

## LA ZONAZIONE DELLA D.O.C. BOLGHERI (CASTAGNETO C.): ASPETTI METODOLOGICI ED APPLICATIVI

**MAURIZIO BOGONI**

Istituto di Coltivazioni Arboree, Università degli Studi di Milano, Via Celoria 2, 20133 Milano  
(dal 1997: Ruffino spa, Via Aretina 42, 50065 Pontassieve, Firenze)

### *Abstract*

*The results of the first step of the zoning study carried out in Bolgheri appellation area (Castagneto Carducci, Tuscany) in the 1993-1995 period have been recently published. Quality factors of Bolgheri appellation and different "terroirs" were identified. The influence of site of cultivation (i.e. the ambience created by soil and its immediate environment) on crop level, vine vegetative growth, grape composition and wine quality was the result of the combination of mesoclimatic conditions, soil characteristics, soil water and mineral nutrient availability.*

*In this work the overall methodology and each phase of this zoning process are described and discussed. A particular emphasis is given to some parts of the zoning process:*

- (1) the detection of the existence of soil effects on grape yield and wine quality;*
- (2) the grapevine nutritional status and its relationships with nutrients availability in different soils;*
- (3) the use of descriptive analyses, combined with univariate and multivariate statistics, to define the sensory properties of wines obtained in the different presumed terroirs in Bolgheri appellation.*

*The second step, nowadays in progress, is the presentation of results to vinegrowers and winemakers by the aid of maps and concise reports. At the same time results have to be verified and corroborated by further investigations. Even the limitations of the results of the zoning of Castagneto Carducci territory are presented: the large variability in observed vineyards and the lack of a balanced experimental design.*

### **PREMESSA**

Lo studio di zonazione, concluso nella sua prima fase (1993-1995) ha consentito di conoscere i fattori che determinano la qualità dei vini di Bolgheri e di evidenziare tutte quelle situazioni ambientali ove è possibile produrre vini di qualità molto elevata e dotati di sensazioni aromatiche e gustative uniche e distinguibili (Bogoni, 1998). Questo testo si propone, ripercorrendo le fasi principali ed i risultati più interessanti ottenuti, di commentare criticamente la metodica di indagine seguita e di descrivere le ulteriori fasi in corso di realizzazione (applicazione, interpretazione scientifica e validazione dei risultati).

## LA METODOLOGIA

Il concetto moderno di studio dei rapporti tra vitigno ed ambiente si fonda su tre presupposti fondamentali (Falcetti et al., 1997; Jackson e Lombard, 1993; Morlat e Asselin, 1992), che possono permettere di riconoscere e interpretare i rapporti tra ambiente e qualità delle uve e dei vini in esso ottenibili: (a) interdisciplinarietà; (b) analisi dell'interazione "vitigno x ambiente"; (c) utilizzo dell'analisi sensoriale.

**Le fasi operative.** La zonazione del territorio di Castagneto Carducci si è articolata in 4 fasi fondamentali, di seguito descritte.

1. **La raccolta di informazioni sul territorio**, quali notizie storiche (Bezzini, in Bogoni, 1998), serie storiche di dati climatici, nella visione della cartografia di base e tematica già esistente) ed i sopralluoghi alle aree interessate, allo scopo di predisporre il piano di lavoro.

2. **L'indagine pedologica**, condotta alla scala cartografica ritenuta più idonea al grado di dettaglio voluto, all'ampiezza del territorio oggetto di indagine, alle risorse finanziarie disponibili (1:10000), finalizzata all'individuazione di Unità di Paesaggio, ovvero aree sufficientemente omogenee sia per i principali caratteri del suolo che del paesaggio (caratteri mesoclimatici, morfologia, pendenza ed esposizione). La descrizione delle unità di paesaggio viene anche integrata dall'analisi chimico-fisica di campioni di suolo provenienti dai diversi orizzonti del profilo.

3. **Lo studio dell'interazione del vitigno con l'ambiente.** In tutte le combinazioni "vitigno (*Sangiovese*, *Cabernet Sauvignon* e *Merlot*) x unità di paesaggio x tipo di suolo" sono state individuate le parcelle sperimentali (repliche di gruppi di 5 piante) in vigneti tra di loro il più possibile omogenei, generalmente allevati a cordone speronato (da 3300 a 4500 piante/ettaro).

In esse sono stati realizzati, nel triennio 1993-1995 rilievi sulle fasi fenologiche, sulla maturazione delle uve, sullo stato nutrizionale attraverso la diagnostica fogliare ed una serie di controlli sulla vegetazione e sulla produzione: produttività, fertilità e composizione chimica delle uve (in particolare il corredo polifenolico). Alla vendemmia è stato inoltre prelevato un campione di uva per l'esecuzione della microvinificazione, effettuata con trfile standardizzate per ciascun vitigno. Nel periodo invernale, si è proceduto alla potatura ed alla pesatura del legno di risulta per ogni singola pianta. E' stato determinato l'indice PL (Ravaz, 1906) come rapporto tra la produzione ceppo e il peso del legno di potatura.

I vini sono poi sottoposti all'analisi sensoriale, volta sia ad accertare l'esistenza di differenze effettivamente percepibili tra i vini ottenuti in ciascuna unità di paesaggio (inizialmente attraverso test triangolari, duo-trio, di ordinamento, ecc., che non richiedessero un panel di degustatori particolarmente esperto), sia a descrivere le caratteristiche visive, aromatiche e gustative attraverso i profili sensoriali (analisi QDA, Sauvageot, 1980) ottenibili da schede descrittive che riportano le note sensoriali peculiari che il vitigno fornisce nell'ambiente in studio.

4. L'assemblaggio delle conoscenze scaturite dalle varie fasi di lavoro si è tradotto infine nella **redazione delle carte tematiche ed attitudinali**, ovvero di "carte consiglio" contenenti la scelta dei portinnesti, dei cloni di ciascun vitigno e delle tecniche colturali per ciascuna sottozona del comprensorio, capaci quantomeno di ridurre l'effetto dei fattori limitanti sulla qualità.

Le variabili rilevate e quelle derivate sono state sottoposte ad analisi statistica di tipo univariato quali l'analisi di varianza multifattoriale (ANOVA) e le medie confrontate con test di Duncan ed il test della Minima Differenza Significativa (MDS). Sono state svolte anche analisi statistiche di tipo multivariato come l'analisi di correlazione e l'analisi delle componenti principali (PCA).

**Un modello dinamico.** La zonazione si prefigge quindi utilizza un modello di studio ed interpretativo dinamico: di volta in volta gli strumenti di “misura”, il numero delle parcelle ed il piano sperimentale possono e devono essere modificati ed adeguati al territorio in esame.

Nella zonazione di Bolgheri, nel corso del triennio, le parcelle sperimentali di Sangiovese sono progressivamente diminuite (da 32 a 22), a beneficio di un miglioramento dell’indagine relativa al Cabernet Sauvignon (da 12 a 19) ed al Merlot (da 10 a 16 parcelle). Le parcelle di Sangiovese sono state infatti progressivamente ridotte, limitando il rilievo di dati agli impianti geneticamente ed agronomicamente più omogenei.

**I limiti del metodo.** In una zonazione, i vigneti o parcelle di riferimento, in quanto tali, dovrebbero rispondere, secondo i consueti metodi della sperimentazione scientifica, ai criteri della rappresentatività e della omogeneità (relativamente, ad esempio, a sistema di impianto, età, gestione del suolo e della fertilizzazione, genetica: clone/portinnesto, capacità e “know how” aziendale). L’esperienza di campo indica invece che tali condizioni non sono solitamente individuabili all’interno di un’area viticola anche piccola. Nel nostro caso, per stimare la variabilità legata alle caratteristiche del vigneto (materiale genetico, età, sistema di allevamento, tipo di gestione del suolo e della canopy, ecc.) si è cercato ad esempio di aumentare il numero di ripetizioni per unità di paesaggio o di disporre di osservazioni ottenute nella stessa unità di suolo ma in condizioni microclimatiche ed agronomiche differenti.

La distribuzione delle parcelle sperimentali, inoltre, non poteva essere né randomizzata, né distribuita ed organizzata in modo tale da ottenere un piano sperimentale bilanciato. Infatti, in talune combinazioni suolo/unità di paesaggio risultavano assenti vigneti di uno o due dei 3 vitigni in osservazioni (ad esempio, il Sangiovese nell’unità di paesaggio Sassicaia, oppure il Cabernet Sauvignon nell’unità Accattapanè, ecc.).

L’elevato numero di parcelle sperimentali utilizzate (32, 26 e 15 per Sangiovese, Cabernet S. e Merlot, rispettivamente) e di microvinificazioni realizzate (quasi 60) è stato adottato proprio allo scopo di poter quantomeno ridurre gli effetti di questa variabilità, attraverso la verifica delle risposte adattative in più repliche dello stesso tipo di unità di paesaggio/soilo, unità di paesaggio e vitigno.

## RISULTATI

### Come si manifesta l’effetto del “suolo” sulla qualità del vino: il caso “Ornellaia”

Presso la *Tenuta dell’Ornellaia*, parallelamente al lavoro di zonazione vero e proprio, è stato possibile individuare parcelle effettivamente omogenee e rappresentative e definire un piano sperimentale sufficientemente bilanciato relativamente al *Cabernet Sauvignon*, allo scopo di evidenziare un eventuale effetto del tipo di suolo sulla qualità delle uve e dei vini. Le cinque tipologie di suolo con le relative ripetizioni, risultavano quelle maggiormente diffuse nell’areale di Castagneto (As-Asa; I, Cf, G).

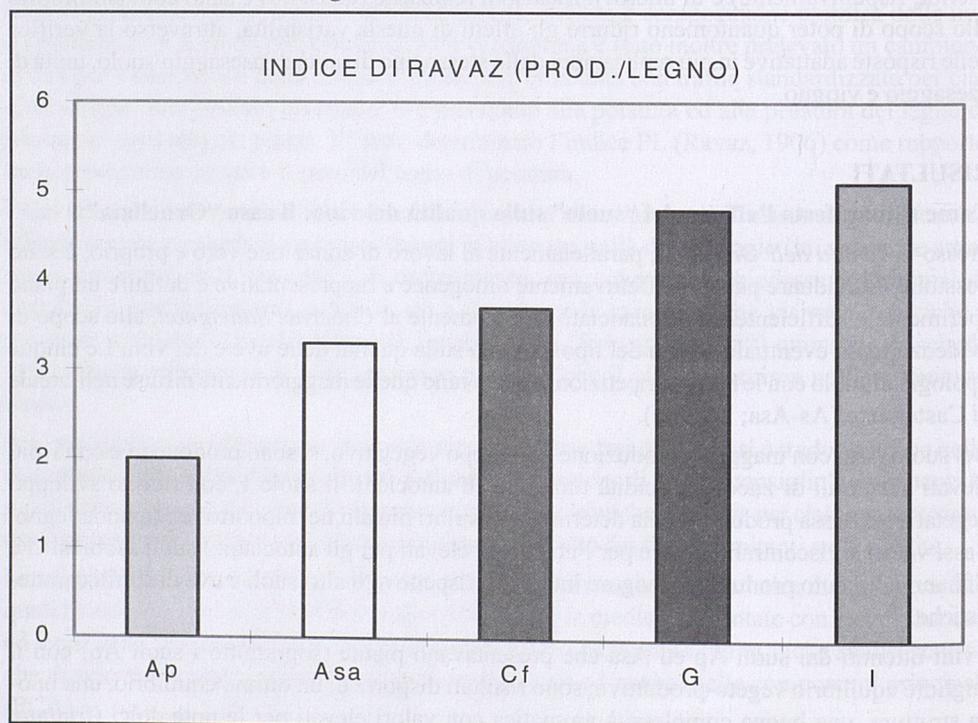
Nel suolo Asa, con maggiore produzione e sviluppo vegetativo, si sono prodotte uve con i più elevati accumuli di zuccheri, acidità titolabile ed antociani. Il suolo I, con ridotto sviluppo vegetativo e bassa produttività, ha determinato i valori più alti nel rapporto produzione/legno. Bassi valori si riscontrano invece per l’acidità ed elevati per gli antociani. I suoli sabbiosi G e Cf hanno ottenuto produzioni e vigore intermedi rispetto agli altri suoli e uve di simili caratteristiche.

I vini ottenuti dai suoli Ap ed Asa che presentavano piante (soprattutto i suoli Ap) con il migliore equilibrio vegeto-produttivo, sono risultati disporre di un ottimo equilibrio, una buona struttura, una buona complessità aromatica con valori elevati per le note dolci (fruttato,

caramello), la tannicità e l'acidità. Sono risultati all'opposto caratterizzati dal più basso valore per la nota fenolica. Il vino che proviene dai suoli I è risultato caratterizzato da una complessità di profumi speziati, fruttati, da sentori fenolici, da un discreto equilibrio tra tali aromi e le caratteristiche di alcoolicità e acidità. Si è distinto inoltre per la sua elevata tannicità. Il vino proveniente dall'unità Cf è risultato equilibrato nelle sue componenti, è caratterizzato sia da profumi dolci (fruttato e caramello) che da sentori speziati e fenolici: un vino profumato, ma di scarsa struttura. La componente aromatica dei vini ottenuti nei suoli G è complessa ma attenuata ad eccezione delle note fenoliche molto pronunciate. All'esame gustativo è risultato un vino poco acido, mediamente tannico, nel complesso equilibrato, non di grande struttura.

In sintesi, i risultati hanno messo in luce i rapporti tra la variazione dello sviluppo vegeto-produttivo, indotta dalle caratteristiche del suolo, e le caratteristiche chimico-sensoriali dei vini. E' ormai assodato, sia nella viticoltura europea tradizionale, che nei Paesi di "nuova viticoltura" che il suolo rappresenta uno dei principali fattori della qualità del vino (Scienza et al., 1997). Il suolo infatti determina la distribuzione delle radici e l'assimilazione dei nutrienti e dell'acqua, in cooperazione con le caratteristiche climatiche). I differenti suoli dei vigneti dell'Ornellaia hanno determinato di volta in volta differenti rapporti tra sviluppo vegetativo e produttività delle piante, più o meno favorevoli ad una ottimale decorso della maturazione. Questi rapporti rappresentano inoltre una chiave per comprendere le differenze nella qualità dei vini (Scienza et al., 1997): gli effetti del suolo si sono infatti tradotti in diversi livelli di equilibrio tra apparato fotosintetico ed uva e, soprattutto, hanno prodotto diversi modelli di chioma (o "canopy") e differenti condizioni microclimatiche per i grappoli.

**FIGURA 1.** *Variazione dell'indice di Ravaz PL (rapporto produzione per pianta/legno di potatura) nelle 5 unità di suolo presenti nei vigneti di Cabernet Sauvignon della Tenuta dell'Ornellaia. Valori medi degli anni 1993 e 1994.*



## Lo stato nutrizionale dei vigneti di Castagneto Carducci

**Tabella 1.** Effetto dell'unità di paesaggio sullo stato nutrizionale all'invaiaitura. Media delle tre cultivar nel triennio 1992-1994. I valori in colonna con la stessa lettera non sono significativamente diversi (Test di Duncan,  $p < 0.05$ ).  $n$ =numero di casi.

Unità di paesaggio e unità cartografica	n.	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Fe $\mu\text{g/g}$	Mn $\mu\text{g/g}$	B $\mu\text{g/g}$	Zn $\mu\text{g/g}$
Greppi cupi (G)	19	2.18 bcd	0.13 ab	0.54 cd	3.03 bc	0.50 ab	295 a	318 bc	37 b	38a
Sassicaia-Grascete (Asa,As,Ap)	12	1.96 e	0.14 a	0.57 cd	3.53 a	0.46 abcd	191 b	168 ef	51 ab	24a
Accattapanè(F,Fs)	10	2.07 de	0.14 a	0.60 bc	3.41 ab	0.39 cd	298 a	292 bcd	49 ab	39a
Colle Rosi(R,Re)	4	2.39 a	0.12 c	0.78 a	2.80 c	0.48 abc	294 a	768 a	53 ab	33a
Cerreta(Ga)	9	2.37 ab	0.14 a	0.52 cd	3.28 ab	0.49 ab	298 a	362 b	47 ab	38a
Porcarecce(B)	4	2.31 b	0.12 c	0.32 e	3.22 ab	0.51 ab	258 ab	249 cde	61 a	25a
Castagneto(Cf,Cs)	26	2.15 cde	0.13 ab	0.65 abc	3.24 ab	0.41 bcd	302 a	206 efd	53 ab	37a
Segalari(S,Se)	8	2.04 de	0.13 ab	0.40 de	3.46 a	0.54 a	186 b	131 f	62 a	24a
Contessine(L,Ls)	9	2.10 de	0.13 ab	0.76 ab	3.34 ab	0.37 a	282 a	240 cde	43 b	38a
<b>MEDIA</b>		<b>2.16</b>	<b>0.13</b>	<b>0.59</b>	<b>3.30</b>	<b>0.46</b>	<b>265</b>	<b>248</b>	<b>50</b>	<b>35</b>

Ricerche recenti hanno indicato l'importanza dell'esame dello stato nutrizionale dei vigneti quando si vogliono studiare le interazioni tra le varietà e l'ambiente di coltivazione (Bogoni et al., 1995). La diagnostica fogliare rappresenta infatti uno strumento prezioso per ottenere una migliore conoscenza dei fattori ambientali che influenzano la produttività, la composizione dell'uva e, in definitiva, la qualità del vino. Anche Jackson e Lombard (1993) hanno evidenziato che il suolo influenza la qualità del vino anche modificando la disponibilità di nutrienti (azoto e potassio, in particolare). In linea generale è stata osservata una elevata variabilità per i contenuti fogliari all'invaiaitura di K, Fe, Mn e P a Castagneto rispetto allo stato nutrizionale medio dei vigneti toscani (Failla et al., 1995). Le condizioni ambientali ed in particolare l'assenza di precipitazioni nel periodo estivo, sembrano infatti limitare l'assorbimento di K nelle piante.

L'effetto dell'Unità di Paesaggio (Tabella 1) è risultato statisticamente significativo all'analisi di varianza sui livelli di K, Mg, Mn e B. L'anno ha influenzato significativamente i contenuti fogliari di Fe; il vitigno e la sua interazione con l'annata hanno agito significativamente solo sui livelli del B all'invaiaitura; l'interazione tra unità e vitigno su quelli dell'azoto.

Le unità *Sassicaia* e *Segalari* (aventi simili contenuti in argilla) hanno presentato, uno stato nutrizionale molto simile per N, K, Ca e Fe. I contenuti di K nelle foglie sono risultati particolarmente ridotti nelle unità *Greppi cupi*, *Sassicaia*, *Cerreta* e soprattutto nelle unità *Segalari* e *Porcarecce*. Le unità *Castagneto* e *Contessine*, aventi simili condizioni pedoclimatiche (zona dei "terrazzi") hanno anche uno stato nutrizionale simile. L'unità *Colle Rosi*, nella collina interna, aveva i valori più elevati per N, K e Mn ed i più bassi per Ca e P.

### L'indagine climatica

L'indagine climatica, anche per le dimensioni relativamente limitate del territorio di Castagneto Carducci, è stata fin dal principio indirizzata verso una descrizione sintetica dell'andamento meteorologico degli anni interessati ai rilievi agronomici e all'ottenimento di informazioni sul valore degli indici bioclimatici più comuni. In effetti si voleva porre l'accento sul ruolo preminente dell'interazione tra vitigno e ambiente e rovesciare in tal modo alcuni metodiche che pretendono di poter classificare e suddividere un territorio su basi puramente climatiche o geopedologiche, trascurando il concetto fondamentale dell'adattamento. Solo quando il territorio in indagine è sufficientemente ampio, lo studio climatico effettuato con sistemi informativi geografici e modelli matematici (Fregoni et al., 1992), offre risultati adeguati: le potenzialità del sito vengono individuate con lo studio dell'interazione "genotipo x ambiente", mentre la

sua estensione spaziale viene determinata con l'indagine pedologica e climatica. Nel territorio in esame è stato osservato che le differenziazioni climatiche sopra accennate si sovrappongono quasi perfettamente alla distribuzione delle unità di paesaggio, essendo il modello di distribuzione dei suoli relativamente semplice e sufficientemente corrispondente alla diversificazione altimetrica dei suoli stessi. Alle caratteristiche climatiche viene comunemente attribuito larga parte del successo del modello viticolo di Bolgheri. In effetti, da un confronto effettuato con un ambiente a clima continentale alpino (Falcetti et al., 1996), i vigneti di Cabernet Sauvignon e Merlot di Castagneto hanno evidenziato una maggiore stabilità nel decorso della maturazione, sia negli anni che tra le diverse unità di paesaggio. I dati meteorologici utilizzati ai fini della descrizione delle condizioni climatiche della zona sono stati ottenuti da due stazioni della rete agrometeorologica regionale.

L'alto indice di insolazione ovvero il basso indice di nuvolosità e di copertura del cielo è una caratteristica di questo sito, come di tutte le zone litoranee. Come pure caratteristica delle zone litoranee è l'abbondante ventilazione, che, attenuata dalla zona delle dune di sabbia (unità di suolo Greppi cupi e Cerreta) giunge estremamente attenuata nella zona dei terrazzi (unità Contessine, Castagneto). Nelle zone collinari più elevate (al di sopra dei 60-70 m s.l.m.) la ventilazione torna ad essere particolarmente elevata, ed accentua, soprattutto nelle zone di crinale (unità Segalari, Colle Rosi) i fenomeni di stress idrico legati alle frequenti estati siccitose.

La piovosità media annuale (decennio 1988-1997) è variabile da 556 mm (stazione di Castagneto) a 623 mm (stazione di San Vincenzo). Questo dato conferma la situazione maggiormente siccitosa della zona collinare di Castagneto. Le precipitazioni del periodo aprile-ottobre risultano mediamente da 328 a 414 mm, ma di esse da 101 a 135 mm cadono alla fine del mese di ottobre, cioè dopo che, nella maggior parte dei casi, sono terminate le operazioni di vendemmia. La fine della vendemmia. In particolare negli anni interessati alla prova, nel periodo di sviluppo vegetativo (aprile-luglio) si sono avute precipitazioni per circa 130 mm, mentre nei due mesi successivi (agosto e settembre) solo poco più di 90 mm di pioggia.

Alcuni indici bioclimatici, di semplice calcolo, possono invece essere sufficienti per la comprensione della variabilità qualitativa delle diverse annate (Falcetti, 1994). Dalla tabella 2 si evince infine che, rispetto alle zone toscane più interne, con l'eccezione di Montepulciano, il territorio di Castagneto dispone di un più ridotto valore dell'indice "gradi giorno" di Winkler. Le precipitazioni nel periodo vegetativo-produttivo risultano invece decisamente inferiori (da 30 a 98 mm) rispetto alle altre più famose zone toscane a denominazione di origine. L'entità delle precipitazioni rappresenta pertanto il fattore "discriminante" delle condizioni climatiche di Castagneto, rispetto alle "zone storiche" della viticoltura toscana.

**Tabella 2.** Valori dell'indice "gradi giorno" di Winkler e delle piogge da aprile a settembre (stagione vegetativa) ottenuti nella zona di Castagneto Carducci nel decennio 1988-1997 e in altre zone toscane a denominazione d'origine (valori medi delle annate 1971-1990).

Località	Periodo	Winkler	Pioggie (mm) aprile-settembre
S.Vincenzo	1989-97	1773	279
Castagneto Carducci	1988-97	1747	227
Montepulciano*	1987-90	1771	351
Chianti Classico senese*	1987-90	1639	309
Montalcino*	1987-90	2257	304
Vallate aretine*	1987-90	1864	325
San Gimignano*	1987-90	1933	326

\*dati tratti da Egger et. al, 1997.

### Caratteri funzionali dei suoli

I suoli (Tabella 3) variano da sabbiosi (G) a franco-sabbioso-argillosi e sabbioso-argillosi (Ga, F, Fs, C, Cs, Cf, L, Ls), ad argillo-sabbiosi (As, Ap, Asa) fino ad argillosi o argilloso-limosi (I). Sono da debolmente acidi (in rarissimi casi) e più frequentemente da debolmente alcalini ad alcalini (pH da 6.93 a 8.55), presentano salinità trascurabile (conducibilità elettrica inferiore a 20(S/cm) e non presentano problemi legati a presenza di sodio. Sono generalmente non calcarei, sebbene alcuni tra i suoli potenzialmente più vocati, come i suoli As ed I presentano valori superiori alla medie, che impongono precauzioni nella scelta del portinnesto.

La "imponente" variabilità riscontrata nelle prestazioni quanti-qualitative delle piante e nella qualità dei vini sono sicuramente in parte riconducibili alla decisa variazione tessiturale dei suoli.

Tabella 3. Caratteristiche chimico-fisiche dei suoli di Castagneto Carducci.

Codice		G	Ap- As- Asa	F-Fs	Ga	C-Cs- Cf	S-Se	L-Ls	I	B	media*
Sabbia	%	84.7	40	63	77	66.5	50	62.6	24	68	59.7
Argilla	%	10	37.8	27	17	22.1	31	26.7	48	16	26.6
Limo	%	5.25	22.2	10	6	11.4	19	10.7	28	16	13.7
PH	(H <sub>2</sub> O)	7.32	8.12	7.70	7.00	6.93	8.55	7.66	8.29	8.53	7.65
K <sub>2</sub> O	ppm	145	342	124	124	180	96	168	132	48	184
K <sub>2</sub> O	%CSC	5.36	4.35	0.92	3.43	2.62	1.45	2.08	2.61	0.8	2.9
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ppm	34	47	6	14	6	12	20	2	10	20
MgO	ppm	146	286	326	116	705	-	227	927	-	380
B	ppm	0.24	0.53	0.20	0.30	0.28	-	0.20	-	-	0.30
N <sub>tot</sub>	%	0.05	0.06	0.10	0.06	0.05	1	0.07	0.03	-	0.19
Ca <sub>scam</sub>	ppm	1091	-	5000	1250	1750	-	2869	-	4300	2462
S.O.	%	0.80	1.34	1.34	1.19	0.66	1.14	0.99	0.52	1.00	1.01
Carb.	%CaCO <sub>3</sub>	1.82	15.89	6.00	2.00	1.59	1.70	2.54	36.17	3.50	6.79
Ca <sub>att</sub>	%CaCO <sub>3</sub>	0.71	6.06	1.50	1.00	1.20	0	0.81	14.73	2.16	2.44
C.S.C.	meq/100g	6.44	16.55	28.20	7.60	15.38	13.90	16.81	10.60	15.20	15.35
Cu <sub>as</sub>	ppm	4.11	0.27	0.70	8.00	3.30	-	1.37	-	-	2.33
Fe <sub>ass</sub>	ppm	85.66	4.23	4.98	108	141.6	-	24.74	-	-	66.28

\*media ponderata di 80 casi.

K<sub>2</sub>O: potassio scambiabile espresso in K<sub>2</sub>O (metodo ammonio-acetato)

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: fosforo assimilabile espresso in P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (metodo Olsen).

Carb.: carbonati totali (% di CaCO<sub>3</sub>)

Ca att.: calcare attivo (%).

S.O.: sostanza organica.

C.S.C.: capacità di scambio cationico (meq/100g).

ass.: assimilabile

### **Il comportamento vegeto-produttivo del Sangiovese, del Cabernet Sauvignon e del Merlot nelle diverse unità di paesaggio**

**Sangiovese.** Il *Sangiovese* ha mostrato una ampia variabilità, tra le diverse unità di paesaggio in cui era presente, per quanto concerne la produttività potenziale per ettaro (da 9 a 14 tonnellate di uva per ettaro), la resa media per pianta (2.6-4.8 kg), il peso medio del grappolo (221-328 g) e dell'acino (1.6-3.3 g), l'acidità (5.9-8 g/l) ed il pH (3.24-3.51) dei mosti.

Il potenziale di accumulo zuccherino nel *Sangiovese* risulta essere nell'areale di Castagneto generalmente insoddisfacente (18-19.8°Brix), anche nei casi ove sono state adottate tecniche gestionali "moderne" (cordone speronato, alta densità, materiale clonale). Questa situazione è da ricondurre in parte a problemi di natura sanitaria (attacchi di tignola e botrite impediscono talora di ritardare ulteriormente la vendemmia) ed in parte a problemi di scelta del materiale genetico. Verifiche preliminari condotte in nuovi impianti di *Sangiovese* realizzati nella zona con cloni di selezione più recente ha dato risultati di gran lunga superiori.

Non è stato possibile mettere in relazione diretta le variabili caratteristiche produttive e compositive del *Sangiovese* con le caratteristiche del suolo (in particolare i contenuti di acqua disponibile) o con i rapporti tra sviluppo vegetativo e produttività della pianta, come invece era accaduto per il *Cabernet Sauvignon* nell'esperienza condotta presso la Tenuta dell'Ornellaia. Questi risultati possono essere sicuramente messi in relazione con la già ricordata eterogeneità genetica e colturale dei vigneti utilizzati nella ricerca.

La sintesi delle informazioni ottenute è stata realizzata attraverso l'analisi delle componenti principali (PCA) applicata alle variabili vegeto-produttive e compositive dei mosti. Essa ha evidenziato la similarità delle prestazioni produttive (intermedie) ed acide (elevate) delle unità Cerreta e Porcarecce, delle unità Castagneto ed Accattapane. Comportamenti peculiari sono stati invece dimostrati dalle unità Segalari, Greppi cupi, Colle Rosi e Sassicaia.

Disaggregando per singola annata i dati relativi alle medie produttive ottenute nelle diverse unità di paesaggio, è stata realizzata una seconda analisi delle componenti principali, allo scopo di evidenziare graficamente la stabilità relativa di alcune unità di paesaggio.

Le unità Accattapane, Grascete e Contessine hanno presentato una relativa instabilità, ovvero risultati produttivi ed una composizione delle uve di *Sangiovese* variabili nel triennio. Questa analisi grafica permette anche di evidenziare possibili interventi "correttivi". Ad esempio, le unità Cerreta e Porcarecce hanno ad esempio evidenziato di poter produrre uve con un buon titolo zuccherino solo quando la produttività non è elevata.

**Cabernet Sauvignon.** I risultati ottenuti nelle parcelle di *Cabernet Sauvignon* collocate nell'intero territorio di Castagneto hanno confermato, in linea generale, i risultati ottenuti nella ricerca condotta nella *Tenuta dell'Ornellaia*. In particolare, l'unità Sassicaia (suoli As, Asa, Ap) ha confermato il rapporto peculiare esistente tra un elevato sviluppo vegetativo ed una produzione per ceppo media. Il rapporto PL (tra produzione e peso del legno asportato alla potatura invernale) è risultato correlato negativamente agli zuccheri del mosto (dati non riportati), rivelando un modello produttivo relativamente semplice.

La produttività media per pianta è risultata variare da 2.2 kg (unità Segalari) a quasi 3.5 kg (unità Sassicaia ed Ornellaia). Il peso medio del grappolo è variato da 140 g (nell'unità Segalari) a 180 g (nelle unità Castagneto ed Ornellaia).

I più elevati livelli zuccherini ed acidi, unitamente ai pH inferiori, sono stati ottenuti nelle parcelle sperimentali ubicate nell'unità Segalari. I livelli zuccherini inferiori sono stati invece ottenuti nei suoli franco-sabbiosi dell'unità Contessine. I suoli argillosi ed argillo-sabbiosi hanno permesso di ottenere le migliori gradazioni zuccherine ed equilibrio tra zuccheri ed acidità).

L'analisi delle componenti principali ha evidenziato l'elevata stabilità nel triennio delle prestazioni registrate nelle unità Segalari, Sassicaia, Castagneto e Ornellaia. Una stabilità inferiore è invece rivelata dall'unità Greppi cupi, a conferma di quanto già emerso per il Sangiovese.

**Merlot.** Le prestazioni vegeto-produttive del *Merlot* sono risultate in stretta relazione con il contenuto di argilla dei suoli. Nei suoli argillosi infatti, grazie presumibilmente ad una maggiore disponibilità di acqua, il *Merlot* incrementa la propria produttività più di quanto non incrementi la sua crescita vegetativa. L'analisi delle componenti principali ha associato

le unità su suoli argillosi Segalari-Sassicaia (hanno simile pH del mosto, elevato peso medio della bacca ed anche elevato valore dell'indice produzione/legno o indice di Ravaz), il gruppo Contessine-Castagneto (avente tenori zuccherini limitati, superiori a 20°C, acidità elevate e ridotto -140 g- peso del grappolo) ed infine il gruppo Ornellaia-Cerreta, caratterizzato da elevato tenore in solidi solubili rifrattometrici (superiore a 21°Brix) e da bassa acidità (inferiore a 5 g/l). Mancano purtroppo i riferimenti ad altri tipi di suoli, data la limitata diffusione del Merlot nel territorio castagnetano.

#### **La microvinificazione e l'analisi sensoriale: la definizione di una tipicità ambientale**

I vini di Sangiovese e Cabernet S. ottenuti nelle diverse unità di paesaggio sono risultati significativamente differenti per quanto concerne i livelli di alcool, acidità totale e pH. Le repliche presenti dei vini ottenuti da ciascuna unità nello stesso o in anni diversi non costituivano una fonte di variazione significativa, con l'eccezione dei livelli di estratto secco.

Per i vini di Merlot si evidenzia l'elevato tenore alcolico ottenuto per i diversi vini e soprattutto nelle unità Castagneto, Segalari e Masseto. In quest'ultima si è rilevato un ottimo equilibrio tra grado alcolico, acidità e pH è stato raggiunto nell'unità Masseto, mentre l'unità Segalari ha confermato i consistenti valori dei parametri acidi ottenuti nel Sangiovese e nel Cabernet Sauvignon. I risultati dei test sensoriali descrittivi sono ampiamente descritti in Bogoni, 1998. Essi hanno dimostrato l'esistenza di una variabilità significativa tra i vini ottenuti nelle diverse unità di paesaggio del territorio di Castagneto Carducci.

Anche in questo caso, l'analisi delle componenti principali si è dimostrata efficace a sintetizzare le caratteristiche organolettiche e l'eventuale esistenza di stabilità sensoriale dei vini ottenuti nello stesso o in anni diversi dalle parcelle nell'ambito della stessa unità di paesaggio.

I dati sensoriali ottenuti con l'uso delle liste di attributi descrittivi sono stati poi utilizzati per la definizione di profili sensoriali, attraverso le tecniche dell'analisi descrittiva quantitativa. Sui raggi è stata riportata la percentuale di degustatori che aveva individuato la corrispondente nota sensoriale, analogamente a quanto fatto in altri studi sensoriali.

I test sensoriali discriminanti e descrittivi hanno evidenziato infatti l'ampia variabilità delle caratteristiche sensoriali dei vini di Sangiovese, Cabernet Sauvignon e Merlot potenzialmente ottenibili, nonostante la tecnica di vinificazione estremamente semplificata e standardizzata.

In alcune unità di paesaggio, la stabilità di talune caratteristiche analitiche e di alcune note sensoriali nelle ripetizioni effettuate in aziende diverse ed in annate diverse permette di poter definire tali unità quali veri e propri "terroir". Infatti alla nozione di unità di paesaggio quale area avente condizioni ambientali omogenee per quanto riguarda suolo, mesoclima e forme del paesaggio è stato possibile associare la presenza di alcuni descrittori chimico-sensoriali, ovvero l'esistenza di una "tipicità", di una "unicità sensoriale" non casuale. Le differenze talvolta così nette tra i vini ottenuti sono sicuramente in parte riconducibili alla forte variazione esistente tra le caratteristiche tessiturali dei terreni.

## CONCLUSIONI

### 1. Applicazione dei risultati della zonazione

Se la zonazione ha consentito da un lato di migliorare la conoscenza dei fattori della qualità dei vini producibili a Castagneto, dall'altro consente ai produttori di adottare strategie e tecniche di gestione delle loro "vigne" idonee ad esaltarla. E' stata ottenuta, in definitiva, non una "mappa della qualità", ma una mappatura delle situazioni ambientali (suoli, paesaggi, microclimi), ove è possibile produrre uve e vini dotati di sensazioni aromatiche e gustative uniche e distinguibili. Il produttore potrà utilizzare queste conoscenze sia per produrre vini esclusivamente di "terroir", sia per affinare le "miscelate" effettuate tra partite di uva di provenienza territoriale diversa.

La stessa definizione di standard di riferimento per lo stato nutrizionale della pianta e la conoscenza, per quanto elementare, dei suoi rapporti con la fertilità del terreno, consente oggi sia la possibilità di un utilizzo non aleatorio dell'analisi fogliare, sia una concimazione più calibrata. L'indagine ha permesso di individuare numerosi ambienti pedoclimatici -le unità di paesaggio- tra loro molto diversi per caratteristiche del suolo, della morfologia del territorio, del microclima dei vigneti. Questa grande variabilità ambientale è indiscutibilmente alla base della grande complessità delle caratteristiche organolettiche dei vini di Bolgheri. I risultati ottenuti hanno, tra l'altro, confermato in maniera oggettiva le peculiarità della sottozona "Sassicaia", dal punto di vista sia dello stato nutrizionale e vegeto-produttivo delle piante di Cabernet Sauvignon, che del profilo organolettico dei vini.

L'ultima fase della zonazione è rappresentata dall'assemblaggio delle conoscenze scaturite dalle varie fasi di lavoro e dalla redazione di carte "consiglio" o di schede tematiche relative alle scelte genetiche (vitigni e portinnesti), geotecniche (drenaggi e modellamenti superficiali) ed agronomiche (gestione vecchi e nuovi impianti, adozione inerbimento, ecc.) (Tabella 4).

**Tabella 4.** *Scelte agronomiche consigliate.*

### 2. La validazione e l'interpretazione dei risultati della zonazione

Come più sopra evidenziato, uno dei punti "deboli" della zonazione di Castagneto è rappresentato dall'evidente disformità genetica e colturale dei vigneti indagati, cui si è sopperito incrementando il numero di repliche sperimentali per unità di suolo e di paesaggio. Nella primavera 1998 sono stati piantati, nelle unità di paesaggio più rappresentative (Segalari, Castagneto, Grascete ed Accattapanè), in collaborazione con l'A.R.S.I.A. - Regione Toscana, 4 vigneti sperimentali identici con i vitigni Sangiovese, Merlot e Cabernet Sauvignon, ciascuno innestato su 3 portinnesti rappresentativi e rappresentato da 3 cloni rappresentativi della variabilità intravarietale, per un totale di 27 combinazioni vitigno/clone/portinnesto in ciascun vigneto. Le piante (5000-6000 ad ettaro) saranno allevate a cordone speronato. Questi vigneti sperimentali dovranno essere dei "laboratori" ove sperimentare ed ottimizzare per ciascuna unità di paesaggio, le tecniche agronomiche più disparate (inerbimento, diradamento, gestione della chioma, ecc.).

Si sono inoltre individuati, nei vigneti esistenti in fase di piena produzione, ma di impianto relativamente recente (5-12 anni), 4 impianti di ciascuna dei 3 vitigni rossi (per un totale di 12 vigneti), allevati a cordone speronato, lavorati, aventi una densità di impianto pari a 3500-5000 piante per ettaro, innestati su 420A e posizionati in 4 diverse unità di paesaggio. In questi vigneti nel biennio 1996-1997 si sono rilevati i consueti dati vegeto-produttivi ed eseguite le microvinificazioni. E' stato determinato lo stato idrico del suolo e calcolata l'acqua disponibile (AD, in % , Falcetti et al., 1996) in termini di differenza tra l'acqua presente nel campione di

**Tabella 4. Scelte agronomiche consigliate**

Unità di paesaggio	Caratteristiche ambientali	Rischio di stress idrico a luglio	INTERVENTI AGRONOMICI CONSIGLIATI
Colle Rosi Segalari Casavecchia	Suoli arcillosi o franco argillosi poco profondi molto ventilati	molto alto	ritardare l'ingresso in produzione per favorire lo sviluppo di un apparato radicale profondo, eventualmente sopprimendo o riducendo la prima "vendemmia".
Ornellaia	Suoli argillosi o argillo limosi dorosanti (calcare attivo pari al 15%) soggetti a ristagno idrico	basso	Utili gli interventi di riduzione del carico produttivo alla potatura. Possibile il diradamento dei grappoli allo scopo di migliorare l'equilibrio vegeto-produttivo
Grascete Sassicaia	Suoli arcillosi che inducono un buon equilibrio tra sviluppo vegetativo e produzione	basso	Pratiche viticole classiche
Accattapanè	Suoli argilloso-sabbiosi		Eventuali interventi di diradamento dei grappoli Ridurre le lavorazioni per ridurre la formazione della "suola" di lavorazione Interventi di cimatura e sfogliatura
Greppi cupi Cereta	Suoli sabbiosi o argilloso sabbiosi molto profondi, che inducono una elevata produttività	basso	Spesso utili gli interventi di diradamento dei grappoli. Necessari, per il Sangiovese, interventi di defoliazione della fascia produttiva.
Cortessine Castagneto Porcarecce	Suoli sabbioso-argillosi profondi	medio	Evitare affastellamenti di grappoli e di foglie per assicurare la sanità delle uve, mantenendo però un sufficiente ombreggiamento dei grappoli. Possibili interventi di diradamento dei grappoli Nei nuovi impianti, ritardare l'ingresso in produzione per favorire lo sviluppo di un apparato radicale profondo (soprattutto qualora si intenda inerbire)

suolo alla capacità di campo e quella presente al punto di appassimento. Si sono ottenute relazioni di estremo interesse (Bogoni, dati non pubblicati) tra acqua disponibile (correlata al contenuto in argilla dei suoli) e produzione, peso medio del grappolo e indice di Ravaz (PL). Infine, nel 1998 è iniziato, presso la Tenuta dell'Ornellaia, l'esame della densità e della distribuzione dell'apparato radicale della vite nelle diverse tipologie di suolo presenti a Castagneto. Si intende in tal modo (1) verificare una possibile correlazione tra il diverso sviluppo vegeto-produttivo delle piante, riscontrato nello studio di zonazione nei diversi tipi di suolo, con una possibile e prevedibile diversa distribuzione ed un diverso volume degli apparati radicali e (2) migliorare l'interpretazione dei risultati della zonazione, attraverso la conoscenza dell'effetto del tipo di suolo sullo sviluppo dell'apparato radicale.

## BIBLIOGRAFIA

- BOGONI M., FAILLA O., PANONT A., FALCETTI M., SCIENZA A., 1995 - Leaf diagnosis in genotype x environment interaction studies for the assessment of viticultural aptitudes of a territory. In: Nutrition of Deciduous Fruit Plants, Acta horticulturae 393: 143-158.
- BOGONI M. (a cura di), 1998 - Capire il territorio per attuare una politica di qualità, Il Consenso, anno 12, n° 1-2.
- FAILLA O., SCIENZA A., STRINGARI G., PORRO D., TARDUCCI S., DI DIONISIO A., 1995 - Indagine sullo stato nutrizionale dei vigneti in alcune zone toscane a denominazione d'origine per una proposta d'interpretazione delle analisi fogliari e del terreno. Vignevini 12, supplemento: 15-25.
- 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.
- FALCETTI M., BOGONI M., DE BIASI C., 1996 - Equilibrio vegeto-produttivo, disponibilità idrica e qualità delle produzioni nella vite. Confronto di un ambiente a clima continentale alpino (Trentino) ed uno a clima mediterraneo (Toscana). Atti III Giornate Scientifiche S.O.I., Erice, 10-14 marzo 1996: 135-136.
- FALCETTI M., BOGONI M., CAMPOSTRINI F., SCIENZA A., 1997 - Gestire il territorio con la zonazione: le esperienze nel vigneto Italia. Vignevini, 1/2: 50-61.
- FREGONI M., ZAMBONI M., BOSELLI M., FRASCHINI P., SCIENZA A., VALENTI L., PANONT A., BRANCADORO L., BOGONI M., FAILLA O., FILIPPI N., LARUCCIA N., NARDI I., LEGA P., ZINONI F., LIBÈ A. - 1992. Ricerca pluridisciplinare per la zonazione viticola della Val Tidone (Piacenza). Vignevini, 11: 53-80.
- MORLAT R., ASSELIN C., 1992 - Approche objective des terroirs et typologie des vins en Val de Loire. Atti del Convegno "La zonazione viticola tra innovazione agronomica e valorizzazione del territorio. S.Michele a/A, 28 agosto 1992; Ed. M.Falcetti, Trento: 69-91.
- JACKSON D.I., LOMBARD P.B., 1993 - Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality - A review. Am. J. Enol. Vitic., Vol. 44, 4: 409-429.
- SCIENZA A., BOGONI M., IACONO F., 1997 - A multi-disciplinary study of the vineyard ecosystem to optimize wine quality. I.S.H.S. Workshop on Strategies to Optimize Wine Grape Quality, July 9-12, 1995, Conegliano, Italy. Acta Horticulturae (in press).