriva dalla condensazione testa-coda di 3 unità di acetato (Salisbury e Ross, 1992).

L'enzima chiave nella biosintesi dei flavonoidi, la calcone sintasi (CHS), catalizza la condensazione in più stadi di tre unità di acetato, derivanti da malonil-CoA, con un opportuno derivato dell'acido cinnamico, normalmente il p-cumaril-CoA, con conseguente formazione di un calcone (4,2',6'- tetraidrossicalcone) dal quale si originano tutte le strutture dei flavonoidi. I precursori dei flavonoidi, quindi derivano entrambi da carboidrati: il malonil-CoA, che si forma a partire da acetil-CoA e CO<sub>2</sub> con una reazione catalizzata da acetil-CoA carbossilasi, e il p-cumaril-CoA, che viene fornito dal metabolismo del fenilpropanoide (Salisbury e Ross, *l.c.*).

Tra i flavonoidi più comuni, solo i calconi e le antocianine hanno colori significativi, e queste ultime sono di gran lunga i pigmenti più diffusi ed importanti (Davies e Schwinn, 1997).

Per quanto riguarda la vite, gli antociani sono i pigmenti più abbondanti nelle uve rosse e sono direttamente correlati alle caratteristiche qualitative dei vini. Essi sono sintetizzati a partire dagli zuccheri per esterificazione con gli acidi acetico, p-cumarico e caffeico (Cheynier *et al.*, 1998) ed è per questo che esiste una buona correlazione tra l'accumulo degli antociani e quello dei solidi solubili nella bacca (Pirie *et al.*, 1977; Hrazdina, 1984). La loro quantità è variabile in relazione al vitigno tra i 500 e i 3000 mg/kg. Sono sintetizzati nei vacuoli delle cellule di accumulo solitamente localizzate nella buccia: gli stessi vacuoli sono anche la sede di stoccaggio in quanto le dimensioni non consentirebbero una loro ritraslocazione. Le antocianine private dello zucchero e dei radicali acilici sono chiamate antocianidine (Griesbach, 2005). Le principali antocianidine sono sei, tre delle quali sono comunemente rintracciabili in molte piante: la pelargonidina, che produce i colori arancio, rosa e rosso; la cianidina, che produce i colori rosso o malva; la delfinidina, che produce i colori porpora, blu o blu scuro (Davies e

---

Schwinn, *l.c.*). Le altre antocianidine (peonidina, petunidina e malvidina) sono invece riscontrabili solo su alcune piante (Griesbach, *l.c.*) e la vite è una di queste.

## **8.2.1 FATTORI CHE INFLUENZANO LA SINTESI DI ANTOCIANI**

Fra i molti composti delle uve, e dei vini che ne derivano, gli antociani sono forse quelli che più confermano il principio che “la qualità si fa in campagna”, in quanto la loro quantità non può essere né “aggiustata” né “manipolata” con le operazioni di cantina (Di Stefano *et al.*, 2000).

È importante allora valutare con attenzione i diversi fattori genetici, ambientali e colturali che, interagendo col metabolismo della vite, possono condizionare la ricchezza delle uve e dei vini in composti fenolici, i quali hanno importanza non solo per la qualità del vino, ma anche per la salute umana (Bertamini e Mattivi, 1999).

Mentre la ripartizione proporzionale fra i vari antociani dipende dal vitigno, ed è quindi su base genetica, la loro quantità globale varia a seconda dell’influenza di fattori esterni quali l’andamento termico (Kliewer e Torres, 1972 ; Roubelakis-Angelakis e Kliewer, 1986 ; Cacho *et al.*, 1992; Tomasi *et al.*, 2003) e pluviometrico dell’annata (Matthews e Anderson, 1988; Tomasi *et al.*, 1999), l’illuminazione e la radiazione diretta dei grappoli (Iacono *et al.*, 1992; Price *et al.*, 1992; Morrison e Noble, 1999), il suolo, le tecniche colturali, la forma di allevamento (Iacono *et al.*, 1995; Guidoni e Schubert, 2001), e ancora produttività, grado di maturazione e rapporto superficie fogliare elaborante e quantità d’uva (Jackson e Lombard, 1993; Di Stefano *et al.*, 1994; Bertamini *et al.*, 1998; Tomasi *et al.*, *l.c.*).

La temperatura è uno dei principali fattori esterni che influenzano l’accumulo di antocianine nei tessuti delle piante: le basse temperature in genere aumentano la loro concentrazione mentre le elevate temperature la diminuiscono. Kliewer (Kliewer, 1970; Kliewer *et al.*, *l.c.*) ha dimostrato che temperature diurne superiori a 30 °C e notturne superiori a 35°C annullano la biosintesi degli antociani. Pirie (*l.c.*) ha trovato che il range ottimale di temperatura per la sintesi degli antociani è tra i 17 e i 26 °C. Diversi lavori hanno considerato gli effetti

---

della temperatura sulla sintesi degli antociani e sullo sviluppo del colore anche in altri frutti; in alcuni sistemi di piante, le basse temperature hanno determinato un incremento del livello di trascrizione di geni i cui prodotti sono o enzimi chiave del percorso generale biosintetico dei fenil-propanoidi, come la fenilalanina ammonia liasi (PAL), o geni i cui prodotti catalizzano reazioni coinvolte nella biosintesi di flavonoidi ed antocianine, come la CHS, la calcione isomerasi (CHI) e la deidro flavonol riduttasi (DFR) (Shvartz *et al.* 1997). Uno dei fattori responsabili di un più basso contenuto di antocianine nelle piante è una loro ridotta biosintesi in presenza di temperature elevate (Shvartz *et al.*, *l.c.*). Tuttavia, le temperature possono influenzare non solo la sintesi, ma anche la stabilità delle antocianine. Perciò, la diminuzione della concentrazione di tali pigmenti ad elevate temperature deve essere ricondotta sia ad un decremento nella sintesi, che ad un aumento nella degradazione (Shaked-Sachray *et al.*, 2002; Oren-Shamir *et al.*, 2003). Gli sbalzi termici tra il giorno e la notte durante la fase di accumulo favoriscono la sintesi dei pigmenti (Fregoni, 1998; Bertamini *et al.*, *l.c.*).

Anche la disponibilità idrica, condizionando la vigoria della pianta ed il processo di maturazione dell'uva, assume rilevanza nella sintesi dei polifenoli: un'umidità eccessiva o una prolungata siccità, con fenomeni di stress idrico prolungato, riducono sia il contenuto di antociani che di polifenoli (Smart *et al.*, 1983).

Tutte le pratiche colturali che stimolano la vigoria e rallentano la maturazione e quindi l'accumulo di solidi solubili sono sfavorevoli alla sintesi delle sostanze coloranti. Ne deriva l'importanza di calibrare le tecniche colturali, tra le quali la concimazione, che deve adeguarsi alla fertilità del terreno: l'azoto deprime la colorazione che invece è stimolata da fosforo, potassio, magnesio, boro, manganese e altri microelementi. Struttura dei suoli e contenuto di calcare attivo sono fattori che a loro volta influiscono sull'accumulo degli antociani (Fregoni, *l.c.*).

La complessa interazione tra i vari fattori appena citati porta l'acino verso la sua "maturità fenolica" che però è raggiunta solamente quando si assiste, da un punto di vista gustativo, ad un abbattimento dell'astringenza propria di questi composti e, da un punto di vista tecnologico, alla loro massima estraibilità dalle bucce.

---

## 8.2.2 I COMPOSTI FENOLICI NEI VINI

I polifenoli giocano un ruolo primario in enologia, sono infatti i responsabili della differenza tra i vini bianchi e rossi e manifestano proprietà battericide, antiossidanti, vitaminiche e protettive nei riguardi delle malattie cardiovascolari (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2003).

Durante la vinificazione vengono estratti dalle bucce d'uva e subiscono sensibili variazioni di struttura nel corso dell'affinamento del vino poiché avvengono reazioni di polimerizzazione, ossidazione, condensazione e idrolisi a loro carico (Ribéreau-Gayon *et al.*, *l.c.*).

Gli antociani nei vini sono estratti all'inizio della macerazione, tuttavia quando il grado alcolico del "vino" raggiunge un certo livello si osserva una diminuzione del loro contenuto. A questo stadio la loro estrazione è pressoché terminata e il loro contenuto può subire variazioni per assorbimento sulle parti solide (lieviti e vinacce), per modificazione della struttura (formazione di complessi tannini-antociani) e per reazioni di degradazione (Ribéreau-Gayon *et al.*, *l.c.*)

Se l'uva è dotata di un buon grado di maturazione e di una buona maturità fenolica, l'estrazione dei composti fenolici può raggiungere alti livelli (70-75% del totale), al contrario, se le uve presentano antociani con una debole estraibilità, causa una insufficiente maturazione o attacchi di muffe, si devono adottare una serie di accorgimenti per la conduzione della macerazione.

Il colore dei vini può essere studiato per via spettrofotometrica. Lo spettro di un vino presenta infatti, un massimo a 520 nm dovuto agli antociani e un minimo a 420 nm. Sudraud (1958) ha definito l'intensità colorante e la tinta basate esclusivamente sul colore rosso e sul colore giallo misurati a 520nm e 420 nm. Attualmente in campo enologico, per descrivere il colore dei vini, vengono considerate le misura delle densità ottiche a 420 nm e a 520 nm, completate dalla lettura a 620 nm che tiene conto del blu dei vini giovani. Queste assorbanze vengono utilizzate per la determinazione di alcuni indici:

- Intensità colorante che può variare da 0,3 a 1,8.

- 
- La tinta o tonalità, che corrisponde al livello di evoluzione del colore verso l'arancio e che assume valori compresi tra 0,5 e 0,7 nei vini giovani ed aumenta nel corso dell'invecchiamento.

Nel caso dei vini bianchi la stima del colore è più complessa poiché l'assorbimento è continuo da 280 a 520 nm. Una misura che si può considerare è la densità ottica a 420 nm che costituisce una valutazione approssimata del colore di questi vini poiché è la lunghezza d'onda caratteristica dell'assorbimento delle sostanze di color giallo.

### **8.3 SCOPO**

Molteplici sono i fattori che influenzano la composizione delle bacche, in particolare la loro quantità di composti coloranti. In questo studio si è voluto indagare l'influenza delle forme di allevamento a vegetazione assurgente o a ricadere e della lunghezza del capo a frutto sulla quantità di antociani che si accumulano nelle bucce delle uve a bacca rossa, nonché l'influenza dei suddetti fattori sulla composizione del colore dei vini ottenuti da queste uve.

---

## 8.4 MATERIALI E METODI

Per le varietà a bacca rossa, Merlot e Cabernet sauvignon a partire dall'invasatura, dai grappoli campionati come già descritto per la costruzione delle curve di maturazione, sono state prelevate casualmente tre repliche di 30 acini ciascuna e dopo la pesatura sono state analizzate per il contenuto antocianico delle bucce.

Il contenuto in antociani totali è stato valutato concordemente alla metodica proposta da Di Stefano e Gentilini (1995) e di seguito descritta:

### Preparazione del campione.

Le bucce di 30 acini (preventivamente pesati) sono state separate dalla polpa e dai vinaccioli e poste in 75 mL di tampone tartarico a pH = 3,2 ottenuto aggiungendo nell'ordine: 5 g di acido tartarico, 22 mL di NaOH 1N, 500 mL di acqua distillata, 2 g di metabisolfito di sodio, 120 mL di etanolo 95%, acqua. Dopo 4 ore in stufa a 30°C, le bucce nel tampone sono state omogeneizzate. Sulla fase liquida isolata per centrifugazione dell'omogenato sono state effettuate le determinazioni degli antociani totali.

### Determinazione dell'indice di antociani totali delle bucce.

1 ml di estratto contenente la totalità dei polifenoli è stato portato a 25 ml, in matraccio tarato, con la miscela Etanolo:H<sub>2</sub>O:HCl in rapporto di 70:30:1.

È stato registrato lo spettro da 230 a 700 nm su cuvetta di quarzo da 1 cm. È stata considerata l'assorbanza al massimo nel visibile ( $E_{max,vis}$ ) (540 nm) ed è stato calcolato l'indice di antociani totali con la relazione seguente:

$$At \text{ (mg/Kg di acini)} = E_{max,vis} \times 16,17 \times d \times V/P$$

dove  $E_{max,vis}$  è l'assorbanza dell'estratto diluito in etanolo cloridrico, d è il fattore di diluizione dell'estratto, V è il volume di tampone in cui sono state poste le bucce, P è il peso di 30 acini e 16,17 è un coefficiente dedotto dall'assorbanza molare della malvidina-3-glucoside in etanolo cloridrico.

Ogni anno, a circa 2 mesi dall'imbottigliamento i vini ottenuti dalle microvinificazioni sono stati sottoposti ad analisi chimica e alle misure di assorbanza.

---

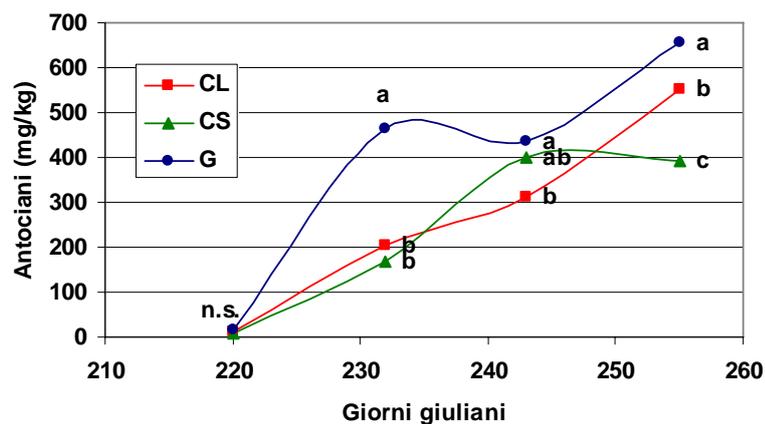
Per i vini rossi è stata misurata l'assorbanza alle lunghezze d'onda di 420 nm, 520 nm e 620 nm.

Dalle suddette letture sono stati calcolati:

- Intensità colorante (Glories, 1984) data dalla somma delle 3 assorbanze calcolate
- Tonalità di colore (Sudraud, 1958) data dal rapporto tra l'assorbanza a 420 nm e quella a 520nm.

## 8.5 RISULTATI

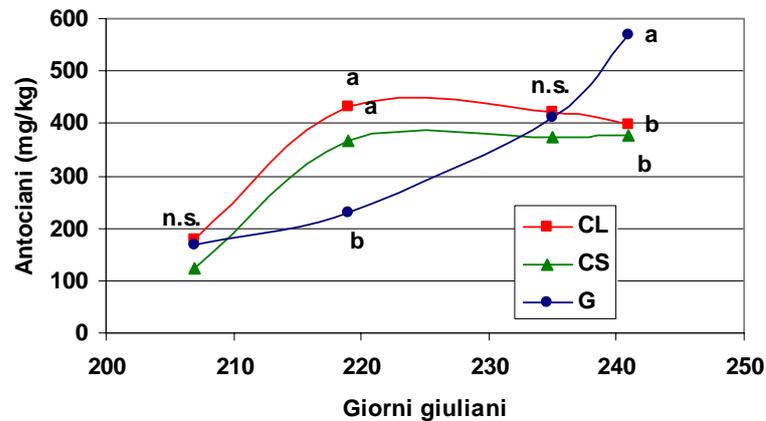
Il contenuto di antociani totali nelle bucce della varietà **Merlot** nell'anno 2006 sembra sia stato influenzato positivamente dall'esposizione dei grappoli poiché è risultato maggiore nella forma di allevamento a Guyot, dove la fogliosità e la disposizione della vegetazione sono risultate più confacenti ad una miglior illuminazione delle bacche (*Figura 8.1*). Da non sottovalutare è anche l'effetto indotto dalla minor produzione di tale forma che ha privilegiato un metabolismo di accumulo più intenso il quale ha interessato anche le sostanze coloranti presenti nelle bucce. Alla raccolta il contenuto minore è stato riscontrato nella forma CS. Le due forme a potatura corta hanno mantenuto un andamento molto simile durante la maturazione ma, nel passaggio dalla terza alla quarta epoca di rilievo è stato visto che nel G e nel CL continuava l'accumulo degli antociani nelle bacche mentre nel CS il loro contenuto si è stabilizzato. Dal punto di vista della quantità di polifenoli quindi, sembra che il CS sia stato raccolto al momento ottimale mentre la raccolta delle uve delle altre due forme di allevamento poteva forse essere ritardata di almeno una settimana per ottenere vini con una maggior carica fenolica.



**Figura 8.1:** Evoluzione del contenuto di antociani totali (mg/kg) nelle bucce delle uve del vitigno Merlot, per le tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006.

Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa data differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

Nel 2007 negli acini delle uve della forma G durante la fase iniziale della maturazione è stato rilevato un accumulo più lento ma costante mentre nelle altre due forme sono stati osservati contenuti molto simili fino alla vendemmia (Figura 8.2), momento nel quale però nella forma G è stato rilevato anche in quest'annata come nella precedente il maggior contenuto di antociani. Al momento della vendemmia la curva di incremento del G era ancora in piena crescita pertanto si può supporre che la vendemmia potesse essere posticipata come già segnalato anche nel 2006.

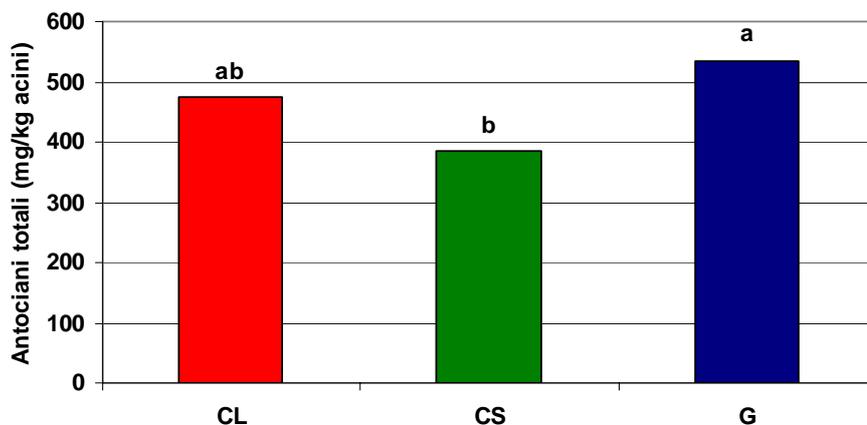


**Figura 8.2:** Evoluzione del contenuto di antociani totali (mg/kg) nelle bucce delle uve del vitigno Merlot, per le tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2007.

Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa data differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

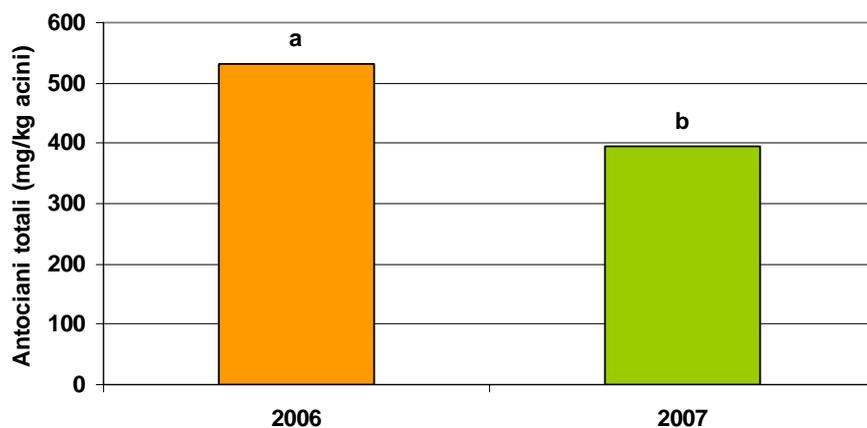
La media dei due anni ha mostrato che la forma di allevamento ha avuto una notevole influenza sul contenuto di antociani totali alla raccolta. Il maggior contenuto è stato osservato nel Guyot con un valore di 533,63 mg/kg, il valore del CL è stato intermedio e pari a 474,63 mentre il minor contenuto è stato analizzato nel CS, con soli 384,08 mg /kg di uva (Figura 8.3).

Differenze di contenuto di antociani sono state dovute anche all'annata (Figura 8.4). Il 2006 è stato più favorevole all'accumulo di sostanze coloranti nelle bacche rispetto al 2007 nel quale in generale la varietà Merlot ha accumulato quasi 140 mg di antociani in meno rispetto all'anno precedente. Questo comportamento può trovare spiegazione nei valori termici del 2006, dove la somma delle temperature attive alla vendemmia è stata maggiore rispetto al 2007 e questo può aver favorito la sintesi di antociani.



**Figura 8.3:** Contenuto di antociani totali (mg/kg) nelle bucce delle uve del vitigno Merlot, per le tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G), media dei due anni 2006 e 2007.

Istogrammi con lettere diverse differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls).

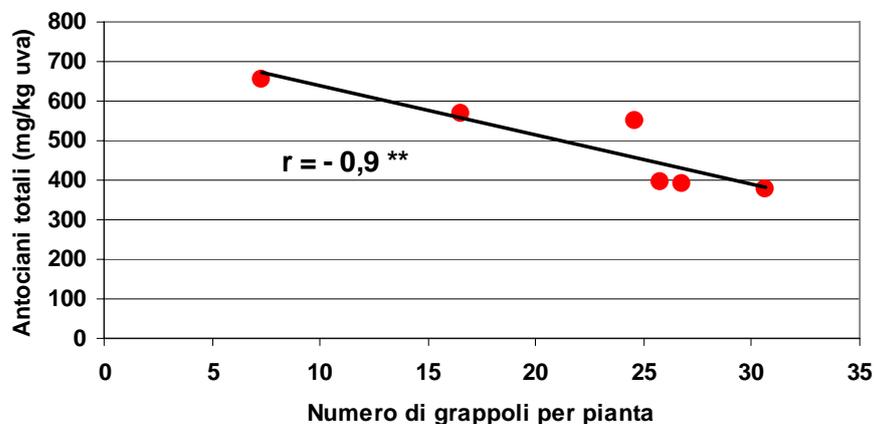


**Figura 8.4:** Contenuto di antociani totali (mg/kg) nelle bucce delle uve del vitigno Merlot, per le i due anni 2006 e 2007, media delle formedi allevamento negli anni.

Istogrammi con lettere diverse differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls).

Utilizzando i valori di antociani analizzati nelle uve alla vendemmia è cercato un ulteriore approfondimento tra gli aspetti produttivi e qualitativi. Correlando il contenuto di antociani totali con il numero di grappoli per pianta è stata trovata una relazione altamente significativa ( $r = -0,9^{**}$ ) a dimostrazione che, per il vitigno Merlot all'aumentare del numero di grappoli per pianta diminuisce il

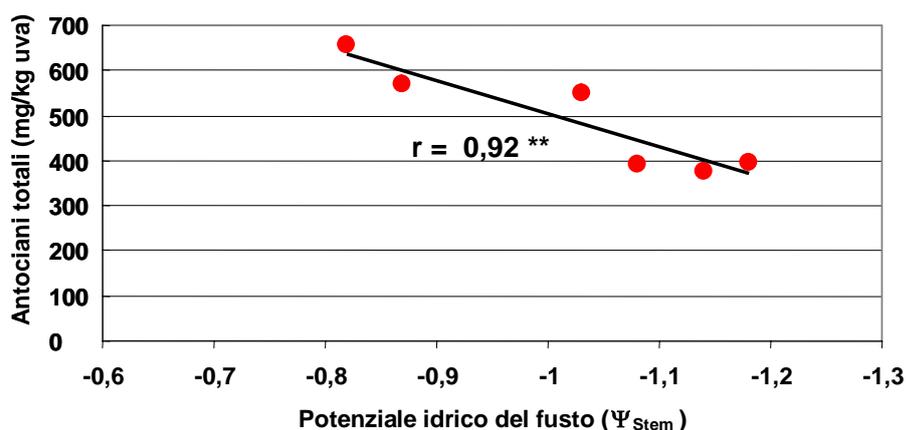
contenuto di antociani della bacche (*Figura 8.5*). Il significato intrinseco di questa verifica vuole assegnare all'equilibrio vegeto-produttivo un posto prioritario per il risultato qualitativo delle uve.



**Figura 8.5:** Correlazione tra il numero di grappoli per pianta ed il contenuto di antociani delle bucce nella varietà Merlot nel biennio 2006-2007.

\*\* = significativo per  $P \leq 0,01$

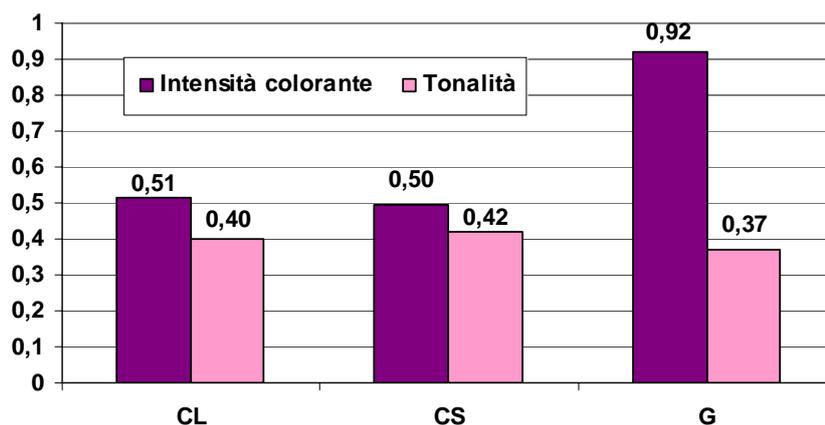
Il valore di potenziale idrico medio del periodo pre-vendemmia è risultato significativamente correlato con il contenuto di antociani delle bucce, il coefficiente di correlazione ( $r$ ) è risultato pari a 0,92 (*Figura 8.6*). Sembra quindi confermato che un leggero stress idrico (valori di potenziale più negativi) nel periodo che precede la vendemmia favorisca l'accumulo di antociani nelle bucce, come del resto spesso segnalato da altri Autori (Ojeda *et al.*, *l.c.*).



**Figura 8.6:** Correlazione tra il potenziale idrico del fusto pre-vendemmia ed il contenuto di antociani delle bucce nella varietà Merlot nel biennio 2006-2007.

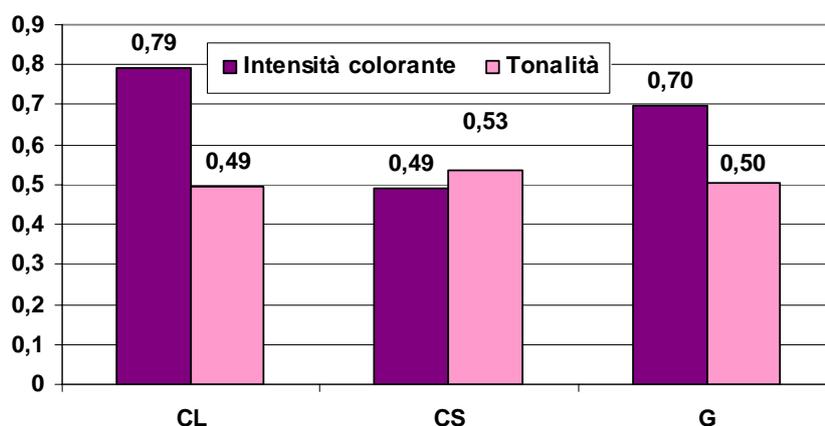
\*\* = significativo per  $P \leq 0,01$

Per quanto riguarda il colore dei vini, per il quale la tecnica di vinificazione, standardizzata per i tre campioni, non dovrebbe avere avuto influenza, il vino ottenuto dalle uve della forma di allevamento G si è distinto per una tonalità più chiara rispetto agli altri due e allo stesso modo per una intensità colorante decisamente maggiore dovuta alla maggior quantità di antociani che è stata ritrovata nelle uve alla vendemmia (*Figura 8.7*).



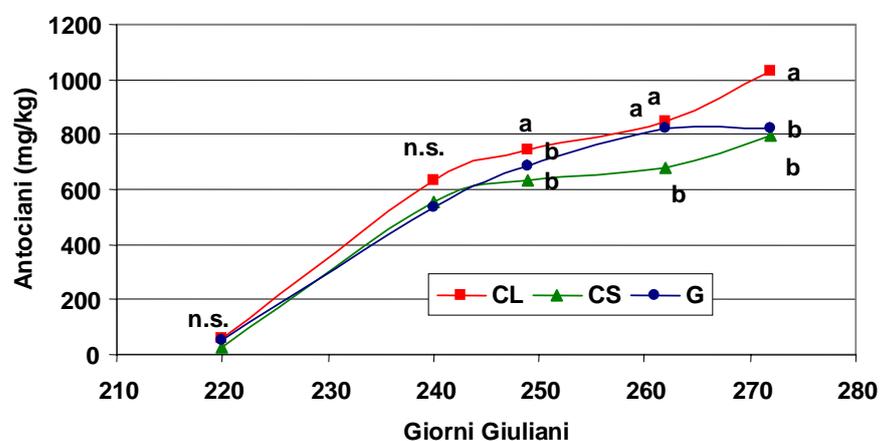
**Figura 8.7:** Indici di Intensità colorante e Tonalità del colore dei vini ottenuti dalle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) per il vitigno Merlot nel 2006.

Nel 2007 invece le tonalità dei vini non sono risultate diverse mentre l'intensità colorante è risultata inferiore nei vini ottenuti dal CS rispetto alle altre due forme di allevamento (*Figura 8.8*).



**Figura 8.8:** Indici di Intensità colorante e Tonalità del colore dei vini ottenuti dalle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) per il vitigno Merlot nel 2007.

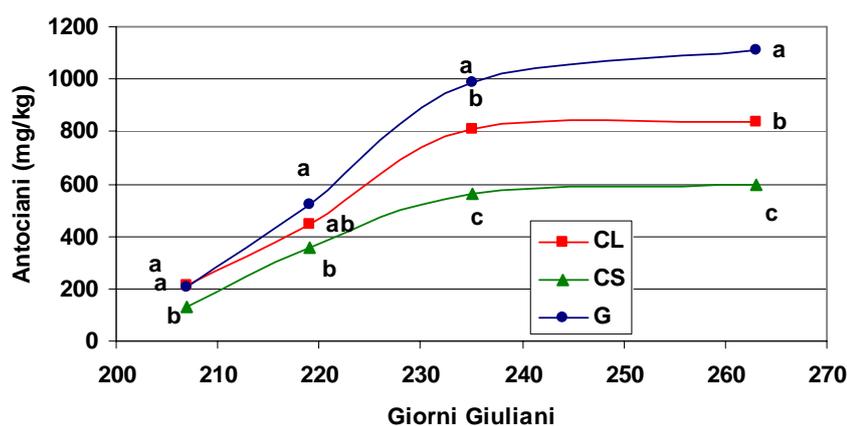
L'accumulo degli antociani nelle bucce del vitigno **Cabernet sauvignon** nel corso della prima parte della maturazione non ha messo in evidenza differenze tra le forme di allevamento (*Figura 8.9*). Verso la fase finale della maturazione e alla vendemmia, invece, il CL, che pur presentava i grappoli più ombreggiati, ha fatto riscontrare un maggior accumulo di antociani nelle bucce rispetto alle altre due forme che hanno presentato valori simili. Sembra pertanto che le forme in parete alla vendemmia avessero raggiunto il massimo accumulo degli antociani mentre, nella forma CL è stato notato un incremento importante proprio a partire da questo momento, ciò denota quindi una ritardata maturazione delle uve nella forma con vegetazione a ricadere rispetto alle altre.



**Figura 8.9:** Evoluzione del contenuto di antociani totali (mg/kg) nelle bucce delle uve del vitigno *Cabernet sauvignon*, per le tre forme di allevamento *Cordone libero (CL)*, *Cordone speronato (CS)* e *Guyot (G)* nel 2006.

Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa data differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

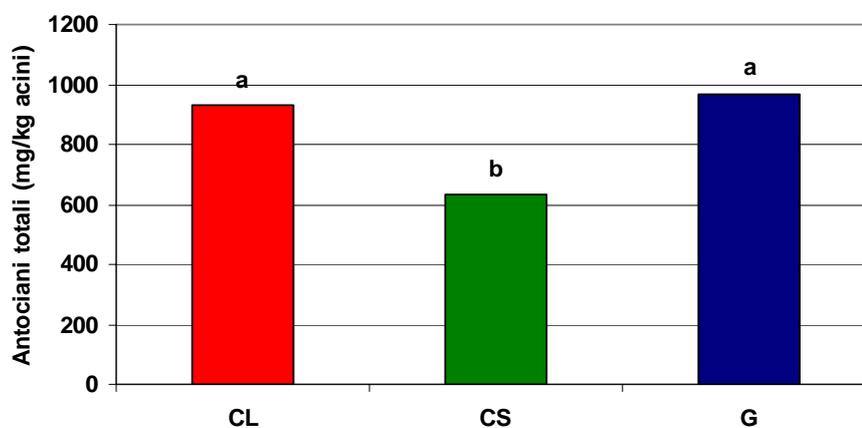
Nel 2007 le differenze quantitative nella sintesi delle sostanze coloranti nelle tre forme di allevamento sono risultate marcate pur di fronte ad una dinamica di accumulo molto simile per le tre forme (*Figura 8.10*). Per tutto il periodo di monitoraggio nella forma G è stato misurato il maggior contenuto, intermedio è risultato il CL mentre il quantitativo minore è stato osservato nel CS.



**Figura 8.10:** Evoluzione del contenuto di antociani totali (mg/kg) nelle bucce delle uve del vitigno Cabernet sauvignon, per le tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2007.

Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa data differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls).

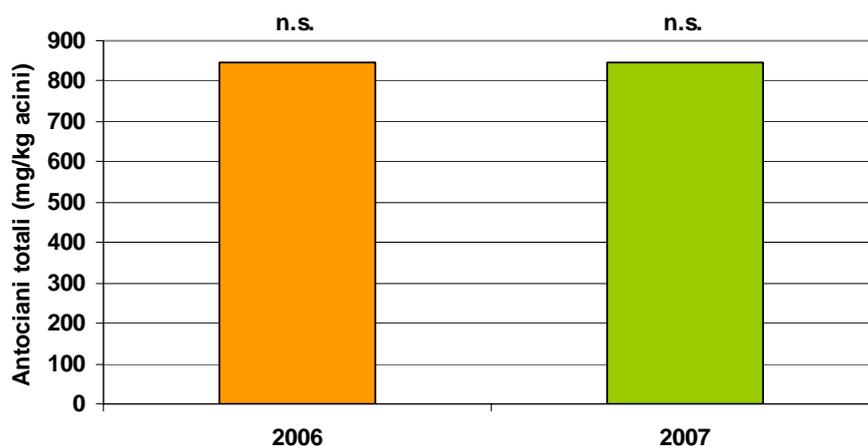
Nella media del biennio le forme CL e G hanno sintetizzato quantità di sostanze coloranti nelle bucce molto simili mentre la forma CS ha presentato un contenuto decisamente inferiore (Figura 8.11).



**Figura 8.11:** Contenuto di antociani totali (mg/kg) nelle bucce delle uve del vitigno Cabernet sauvignon, per le tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G), media dei due anni 2006 e 2007.

Istogrammi con lettere diverse differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls).

L'anno non è risultato influente per il contenuto di antociani nelle uve del vitigno Cabernet sauvignon (Figura 8.12)

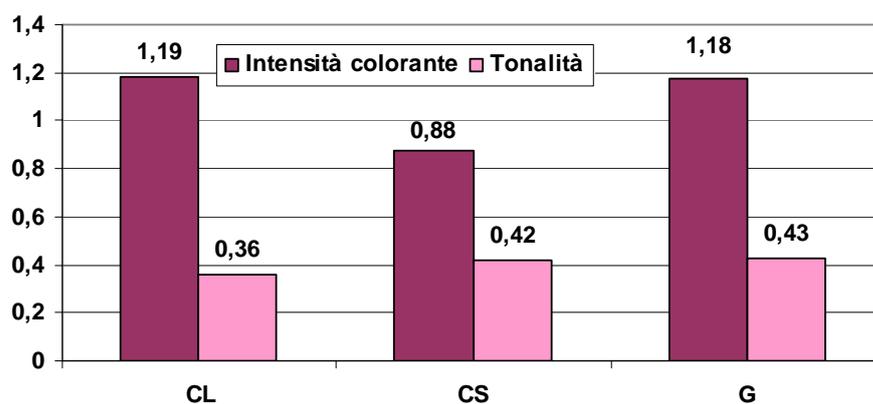


**Figura 8.12:** Contenuto di antociani totali (mg/kg) nelle bucce delle uve del vitigno Cabernet sauvignon, per le tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G), media dei due anni 2006 e 2007.

*n.s.* = non significativo

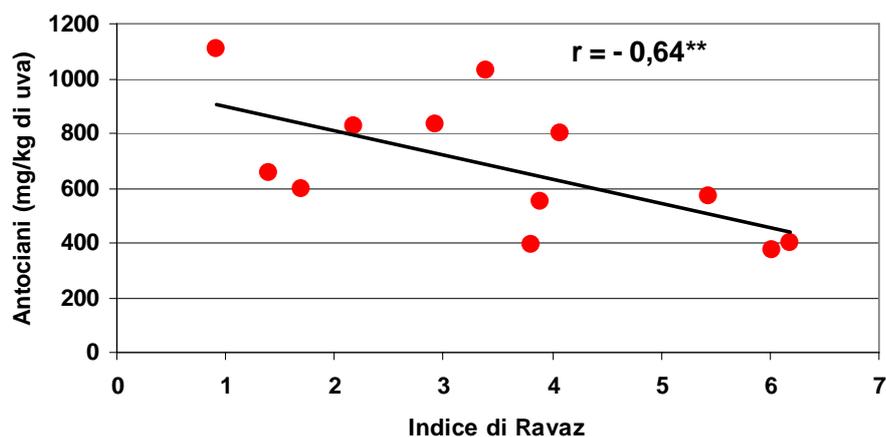
Nei vini ottenuti dal vitigno Cabernet sauvignon nell'anno 2006, il colore è stato più intenso in quelli ottenuti dalla forma CL che infatti presentava alla raccolta il maggior contenuto di antociani totali, ma tra i due parametri non è emersa correlazione. L'intensità minore della colorazione è stata invece osservata nei vini ottenuti dalla forma CS (Figura 8.13).

La tonalità del colore è risultata molto simile nei vini delle due forme in parete mentre un indice più basso è stato ottenuto per quelli della forma CL.



**Figura 8.13:** Indici di Intensità colorante e Tonalità del colore dei vini ottenuti dalle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) per il vitigno Cabernet sauvignon nel 2006.

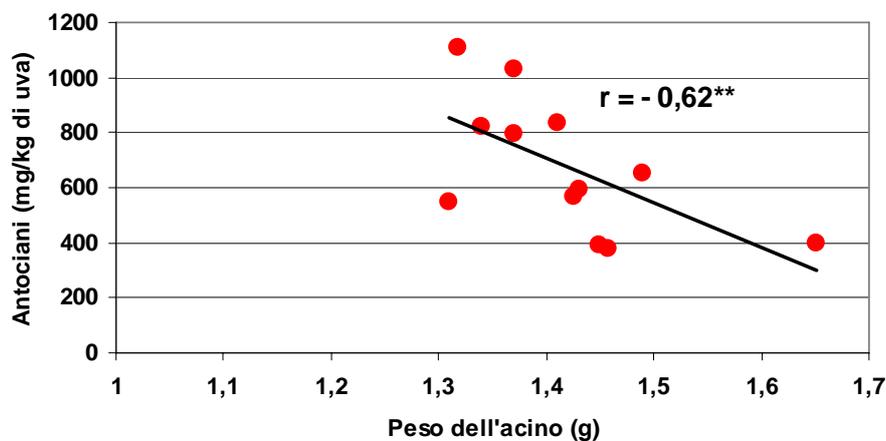
In generale, nei due anni e per i due vitigni il contenuto di antociani delle bucce nell'ambiente della prova, è risultato correlato negativamente con l'indice di Ravaz ( $r = -0,64$ ) (Figura 8.14). All'aumentare del valore dell'indice pertanto, quando le piante si allontanano dall'equilibrio vegeto produttivo, il contenuto di antociani delle bacche diminuisce.



**Figura 8.14:** Correlazione tra il contenuto di antociani delle bucce e l'indice di Ravaz.

\*\* = significativo per  $P \leq 0,01$

Il contenuto di antociani è anche risultato negativamente correlato al peso delle bacche stesse ( $r = -0,62$ ), acini più piccoli presentano un contenuto di antociani maggiore nelle bucce, ed anche questo risulta in linea con altre evidenze sperimentali (Figura 8.15)



**Figura 8.15:** Correlazione tra il contenuto di antociani delle bucce ed il peso degli acini.

\*\* = significativo per  $P \leq 0,01$

---

## 8.6 CONCLUSIONI

La forma di allevamento ha giocato un ruolo determinante per l'accumulo delle sostanze coloranti nelle bacche del vitigno Merlot. In entrambi gli anni le uve delle piante allevate con il sistema a Guyot, caratterizzato da un minor numero di germogli e da una vegetazione meno rigogliosa e più ordinata, ha accumulato una maggior quantità di sostanze coloranti nelle bacche.

Il monitoraggio dell'accumulo può fornire anche importanti informazioni riguardo l'ottimale momento di raccolta delle uve sotto il profilo polifenolico. Infatti è stato osservato che per il CS e CL il momento della raccolta è stato opportuno, nel G invece l'accumulo era ancora in una fase crescente e la raccolta delle uve poteva essere rimandata di qualche giorno.

L'eccesso di uva in pianta, per il vitigno Merlot ha influito negativamente sul contenuto finale delle sostanze coloranti mentre un leggero stress idrico nel periodo pre-vendemmia è stato positivo per un loro accumulo nelle bucce.

Anche l'annata ha giocato un ruolo nell'accumulo di antociani. Il 2006, in cui è stata raggiunta la maggior somma termica alla raccolta, è stato anche quello più favorevole per la sintesi.

Infine, come era logico attendersi, il colore dei vini finiti è risultato legato al contenuto di antociani delle uve di partenza, in generale, le forme di allevamento che garantiscono un maggior accumulo durante la maturazione presentano anche vini dal caratteristico colore più intenso.

Anche nel vitigno Cabernet la forma di allevamento ha influito sull'accumulo di antociani ma i risultati non permettono di trarre indicazioni poiché nei due anni le forme non hanno fornito risposte univoche, a carico soprattutto del comportamento della forma CL che nel 2006 ha presentato un maggior accumulo proprio quando le due forme in parete avevano iniziato la fase di stabilizzazione. In linea generale il CS ha presentato contenuti inferiori rispetto alle altre due forme ma l'andamento climatico dell'anno non ha influenzato i quantitativi. I valori ottenuti sulle uve sono stati inoltre indicativi di maggior intensità colorante e differenze nella tonalità dei vini finiti.

---

Importante è risultata l'architettura della chioma sul colore del vino poiché è stato notato che l'aumento degli ombreggiamenti sfavorisce la tonalità di colore.

Dall'esperienza è risultato chiaro quindi il ruolo della gestione del vigneto sulla sintesi delle sostanze coloranti, le influenze dirette o indirette sul loro accumulo sono molteplici e variabili di anno in anno. In generale si può concludere che la forma di allevamento che ha presentato la vegetazione meno rigogliosa e meno ombreggiamenti è stata quella più favorevole ad un buon contenuto di antociani totali nelle bucce e di conseguenza anche nei vini. Da non sottovalutare il ruolo di un moderato stress idrico nel favorire il contenuto di sostanze coloranti. Visto le differenze osservate tra le forme di allevamento, l'uso dello stress idrico potrebbe aiutare nel favorire e stimolare l'accumulo di sostanze coloranti nelle uve.

---

## 8.7 BIBLIOGRAFIA

BERTAMINI M., MATTIVI F., 1999. Composti fenolici nei vini rossi: ruolo dell'ambiente e delle tecniche colturali. *L'informatore agrario*, n° 32: 63-68.

BERTAMINI M., MATTIVI F., NICOLINI G., 1998. L'influenza del clima e delle tecniche di gestione del vigneto sui polifenoli del vino. *L'Enotecnico*, ottobre: 31-42.

CACHO J., FERNANDEZ P., FERREIRA V., CASTELLS J.E., 1992. Evolution of five anthocyanidin-3-glucosides in the skin of the Tempranillo, Moristel, and Garnacha grape varieties and influence of climatological variables. *Am. J. Enol. Vitic.* 42 (3): 244-248.

CHEYNIER V., SOUQUET J.M., FULCRAND H., SARNI P., MOUTOUNET M., 1998. I composti polifenolici dell'acino e del vino rosso. Atti del convegno. Bologna. La corposità dei vini rossi: un parametro imprescindibile della qualità.

DAVIES K.M., SCHWINN K.E., 1997. Flower color. In: *Biotechnology of Ornamental Plants*, eds. R.L. Geneve, J.E. Preece and S.A. Merkle, CAB International: 259-294.

DI STEFANO R., BORSA D., BOSSO A., MORUNO E.G., 2000. Sul significato e sui metodi di determinazione dello stato di maturità dei polifenoli. *L'Enologo*, dicembre: 73-76.

DI STEFANO R., GENTILINI N., 1995. Estrazione dei composti fenolici dalle parti solide dell'uva. *Atti Acc. Vite e Vino*. 47: 83-89.

DI STEFANO R., MORIBONDO G., BORSA D., GENTILINI N., FOTI S., 1994. Influenza di fattori climatici e colturali sul profilo antocianico varietale. *L'Enotecnico*, aprile: 73-77.

FREGONI M., 1998. *Viticultura di qualità*. Edizioni Grafiche Lama, Piacenza: 1-706.

GLORIES Y., 1984. La couleur des vins rouges, 2e partie. Mesure, origine et interpretation. *Conn. Vig. Vin.* 18 (4): 253-271.

GRIESBACH R.J., 2005. Biochemistry and Genetics of Flower Color. *Plant Breeding Reviews*, 25: 89-

GUIDONI S., SCHUBERT A., 2001. Influenza del diradamento dei grappoli e della defogliazione sul profilo antocianico di *Vitis vinifera* cv. Nebbiolo. *Riv. Fruttic.* 1, 63, 12: 75-81.

HRADZINA G., PARSON G.F., MATTICK L.R., 1984. Physiological and biochemical events during development and maturation of grape berries. *Am. J. Enol. Vitic.* 35: 220-227.

IACONO F., BERTAMINI M., COLOMBE B.G., DE MICHELI ., MATTIVI F., VERSINI G., 1992. Effetto dell'ombreggiamento della chioma sullo sviluppo delle bacche, la maturazione, la concentrazione di antociani ed il profilo aromatico delle uve "Cabernet sauvignon". Atti IV Simp. Int. Fisiol. Vite, Torino: 571-574.

IACONO F., BERTAMINI M., MATTIVI F., 1995. Differential effect of canopy manipulation and shading on the composition of grape berries (*Vitis*

---

*vinifera* L.) cv. Cabernet sauvignon. I Composition of grape berries. *Vitic. Enol. Sc.* 49 (6): 220-225.

JACKSON D.I., LOMBARD P.B., 1993. *Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality*. *Am. J. En. Vitic.*, vol. 44, n° 4: 409-430.

KLIEWER W.M., 1970. Effect of day temperature and light intensity on coloration of *Vitis vinifera* L. grapes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95: 693-697.

KLIEWER W.M., TORRES R.E., 1972. Effect of controlled day and night temperatures on grape coloration. *Am. J. Enol. Vitic.* 23 (2): 71-76.

MATTHEWS M.A., ANDERSON M.W., 1988. Fruit ripening in *Vitis vinifera* L.: responses to seasonal water deficits. *Am. J. Enol. Vitic.* 39: 313-320.

MORRISON J.C., NOBLE A.C., 1990. The effects of leaf and cluster shading on the composition of Cabernet sauvignon grapes and fruit and wine sensory properties. *Am. J. Enol. Vitic.* 41 (3): 193-200.

OREN-SHAMIR M., NISSIM-LEVI A., OVADIA R., KAGAN S., SHAKED-SACHRAY L., 2003. Increased Anthocyanin Accumulation in Flowers and Foliage at Elevated Temperatures is Affected by Magnesium Treatment. *Acta Hort.* 624: 171-176

PIRIE A., MULLINS M.G., 1977. Interrelationships of sugar, anthocyanins, total phenols and dry weight in the skin of grape berries during ripening. *Am. J. En. Vitic.*, vol. 28, 4: 204-209.

PRICE S.F., YODER B., BREN P.J., WATSON B.T., 1992. Solar radiation effects on anthocyanins and phenolics in skins of "Pinot noir" and "Pinot gris" berries. *Atti IV Simp. Int. Fisiol. Vite*, Torino: 565-570.

RIBEREAU-GAYON P., GLORIES Y., MAUJEAN A., DUBOURDIEU D., 2003. *Trattato di enologia II. Chimica del vino, Stabilizzazione, Trattamenti*. Edagricole.

ROUBELAKIS-ANGELAKIS K.A., KLIEWER M., 1986. Effects of exogenous factors on phenylalanine ammonia-lyase activity and accumulation of anthocyanins and total phenolics in grape berries. *Am. J. Enol. Vitic.* 37 (4): 275-280.

SALISBURY F.B., ROSS C.W., 1992. Flavonoids. In: *Plant Physiology*, Wadsworth Publishing Co. (U.S.A.), 359-362

SHAKED-SACHRAY L., WEISS D., REUVENI M., NISSIM-LEVI A., OREN-SHAMIR M., 2002. Increased anthocyanin accumulation in aster flowers at elevated temperatures due to magnesium treatment. *Physiologia Plantarum* 114: 559-565

SHVARTZ M., BOROCHOV A., WEISS D., 1997. Low temperature enhances petunia flower pigmentation and induces chalcone synthase gene expression. *Physiol Plant* 99: 67-72.

SMART R.E., COOMBE B.G., 1983. Water relations of grapevines. In: *Water Deficits and Plant Growth*. Vol. VII. Additional Woody Crop Plants. T. T. Kozlowski (Ed.) Academic Press. New York: 137-196.

SUDRAUD P., 1958. Intérpretation de courbes d'absorption des vins rouges. *Ann. Tech. Agric.* 7: 203-208.

TOMASI D., CALO' A., BISCARO S., VETTORELLO G., PANERO L., DI STEFANO R., 1999. Influence des caractéristiques physiques du sol, sur le développement de la vigne, dans la composition polyphénolique et anthocyanique des raisins et la qualité du vin de Cabernet sauvignon. *Bull O.I.V.* 72: 819-820.

---

TOMASI D., PITACCO A., PASCARELLA G., 2003. Bunch and berry temperature and anthocyanin synthesis and profile in cabernet sauvignon. Riv. Vitic. Enol. 4: 3-15.

---

## **CAPITOLO 9: Effetto della forma di allevamento sulla produttività e sulle caratteristiche dei vini**

### **9.1 RIASSUNTO**

Le diverse forme di allevamento consentono di ottenere piante che pur presentando differenti geometrie della chioma garantiscono l'instaurarsi di un equilibrio vegeto-produttivo e quanto esso è meglio espresso, tanto migliori saranno i risultati produttivi e qualitativi.

Nella ricerca di cui si sta dando occhio è stato valutato l'effetto delle tre forme di allevamento CL, CS e G sulla produttività e sulla qualità dei vini dei tre vitigni Pinot grigio, Merlot e Cabernet sauvignon.

Alla vendemmia sono state valutate le produzioni dal punto di vista sia quantitativo che qualitativo e le uve raccolte sono state microvinificate. I vini sono stati analizzati per le loro caratteristiche chimiche e sono stati sottoposti ad analisi sensoriale. Alla potatura è stata pesata la massa dei sarmenti prodotti e calcolato l'indice di equilibrio vegeto-produttivo (indice Ravaz).

I risultati hanno mostrato che il Pinot grigio ha presentato una buona stabilità di comportamento nei due anni che tuttavia sono stati diversi dal punto di vista climatico.

La forma di allevamento che in generale ha dato i migliori risultati qualitativi è stata il Guyot per tutti e tre i vitigni. Per il Merlot la forma di allevamento CL ha evidenziato buone possibilità applicative.

La massa di sarmenti in ogni anno e per tutte le forme è stata sempre molto elevata.

Il vino ottenuto dalle diverse tesi ha sempre confermato le caratteristiche delle uve di partenza. In generale è stato sempre preferito il vino ottenuto dall'allevamento a Guyot, ma anche il CS, soprattutto per il Pinot grigio ha dato buoni risultati.

---

## 9.2 INTRODUZIONE

L'obiettivo principale di una corretta gestione del vigneto è quello di promuovere un equilibrato sviluppo vegeto-produttivo compatibile con le potenzialità pedoclimatiche dell'ambiente, con le caratteristiche genetiche della combinazione vitigno-portainnesto (Intrieri *et al.*, 1999), e con gli obiettivi enologici prefissati.

Il concetto cardine della viticoltura francese è che la “qualità” si ottiene quando la produzione per ceppo non si spinge oltre una “soglia critica”, che si colloca, per le forme contenute, intorno a 1,5-2 kg di uva per ceppo (Champagnol, 1989). La correlazione negativa esistente tra produzione (kg per ceppo) e qualità (solitamente espressa in base al contenuto zuccherino nelle bacche), benché vera, non può essere accettata in modo generale e semplicistico. In primo luogo, infatti, è necessario ricordare che esiste un'ampia serie di fattori che intervengono nel determinare le prestazioni di un vigneto, fattori di natura genetica (vitigno, portainnesto), ambientale (clima, annata, terreno) e gestionale (tecniche colturali), con le loro reciproche e complesse interazioni (Fregoni, 2005). In secondo luogo, è noto che pur operando nelle medesime condizioni riguardo ai fattori appena citati, esistono altre fonti di variabilità dovute alla distribuzione dell'uva sulla pianta, in funzione della lunghezza dei capi a frutto lasciati con la potatura. Ritorna perciò, ancora una volta, il concetto di equilibrio vegeto – produttivo, con esso si intendono quei complessi fenomeni che gestiscono le relazioni fra sviluppo vegetativo e produttività (Iacono *et al.*, 1990) e che consentono di ottenere produzioni di qualità.

La forma di allevamento è uno tra i più importanti fattori di regolazione dell'attività vegetativa, in grado di assicurare, se correttamente utilizzata, uno sviluppo equilibrato. Nei diversi modi di allevare le viti è ovvio attendersi che sistemi di allevamento in cui tale equilibrio sia meglio espresso, forniscano anche i migliori risultati in termini di contenuto zuccherino (Calò *et al.*, 1988; Calò *et al.*, 1992; Brancadoro *et al.*, 1998).

---

L'andamento stagionale, e in particolare le temperature e le piogge primaverili e autunnali, influenzano in maniera determinante l'equilibrio vegeto – produttivo e, di conseguenza, l'elaborazione e l'accumulo degli zuccheri e degli altri parametri qualitativi dell'uva (Costacurta *et al.*, 1993).

Diventa quindi necessario, nell'obiettivo di ottenere produzioni di qualità, regolare lo sviluppo vegetativo attraverso l'introduzione di forme d'allevamento e tecniche di potatura, opportunamente integrate con le caratteristiche ambientali e con quelle del binomio vitigno-portainnesto, che consentano di raggiungere un equilibrio vegeto-produttivo ottimale.

Ad un aumento dell'attività vegetativa della vite corrisponde in genere anche una maggiore attitudine produttiva (Winkler *et al.*, 1994) che va, quindi, ad influire sull'equilibrio vegeto-produttivo. Da sperimentazioni condotte è stato dimostrato che è necessario circa un metro quadro di superficie fogliare fotosinteticamente efficiente per garantire un'ottimale maturazione di un chilogrammo d'uva (min 0,6 max 1,5). Valori bassi causano una inadeguata maturazione, alti incrementano l'acidità, il pH ed il contenuto di potassio dei mosti (Smart *et al.*, 1985; Bertamini *et al.*, 1991).

La vigoria della vite è stimabile con buona approssimazione attraverso la massa del legno rimosso con la potatura invernale. La vigoria ottimale varia in funzione dell'obiettivo enologico e sostanzialmente deve decrescere in proporzione alla quantità di zuccheri e composti nobili desiderabili nelle uve (Fregoni, *l.c.*). Una vigoria eccessiva porta la pianta ad impegnare le sue risorse verso la formazione di strutture verdi piuttosto che verso i grappoli; conseguentemente l'uva alla vendemmia potrà essere non completamente matura, ancora ricca in tannini aggressivi e povera di sostanze coloranti in quanto prevale il metabolismo proteico su quello glucidico. La fase di acino verde infine si protrae ben oltre l'epoca in cui si dovrebbe verificare l'invaiaatura.

Rapportando la massa di uva per ceppo alla massa del legno di potatura si può ottenere un indice (Ravaz, 1906), che permette di valutare l'equilibrio vegeto-produttivo raggiunto dalla pianta. Questo equilibrio risente comunque degli effetti dell'andamento stagionale, portando a risultati diversi a seconda dell'annata (Costacurta *et al.*, *l.c.*; Tomasi *et al.*, 1993). Per questo motivo i valori dell'indice

---

di equilibrio per forme di allevamento contenute e sesti discretamente stretti possono variare tra 2 e 6.

Durante la sperimentazione nell'azienda ospitante, al fine di recuperare uno stato vegetativo compromesso dall'annata estremamente siccitosa del 2003, è stata effettuata una concimazione azotata piuttosto abbondante, pertanto questo intervento sembra abbia avuto un ruolo determinante per le produzioni e la qualità delle uve da noi riscontrate nelle tre varietà. È stato ritenuto opportuno accennare al problema dell'azoto nei vigneti e riportare una breve revisione bibliografica sulla valutazione dell'azoto prontamente assimilabile nei mosti.

L'azoto è l'elemento che, rispetto a tutti gli altri nutrienti che la vite può prelevare dal terreno, maggiormente influenza il vigore e la produzione (Kliewer, 1971; Spayd *et al.*, 1993). Secondo Bavaresco (2005), l'eccessiva concimazione, soprattutto quella azotata, spinge la pianta a costruire molta vegetazione a scapito del deposito di zuccheri e altre componenti nobili nel frutto ed essa diventa inoltre più sensibile alle malattie e meno longeva, da non sottovalutare è inoltre l'implicazione sul microclima dei grappoli (Smart, 1991). In funzione del livello di alimentazione azotata la composizione dell'uva e la qualità dei vini possono venire profondamente modificate (Bell *et al.*, 1979; Delas *et al.*, 1991; Spayd *et al.*, 1994; van Leeuwen *et al.*, 1999). Sono note le relazioni che intercorrono tra contenuto di azoto dei mosti e velocità di completamento delle fermentazioni (Bisson, 1991; Boulton *et al.*, 1995; Ribéreau-Gayon *et al.*, 2003) ma anche con la quantità e la tipologia dei composti volatili prodotti dai lieviti (Henschke e Jiranek, 1991; Bosso, 1996; Jiranek, 1999; Nicolini *et al.*, 2002)

Viene considerato il limite inferiore per una corretta fermentescibilità dei mosti il valore di 130 mg/L di azoto prontamente assimilabile (APA), con valori di 180 mg/L i fabbisogni del vigneto possono considerarsi largamente soddisfatti ed è consigliata la sospensione della concimazione azotata per l'anno successivo (van Leeuwen *et al.*, *l.c.*). Inoltre, per produrre rossi di grande qualità gli stessi Autori riportano che il valore di 130 mg/L può già essere eccessivo.

---

## 9.3 SCOPO

La produzione di uva e la sua qualità sono la sintesi di tutti i processi che avvengono nella pianta e di tutte le influenze esterne che la pianta subisce durante il ciclo vegetativo.

In questa parte del lavoro si è cercato di sintetizzare l'effetto che la forma di allevamento e la tecnica di potatura inducono sulle caratteristiche quantitative e qualitative delle produzioni e come questi fattori vengono espressi nel prodotto finale del processo che è il vino.

È stata inoltre evidenziata l'influenza della forma di allevamento sulla massa dei sarmenti e sull'equilibrio delle piante.

---

## 9.4 MATERIALI E METODI

Le date di vendemmia nei tre anni di prova sono riportate in tabella 9.1.

*Tabella 9.1: date di vendemmia per i tre vitigni nei due anni di studio 2006 e 2007.*

	Vitigno	Data di raccolta
Anno 2006	Pinot grigio	31 agosto (GG 243)
	Merlot	12 settembre (GG 255)
	Cabernet sauvignon	19 settembre (GG 262)
Anno 2007	Pinot grigio	13 agosto (GG 225)
	Merlot	22 agosto (GG 234)
	Cabernet sauvignon	20 settembre (GG 263)

Per ogni tesi sono state vendemmiate 15 piante. È stato contato, per ogni pianta, il numero di grappoli prodotti e pesata la produzione ottenuta, in tal modo è stato ricavato il peso medio del grappolo.

Tre repliche di 20 grappoli per ogni tesi sono state prelevate, spremute con pigiatrice meccanica e nel mosto ottenuto sono stati valutati il contenuto in solidi solubili e l'acidità titolabile secondo le metodologie riportate al capitolo 7.

### 9.4.1 MICROVINIFICAZIONI

Alla vendemmia, per ogni tesi, sono stati raccolti, in cassette, 120 kg di uva e trasportati presso la cantina di Veneto Agricoltura a Conegliano per la trasformazione.

Le uve sono state vinificate secondo una procedura che viene usualmente impiegata presso la struttura di cui si riporta il protocollo dettagliato.

#### Protocollo standard di vinificazione in bianco:

La prima operazione che è stata effettuata immediatamente dopo l'ingresso dell'uva in cantina è stata la diraspapigiatura eseguita con diraspapigiatrice in acciaio inox. Gli acini così diraspati sono stati pressati con una pressatura soffice a membrana con una pressione di 1,2 atm per l'ottenimento di 80 l di mosto di prima spremitura e 10 l di mosto di seconda spremitura.

---

Al mosto di prima spremitura sono stati aggiunti anidride solforosa in quantità variabile dai 3 agli 8 g/hL in relazione all'annata ma anche dello stato sanitario delle uve, ed enzima pectolitico (1 g/hl). Il mosto dopo le aggiunte è stato sottoposto a chiarifica statica a 12°C per 12 ore. Il mosto di seconda spremitura è stato aggiunto di lievito secco attivo (LSA) precedentemente reidratato in quantità pari a 30 g/hL. Al termine della chiarifica il mosto sottoposto a tale procedimento è stato travasato allo scopo di eliminare le fecce grossolane. Il mosto limpido è stato portato gradualmente a temperatura di 16/17 °C ed è stato aggiunto dello "starter" di fermentazione alcolica e 30 g/hL di attivante ammonico con tiamina. A questo punto è iniziata la fermentazione alcolica alla temperatura controllata di 18 °C. La fermentazione alcolica è durata dai 4 ai 10 giorni nelle tre annate ed è sempre avvenuta alla temperatura di 18 °C. Per stabilire la fine della fermentazione alcolica è stato effettuato un controllo degli zuccheri riduttori i quali, quando risultano presenti in quantità inferiore ad 1 g/L, segnano la fine della fermentazione. Al termine della fermentazione alcolica il vino è stato travasato e conservato alla temperatura di 10 °C dopo aggiunta di 2/3 g/hL di anidride solforosa. A questo punto il vino è stato sottoposto a stabilizzazione biologica e chimica a 4 °C per una durata media di 6/8 mesi.

Periodicamente è stato sottoposto a controlli sensoriali e ad eventuali aggiunte di anidride solforosa o  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Al termine del periodo di stabilizzazione è stato eseguito un controllo riguardante la stabilità proteica. Dopo il processo di chiarifica il vino è stato travasato e prefiltrato tramite filtro a cartucce sotto battente di gas inerte con porosità di 10 mm, 5 mm e 3 mm. La filtrazione finale è stata effettuata con filtro a cartucce sotto battente di gas inerte con porosità di 2 mm, 1 mm e 0,65 mm e immediatamente imbottigliato. La durata media del processo di vinificazione è stata stimata in 8 mesi.

#### Protocollo standard di vinificazione in rosso:

La raccolta è stata effettuata manualmente e sono stati raccolti 120 Kg uva subito trasportati in cassetta alla cantina.

L'uva è stata immediatamente sottoposta a diraspapigiatura con diraspapigiatura in acciaio inox. Al pigiato sono stati aggiunti dai 3 ai 10 g/hL di anidride solforosa, lievito secco attivo precedentemente reidratato in quantità di 30 g/hL e 30 g/hL di attivante ammonico con tiamina. A questo punto è iniziata la

---

fermentazione alcolica che è stata condotta ad una temperatura di 28 °C. Giornalmente sono state eseguite 2 follature. La macerazione delle vinacce è stata eseguita per un periodo di durata standard fissata in 8 giorni. Al termine della macerazione delle vinacce il pigiato fermentato è stato pressato tramite pressa a membrana a 0,8 atm di pressione e conservato alla temperatura di 20 °C. È stato eseguito il controllo degli zuccheri riduttori al fine di stabilire la fine della fermentazione alcolica (zuccheri riduttori <0,1 % p/v). A fermentazione alcolica ultimata sono stati inoculati i batteri malolattici. È iniziata quindi la fermentazione malolattica alla temperatura di 20 °C. Al termine della fermentazione malolattica sono stati aggiunti 2-4 g/hL di anidride solforosa. A questo punto il prodotto è stato conservato alla temperatura di 14 °C per un periodo della durata variabile dai 5 agli 8 mesi. Durante tale periodo di conservazione il prodotto è stato sottoposto a controlli sensoriali periodici. Al termine del periodo di stabilizzazione biologica e chimica è stato eseguito un controllo riguardante la stabilità proteica. Terminata la chiarifica il vino è stato travasato e prefiltrato tramite filtro a cartucce sotto battente di gas inerte con porosità di 10 mm, 5 mm e 3 mm. La filtrazione finale è stata eseguita con filtro a cartucce sotto battente di gas inerte con porosità di 2 mm, 1 mm e 0,65 mm e il vino è stato subito imbottigliato.

La durata totale del processo di microvinificazioni in rosso ha una durata che è stata stimata di circa 9-10 mesi.

A circa 2 mesi dall'imbottigliamento i vini sono stati sottoposti ad analisi chimica.

Sono stati analizzati:

- pH misurato con pHmetro (Crison, micropH 2001).
- Titolo alcolometrico volumico (Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea, 1990)
- Acidità totale (Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea, 1990)
- Acidità volatile (Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea, 1990)
- Contenuto in acidi organici malico, tartarico e lattico attraverso analisi in HPLC (Frayne 1986).

---

Le analisi mediante cromatografia liquida ad alta risoluzione (HPLC), sono state effettuate utilizzando un HPLC Waters (1525 binary HPLC pump), con una colonna aminex HPX-87H, 300 X 7,8 mm e un rivelatore spettrofotometrico Waters, modello 2487.

Per la determinazione degli acidi organici i campioni sono stati centrifugati e filtrati su membrana in cellulosa a 0,20 $\mu$ m. Il campione (20  $\mu$ L) è stato iniettato direttamente.

L'eluente, in modalità isocratica (Frayne, *l.c.*), era acido solforico 5 mM, ad un flusso di 0,6 ml/min, con pressione di esercizio inferiore ai 1500 PSI. La temperatura della colonna è stata mantenuta a 65 °C e i picchi sono stati rilevati a 210 nm.

Il tempo totale di una corsa cromatografica è stato di 25 minuti.

Per la determinazione quantitativa sono stati utilizzati degli standard esterni, preparati con concentrazioni note dei diversi acidi organici.

Concordemente con la metodica proposta da Becchetti, (1988) come modifica del metodo ufficiale utilizzato per le conserve vegetali (Fédération Internationale des Producteurs de Jus de Fruits, 1987) del numero di formolo, chiamata anche metodo di Sorensen (Masbneuf e Dubourdieu, 1999) è stato determinato il contenuto di azoto prontamente assimilabile (APA) dei mosti.

Nel mese di novembre dopo aver effettuato l'intervento di potatura invernale, è stata pesata la massa dei sarmenti per ogni pianta di cui era nota la produzione; rapportando la produzione di uva per pianta con il peso del legno di potatura, è stato calcolato l'indice di Ravaz che è un indice di equilibrio vegeto-produttivo.

Sui vini è stata eseguita l'analisi sensoriale. Il profilo sensoriale di ogni vino è stato valutato attraverso un test a punti e i descrittori valutati sono stati diversi per il vino bianco, Pinot grigio e per i due rossi, Cabernet sauvignon e Merlot.

---

## 9.5 RISULTATI

Ne i due anni di prove, per il vitigno **Pinot grigio**, la produzione di uva per ceppo non è risultata statisticamente diversa fra le tre forme di allevamento anche se nel Guyot la produzione nel 2006 è stata inferiore di 0,5 kg rispetto alle altre due forme, mentre nel 2007 si è distinto il CS per una produzione superiore di circa un chilogrammo rispetto alle altre forme. Il numero di grappoli maturato non è stato statisticamente diverso ma è stato tuttavia evidente che il Guyot ha maturato meno grappoli rispetto alle altre due forme recuperando però con il peso medio del grappolo (*Tabella 9.2*).

Nel contenuto di solidi solubili non sono state rilevate differenze significative tuttavia, nel 2006 è risultato più basso nella forma a vegetazione ritombante rispetto alle due forme con vegetazione assurgente. Nell'acidità non è emersa alcuna differenza.

I risultati produttivi, pur non statisticamente differenti, permettono comunque di evidenziare che nel 2006 la forma di allevamento a Guyot, che aveva presentato una chioma meno rigogliosa rispetto alle altre, con una minor superficie fogliare totale che è risultata quasi completamente esposta alla radiazione ed una esposizione completa dei grappoli al sole, ha dato dei buoni risultati qualitativi che sono però in parte anche spiegati da una produzione di uva per pianta leggermente più bassa.

Il contenuto di APA dei mosti alla raccolta è stato elevato, con un valore estremo e pari a 344,4 mg/L riscontrato nella forma CS nel 2006. Tale APA così elevato è stato sicuramente dovuto alla concimazione azotata primaverile, eseguita apportando 200 kg/ha di urea, che risulta eccessivo sia per la corretta fermentescibilità del mosto (valori ottimali sono nell'intorno di 130 mg/L di APA (van Leeuwen *et al, l.c.*)) che per i fabbisogni della pianta. Alla vendemmia, nel 2007, il contenuto di APA dei mosti è stato più basso nella forma CL tuttavia tale contenuto è risultato ancora estremamente elevato in tutte e tre le forme di allevamento.

---

Nei due anni di prova è stato rilevato, mediamente, quanto segue: statisticamente la forma di allevamento non ha influito sulla produzione di uva per ceppo anche se è stata tendenzialmente più abbondante nella forma CS rispetto alle altre.

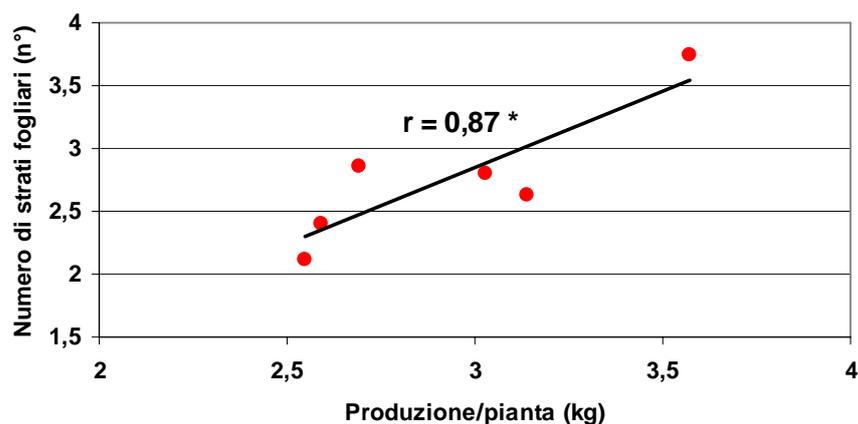
Differenze sono state osservate alla raccolta sul numero di grappoli maturati, imputabili all'elevato numero di germogli sviluppati dalle due forme con capo a frutto corto rispetto al Guyot che ha maturato mediamente circa 10 grappoli in meno.

Il peso medio del grappolo non è stato diverso tra le tesi ma tendenzialmente i grappoli più pesanti sono stati raccolti nella forma G mentre il CL ha prodotto grappoli più piccoli.

In conseguenza di quanto appena osservato è stata rilevato un contenuto di solidi solubili maggiore nelle uve raccolte dalla forma G rispetto alle altre due ma l'acidità non è stata influenzata.

Per quanto riguarda l'effetto annata non è emersa alcuna differenza se non nell'acidità titolabile dei mosti alla raccolta, risultata maggiore nelle uve raccolte nel 2006. Il Pinot grigio ha avuto un comportamento stabile nei due anni, anche se questi sono stati piuttosto diversi soprattutto per quanto riguarda la primavera che nel 2007 è stato molto calda ed infatti le fasi fenologiche in questo anno sono state anticipate rispetto al precedente.

Per il vitigno Pinot grigio, nei due anni di sperimentazione, la produzione di uva per pianta è risultata positivamente correlata con il numero di strati fogliari rilevato all'invaiaatura secondo il metodo del "point quadrat" (*Figura 9.1*). Questo appare del tutto logico poiché la produzione è legata al numero di germogli per pianta i quali determinano il numero di strati fogliari di cui si compone una chioma.



**Figura 9.1:** Correlazione tra la produzione di uva per pianta ed il numero di strati fogliari nel vitigno Pinot grigio per il biennio 2006-2007.

\* = significativo per  $P \leq 0,05$

A seguito delle potature effettuate nel biennio, nel Pinot grigio la media biennale del peso dei sarmenti non è risultata diversa nelle tre forme di allevamento, tuttavia è stato notato che nel 2006 esso è stato alquanto variabile tra le tesi (*Tabella 9.2*). La forma di allevamento G ha prodotto una quantità di legno doppia rispetto al CL, dovuta non tanto al peso dei germogli dell'anno quanto piuttosto a quello del capo a frutto lasciato con la potatura invernale che nel corso della stagione vegetativa si è alquanto sviluppato raggiungendo a fine ciclo dimensioni ragguardevoli. Tali risultati concordano con quanto già osservato con i precedenti rilievi di superficie fogliare e ripartizione degli assimilati (cap 5). L'indice di Ravaz è risultato molto diverso tra i sistemi di conduzione nei due anni. Nel 2006 è stato notato che la forma CL, la quale presentava un peso dei tralci minore rispetto alle altre, ha presentato un indice di Ravaz compatibile con i valori che la bibliografia considera equilibrati (Bertamini, *l.c.*), un indice più basso è stato invece osservato nelle altre due forme di allevamento. Nel 2007 detto indice, invece, è stato maggiore nella forma CS pur indicando un equilibrio tra produzione e quantità di legno prodotto in tutte le forme di allevamento.

I risultati medi del biennio hanno mostrato una maggior massa di sarmenti nella forma G che però ha anche sviluppato un numero di germogli molto più basso rispetto alle altre due forme. Il maggior peso rilevato in questa forma è

---

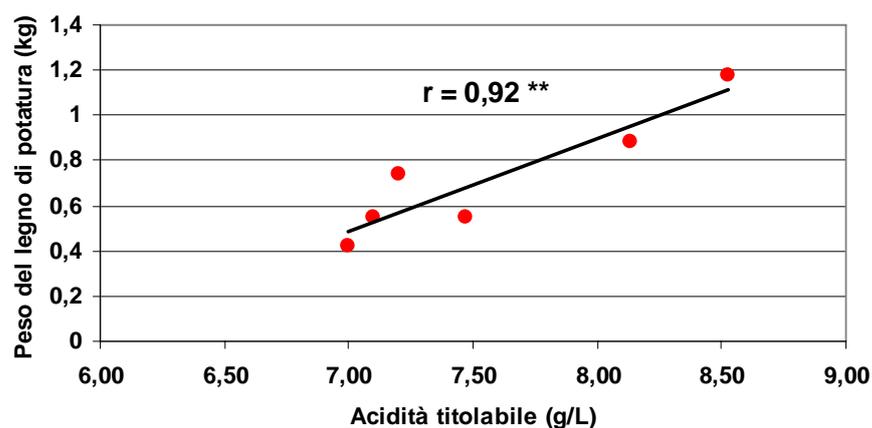
dovuto quindi al peso del capo a frutto che è risultato molto vigoroso, come già detto in precedenza.

L'indice di Ravaz nel Guyot ha presentato un valore più basso rispetto alle altre due forme e ciò potrebbe indicare un metabolismo più favorevole alla vegetazione piuttosto che alla produzione. Tale risultato è vero solo in parte poiché l'eccesso di vegetazione è dovuto ad un eccesso di vigore del capo a frutto rinnovabile e non dei germogli fruttiferi ed infatti non trova riscontro nei dati produttivi che sono stati più favorevoli alla qualità nel Guyot.

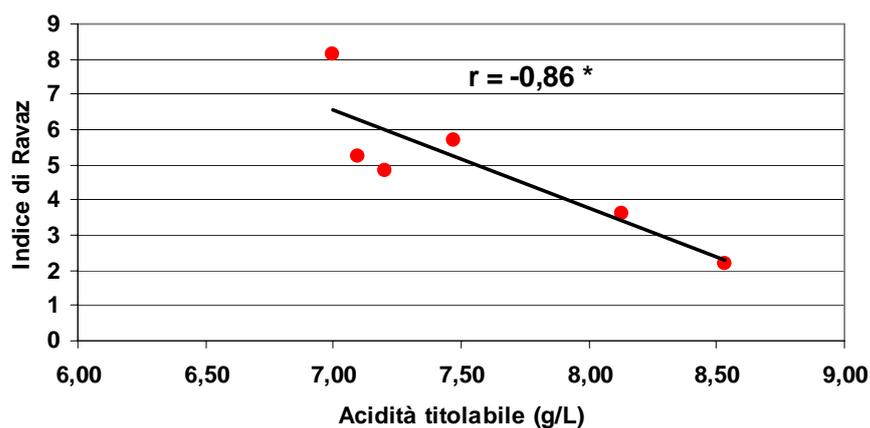
Nei due anni di prova, il 2006 è stato quello in cui le piante hanno accumulato maggiormente in legno di riserva ma ciò ancora una volta dovuto alla spinta vegetativa indotta dalla concimazione eseguita, proprio nel 2006. Per questo motivo anche l'indice di Ravaz è risultato spostato a favore della vegetazione nel 2006 mentre per il 2007 è stato indicativo di un buon equilibrio.

È risultata inoltre statisticamente significativa l'interazione tra anno e forma di allevamento per quanto riguarda l'indice di Ravaz, per l'effetto degli indici più alti osservati nel 2007 sia per il CS ma soprattutto per il G. Il CL è stato il sistema che ha mostrato un comportamento più stabile negli anni.

Gli elevati pesi del legno riscontrati, nonché i bassi indici di Ravaz, calcolati sono risultati correlati il primo positivamente ed il secondo negativamente con l'acidità titolabile delle uve alla raccolta (*Figure 9.2 e 9.3*). All'aumentare del peso del legno e quindi del vigore vegetativo, nel Pinot grigio, aumenta il contenuto acidico delle uve, allo stesso modo, ad indici di Ravaz più bassi aumenta l'acidità, questo significa che per avere uve con caratteristiche qualitative buone e con una acidità nella norma è importante mantenere piante equilibrate e favorire l'illuminazione dei grappoli.



**Figura 9.2:** Correlazione tra l'acidità titolabile delle uve e il peso del legno di potatura nel vitigno Pinot grigio per il biennio 2006-2007.  
 \*\* = significativo per  $P \leq 0,01$



**Figura 9.3:** Correlazione tra l'acidità titolabile delle uve e l'indice di Ravaz nel vitigno Pinot grigio per il biennio 2006-2007.  
 \* = significativo per  $P \leq 0,05$

**Tabella 9.2:** Produzione per pianta e ad ettaro, numero di grappoli per pianta, peso medio dei grappoli, parametri qualitativi del mosto rilevati alla vendemmia, peso del legno di potatura ed indice di Ravaz rilevati nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Clayot (G), nel Pinot grigio nei due anni 2006 e 2007. <sup>a</sup> = media degli anni nelle forme di allevamento; <sup>b</sup> = media delle forme di allevamento nei due anni.

	Produzione/pianta (kg)	Produzione/ha (t)	Grappoli/pianta (n°)	Peso medio grappolo (g)	Soliti di solutali (°Brix)	Acidità titolabile (g/L)	APA	Peso legno (kg)	Indice di Ravaz
<sup>a</sup> CL	2,9		27 a	113,5	18,0 b	7,3		0,54 b	5,5 ab
<sup>a</sup> CS	3,3		28 a	123,0	18,7 b	7,6		0,65 b	5,9 a
<sup>a</sup> G	2,6		19 b	132,0	19,2 a	7,9		0,96 a	3,55 b
	n.s.			n.s.		n.s.			
<sup>b</sup> 2006	2,9		24	125	18,5	8,0 a		0,87 a	3,8 b
<sup>b</sup> 2007	3,0		25	121	18,8	7,1 b		0,56 b	6,1 a
	n.s.		n.s.	n.s.	n.s.				
<b>Forma di allevamento x anno</b>	n.s.		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.		n.s.	*
CL	3,0	15,7	27	122	17,55	7,5	291,2	0,55	5,7 ab
CS	3,0	15,2	25	126	18,85	8,1	344,4	0,88	3,6 b
G	2,6	12,8	20	126	19,00	8,5	285,6	1,18	2,2 c
CL	2,7	13,5	27	105	18,38	7,1	271,6	0,52	5,2 ab
CS	3,6	18	31	120	18,53	7,0	313,6	0,42	8,1 a
G	2,6	13	18	138	19,4	7,2	319	0,74	4,9 ab
	n.s.		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.		n.s.	

*Valori seguiti da lettere diverse nell'ambito di una colonna differiscono per P < 0,05 (Test di Newman-Keuls).*

*n.s. = non significativo*

*\* = interazione significativa per P < 0,05*

---

Nel vitigno **Merlot** la produzione di uva per ceppo è stata molto contenuta nel 2006 nella forma di allevamento G, questo in seguito al numero di grappoli ridotto dovuto al basso numero di germogli presenti nelle viti (5 nel G contro i 13 germogli del CL ed i 16 del CS) (*Tabella 9.3*). Il numero di grappoli raccolti da ogni pianta è stato così molto più basso nella forma G in entrambi gli anni, ma con un valore pari a 7 nel 2006. A questo limitato numero di grappoli è corrisposto un loro maggiore peso di lieve entità nel 2006 ma significativo nel 2007. Alle minori produzioni del G non sono corrisposte differenze statisticamente significative nei parametri qualitativi anche se vi è una netta tendenza del G a dare più zuccheri. Il CS nel 2007 ha ottenuto un valore di zuccheri nettamente più basso.

Nessuna differenza è stata invece notata nell'acidità titolabile.

Il risultato così deludente in termini di solidi solubili riscontrato nella forma CS sembra legato all'eccesso produttivo che ha superato il punto di rottura infatti la produzione ha superato le 20 t/ha e questo spiega le scadenti caratteristiche qualitative delle uve.

È interessante osservare i valori di APA misurati nei mosti alla raccolta che sono stati rappresentativi, anche in questo caso, dell'eccesso di concimazione azotata apportata nel vigneto.

L'annata ha influito sulla produzione di uva per ceppo ma per questo parametro è risultata significativa anche l'interazione forma di "allevamento x anno" dovuta alla scarsa produzione ottenuta dal Guyot nel 2006. Differenze sono state osservate anche nel numero di grappoli prodotti da ogni ceppo, anche questo parametro, che è risultato minore nel 2006, è stato influenzato dalla scarsa quantità di grappoli maturata dal Guyot in quell'anno. Il peso medio del grappolo non è variato nei due anni. L'anno non ha influito sui parametri qualitativi alla raccolta ma è risultata significativa l'interazione anno x forma di allevamento sia per il contenuto di solidi solubili che per l'acidità titolabile. L'interazione è spiegata dal comportamento del CS che nel 2006 aveva presentato un contenuto zuccherino medio mentre nel 2007 è stato molto basso, le altre due forme invece sono state piuttosto stabili nei due anni. Anche l'acidità è risultata diversa nel CS nei due anni ma lo stesso è avvenuto nel G, l'unica forma che ha mantenuto una acidità alla raccolta simile nei due anni è stata il CL.

---

La massa dei sarmenti pesata alla potatura non è risultata diversa tra i sistemi di allevamento. Questo indica che la forma G, nel 2006 pur portando solo 5 germogli contro i 13 del CL ed i 16 del CS, ha comunque accumulato la stessa quantità di legno formando un capo a frutto molto vigoroso. L'indice di Ravaz calcolato è risultato diverso tra le annate, in particolare è risultato più basso nel 2006 rispetto al 2007.

Tra le forme di allevamento non sono state riscontrate differenze nel peso di potatura medio del biennio, mentre una certa variabilità è stata notata per quanto riguarda l'indice di Ravaz. Detto indice è risultato maggiore e con valori uguali nelle due forme con potatura a sperone e molto più basso nel Guyot, dove è stato favorito l'aspetto vegetativo piuttosto che la produzione. Tale risultato è dovuto, in parte, all'eccessiva concimazione che, nelle altre due forme è stata ripartita su un numero di germogli per pianta maggiore e su germogli molto vigorosi ma nel Guyot, poiché ha sviluppato pochi germogli (problema delle gemme cieche), la spinta della concimazione è stata accumulata in strutture di riserva perenni. Nelle due forme con capo a frutto costituito dallo sperone il vigore vegetativo è stato in parte attenuato da un buon carico produttivo mentre il G, avendo prodotto poco, è risultato in un equilibrio vegeto-produttivo decisamente favorevole alla vegetazione piuttosto che alla produzione.

L'anno è stato determinante nell'esprimere le differenze, il 2006 è stato infatti caratterizzato da estremo vigore delle piante che è stato estrinsecato in un elevato peso del legno di potatura e pertanto, pur essendo buona la produzione di uva per pianta l'indice di equilibrio elaborato è risultato basso. Nel 2007 invece, il peso del legno di potatura non è stato molto elevato mentre elevata era stata la produzione media di uva per pianta e ciò spiega il buon indice di Ravaz calcolato.

**Tabella 9.3:** Produzione per pianta e ad ettaro, numero di grappoli per pianta, peso medio dei grappoli, parametri qualitativi del mosto rilevati alla vendemmia, peso del legno di potatura ed indice di Rawaz rilevati nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G), nel Merlot nei due anni 2006 e 2007. <sup>a</sup> = media degli anni nelle forme di allevamento; <sup>b</sup> = media delle forme di allevamento nei due anni.

	Produzione/pianta (kg)	Produzione /ha (t)	Grappoli/pianta (n°)	Peso medio grappolo (g)	Solidi solubili (°Brix)	Acidità titolabile (g/L)	APA	Peso legno (kg)	Indice di Rawaz
<sup>a</sup> CL	3,7 a		26 a	141 b	19,0 b	6,7		0,77	5,1 a
<sup>a</sup> CS	4,0 a		29 a	143 b	18,5 b	7,0		0,85	4,9 a
<sup>a</sup> G	2,4 b		12 b	190 a	19,8 a	6,9		0,76	3,4 b
						n.s.		n.s.	
<sup>b</sup> 2006	2,9 b		20 b	150	19,4	6,9		0,95 a	3,0 b
<sup>b</sup> 2007	3,8 a		25 a	166	18,9	6,8		0,63 b	5,9 a
						n.s.			
<b>Forma di allevamento x anno</b>	*				*	*			
CL	3,6 a	17,9	25 a	142 b	18,87 a	6,7	378	0,93	3,9 b
CS	3,8 a	18,8	27 a	143 b	19,3 a	6,7	436,8	0,99	3,8 b
G	1,2 b	6,2	7 c	165 b	19,9 a	7,3	403,2	0,93	1,4 b
CL	3,7 a	18,7	26 a	140 b	19,13 a	6,7	358,4	0,61	6,2 a
CS	4,2 a	21,1	31 a	143 b	17,7 b	7,3	425,6	0,71	6,0 a
G	3,5 a	17,4	17 b	214 a	19,73 a	6,4	352,8	0,58	5,4 a
						n.s.		n.s.	

*Valori seguiti da lettere diverse nell'ambito di una colonna differiscono per P < 0,05 (Test di Newman-Keuls).*

*n.s. = non significativo*

*\* = interazione significativa per P < 0,05*

---

Le produzioni di uva per pianta ottenute nel vitigno **Cabernet sauvignon** sono risultate differenti tra le tre forme di allevamento (*Tabella 9.4*). Nel Guyot la produzione è stata nettamente inferiore, quasi metà, rispetto alle altre due forme, in entrambi gli anni e questo è da attribuirsi al minor numero di gemme e conseguentemente di grappoli presenti. Nel 2006 inoltre le due forme con capo a frutto corto hanno prodotto maggiormente rispetto al 2007 in cui i valori per gli stessi due sistemi sono stati intermedi.

Nel CS e CL, nel 2006 è stato rilevato il numero di grappoli maggiore, dovuto alla presenza di germogli doppi. I pesi medi dei grappoli sono risultati diversi fra le tesi passando da quelli più pesanti del G a quelli più leggeri del CL.

Alcune differenze sono state osservate per il contenuto di solidi solubili che è stato maggiore nel G nel 2007 e minore nelle due forme speronate nel 2006. L'acidità titolabile è stata più alta nel 2006 rispetto al 2007.

Il contenuto di APA dei mosti è risultato notevolmente inferiore nel 2007 rispetto al 2006. L'ottimo sviluppo vegetativo riscontrato in entrambi gli anni ha permesso, nella seconda annata, di esaurire il consistente apporto di azoto dato con la concimazione primaverile del 2006 portando l'APA dei mosti nel 2007 a livelli da considerare quasi normali.

Per quanto riguarda i due anni di prove, il 2006 è stato mediamente più produttivo rispetto al 2007 ed è risultata significativa anche l'interazione forma di allevamento per anno, dovuta ad una generalizzata minor produzione ma più evidente nella forma CS rispetto alle altre. Il numero di grappoli per pianta è stato maggiore nel 2006 e questo spiega in parte anche la maggior produzione mentre minore, nello stesso anno, è stato il peso medio dei grappoli. Per entrambi i parametri appena discussi è risultata significativa l'interazione forma di allevamento per anno per effetto della forma CS che ha maturato molti meno grappoli nel 2007 rispetto al 2006 mentre nelle altre due forme la differenza tra gli anni è stata minore. Per quel che riguarda il peso dei grappoli è stato il G a presentare le variazioni maggiori nei due anni.

Il maggior contenuto di solidi solubili è stato osservato nel 2007 e per lo stesso anno sono state osservate le acidità minori.

Per quanto riguarda il peso dei sarmenti, è stato osservato un maggior peso nel G nel 2007 seguito dal peso del CS nello stesso anno, le altre forme nei due

---

anni hanno presentato pesi inferiori e simili. Il peso così elevato del G è imputabile, in particolare, ad un eccessivo sviluppo del capo a frutto come è stato notato anche visivamente.

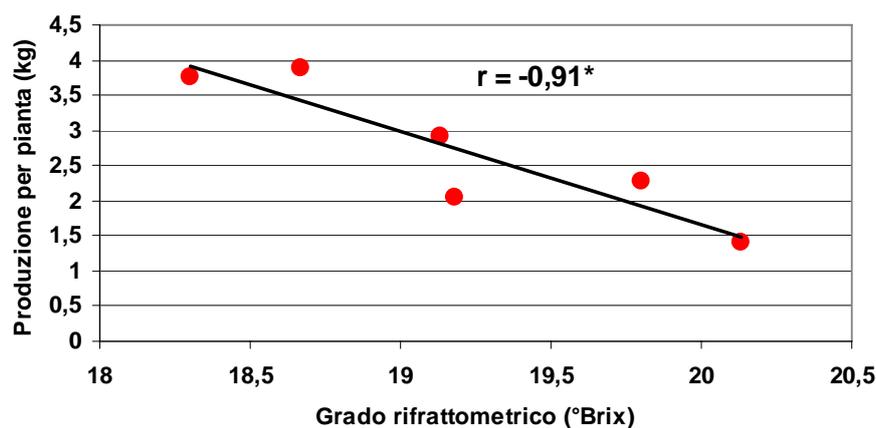
Il rapporto tra la quantità di uva prodotta e il peso del legno (indice di Ravaz) è risultato molto diverso, il valore più elevato è stato ottenuto nel CS nel 2006 mentre si è distinto il G nel 2007 per un valore estremamente basso rispetto agli altri.

Le marcate differenze di comportamento nei due anni sono sfociate in una media del biennio che ha visto una massa di sarmenti maggiore nel Guyot con 1,52 kg, più basso nel CS con 1,18 kg e nel CL con un valore di 1,08 kg.

L'indice di Ravaz è risultato estremamente influenzato dalla forma di allevamento in particolare si è distinto il G rispetto al CL e CS per un indice più basso dovuto alla minor produzione di questa forma nei due anni ma anche al maggior peso dei sarmenti.

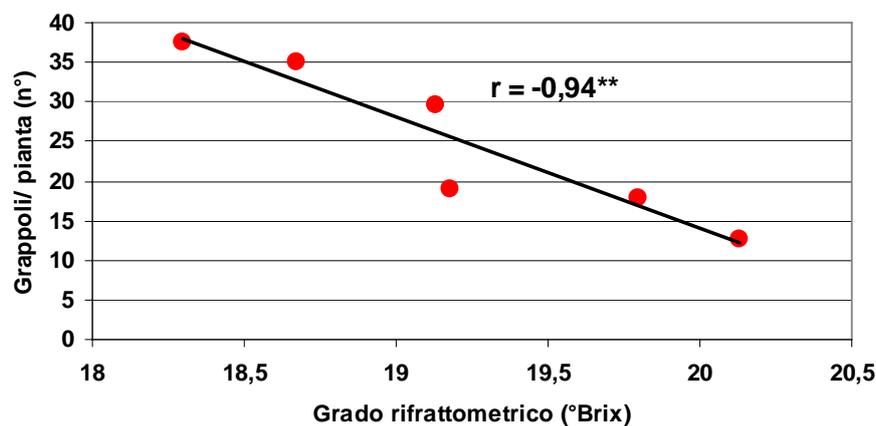
I due anni sono risultati diversi ed evidente è risultata l'interazione tra anno e forma di allevamento poiché le forme CS e G hanno presentato pesi del legno molto più elevati nel 2007 rispetto al 2006 mentre una situazione contraria è stata osservata per il CL. Allo stesso modo altamente significativa è stata anche la stessa interazione per l'indice di Ravaz.

Per questo vitigno è risultata significativa la correlazione, negativa, tra il contenuto di solidi solubili delle uve alla raccolta e la produzione ( $r = -0,91$ ) (*Figura 9.4*), allo stesso modo il contenuto zuccherino è risultato negativamente influenzato dal numero di grappoli per pianta ( $r = -0,94$ ) (*Figura 9.5*). Queste correlazioni confermano che ad aumenti di produzioni corrispondono scadimenti qualitativi delle uve e risulta inoltre particolarmente vera e provata per la forma CS.



**Figura 9.4:** Correlazione tra il grado rifrattometrico delle uve alla vendemmia e la produzione di uva per pianta nel vitigno Cabernet sauvignon per il biennio 2006-2007.

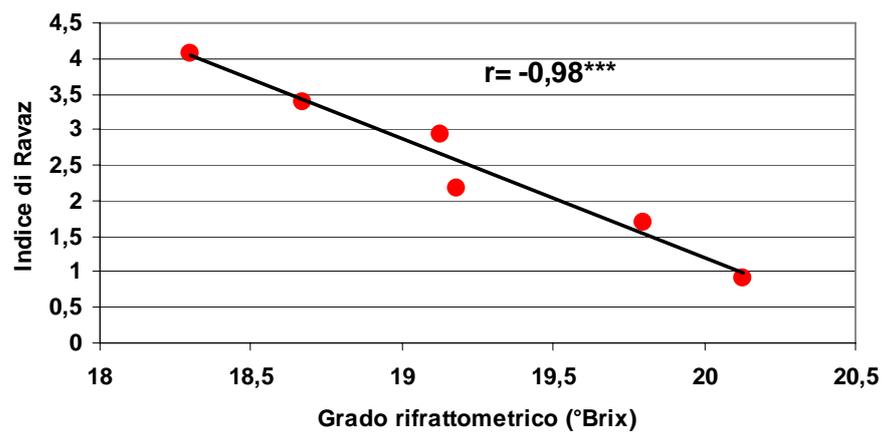
\* = significativo per  $P \leq 0,05$



**Figura 9.5:** Correlazione tra il grado rifrattometrico delle uve alla vendemmia ed il numero di grappoli per pianta nel vitigno Cabernet sauvignon per il biennio 2006-2007.

\*\* = significativo per  $P \leq 0,01$

Il grado rifrattometrico delle uve alla raccolta è stato fortemente influenzato, in modo negativo, dall'indice di Ravaz. La correlazione tra i due parametri è risultata negativa, con un r di  $-0,98$ , altamente significativo, pertanto indice di piante squilibrate, in accordo con l'indice di Ravaz, e comportando anche parametri qualitativi alla raccolta scadenti (Figura 9.6).



**Figura 9.6:** *Correlazione tra il grado rifrattometrico delle uve alla raccolta e l'indice di Ravaz nel vitigno Cabernet sauvignon per il biennio 2006-2007.*  
\*\*\* = significativo per  $P \leq 0,001$

**Tabella 9.4.** Produzione per pianta e ad ettaro, numero di grappoli per pianta, peso medio dei grappoli, parametri qualitativi del mosto rilevati alla vendemmia, peso del legno ed indice di Ravaz rilevati nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G), nel Cabernet sauvignon nei due anni 2006 e 2007. *a* = media degli anni nelle forme di allevamento; *b* = media delle forme di allevamento nei due anni.

	Produzione/pianta (kg)	Produzione/ha (t)	Grappoli/pianta (n°)	Peso medio grappolo (g)	Soliti solubili ("Brix)	Acidità titolabile (g/L)	APA	Peso legno (kg)	Indice di Ravaz
<sup>a</sup> CL	3,4 a		33 a	106 b	18,9	7,7		1,08 b	3,2 a
<sup>a</sup> CS	3,1 a		28 a	116 ab	19,05	8,6		1,18 b	2,9 a
<sup>a</sup> G	1,9 b		16 b	125 a	19,66	8,3		1,52 a	1,6 b
					n.s.	n.s.			
<sup>b</sup> 2006	3,2 a		31 a	108 b	18,7 b	9,5 a		1,03 b	3,2 a
<sup>b</sup> 2007	2,3 b		20 b	123 a	19,7 a	6,9 b		1,49 a	1,8 b
Forma di allevamento x anno	*		**	***				*	***
2006 CL	3,9 a	19,5	35 ab	113 bc	18,67 b	8,6 a	322	1,15 bc	3,4 b
2006 CS	3,8 a	18,9	38 a	104 c	18,30 b	10,2 a	467,6	0,97 c	4,1 a
2006 G	2 c	10,3	19 c	106 c	19,18 ab	9,6 a	403,2	0,97 c	2,2 bc
2007 CL	2,9 b	14,6	30 b	98 c	19,13 ab	6,7 b	179,2	1,02 c	2,9 bc
2007 CS	2,3 bc	11,4	18 c	128 ab	19,80 ab	6,9 b	184,8	1,38 b	1,7 c
2007 G	1,8 c	9,1	13 c	143 a	20,13 a	7,0 b	212,8	2,07 a	0,9 d

Valori seguiti da lettere diverse nell'ambito di una colonna differiscono per  $P < 0,05$  (Test di Newman-Keuls).

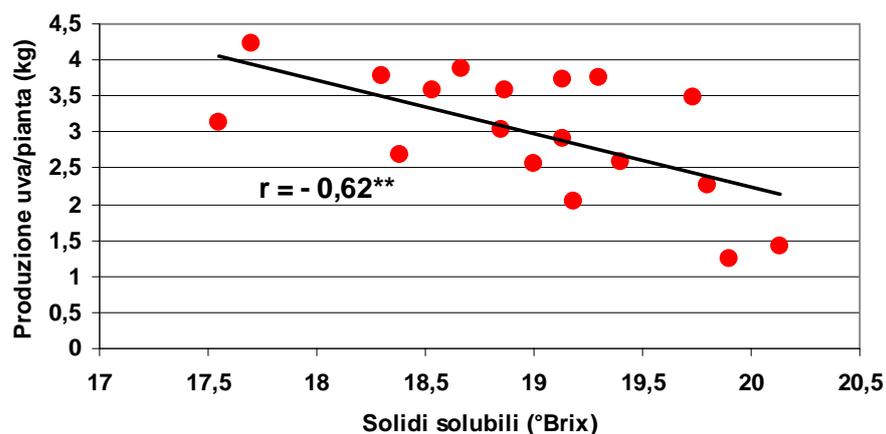
n.s. = non significativo

\* = interazione significativa per  $P < 0,05$

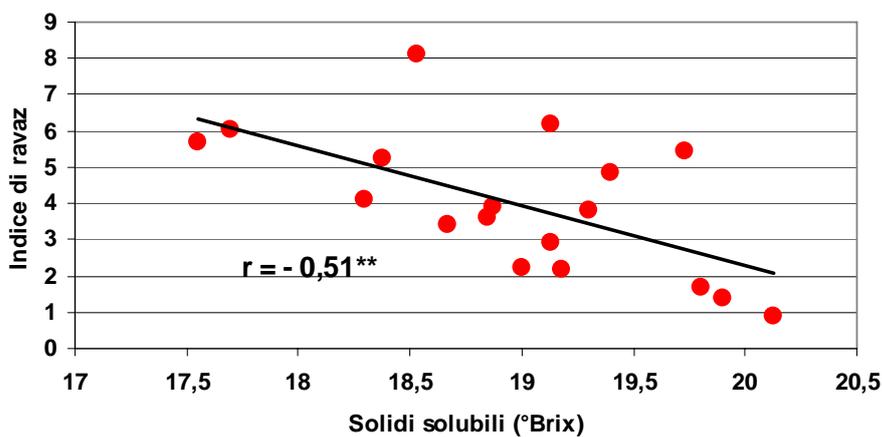
\*\* = interazione significativa per  $P < 0,01$

\*\*\* = interazione significativa per  $P < 0,001$

Dalla media dei dati dei due anni sono emerse alcune importanti correlazioni. Innanzitutto è risultata altamente significativa la correlazione, negativa, esistente tra produzione di uva per pianta e grado rifrattometrico delle uve alla raccolta (Figura 9.7), che evidenzia ancora una volta l'importanza di avere piante equilibrate. A tal riguardo infatti il contenuto zuccherino è risultato anche altamente e negativamente correlato,  $r = -0,51$ , con l'indice di equilibrio vegeto-produttivo di Ravaz (Figura 9.8).

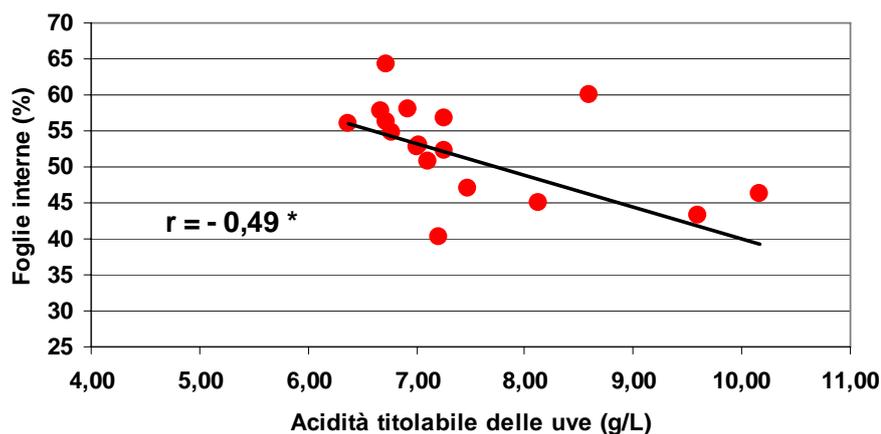


**Figura 9.7:** Correlazione tra il contenuto di solidi solubili delle uve alla raccolta e la produzione di uva per pianta.  
\*\*\* = significativo per  $P \leq 0,01$



**Figura 9.8:** Correlazione tra il contenuto di solidi solubili delle uve alla raccolta e l'indice di Ravaz.  
\*\* = significativo per  $P \leq 0,01$

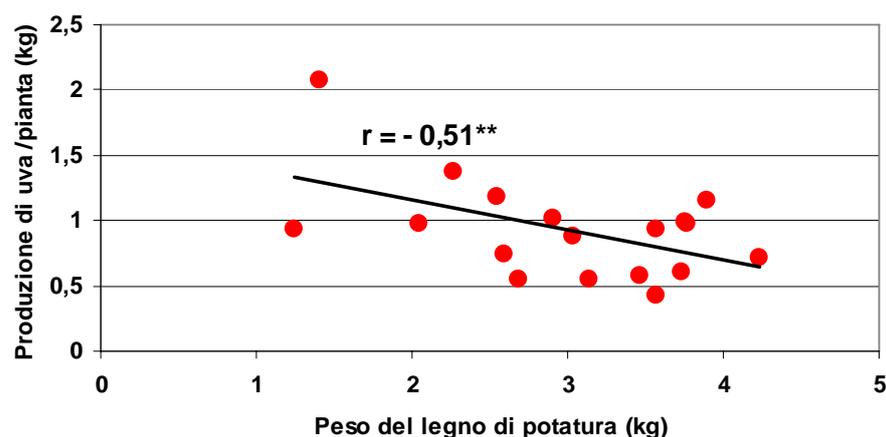
L'acidità titolabile delle uve è risultata negativamente correlata con la percentuale di foglie interne rilevate secondo il "point quadrat", pertanto all'aumentare della fogliosità delle chiome diminuisce l'acidità delle uve poiché le foglie poco illuminate, avendo una scarsa produzione propria di metaboliti, usano per il loro mantenimento i metaboliti prodotti dalle altre foglie, più illuminate (Figura 9.9).



**Figura 9.9:** Correlazione tra l'acidità titolabile delle uve alla raccolta e la percentuale di foglie interne rilevata secondo il metodo del "point quadrat".

\* = significativo per  $P \leq 0,05$

La produzione di uva per pianta invece ha presentato una correlazione negativa con il peso del legno, gli eccessi di peso del legno, espressione di un vigore eccessivo delle piante penalizzano la produzione a vantaggio dell'accumulo in strutture di riserva (Figura 9.10). Ancora una volta si evidenziano quindi il netto antagonismo e gli evidenti squilibri creati da pareti vegetative troppo rigogliose.



**Figura 9.10:** Correlazione tra il peso del legno di potatura e la produzione di uva per pianta.

\*\* = significativo per  $P \leq 0,01$

Nonostante gli eccessi vegetativi riscontrati nelle piante sono stati comunque calcolati i rapporti foglie/frutti per le diverse tesi nei due anni.

Sono stati calcolati in particolare il rapporto tra superficie fogliare totale stimata all'invasatura e la produzione di uva per ceppo ed il rapporto tra la superficie fogliare esposta all'invasatura e la produzione.

Considerando che diversi Autori indicano come rapporto ottimale tra le due variabili succitate valori prossimi all'1 ovvero  $1\text{m}^2$  di superficie fogliare elaborante per ogni chilogrammo di uva prodotta (Smart *et al.*, *l.c.*; Bertamini *et al.*, *l.c.*), in questo lavoro è stato osservato che l'unica varietà che si approssima, pur superandoli, a questi valori è il Pinot grigio (Tabella 9.5). Ciò può spiegare la stabilità di comportamento valutata nei due anni che può essere dovuta ad un buon equilibrio vegeto-produttivo raggiunto da questa varietà. Nello specifico inoltre, il Guyot, in entrambi gli anni ed anche il CS nel 2007, hanno ottenuto i più bassi valori del rapporto superficie fogliare totale e produzione ed i più alti per quello superficie fogliare esposta/produzione. Questo può pertanto spiegare i migliori risultati qualitativi ottenuti proprio in corrispondenza dei rapporti più favorevoli, ovvero più vicini a quello considerato ottimale.

Per quanto riguarda invece il vitigno Merlot, il rapporto SFT/Produzione è stato vicino ad un valore da considerarsi buono solo nel CL nel 2006, per gli altri sistemi, in entrambi gli anni, i rapporti si sono scostati notevolmente dai valori considerati ottimali raggiungendo anche un valore pari a 5,34 nel G nel 2007.

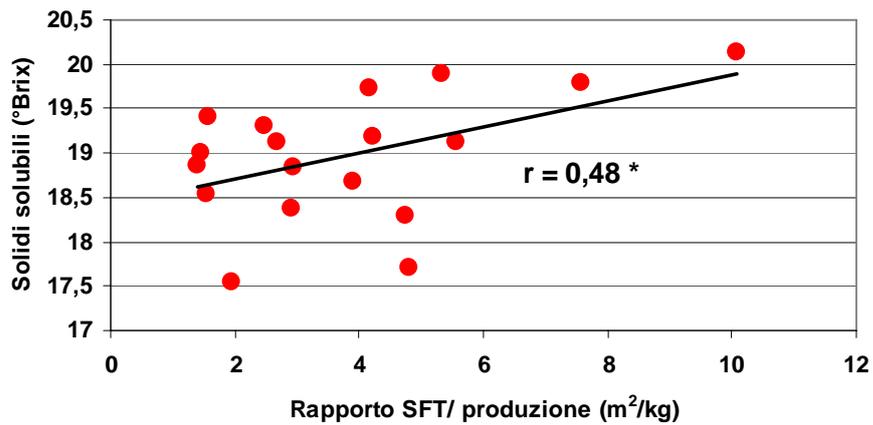
Tuttavia il Guyot ha mostrato i più alti rapporti SFE/produzione in entrambi gli anni, ma in questa varietà i risultati qualitativi, intesi soprattutto come concentrazione di solidi solubili, non sono variati tra le tesi se non per un valore molto basso riscontrato nel CS nel 2007.

Il Cabernet sauvignon ha mostrato i valori più alti per il primo rapporto considerato che è stato pari a 10,09 nel Guyot nel 2006 a dimostrazione dell'eccesso di vegetazione rispetto alla quantità di uva prodotta. Visti gli eccessi stimati in tutte le piante, tali rapporti non hanno influito sulla qualità dell'uva.

*Tabella 9.5: rapporti tra la superficie fogliare totale stimata per pianta all'invasatura e la produzione e la superficie fogliare esposta stimata all'invasatura e la produzione nelle tre varietà Pinot grigio, Merlot e Cabernet sauvignon, nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G), nei due anni 2006 e 2007.*

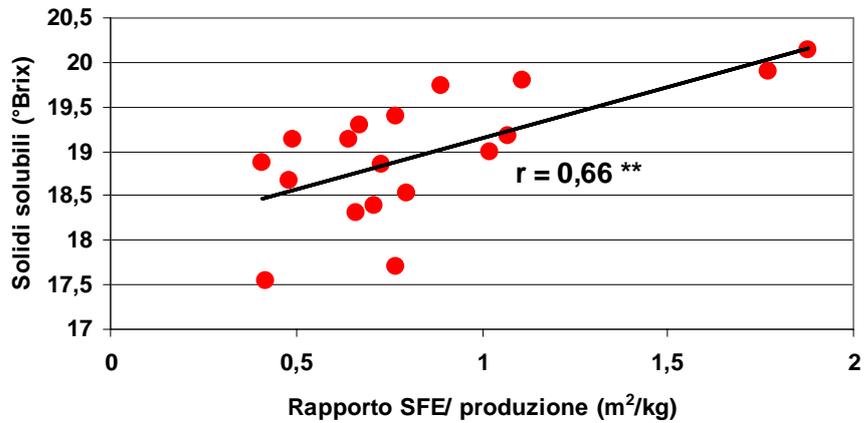
		Rapporto SFT/produzione (m <sup>2</sup> /kg)			Rapporto SFE/produzione (m <sup>2</sup> /kg)		
		CL	CS	G	CL	CS	G
<b>Pinot</b>	<b>2006</b>	1,95	2,94	1,45	0,42	0,73	1,02
<b>grigio</b>	<b>2007</b>	2,90	1,54	1,58	0,71	0,8	0,77
<b>Merlot</b>	<b>2006</b>	1,39	2,47	5,34	0,41	0,67	1,77
	<b>2007</b>	2,69	4,8	4,16	0,49	0,77	0,89
<b>Cabernet</b>	<b>2006</b>	3,89	4,76	4,22	0,48	0,66	1,07
<b>sauvignon</b>	<b>2007</b>	5,55	7,58	10,09	0,64	1,11	1,88

I rapporti calcolati sono risultati correlati con i più importanti parametri che descrivono l'equilibrio della pianta e le caratteristiche della produzione, in particolare sono state riscontrate buone correlazioni con il contenuto di solidi solubili delle uve alla vendemmia (*Figure 9.11 e 9.12*), con il peso del legno di potatura (*Figure 9.13 e 9.14*) e con l'indice di Ravaz (*Figure 9.15 e 9.16*).



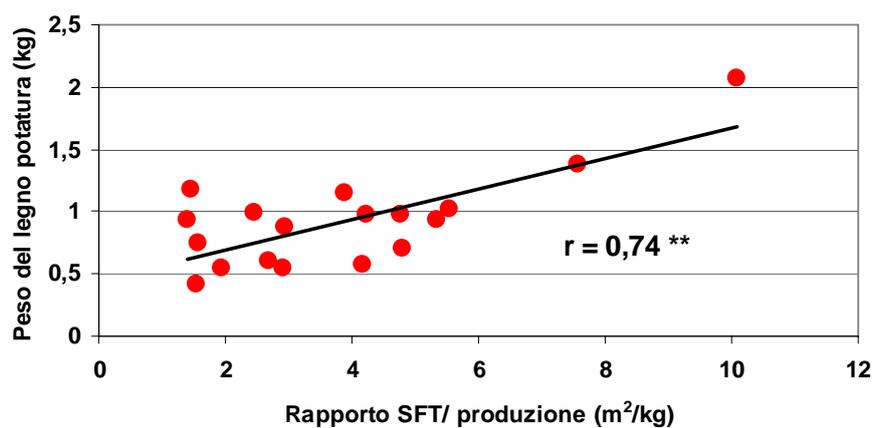
**Figura 9.11:** Correlazione tra il rapporto SFT/ produzione e il contenuto di solidi solubili delle uve alla vendemmia.

\* = significativo per  $P \leq 0,05$



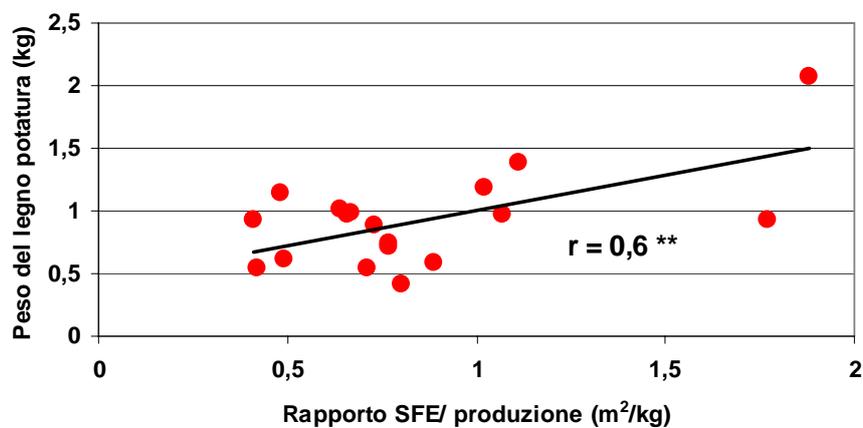
**Figura 9.12:** Correlazione tra il rapporto SFE/ produzione e il contenuto di solidi solubili delle uve alla vendemmia.

\*\* = significativo per  $P \leq 0,01$



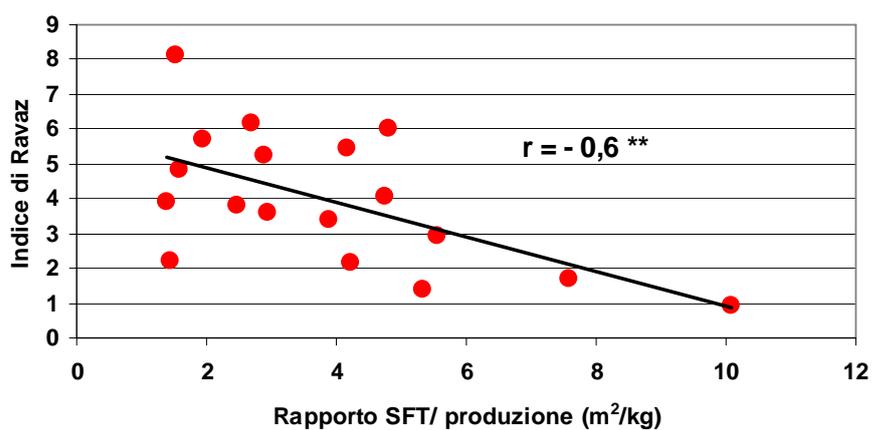
*Figura 9.13: Correlazione tra ilrapporto SFT/ produzione e il peso del legno di potatura.*

**\*\* = significativo per  $P \leq 0,01$**



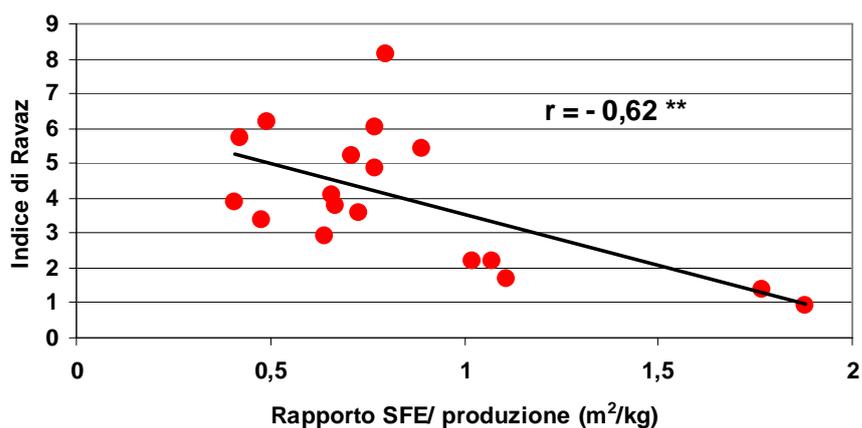
*Figura 9.14: Correlazione tra ilrapporto SFE/ produzione e il peso del legno di potatura.*

**\*\* = significativo per  $P \leq 0,01$**



**Figura 9.15:** Correlazione tra il rapporto SFT/ produzione e l'indice di Ravaz.

\*\* = significativo per  $P \leq 0,01$



**Figura 9.16:** Correlazione tra il rapporto SFE/ produzione e il contenuto di solidi solubili delle uve alla vendemmia.

\*\* = significativo per  $P \leq 0,01$

---

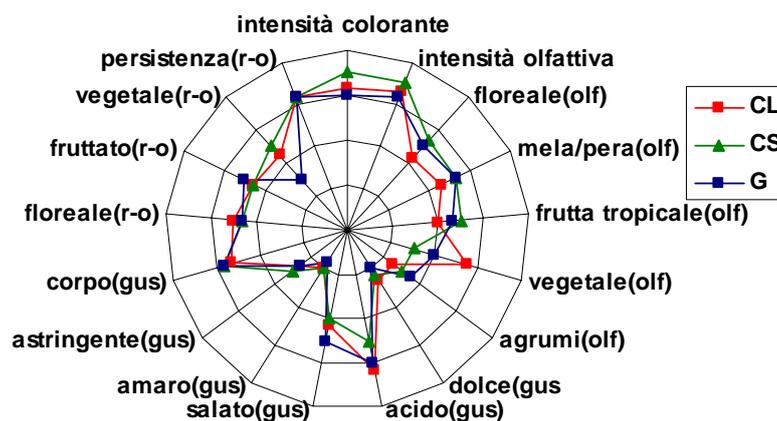
## 9.5.1 VINI

A seguito delle microvinificazioni eseguite con le uve provenienti dai tre sistemi di allevamento, l'analisi chimica dei vini ottenuti dalla vendemmia 2006 ha concordato con le caratteristiche dei mosti alla raccolta infatti il vino ottenuto dalla forma a Guyot ha presentato un tenore alcolico leggermente più elevato, intermedio è stato quello del CS ed inferiore è risultato nel CL (*Tabella 9.6*). Anche l'acidità titolabile ha rispecchiato quanto già osservato nei mosti ovvero minime differenze tra le tesi e lo stesso si può dire per il pH. I due acidi organici malico e tartarico, hanno contribuito in maniera uguale all'acidità totale dei vini e non sono state rilevate differenze tra le forme di allevamento.

*Tabella 9.5: contenuto alcolico, pH, acidità titolabile e volatile e contenuto degli acidi organici malico e tartarico nei vini ottenuti dalle uve del vitigno Pinot grigio, nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006 e nel 2007.*

	Pinot grigio, 2006			Pinot grigio, 2007		
	CL	CL	CS	G	CS	G
<b>Alcool (%vol)</b>	9,7	9,7	10,9	11,0	10,2	11,6
<b>pH</b>	2,87	2,87	3,04	3,07	3,05	3,13
<b>Acidità titolabile (g/L)</b>	6,9	6,9	6,4	6,5	6,9	6,0
<b>Acidità volatile</b>	0,33	0,33	0,42	-	-	-
<b>Acido tartarico (g/L)</b>	3,30	3,30	3,23	-	-	-
<b>Acido malico (g/L)</b>	3,40	3,40	3,24	-	-	-

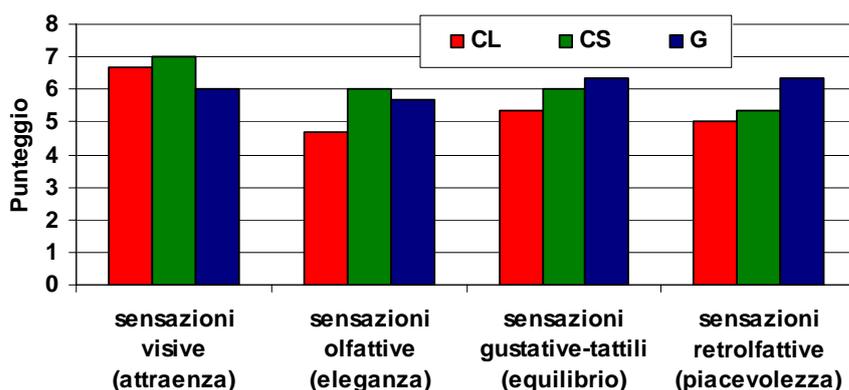
All'analisi sensoriale non sono emerse nette differenze tra i vini. Quello meno preferito dal panel è stato il vino ottenuto dalla forma CL che è stato penalizzato soprattutto dal punto di vista olfattivo poiché giudicato con un sentore floreale e di frutti meno marcati mentre è risultata spiccata la nota vegetale (*Figura 9.17*). Al retrogusto è stato premiato invece il vino ottenuto dal Guyot soprattutto per l'assenza della nota vegetale presente invece in entrambi gli altri vini.



**Figura 9.17:** analisi sensoriale dei vini ottenuti dalle uve del vitigno Pinot grigio, nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006. OLF = descrittori olfattivi; GUS = descrittori gustativi; R-O = descrittori retroolfattivi

In generale, riassumendo le caratteristiche principali dei tre vini di Pinot grigio, è emerso che quelli ottenuti dalle forme in parete sono stati premiati per eleganza, equilibrio e piacevolezza (Figura 9.18).

Il panel è stato comunque concorde nel definire come preferibile tra i tre il vino ottenuto dalla forma CS che è risultato più armonico, con più corpo e struttura. Il Guyot invece si è contraddistinto per l'equilibrio e la piacevolezza.



**Figura 9.18:** principali descrittori dell'analisi sensoriale dei vini ottenuti dalle uve del vitigno Pinot grigio, nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006.

---

I vini della vendemmia 2007, al momento della stesura di questo lavoro, circa due mesi dalla pigiatura, sono ancora in fase di elaborazione. Sono state comunque eseguite le analisi per avere indicazioni dell'evoluzione del prodotto ed è stata eseguita una degustazione allo scopo di evidenziare possibili differenze tra i tre vini.

Le analisi chimiche eseguite non hanno per ora evidenziato differenze tra i tre prodotti ed esse concordano con i risultati qualitativi dei mosti alla vendemmia (*Tabella 9.5*).

Per quel che riguarda la degustazione ad oggi i vini sono risultati differire leggermente nel colore, risultando più giallo paglierino il vino ottenuto dal G, seguito dal CL ed infine dal CS.

Olfattivamente il vino ottenuto dalla forma CL è risultato il meno floreale dei tre, con leggeri sentori di frutta acerba ma anche con una nota vegetale più marcata rispetto agli altri due vini, a conferma di quanto già rilevato per l'anno 2006. Al gusto è risultato mediamente acido, non sapido, non amaro ma con scarsa struttura. Il vino ottenuto da CS invece è risultato con le maggiori note floreali rispetto agli altri due, uno spiccato sentore di frutta acerba, nessun sentore vegetale. È risultato però molto acido ed anche molto sapido, per niente amaro e con una media struttura. Il panel è stato concorde nel definire preferibile il vino ottenuto da G per le sue note olfattive più evolute, meno floreale ma più fruttato dei precedenti, nessun sentore vegetale. Al gusto è risultato poco acido, mediamente sapido non amaro e con un ottima struttura.

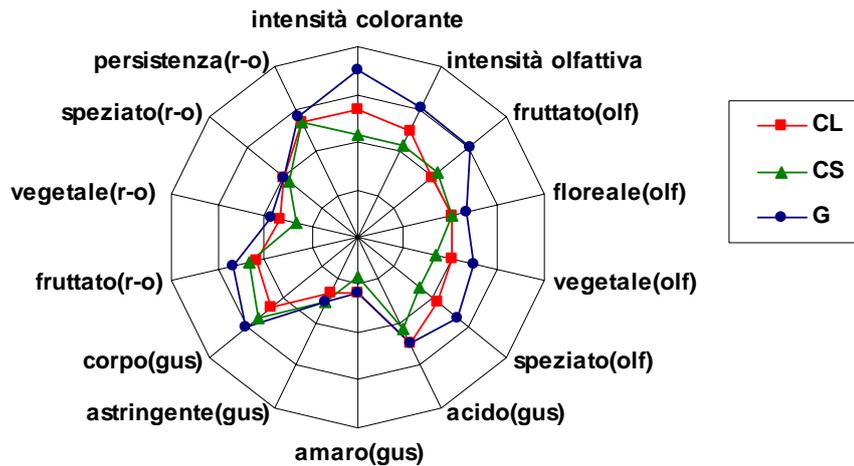
Nei vini ottenuti dal vitigno **Merlot** nell'anno 2006, concordemente al maggior grado rifrattometrico riscontrato alla vendemmia nei mosti ottenuti dalle uve della forma G, è stato misurato il maggior contenuto alcolico (*Tabella 9.6*). I pH sono stati leggermente diversi tra le tesi così come l'acidità titolabile che ha presentato valori variabili dal 4,8 g/L del CS al 5,5 del CL. L'acidità volatile dei vini non è stata diversa ma è risultata comunque molto elevata.

Il contenuto di acido tartarico rilevato è risultato più alto nel vino ottenuto dal CL con un valore di 3,34 g/L mentre il valore più basso è stato misurato nel CS con 2,6 g/L. Anche il contenuto di acido malico è risultato molto simile in tutte le tesi ma nel CL però è stata notata la più bassa concentrazione di acido lattico pertanto il vino di tale forma ha iniziato la fermentazione malolattica con un certo ritardo rispetto alle altre.

**Tabella 9.6:** contenuto alcolico, pH, acidità titolabile e volatile e contenuto degli acidi organici malico e tartarico nei vini ottenuti dalle uve del vitigno Merlot, nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006 e 2007.

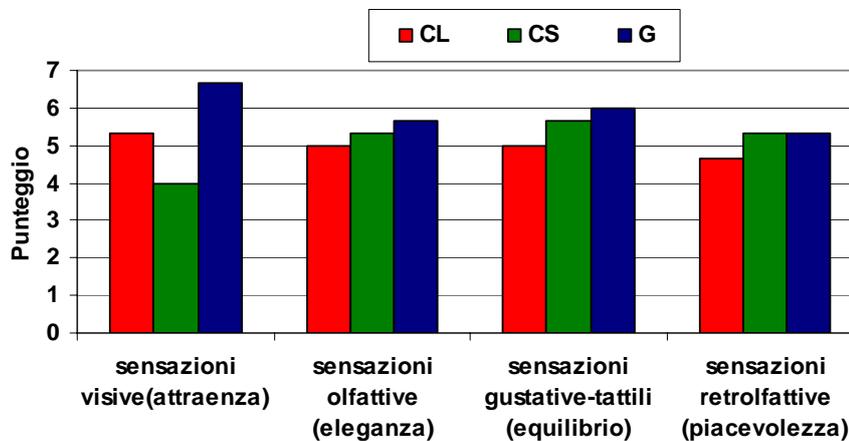
	Merlot, 2006			Merlot, 2007		
	CL	CL	CS	G	CS	G
<b>Alcool (%vol)</b>	11,4	11,4	11,5	10,87	10,17	10,99
<b>pH</b>	3,21	3,21	3,33	3,27	3,30	3,30
<b>Acidità titolabile (g/L)</b>	5,5	5,5	4,8	6,5	5,8	5,8
<b>Acidità volatile</b>	0,59	0,59	0,61	-	-	-
<b>Acido tartarico (g/L)</b>	3,34	3,34	2,6	-	-	-
<b>Acido malico (g/L)</b>	2,35	2,35	2,23	-	-	-
<b>Acido Lattico (g/L)</b>	1,85	1,85	2,23	-	-	-

Alla degustazione il panel è stato concorde nel preferire il vino ottenuto dall'uva della forma di allevamento a Guyot. Questo vino oltre a risultare più attraente dal punto di vista visivo, per la buona intensità colorante, si è anche distinto per i descrittori olfattivi risultando più intenso, e con molte note fruttate e floreali (*Figura 9.19*). Al gusto però i vini non hanno mostrato grandi differenze, è da notare il poco corpo rilevato nel vino da CL ma per gli altri parametri non ci sono state variazioni di rilievo.



**Figura 9.19:** analisi sensoriale dei vini ottenuti dalle uve del vitigno Merlot, nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006. OLF = descrittori olfattivi; GUS = descrittori gustativi; R-O= descrittori retrolfattivi

I principali descrittori sono risultati diversi solo per quanto riguarda le sensazioni visive mentre per gli altri il panel non ha riportato differenze (Figura 9.20).



**Figura 9.20:** principali descrittori dell'analisi sensoriale dei vini ottenuti dalle uve del vitigno Merlot, nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006.

---

L'analisi chimica dei vini del 2007, seppur eseguita prematuramente, non ha messo in evidenza differenze notevoli tra i tre prodotti, il grado alcolico non ha rispecchiato quanto osservato nelle uve alla raccolta e l'acidità del CL è stata maggiore rispetto alle altre due forme (*Tabella 9.6*).

L'analisi sensoriale, anche se non definitiva visto che il vino non può considerarsi finito, ha evidenziato la maggior attraenza del colore dei vini ottenuti dalle forme CL e G rispetto a quelli della forma di allevamento CS come risultato anche nelle misure di assorbenza (*Cap 8*), inoltre i vini del CL e G hanno presentato riflessi violacei che invece non sono stati notati nei vini del CS.

Dal punto di vista olfattivo il vino del CS è risultato eccessivamente vegetale con un forte sentore di asparago, note che invece sono state notate in misura minore nei vini delle altre due forme.

La nota di viola è stata assente nel CS mentre è stata ritrovata nei vini da CL.

Al gusto sono risultati leggermente acidi i vini ottenuti da G e CS, mentre per quello del CL tale caratteristica è stata meno percepita. Il CS ha prodotto un vino più amaro. In struttura si è distinto il G a seguire il CL mentre la minor struttura è stata riscontrata nel CS. Tutti i vini hanno presentato una tannicità media.

Contrariamente alle attese pertanto il CS non ha dato buoni risultati alla degustazione soprattutto per le note estremamente vegetali che lo hanno caratterizzato a conferma anche dell'eccesso vegetativo e produttivo che ha caratterizzato questa forma di allevamento in questo anno.

Nei vini ottenuti dal vitigno **Cabernet** nell'anno 2006, sono stati osservati tenori alcolici leggermente più elevati in quelli ottenuti dalla forma a Guyot. Il pH è invece risultato più basso nel CL a fronte di una maggiore acidità del vino ottenuto da questa forma di allevamento (*Tabella 9.7*).

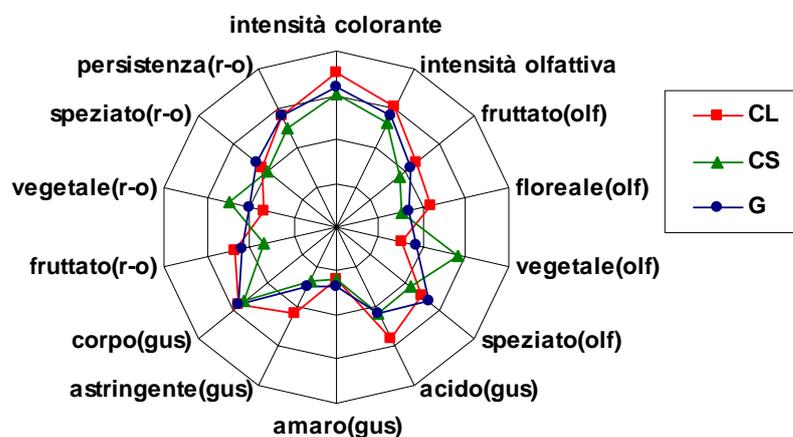
L'acidità volatile è stata maggiore, ed elevata, nel vino della forma di allevamento CS. Il contenuto di acido tartarico rilevato è risultato più alto nel vino ottenuto dal CL con un valore di 3,27 g/L mentre negli altri due vini i valori sono stati simili e pari a 2,65 e 2,88 g/L rispettivamente nel CS e nel G. L'acidità malica è stata maggiore per il vino da Guyot e i tre vini al momento dell'analisi presentavano un contenuto molto simile di acido lattico sinonimo di avvenuta fermentazione malolattica.

**Tabella 9.7:** contenuto alcolico, pH, acidità titolabile e volatile e contenuto degli acidi organici malico, tartarico e lattico nei vini ottenuti dalle uve del vitigno Cabernet sauvignon, nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006.

	<b>Cabernet, 2006</b>		
	<b>CL</b>	<b>CS</b>	<b>G</b>
<b>Alcool (%vol)</b>	10,9	10,7	11,3
<b>pH</b>	3,21	3,58	3,58
<b>Acidità titolabile (g/L)</b>	5,7	3,0	4,5
<b>Acidità volatile</b>	0,35	0,61	0,36
<b>Acido tartarico (g/L)</b>	3,27	2,65	2,88
<b>Acido malico (g/L)</b>	2,88	2,52	3,27
<b>Acido Lattico (g/L)</b>	3,29	3,32	3,47

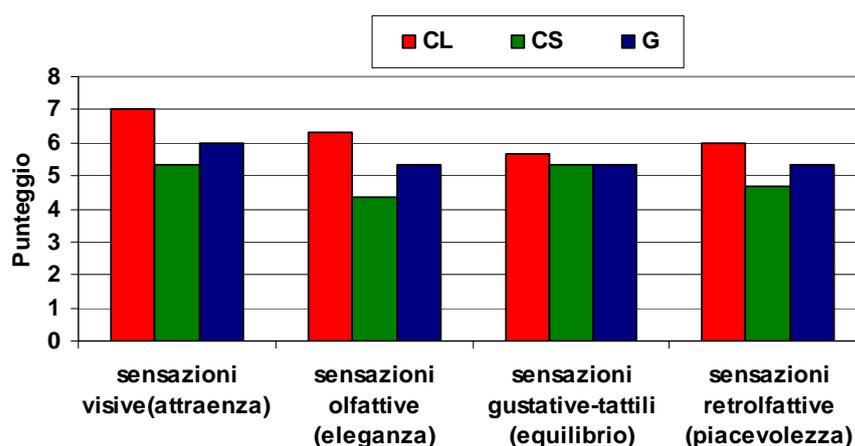
I risultati della degustazione concordano, per quanto riguarda l'intensità colorante e l'attraenza visiva dei vini con i risultati analitici ovvero il vino ottenuto dal CL è stato giudicato visivamente più attraente dal panel (*Figura 9.21*). Per quanto riguarda i descrittori olfattivi, è stato nuovamente premiato il vino ottenuto dal CL risultato più intenso e con maggiori note fruttate e floreali mentre i punteggi inferiori per gli stessi descrittori sono stati ottenuti dal vino CS che è risultato anche molto più vegetale degli altri due. Il vino prodotto con le uve del CL al gusto è stato giudicato più acido ed anche leggermente astringente. Al gusto i vini sono risultati molto simili anche se ancora una volta si è distinto il vino ottenuto dal CS per la nota vegetale segno di una incompleta maturazione.

I giudizi espresi sul vino ottenuto con le uve del Guyot sono stati nella media facendo segnare dei sentori speziati leggermente più presenti e un giudizio complessivo portato su valori di equilibrio e armonia.



**Figura 9.21:** analisi sensoriale dei vini ottenuti dalle uve del vitigno Cabernet sauvignon, nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006. OLF = descrittori olfattivi; GUS = descrittori gustativi; R-O = descrittori retrolfattivi

In definitiva il vino prodotto dal CL è risultato più attraente alla vista, è stato più apprezzato per aromi ma al gusto le differenze sono state trascurabili, al retrogusto è risultato più piacevole (Figura 9.22). Il vino meno apprezzato dal panel è stato quello ottenuto da CS.



**Figura 9.22:** principali descrittori dell'analisi sensoriale dei vini ottenuti dalle uve del vitigno Cabernet sauvignon, nelle tre forme di allevamento Cordone libero (CL), Cordone speronato (CS) e Guyot (G) nel 2006.

---

## 9.6 CONCLUSIONI

I risultati ottenuti mettono in evidenza la stabilità di comportamento del vitigno Pinot grigio nei due anni di prove nonostante dal punto di vista climatico, le annate si fossero presentate piuttosto diverse. Questa caratteristica di prevedibilità di comportamento del Pinot grigio può risultare interessante in un'ottica di programmazione del lavoro e previsione delle produzioni.

Nei tre vitigni, la forma di allevamento che ha dato in ogni anno i migliori risultati qualitativi è stata il Guyot, favorita certamente dalla bassa produzione per ceppo, sempre inferiore rispetto alle altre due forme testate. Tuttavia per il vitigno Merlot la forma di allevamento CL ha evidenziato buone possibilità applicative, da non sottovalutare infatti che tale forma è totalmente meccanizzabile e quindi permette di ridurre notevolmente le ore annue di lavoro rispetto ad un Guyot.

Nel caso del Cabernet sauvignon l'esuberanza vegetativa conseguente agli apporti azotati ha ridotto le differenze tra le forme sia in termini agronomici che enologici.

I risultati produttivi e qualitativi confermano che a produzioni elevate corrispondono spesso scadimenti qualitativi infatti nel caso di studio il Guyot, che ha prodotto una modesta quantità di uva ha dato buoni risultati qualitativi mentre il Cordone speronato, soprattutto per il Merlot, dove ha prodotto più di 20 t/ha, sono stati ottenuti i più bassi tenori di solidi solubili.

Per i tre vitigni e per tutte le forme di allevamento è stata valutata una massa di sarmenti molto elevata che si è combinata anche con il contenuto di azoto prontamente assimilabile dei mosti a conferma dell'effetto della concimazione azotata e giustifica la spinta vegetativa delle piante che è stata estremizzata nel Guyot il quale ha presentato sempre un eccessivo ingrossamento del capo a frutto.

Il vino ottenuto dalle diverse tesi ha sempre confermato le caratteristiche delle uve di partenza.

Nel Pinot grigio il vino ottenuto da CL è risultato troppo vegetale sia dal punto di vista aromatico che al gusto mentre il vino ottenuto da Guyot è risultato

---

in entrambi gli anni più equilibrato e con maggior corpo dovuto però alla bassa produzione di uva per ceppo. Anche il CS ha dato dei buoni risultati pertanto per il vitigno Pinot grigio, per l'ottenimento di vini di qualità con una buona struttura ed una buona aromaticità, sembra preferibile l'allevamento in parete che permette una miglior esposizione dei grappoli e lo sviluppo di un maggior potenziale aromatico nelle uve.

Il vitigno Merlot conferma che la forma di allevamento a Guyot permette di ottenere vini più strutturati. Il vino del CL ha dato buoni risultati analitici ma ha presentato vini di poco corpo, al Guyot è stato riconosciuto un ottimo equilibrio complessivo mentre totalmente deludenti sono stati i prodotti ottenuti dal CS i quali sono risultati eccessivamente vegetali forse anche visti gli eccessi vegetativi di questa forma.

Per il Cabernet sauvignon invece il Cordone libero ha manifestato buone possibilità applicative mentre meno apprezzato è stato il vino ottenuto dal Cordone speronato.

---

## 9.7 BIBLIOGRAFIA

BAVARESCO L., 2005. La fertilizzazione. In: Marenghi M., Manuale di viticoltura. Impianto, gestione e difesa del vigneto. Ed agricole. 93-114.

BECCHETTI R., 1988. Metodi di analisi dei vini. Libertini Elettronica. III edizione pp. 162-163.

BELL A., OUGH C., KLIEWER W., 1979. Effects on must and wine composition, rates of fermentation and wine quality of nitrogen fertilization on *Vitis vinifera* var. Thompson seedless grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* 30 (2): 124-129.

BERTAMINI M., IACONO F., SCIENZA A., 1991. Manipolazione dei rapporti sink-source mediante il diradamento dei grappoli e riflessi sulla qualità. *Vignevini* 10: 41-47

BISSON L.F., 1991. Influence of nitrogen on yeast and fermentation of grapes. *Int. Symp. on Nitrogen in Grapes and wine*, Seattle, Washington, USA, 18-19 June 1991, J.M.Rantz ed., ASEV publ., pp 78-89.

BOSSO A., 1996. Influenza dell'aggiunta di dosi crescenti di azoto ammoniacale ai mosti sulla composizione in sostanza volatili di origine fermentative e sulle caratteristiche olfattive di alcuni vini bianchi. *Riv. Vitic. Enol.* 49 (3): 3-28.

BOULTON R.B., SINGLETON V.L., BISSON L.F., KUNKEE R.E., 1995. Principles and practices of winemaking. Chapman & Hall, NY, USA, pp 102-192.

BRANCADORO L., MACCARONE G., SCIENZA A., 1998. Potatura invernale della vite: risultati qualitativi. *L'informatore agrario*, n° 11: 81-83.

CALO' A., IANNINI B., PEZZA L., 1988. Ricerche sulle relazioni fra aspetti quantitativi e qualitativi della produzione nella vite. Influenza della funzionalità del capo a frutto. *Riv. Vitic. Enol.*, n° 3: 91-109.

CALO' A., INTRIERI C., LIUNI C.S., CATALANO V., 1992. Forme di allevamento e densità di piantagione. Relazione di sintesi. *Agricoltura Ricerca*, n° 138/139: 141-148.

COSTACURTA A., CALO' A., TOMASI D., BISCARO S., NIERO M., 1993. Influenza di alcune condizioni ambientali sulla fenologia e sulla qualità dell'uva in *Vitis vinifera* L. nell'Italia del Nord-Est. *Atti del convegno. Il determinismo climatico sulla fenologia della vite e la maturazione dell'uva in Italia.* 129-140.

DELAS J., MOLOT C., SOYER J.P., 1991. Effects of nitrogen fertilization and grafting on the yield and quality of the crop of *Vitis vinifera* cv. Merlot. In: *Proc. of the Int. Symp. On Nitrogen in Grapes and Wines.* J. Rantz (Ed) *Am. Soc. Enol. Vitic.*, Davis 242-248.

FEDERATION INTERNATIONALE DES PRODUCTEURS DE JUS DE FRUITS, 1965. Détermination de l'indice de formol. *Analyses F.I.P.J.F.*, 30: 1-2.

FRAYNE R.F., 1986. Direct analysis of the major organic components in grape must and wine using high performance liquid chromatography. *Am.J.Enol. Vitic.*, 37: 281-287.

FREGONI M., 2005. *Viticultura di qualità.* Phytoline ed. (Affi, Verona).

---

GAZZETTA UFFICIALE DELLA COMUNITA' EUROPEA, 1990. L. 272 del 03/10/1990 (Reg. CEE n. 2676/90).

GLORIES Y., 1984. La couleur des vins rouges, 2e partie. Mesure, origine et interpretation. *Conn. Vig. Vin.* 18 (4): 253-271.

HENSCHKE P.A., JIRANEK V., 1991. Hydrogen sulphide formation during fermentation: effect of nitrogen composition in model grape must. *Proc. Int. Symp. on Nitrogen in Grapes and Wine*, Seattle, Washington, USA, 18-19 June 1991, J.M.Rantz ed., ASEV publ., pp 172-184.

IACONO F., BERTAMINI M., SCIENZA A., COOMBE B.G., 1995. Differential effects of canopy manipulation and shading of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet S. Leaf gas exchange, photosynthetic electron transport rate and sugar accumulation in berries. *Vitis* n. 34: 201-206.

JIRANEK V., 1999. Investigation of yeast nitrogen metabolism aimed at improving fermentation. *Proc. 12<sup>th</sup> International Oenological Symposium*, 31<sup>st</sup> May- 2<sup>nd</sup> June 1999, E. Lemperle ed., Le Westin Mont-Royal – Montréal, Canada. pp 80-96.

KLIEWER M.W., 1971. Methods for determining the nitrogen status of vineyards. In: *Proc. of the Int. Symp. On Nitrogen in Grapes and Wines*. J. Rantz (Ed) *Am. Soc. Enol. Vitic.*, Davis 133-147.

MASNEUF I., DUBOURDIEU D., 1999. L'azote assimilable: intérêt de son dosage par formol titration; étude de quelques paramètres à l'origine des variations de sa teneur dans le mouts. *Rev. Oenol.*, 93: 31-32.

NICOLINI G., VOLPINI A., MOSER S., CAVAZZA A., 2002. caratteristiche fermentative ed aromatiche dei ceppi di lievito La Clare TM. *L'Enologo*, 38 (10): 65-70.

RAVAZ L., 1906. Influence des opérations culturales sur le vegetation de la vigne. *Ann.E.N.A.*, Montpellier, VI-I : 1-41.

RIBERAU-GAYON P., DUBOURDIEU D., DONECHE B., LONVAUD A., 2003. Il fabbisogno nutrizionale. In: *Trattato di enologia I: Microbiologia del vino. Vinificazioni. Ed agricole*, Bologna, Italia.

SMART R., 1985. Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality: a review. *Am. J. Enol. Vitic.*, 1: 3 – 32.

SMART R.E., 1991. Canopy microclimate implications for nitrogen effects on yield and quality. *Int. Symp. on Nitrogen in Grapes and Wine*. *Am. Soc. Enol. Vitic.*, 90-101.

SPAYD S., WAMPLE R., EVANS R., STEVENS R., SEYMOUR B., NAGEL C., 1994. Nitrogen fertilization of white Riesling grapes in Washington. Must and wine composition. *Am. J. Enol. Vitic.*, 45 (1) 34-41.

SPAYD S., WAMPLE R., STEVENS R., EVANS R., KAWAKAMI A., 1993. Nitrogen fertilization of white Riesling grapes in Washington. Effects on petiole nutrient concentration, yield, yield components and vegetative growth. *Am. J. Enol. Vitic.* 44: 378-386.

SUDRAUD P., 1958. Intérpretation de courbes d'absorption des vins rouges. *Ann. Tech. Agric.* 7: 203-208.

VAN LEUWEEN C., CHONE X., CHERY MOLOT C., SOYER J.-P., 1999. Etude de quatre sols viticoles de l'AOC Saint-Julien (Haut-Médoc, Bordeaux); incidences du régime hydrique et de l'alimentation en azote de la vigne sur la maturation du raisin et la qualité du vin (*Vitis vinifera* var. Cabernet

---

sauvignon, 1997) In: "Oenologie 99", Coordonnateur A. Lonvaud-Funel, Ed Lavoisier Tec et Doc, Paris.

WINKLER A.J., COOK J.A., 1974. General Viticulture. University of California Press, Berkeley.

---

## 10 CONCLUSIONI GENERALI

L'insieme dei risultati ottenuti nel periodo di sperimentazione hanno messo in luce che i sistemi di allevamento possono fornire risposte diverse in relazione al vitigno considerato.

Già dal germogliamento le differenze sono apparse evidenti poiché la forma di allevamento ha condizionato la mobilitazione delle sostanze di riserva, ed infatti nei sistemi con capo a frutto corto le viti sono germogliate con un maggior ritardo rispetto al Guyot che ha presentato una mobilitazione e un risveglio vegetativo più pronti. Anche l'anno, e quindi le condizioni climatiche, hanno avuto un ruolo sulla fenologia soprattutto per i vitigni Pinot grigio e Merlot mentre il Cabernet sauvignon ha presentato un comportamento più prevedibile a conferma della sua maggior stabilità alle condizioni ambientali che lo rendono per questo più ubiquitario.

La lunghezza del capo a frutto è stata determinante per l'estrinsecazione della fertilità reale delle gemme. Nel Pinot grigio le forme di allevamento con capo a frutto corto (Cordone libero e Cordone speronato) hanno di fatto limitato la fertilità reale (di campagna) poiché il clone utilizzato (R6) è riconosciuto come caratterizzato da una bassa fertilità delle gemme basali. Questo potrebbe avere un risvolto pratico per il contenimento delle produzioni che, soprattutto per il vitigno Pinot grigio, possono aiutare ad ottenere uve qualitativamente migliori e più sane. Nel Merlot invece è stata la maggior lunghezza del capo a frutto del Guyot a penalizzarne la fertilità poiché tale vitigno ha manifestato un evidente effetto legato ad una forte presenza di gemme cieche nella zona mediana del capo a frutto. Nel caso del Cabernet sauvignon non sono state notate differenze di rilievo tra le forme di allevamento.

L'accrescimento vegetativo primaverile è stato sempre inizialmente più rapido nel Cordone libero e pertanto risulta evidente la necessità di eseguire interventi precoci di taglio estivo (cimatura), considerata anche la crescita libera dei tralci. Le piante hanno comunque e sempre prontamente risposto al taglio con

---

una buona emissione di femminelle che hanno garantito il rapido ripristino della superficie fogliare elaborante.

Le tre varietà hanno mostrato marcati incrementi della superficie fogliare dalla fioritura all'invasatura e l'entità è stata sempre maggiore nel Cordone speronato. Alla fioritura le forme in parete, per ovvi motivi di crescita in verticale, hanno presentato una miglior esposizione delle foglie ai raggi solari rispetto al Cordone libero ma nelle fasi successive, a seguito dell'intervento di cimatura eseguito su quest'ultima forma, le differenze sono state modeste e comunque sempre più favorevoli nella forma a Guyot. Sembra pertanto buona norma preferire forme in parete che garantiscono una maggior esposizione delle foglie oppure rendere di prassi e precoci gli interventi di cimatura nelle forme a ricadere.

Dall'analisi della ripartizione della sostanza secca è emerso che il Pinot grigio ha presentato un ripartizione maggiore nei grappoli rispetto alla vegetazione in tutti i sistemi testati. Nel caso del Guyot è stato particolarmente accentuato e ciò potrebbe, se non correttamente gestito, portare a degli squilibri tra grappoli e superficie fogliare non adeguatamente proporzionata al carico produttivo. Il Merlot ha invece favorito i grappoli soprattutto nella forma con vegetazione a ricadere. Il Cabernet sauvignon, considerando l'elevata vigoria, ha privilegiato l'accumulo nelle foglie e nei tralci indipendentemente dal sistema di allevamento.

I rilievi sull'accrescimento vegetativo hanno messo in evidenza che le chiome delle viti erano molto vigorose, in particolar modo nel Cabernet sauvignon.

Lo stato idrico delle piante, contrariamente a quanto riportato in letteratura (Kliewer *et al.*, 1989; Calò *et al.*, 1999; Lovisolo e Schubert, *l.c.*; Schubert *et al.*, *l.c.*) è stato influenzato negativamente dal portamento a ricadere dei germogli, inoltre nel Pinot grigio e nel Merlot si è sommato anche l'effetto dovuto all'esubero vegetativo. Nel caso del Cabernet savignon le risposte non sono state così univoche in quanto non sempre una forma di allevamento si è distinta dalle altre per aver garantito un migliore o peggiore stato idrico della pianta. Dai risultati ottenuti nelle condizioni della prova, per una maggior resistenza a periodi di limitata disponibilità idrica, appare preferibile l'uso di forme in parete.

Nel corso della maturazione non sono state evidenziate differenze importanti tra le forme di allevamento a carico delle dinamiche di accumulo di

---

solidi solubili o della degradazione degli acidi. Alla vendemmia invece la media biennale del contenuto di solidi solubili per i tre vitigni, si è spostata verso il Guyot, seguita, per il Pinot grigio e Merlot dal Cordone speronato. Nel Cabernet sauvignon le due forme a potatura corta (Cordone libero e Cordone speronato), si sono equivate per il parametro grado rifrattometrico.

La forma di allevamento ha invece profondamente influito sulla sintesi delle sostanze coloranti nelle bacche del vitigno Merlot, che è stata favorita nella forma di allevamento a Guyot, la quale infatti presentava una vegetazione meno rigogliosa e una miglior esposizione dei grappoli al sole. Inoltre, per lo stesso vitigno, è stato notato che una leggera carenza idrica in fase di maturazione può favorire la colorazione delle bacche. Sempre nel Merlot la temperatura annuale, intesa come sommatoria delle temperature attive, ha influenzato l'accumulo degli antociani che è risultato maggiore nell'annata con la più elevata somma termica. Dalle forme di allevamento che hanno favorito un maggior accumulo di antociani durante la maturazione sono stati ottenuti vini che hanno presentato una colorazione più intensa. Nel vitigno Cabernet sauvignon allevato a Cordone speronato sono state rilevate quantità inferiori di antociani rispetto alle altre due forme e l'andamento climatico dell'anno non ne ha influenzato la sintesi, ciò è riconducibile ad un eccesso vegetativo che, come già detto, questo vitigno ha evidenziato. In generale si può affermare che il ruolo della gestione del vigneto sull'accumulo delle sostanze coloranti è evidente. Il rigoglio vegetativo eccessivo, favorendo l'ombreggiamento sia delle foglie che dei grappoli, risulta negativo ai fini di un buon accumulo di antociani e di una buona intensità e tonalità colorante dei vini.

Il Pinot grigio ha presentato nei due anni una certa stabilità per i parametri vegeto-produttivi indagati e pertanto emerge come un vitigno che consente una certa prevedibilità di comportamento.

L'analisi congiunta di tutti i dati ha confermato, anche in questo studio, che a produzioni elevate corrispondono spesso scadimenti qualitativi delle uve.

La massa dei sarmenti ha ribadito l'eccesso di vigore osservato già nei rilievi vegetativi.

Il vino ottenuto dalle diverse tesi ha sempre confermato le caratteristiche delle uve di partenza, il panel ha generalmente preferito quello ottenuto da viti

---

allevate a Guyot. In generale, nei due anni e per i tre vitigni la forma di allevamento che ha dato i migliori riscontri vegeto-produttivi è stato il Guyot, a cui ha fatto riscontro una minore produzione di uva per ceppo e quindi, per quanto detto, una maggior dotazione di zuccheri. Tuttavia per il vitigno Merlot la forma di allevamento a Cordone libero ha evidenziato buone possibilità applicative.

Premettendo che lo studio è stato condotto su un modello viticolo gestito secondo una normale conduzione aziendale, le variabili che sono intervenute a modificare gli equilibri vegeto produttivi sono state molteplici, non ultima la cimatura, subita da una sola delle tre forme allo studio, e che ha indubbiamente modificato i rapporti tra germogli primari e secondari favorendo uno sviluppo di questi ultimi. È necessario inoltre ribadire il ruolo della concimazione azotata che ha indotto una elevata vigoria vegetativa delle piante che può aver ridotto le differenze attese.

Per una valutazione completa è certamente da considerare la suscettibilità di queste forme alla meccanizzazione delle operazioni colturali che è massima per il Cordone libero mentre il Guyot risulta una forma in cui la potatura invernale deve essere eseguita a mano o solo parzialmente agevolata dalla prepotatrice. In un ottica di gestione totalmente meccanizzata, come quelle dell'azienda in cui la prova è stata condotta, nonostante i migliori risultati produttivi del Guyot, sembra comunque proponibile anche una delle due forme a potatura corta. Nondimeno, se con il Cordone speronato sono stati ottenuti risultati accettabili per il Pinot grigio ed il Cabernet sauvignon, lo stesso non è accaduto per il Merlot che anzi ha presentato le uve di peggior qualità in seguito ad un pessimo stato sanitario causa la concentrazione dei grappoli in uno spazio ridotto.

Emerge allora come attuale la valutazione del comportamento vegetativo (vedi portamento della vegetazione) e produttivo dei vitigni nelle diverse forme di allevamento e nei diversi modelli viticoli. Al vitigno va però affiancata anche l'espressione del clone che, come nel caso del clone R6 di Pinot grigio, ha fatto segnare una scarsa fertilità basale delle gemme contrariamente ad altri cloni della stessa varietà.

In estrema sintesi si può riassumere una risposta complessiva migliore nel Guyot per il Pinot grigio, nel caso del Merlot sono stati i risultati del Cordone libero quelli più interessanti e soprattutto questa varietà si è rivelata la più

---

sensibile agli interventi coltura dimostrando pronte risposte alle decisioni tecniche adottate. Nel Cabernet sauvignon l'eccesso di vigoria ha attenuato l'effetto delle forme di allevamento riducendone la variabilità attesa.

---

## **ALLEGATO 1: Risultati vegeto produttivi ottenuti dai tre vitigni allo studio nell'anno 2005**

Il 2005 è stato il primo anno in cui sono state effettuate le prove nell'azienda Cà Tron. Questo primo anno è stato utilizzato soprattutto per predisporre le piante per gli anni successivi infatti, le viti non presentavano ancora le strutture tipiche che caratterizzano ogni forma di allevamento. In questo primo anno sono stati ugualmente eseguiti i rilievi sull'attività vegeto produttiva così pure le vinificazioni.

La trattazione dei materiali e metodi utilizzati è analoga a quella descritta nei singoli capitoli.

Vengono qui presentati i risultati ottenuti nel 2005 dal confronto tra le forme di allevamento che si differenziavano per il portamento della vegetazione, trattenuto assurgente, per la presenza di fili di sostegno nel "futuro Guyot" che nel 2005 è stato chiamato vegetazione assurgente (AS). Il secondo sistema, il futuro Cordone libero, si è caratterizzato invece per l'assenza di contenimento della vegetazione pertanto la stessa ha assunto portamento a ricadere (RI).

---

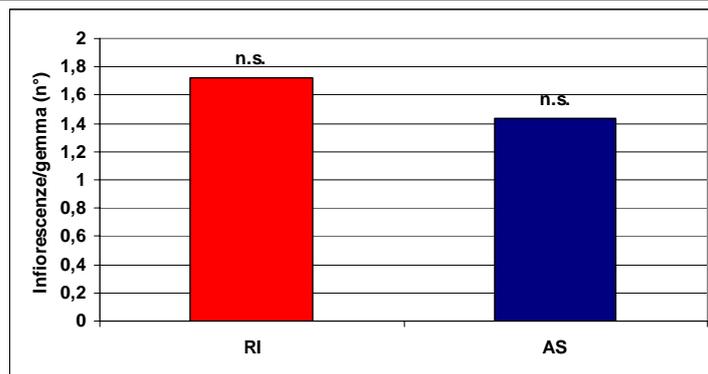
## PINOT GRIGIO

La fase di germogliamento è avvenuta nell'ultima decade di aprile ma con oltre 5 giorni di anticipo nella forma RI rispetto alla forma AS (*Tabella 1*). Tale anticipo della forma più alta, è stato mantenuto, pur andando via via riducendosi, fino alla fase di invaiatura. La fase di fioritura, avvenuta nei primi giorni di giugno, è risultata anticipata di 2 giorni nella forma più alta (RI), la stessa differenza è stata rilevata all'allegagione. L'invaiatura è risultata pressoché contemporanea nelle due forme di allevamento ed è stata rilevata al 201° giorno dell'anno. Poiché come fase di maturazione in questo studio è stata considerata la data della vendemmia, è possibile considerare che la maturazione dell'uva nelle due forme di allevamento sia stata contemporanea.

*Tabella 1: Giorni Giuliani di raggiungimento delle principali fasi fenologiche (BBCH) nel vitigno Pinot grigio nelle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS).*

<b>Giorni Giuliani di raggiungimento delle fasi fenologiche</b>		
	<b>RI</b>	<b>AS</b>
<b>Germogliamento</b>	108	113
<b>Fioritura</b>	152	154
<b>Allegagione</b>	159	161
<b>Invaiatura</b>	201	201
<b>Maturazione</b>	249	249

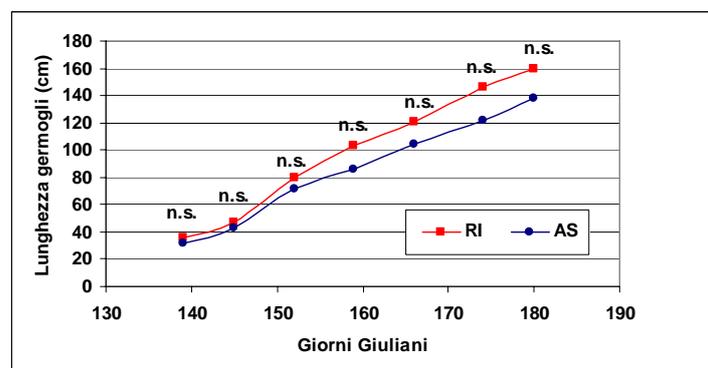
Non sono state osservate differenze per quanto riguarda la fertilità delle gemme (*Figura 1*). Nella forma RI sono state contate un numero di infiorescenze per germoglio pari a 1,72 mentre nella forma AS la fertilità reale è stata pari a 1,44. La lieve differenza, pur non statisticamente significativa è attribuibile all'altezza del capo a frutto da terra, essendo il Pinot grigio una varietà molto sensibile alle gelate e in generale ai freddi primaverili è possibile pensare che una temperatura bassa durante la fase di differenziazione a fiore delle gemme possa aver influito negativamente, nella forma con capo a frutto più vicino al terreno (AS) rispetto alla RI.



**Figura 1:** Numero di infiorescenze/gemma (fertilità reale) rilevato per il vitigno Pinot grigio nelle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS).

*n.s.* = non significativo

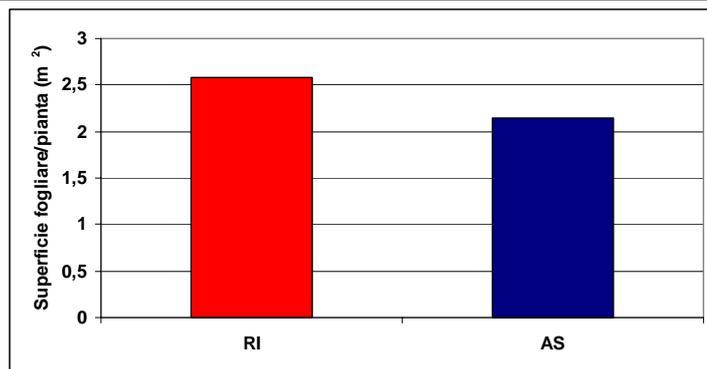
Il monitoraggio periodico dell'accrescimento dei germogli non ha evidenziato differenze tra le due disposizioni della vegetazione (Figura 2). La forma con vegetazione a ricadere (RI) ha presentato, per tutta la stagione, una lunghezza media dei germogli leggermente superiore rispetto a quella della forma con vegetazione a risalire (AS).



**Figura 2:** Andamento della crescita dei germogli rilevato nel Pinot grigio nelle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS).

*n.s.* = non significativo

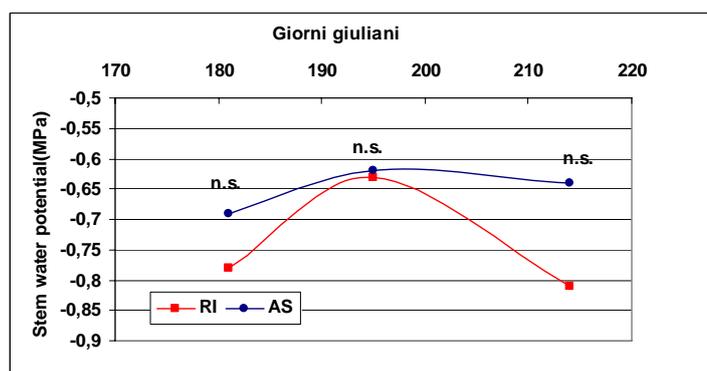
Coerentemente alla maggior lunghezza dei germogli nella RI è stata stimata una superficie fogliare all'inviatura superiore rispetto a quella osservata nella AS (Figura 3).



**Figura 3:** Superficie fogliare stimata per pianta nel Pinot grigio nelle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS) all'invaiaitura.

Nessuna differenza è stata notata tra le misure di potenziale idrico anche se la forma RI ha mantenuto un potenziale tendenzialmente più basso per tutta la stagione (Figura 4).

Le misure effettuate al giorno 181 e al giorno 195 sono entrambe influenzate da un evento piovoso, anche se di scarsa entità, avvenuto, in entrambi i casi, 2 giorni prima della misurazione. La misura effettuata all'ultima epoca, giorno 214, è stata rappresentativa di un periodo di carenza idrica per le piante poiché l'ultima precipitazione era avvenuta al 193° giorno. In questa data è stato valutato un potenziale tendenzialmente più basso nella forma RI, che ha presentato più fogliosità e germogli più vigorosi.

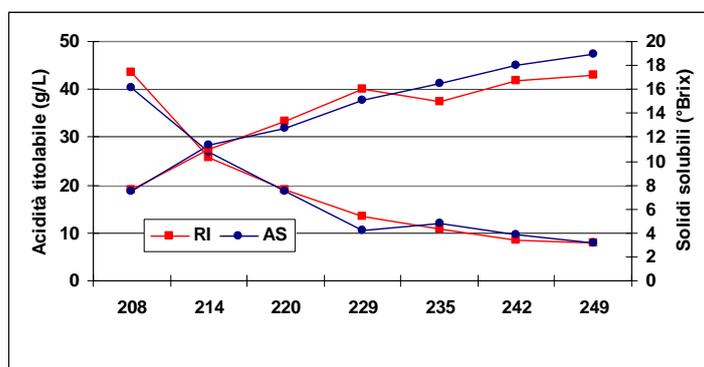


**Figura 4:** Andamento del potenziale idrico del fusto ( $\psi_{stem}$  MPa) rilevato nelle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS) nel Pinot grigio.

*n.s.* = non significativo

I parametri della maturazione non sembrano essere stati influenzati dalla disposizione della vegetazione (Figura 5). Le curve di maturazione sono risultate, infatti, molto simili per tutto il periodo di osservazione. Sono state notate lievi

differenze tra le due disposizioni della vegetazione, ma attribuibili al campionamento.



**Figura 5:** Evoluzione dei parametri della maturazione, acidità titolabile e solidi solubili, rilevati dall'invasatura nelle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS), nel Pinot grigio.

Non sono state osservate differenze tra i parametri produttivi rilevati alla vendemmia nelle due tesi a confronto, anche se è stata osservata una differenza produttiva di quasi un chilogrammo tra la forma RI e quella AS che hanno prodotto rispettivamente 2,47 kg e 1,51 kg (Tabella 2). Tale differenza è attribuibile non tanto al maggior numero di grappoli quanto piuttosto ad una differenza nel peso dei grappoli che tuttavia non è risultata statisticamente significativa. Il peso delle bacche è risultato leggermente superiore nella forma RI.

L'azoto prontamente assimilabile (APA) è risultato maggiore nella forma con vegetazione AS. La quantità è risultata comunque sufficiente per un ottimale andamento della fermentazione in entrambe le tesi. Diversi Autori considerano il valore di 130-140 mg/L di APA il limite al di sotto del quale il mosto è da considerare carente di azoto.

Nessuna differenza è stata notata nel peso del legno di potatura e nell'indice di Ravaz, peraltro indicativo di buon equilibrio in entrambe le forme a confronto.

**Tabella 2:** parametri produttivi e qualità dei mosti rilevati nelle uve alla vendemmia nelle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS) nel Pinot grigio.

*n.s.= non significativo*

	RI	AS	
<b>Produzione/pianta (kg)</b>	2,47	1,51	n.s.
<b>Grappoli/pianta (n°)</b>	15,58	12,90	n.s.
<b>Peso medio grappolo (g)</b>	159,0	118,7	n.s.
<b>Peso medio acino (g)</b>	1,21	1,12	n.s.
<b>Solidi solubili (°Brix)</b>	17,23	18,97	n.s.
<b>Acidità titolabile (g/L)</b>	7,9	7,8	n.s.
<b>Azoto prontamente assimilabile</b>	246	269	
<b>Peso legno potatura (kg)</b>	0,44	0,42	n.s.
<b>Indice di Ravaz</b>	5,75	4,44	n.s.

Nel giugno del 2006 sono stati analizzati e degustati i vini ottenuti dalle due tesi di Pinot grigio.

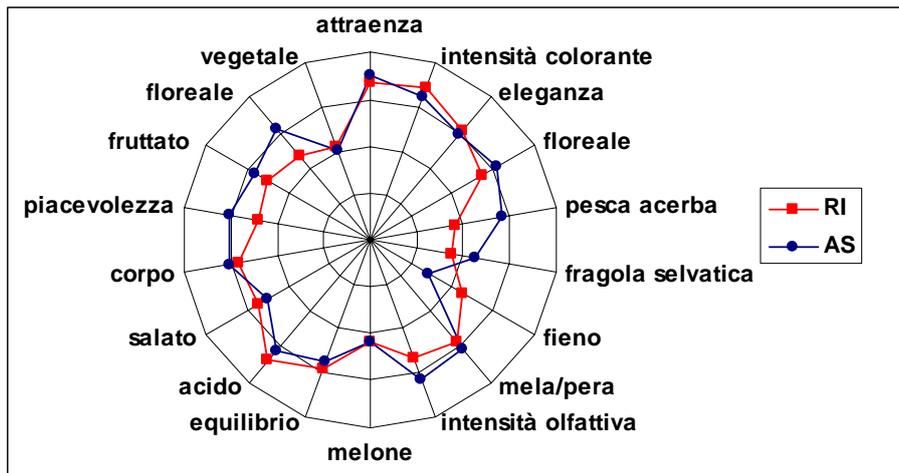
Per quanto riguarda i dati analitici sui vini, così come non vi erano differenze nel contenuto zuccherino e nell'acidità delle uve alla vendemmia, non sono state osservate differenze; la gradazione alcolica, l'acidità ed il pH sono risultati del tutto simili nelle due tesi (*Tabella 3*).

**Tabella 3:** analisi chimica dei vini ottenuti per microvinificazione dalle uve delle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS) nel Pinot grigio.

	RI	AS
<b>Alcool (%vol)</b>	10,81	11,26
<b>pH</b>	2,87	2,96
<b>Acidità titolabile (g/L)</b>	6,83	6,49
<b>Acidità volatile</b>	0,26	0,23

Anche nel profilo sensoriale dei vini non sono emerse differenze importanti per nessuno dei parametri considerati (*Figura 6*).

Per l'anno 2005 non abbiamo avuto indicazioni di preferibilità di una forma di allevamento rispetto all'altra.



**Figura 6:** profilo sensoriale dei vini ottenuti per microvinificazione dalle uve delle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS) nel Pinot grigio.

## MERLOT

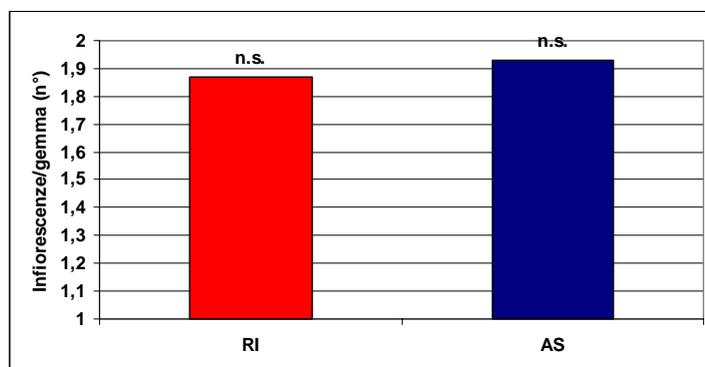
La fase di pieno germogliamento è avvenuta al 108° giorno nella forma di allevamento con una maggiore altezza dal suolo del capo a frutto (RI) e al giorno 111 nella forma AS (Tabella 4). È stato pertanto registrato un anticipo di 4 giorni nella forma più alta. Anche la fioritura è avvenuta in anticipo nella forma RI concludendosi nel giorno 152 rispetto al 159 della forma AS.

Tale anticipo della forma più alta è andato via via riducendosi e all'allegagione è stato di soli 2 giorni. L'invaatura invece è stata nuovamente anticipata di 6 giorni nel RI rispetto al AS. La maturazione è stata contemporanea nelle due tesi ed è avvenuta al giorno 262 dell'anno.

**Tabella 4:** Giorni Giuliani di raggiungimento delle principali fasi fenologiche (BBCH) nel vitigno Merlot nelle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS).

	Giorni Giuliani di raggiungimento delle fasi fenologiche	
	RI	AS
<b>Germogliamento</b>	108	111
<b>Fioritura</b>	152	159
<b>Allegagione</b>	164	166
<b>Invaatura</b>	214	220
<b>Maturazione</b>	262	262

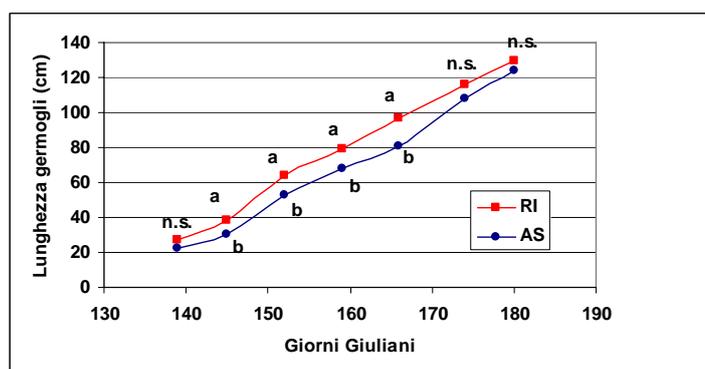
La fertilità reale rilevata lungo il capo a frutto non è risultata diversa nelle due disposizioni della vegetazione ed è risultata pari a 1,93 nel AS e 1,87 nel RI (Figura 7).



**Figura 7:** Numero di infiorescenze/gemma (fertilità reale) rilevato per il vitigno Merlot nelle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS).

*n.s.* = non significativo

L'accentuato portamento a ricadere della vegetazione del Merlot ha stimolato una maggiore crescita dei germogli nella forma di allevamento che ha assecondato questo portamento (RI) rispetto al AS durante tutto il periodo di rilievi ma le differenze non sono risultate significative negli ultimi due rilievi (Figura 8).

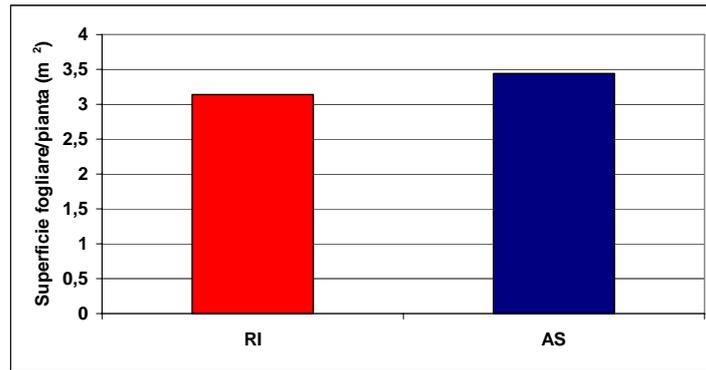


**Figura 8:** Andamento della crescita dei germogli rilevato nel Merlot nelle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS).

Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa data differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls).

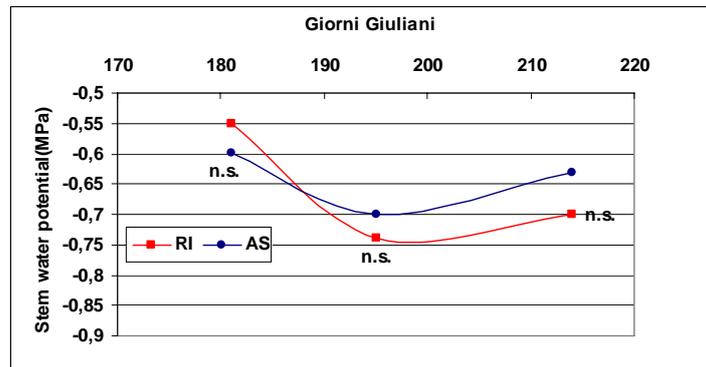
*n.s.* = non significativo

Al maggior accrescimento dei germogli non ha corrisposto una maggior superficie fogliare che anzi è stata leggermente superiore nel AS (Figura 9).



**Figura 9:** Superficie fogliare stimata per pianta nel Merlot nelle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS) all'invaiaitura.

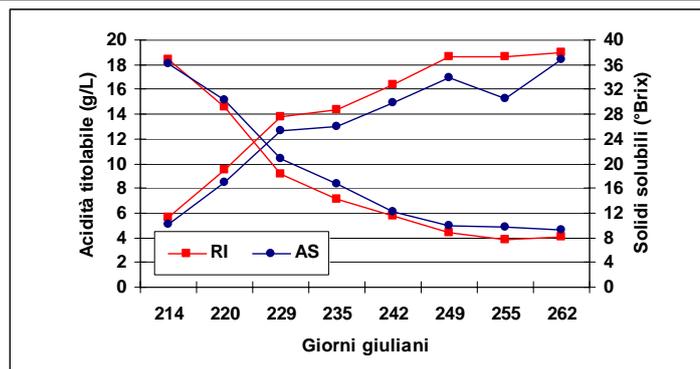
Lo stato idrico delle piante, misurato come potenziale idrico fogliare ( $\psi_{stem}$ ), è stato valutato durante la stagione vegetativa e non sono state rilevate differenze tra le due tipologie di disposizione della vegetazione anche se è stata notata una tendenza, della forma RI ad assumere, nel corso della stagione, valori di potenziale più bassi rispetto alla AS (Figura 10).



**Figura 10:** Andamento del potenziale idrico del fusto ( $\psi_{stem}$  MPa) rilevato nelle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS) nel Merlot.

*n.s.* = non significativo

Le osservazioni condotte durante la maturazione delle uve hanno messo in evidenza nella disposizione AS un tenore zuccherino inferiore rispetto a quello del RI (Figura 11). Tuttavia alla vendemmia non sono state osservate differenze nel contenuto zuccherino fra le due disposizioni. Nella disposizione AS l'acidità è stata sempre più alta rispetto a quella misurata nel RI.



**Figura 11:** Evoluzione dei parametri della maturazione, acidità titolabile e solidi solubili, rilevati dall'invaiaitura nelle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS), nel Merlot.

Per quanto riguarda la produzione per ceppo, rilevata alla vendemmia, non sono state osservate differenze tra le disposizioni della chioma, lo stesso dicasi per il peso medio del grappolo (*Tabella 5*).

Nei valori dei parametri qualitativi dei mosti non sono state riscontrate differenze di contenuto di zuccheri mentre l'acidità titolabile è stata maggiore nella disposizione AS. La concentrazione di antociani è stata influenzata dalla disposizione della vegetazione, la maggiore quantità è stata misurata nelle uve provenienti dal RI. Il contenuto di APA dei mosti è risultato uguale per entrambe le disposizioni della vegetazione.

I parametri "peso del legno di potatura" e "indice di Ravaz" non sono stati influenzati dalla disposizione della vegetazione.

**Tabella 5:** parametri produttivi e qualità dei mosti rilevati nelle uve alla vendemmia nelle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS) nel Merlot.

Valori seguiti da lettere diverse nell'ambito di una stessa riga differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls). n.s.= non significativo

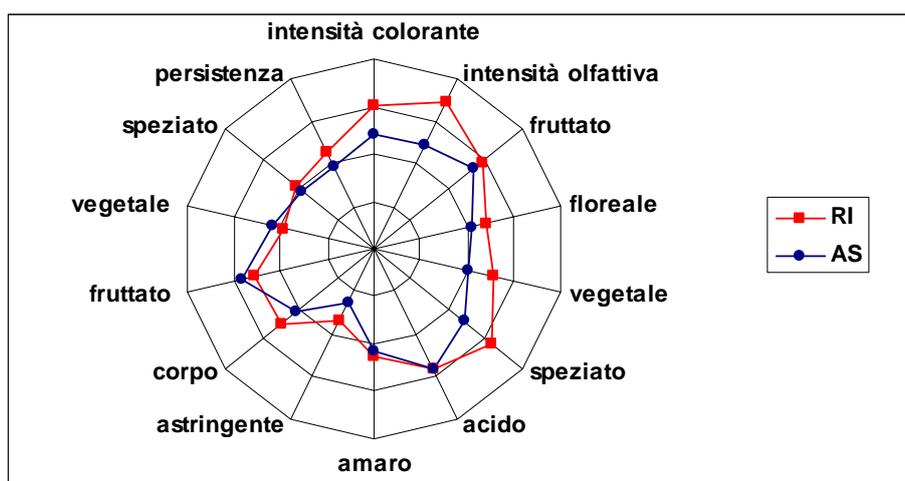
	RI	AS	
<b>Produzione/pianta (kg)</b>	3,06	2,97	n.s.
<b>Peso medio grappolo (g)</b>	198	188,33	n.s.
<b>Solidi solubili (°Brix)</b>	18,97	18,43	n.s.
<b>Acidità titolabile (g/L)</b>	8,08 b	9,21 a	
<b>Antociani totali (mg/kg)</b>	617	486,69	
<b>Azoto prontamente assimilabile</b>	253	255	
<b>Peso legno potatura (kg)</b>	0,39	0,44	n.s.
<b>Indice di Ravaz</b>	8,38	7,03	n.s.

Le analisi chimiche dei vini hanno rispecchiato quanto osservato nei mosti alla vendemmia ovvero, limitate differenze nei vini ottenuti dalle due disposizioni della vegetazione. (Tabella 6).

**Tabella 6:** analisi chimica dei vini ottenuti per microvinificazione dalle uve delle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS) nel Merlot.

	RI	AS
<b>Alcool (%vol)</b>	11,36	10,48
<b>pH</b>	3,19	3,18
<b>Acidità titolabile (g/L)</b>	6,04	6,08
<b>Acidità volatile</b>	0,37	0,51

L'esame organolettico dei vini non ha permesso di evidenziare grandi differenze tra i due Merlot posti a confronto, comunque quelli ottenuti dalla forma con vegetazione a ricadere sono stati giudicati più vegetali e migliori caratteri olfattivi mentre a livello gustativo i prodotti sono risultati analoghi (Figura 12).



**Figura 12:** profilo sensoriale dei vini ottenuti per microvinificazione dalle uve delle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS) nel Merlot.

## CABERNET SAUVIGNON

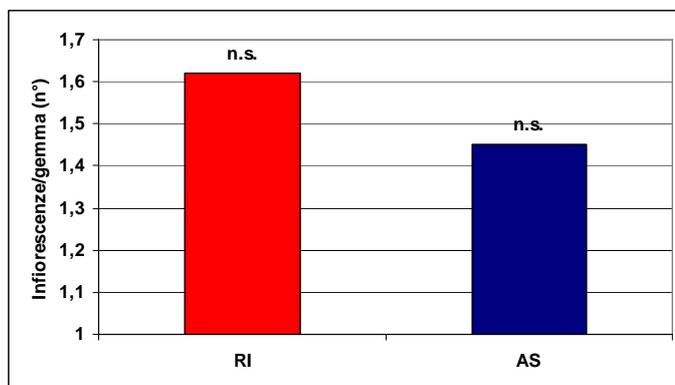
La forma di allevamento con il capo a frutto a maggior altezza dal suolo (RI) ha manifestato un anticipo della fase di germogliamento rispetto alla forma AS che presentava una minor altezza da terra del capo a frutto (Tabella 7). Il germogliamento è avvenuto tra la fine del mese di aprile e l'inizio di maggio e si è completato al 118° giorno nel RI e al 124° nel AS. L'anticipo di germogliamento della forma più alta non ha influito molto nelle successive fasi fenologiche. La

fioritura, è avvenuta nella prima decade di maggio in entrambe le forme ma con un leggero anticipo (giorno giuliano 159) nella forma AS rispetto alla RI (giorno giuliano 162). La stessa differenza è stata osservata anche all'allegagione. All'invaatura, verificatasi nell'ultima decade di agosto, è stato invece osservato nuovamente un anticipo, di 3 giorni, della forma RI rispetto alla AS. Pressoché contemporanea nelle due forme di allevamento è stata invece la maturazione e la raccolta è avvenuta al 269° giorno dell'anno (26 settembre).

**Tabella 7:** Giorni Giuliani di raggiungimento delle principali fasi fenologiche (BBCH) nel vitigno Cabernet sauvignon nelle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS).

Giorni Giuliani di raggiungimento delle fasi fenologiche		
	RI	AS
<b>Germogliamento</b>	118	124
<b>Fioritura</b>	162	159
<b>Allegagione</b>	171	167
<b>Invaatura</b>	232	235
<b>Maturazione</b>	269	269

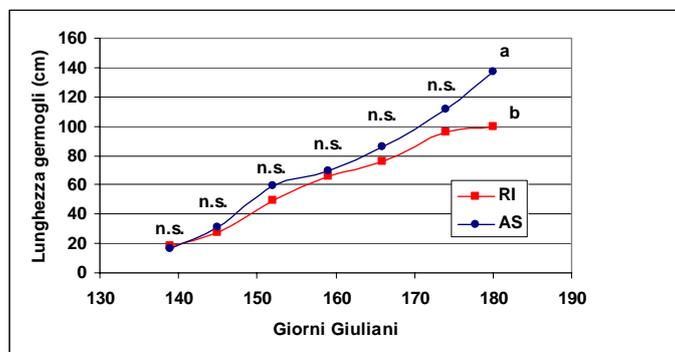
La disposizione della vegetazione non è risultata influente sulla fertilità reale del vitigno che è risultata uguale nelle due tesi (*Figura 13*).



**Figura 13:** Numero di infiorescenze/gemma (fertilità reale) rilevato per il vitigno Cabernet sauvignon nelle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS).

*n.s.* = non significativo

I germogli del Cabernet Sauvignon, varietà a portamento assurgente, hanno mostrato una maggior crescita nella disposizione che ne ha assecondato il naturale portamento (AS) e la differenza è risultata significativa solo nell'ultimo rilievo (Figura 14).

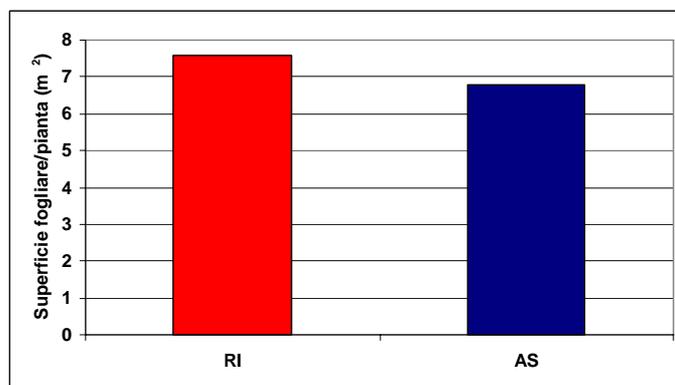


**Figura 14:** Andamento della crescita dei germogli rilevato nel Cabernet sauvignon nelle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS).

Valori con lettere diverse nell'ambito di una stessa data differiscono per  $P \leq 0,05$  (Test di Newman-Keuls).

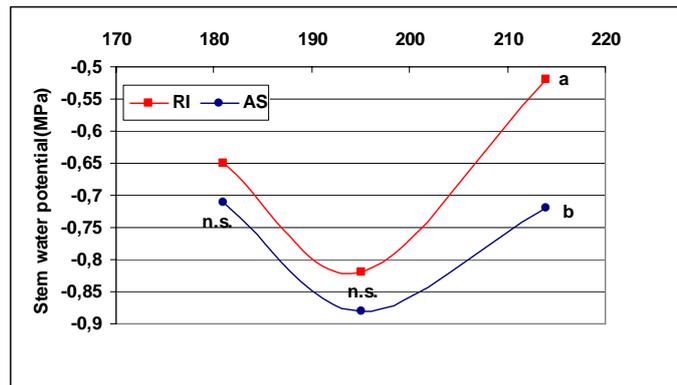
n.s. = non significativo

Nonostante la maggior lunghezza dei germogli della forma AS, la maggior superficie fogliare è stata stimata nelle forma RI, con un totale di  $7,64 \text{ m}^2$ , mentre  $6,83 \text{ m}^2$  sono stati stimati nell'AS (Figura 15).



**Figura 15:** Superficie fogliare stimata per pianta nel Cabernet sauvignon nelle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS) all'inviatura.

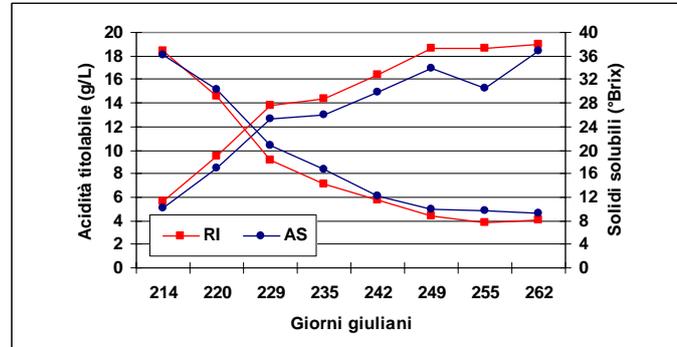
Per quanto riguarda il potenziale idrico sono state osservate differenze statisticamente significative solo nell'ultimo rilievo. Il potenziale più basso (indicativo di una maggior sensibilità alla carenza idrica) è stato misurato nel AS ( $-0,72 \text{ MPa}$ ) rispetto al RI ( $-0,52 \text{ Mpa}$ ) (Figura 16).



**Figura 16:** Andamento del potenziale idrico del fusto (system MPa) rilevato nelle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS) nel Cabernet sauvignon.

*n.s.* = non significativo

L'andamento della maturazione delle uve è risultato leggermente diverso tra le due disposizioni della vegetazione. Nella forma RI le viti hanno accumulato una maggior quantità di zuccheri rispetto a quelle della forma AS ma alla vendemmia non sono state osservate tali differenze. L'andamento dell'acidità titolabile è stato pressoché uguale nelle due tesi (Figura 17).



**Figura 17:** Evoluzione dei parametri della maturazione, acidità titolabile e solidi solubili, rilevati dall'invaiaatura nelle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS), nel Cabernet sauvignon.

La produzione di uva per pianta non è stata diversa nei due sistemi testati ma è stato osservato un peso medio del grappolo quasi doppio (144 g) nelle piante allevate con vegetazione a ricadere rispetto a quelle con vegetazione assurgente (74,7 g) (Tabella 8). Come ricordato precedentemente, nessuna differenza è emersa per quanto riguarda i parametri delle qualità dei mosti. Il contenuto di antociani delle bucce è stato maggiore nella forma AS. La stessa forma ha

presentato un contenuto di azoto prontamente assimilabile minore rispetto alla RI. Nella forma con vegetazione assurgente (AS), alla potatura è stata osservata una quantità di legno maggiore rispetto a RI a cui è corrisposta una diminuzione dell'indice di Ravaz, indicativa di un forte squilibrio a favore dell'attività vegetativa.

**Tabella 8:** parametri produttivi e qualità dei mosti rilevati nelle uve alla vendemmia nelle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS) nel Cabernet sauvignon.

*n.s. = non significativo*

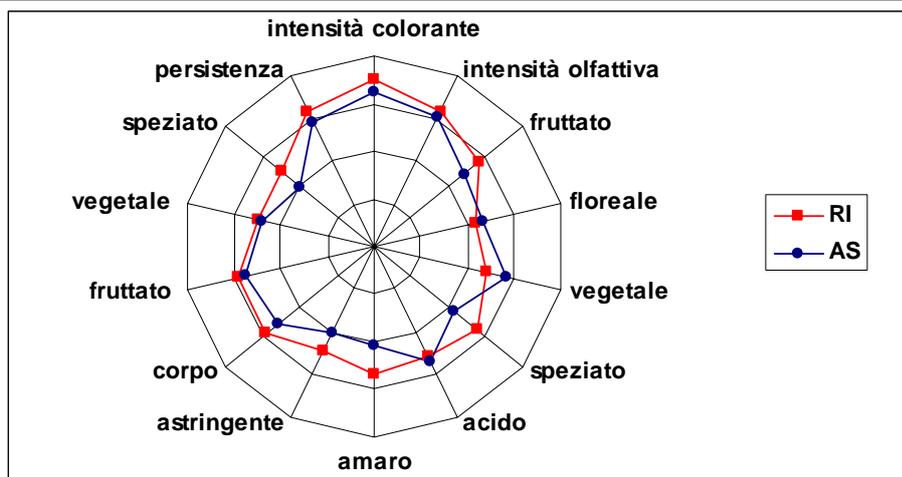
	RI	AS	
<b>Produzione/pianta (kg)</b>	2,41	1,53	n.s.
<b>Peso medio grappolo (g)</b>	144,33 a	74,67 b	
<b>Solidi solubili (°Brix)</b>	18,93	18,23	n.s.
<b>Acidità titolabile (g/L)</b>	10,99	10,29	n.s.
<b>Antociani totali (mg/kg)</b>	910	978	n.s.
<b>Azoto prontamente assimilabile</b>	244	183	
<b>Peso legno potatura (kg)</b>	0,53 b	1,04 a	
<b>Indice di Ravaz</b>	4,51 a	1,53 b	

L'analisi chimica dei vini non ha messo in evidenza differenze per quanto attiene il grado alcolico ed il pH mentre l'acidità titolabile è stata inferiore nei vini della forma AS (Tabella 9). Nei vini della forma AS è stata riscontrata una acidità volatile leggermente superiore.

**Tabella 9:** analisi chimica dei vini ottenuti per microvinificazione dalle uve delle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS) nel Cabernet sauvignon.

	RI	AS
<b>Alcool (%vol)</b>	10,93	10,56
<b>pH</b>	3,43	3,43
<b>Acidità titolabile (g/L)</b>	7,05	5,55
<b>Acidità volatile</b>	0,49	0,51

L'analisi sensoriale ha dato un giudizio di preferenza migliore ai vini ottenuti dalla forma con portamento ricadere della vegetazione, dovuto principalmente alla componente olfattiva (Figura 18).



**Figura 18:** profilo sensoriale dei vini ottenuti per microvinificazione dalle uve delle due disposizioni della vegetazione: a ricadere (RI) e assurgente (AS) nel Cabernet sauvignon.

## CONCLUSIONI

Nel primo anno di prove è stato possibile constatare che il Merlot ed il Pinot grigio sono vitigni più adattabili alle diverse disposizioni della vegetazione sia in termini di crescita vegetativa che di produzione e qualità. Per il Cabernet Sauvignon, la prerogativa assurgente del suo portamento condiziona significativamente l'espressione vegeto-produttiva; l'utilizzo di forme di allevamento con vegetazione assurgente avvantaggiano la crescita vegetativa a scapito della produzione. In questa esperienza è stata infatti osservata una maggior superficie fogliare ed un maggior peso del legno di potatura nella forma di allevamento con vegetazione assurgente, associate ad un peso del grappolo molto basso e ad un altrettanto basso indice di Ravaz anche se poi i parametri della maturazione non sono stati influenzati.

Il peso del grappolo, in accordo con quanto già evidenziato da altri autori (Calò *et al.*, 1999; Tomasi *et al.*, 2005), tende ad essere maggiore nella tesi con vegetazione a ricadere. Ciò può trovare conferma nel maggior accrescimento dei germogli della forma di allevamento AS (vedasi anche il peso del legno) mentre proprio nell'allevamento RI lo stimolo vegetativo è maggiormente portato verso il grappolo.

Lo stato idrico della pianta è legato al rigoglio vegetativo. Tuttavia, mentre nel Merlot e Pinot grigio si ha un adattamento, nel Cabernet sauvignon un eccesso di

---

vegetazione, favorito dalla crescita in parete verticale, può compromettere la produzione.

Tuttavia, per quanto riguarda la valutazione organolettica dei vini non sono emerse in nessuno dei vitigni, nette preferenze.

---

## RINGRAZIAMENTI

Desidero innanzitutto ringraziare chi ha permesso la realizzazione di questo lavoro:

La Provincia di Treviso che ha finanziato la borsa di Dottorato.

La Fondazione Cassamarca ed il Suo Presidente per aver fornito le strutture, ovvero il vigneto sperimentale presso l'Azienda Cà Tron e per lo stesso motivo ringrazio Lo Studio Evoluzione Ambiente ed in particolare il Dott. Berto ed il Dott. Bonato.

Immensamente grata sono inoltre al Dott. Diego Tomasi dell'Istituto Sperimentale per la Viticoltura di Conegliano, al Dott. Giovanni Pascarella ed al Dott. Paolo Sivilotti, per avermi "insegnato" la viticoltura, per l'aiuto nell'impostazione del lavoro, nella conduzione della prova, per i loro consigli, suggerimenti, insegnamenti, e per la loro inesauribile disponibilità. Al Dott. Tomasi inoltre devo un doveroso ringraziamento per il lavoro di correzione e revisione della tesi.

Ringrazio il mio supervisore, il Prof. Giorgio Ponchia che mi ha seguito in questi tre anni e mi ha aiutato a raggiungere questa meta.

Sono riconoscente inoltre alle persone che lavorano nell'azienda Cà Tron, il Dott. Piavino, il Dott. Nardese e le signore dell'amministrazione per la loro disponibilità.

Devo ringraziare il Prof. Vasco Boatto, Direttore del corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Viticole ed Enologiche per aver lasciato che io usassi le strutture dell'Università in Conegliano e per avermi dato un ufficio in cui lavorare per tre anni, allo stesso modo sono grata al Prof. Andrea Curioni per aver permesso l'uso del Laboratorio di Chimica Enologica.

---

Non posso non ricordarmi di tutti i miei “tesisti” di questi 3 anni, gli ormai Dottori Enrico Di Martino, Davide Genovese, Marco Spagnol, Eddy Salviato, Alessandro Danese, Andrea Saccon, Andrea Marcon, Diego Ros, e quelli che lo saranno presto, Marco Dal Pos e Alberto Carrer, per avermi aiutato durante tutti i rilievi in campo e le analisi di laboratorio. Ognuno a suo modo mi ha insegnato qualcosa e allo stesso tempo mi hanno ricordato le ansie e le inquietudini dei tempi dell’università e della tesi e ognuno ha lasciato un segno e spero di essergli in qualche modo stata utile.

Ringrazio i miei compagni di ventura/sventura, i miei amici, Stefania, Tiziana, Simone, Raul e Federica, Patrick e Nicola, le giornate sono più corte se puoi bere un caffè in compagnia, se puoi parlare e sparlare un pochino.

Ringrazio Alessandra per i due anni che abbiamo passato a fare i rilievi insieme.....e per i pranzi “al sole”, inoltre per i dati che mi ha fornito.

Sono grata ai miei amici lontani: Leslie, Steve, Maurizio, Nadia, Toni, Robyn, Coca, Claudia, Geoff, chattare in fondo è così semplice!!

Steve Tyerman e Daniel Cozzolino, perché lavorare a fianco di persone come loro è stato un arricchimento continuo e un’esperienza di vita impagabile.

La povera Wendy che si è dovuta subire il sole australiano a mezzogiorno per colpa mia.

Ringrazio insomma tutti gli Aussie perché loro non sanno ma mi hanno fatto realizzare che il mondo è più piccolo di quello che pensiamo e che per creare grandi amicizie bastano solo piccoli gesti, non occorre parlare la stessa lingua, l’esperienza australiana non sarebbe stata uguale senza di loro.

Ringrazio inoltre la mia famiglia, è anche merito loro se sono arrivata alla fine di questo dottorato.

---

Infine, Matteo, gli ultimi tre anni c'hanno messo davanti a tante scelte a tante difficoltà, a tanti dubbi ma in due è tutto più facile, soprattutto se il due è una persona come lui.

*Roberta*