

OBIETTIVI INTERNAZIONALI

# Viticoltura di precisione per le zone viticole e il vigneto

**Nel mercato globale del vino si deve puntare, soprattutto in Europa, alla qualità-sanità delle produzioni. Per questo sono essenziali le indagini sulla vocazionalità delle zone viticole e la massimizzazione dell'efficacia degli interventi culturali dell'uomo. Obiettivi perseguibili con la viticoltura di precisione, per singolo vigneto**

Alberto Vercesi, Giancarlo Spezia, Mario Fregoni

Dall'alto, mediante aereo o satellite, possono essere acquisite immagini e informazioni sull'emissione spettrale di ciò che riveste la superficie del terreno. Questo sistema che prevede la lontananza e l'assenza di contatto con l'oggetto del rilievo e con lo strumento è detto remote sensing (telerilevamento). Il dato rilevato viene restituito con la sua esatta allocazione al suolo, grazie ai sistemi di posizionamento satellitare (Gps) e quindi consente anche la possibilità di allestire precise mappe delle informazioni acquisite. Su di esse possono essere riportati e considerati anche dati reperiti al suolo in modo tradizionale, purché georeferenziati e cioè definiti nelle coordinate di posizionamento satellitare. Se il dettaglio di rilievo al suolo è particolarmente elevato, nello spettro visibile e dell'infrarosso, si possono ottenere utili informazioni quanti-qualitative sulla vegetazione e delimitare le coltivazioni e la loro caratterizzazione.

La viticoltura di precisione consiste nella gestione delle scelte e delle tecniche culturali, attraverso l'ausilio di queste tecnologie satellitari che permettono di ottenere informazioni anche im-

mediate e precisamente allocate nel vigneto. Si concretizza attraverso la lettura dell'emissione spettrale del vigneto (da satellite o da aeromobile) con un elevato o elevatissimo dettaglio spaziale (anche per unità di pochi metri quadrati) e che può essere precisamente riportata in mappe di caratterizzazione.

Gli obiettivi che può perseguire la viticoltura di precisione dipendono dalle correlazioni che sussistono fra le evidenze multispettrali della vegetazione dei vigneti e le caratteristiche quantitativo-qualitative delle produzioni vitivinicole degli stessi, rispetto agli obiettivi culturali delle diverse aziende viticole nel mondo.

## L'evoluzione della viticoltura mondiale, possibili obiettivi strategici

La coltivazione della vite oggi, all'alba del nuovo millennio, si estende in cinque continenti (*tabella 1*), occupando poco meno di otto milioni di ettari, dei quali oltre il 60% in Europa; nei Paesi dell'Unione Europea (soprattutto Spagna, Francia e Italia) risiede poco meno della metà dell'intera superficie

viticola mondiale (oltre 3,5 milioni di ha). Quote rilevanti della viticoltura sono poi presenti in Asia (soprattutto Turchia, Iran e Cina) e in America (soprattutto Stati Uniti, Argentina e Cile), con superfici investite a vigneto di circa 1,7 e 0,8 milioni di ettari, rispettivamente; solo il 6% si trova in Africa (soprattutto Sud Africa e Algeria) e in Oceania. Parimenti la produzione complessiva di uva risulta superiore in Europa e in Asia, anche se con produttività a ettaro decisamente inferiori rispetto agli altri continenti. Diversi sono gli obiettivi produttivi della vite nei vari areali di coltivazione e possiamo osservare (*tabella 1*) che prevale decisamente la produzione di vino in Europa (88%), America e Oceania, mentre è superiore la produzione di uva da consumarsi come frutto fresco in Africa e, soprattutto, in Asia. Più contenute sono le quantità destinate all'ottenimento di uve essiccate (uva passa), che comunque rappresentano frazioni apprezzabili delle produzioni in Asia (22%) e America (13%), mentre appena percettibile è la quota prodotta per l'ottenimento di succhi, che raggiunge livelli di una certa consistenza (8%) solo in America. Sull'intera produzione mondiale di uva possiamo stimare che circa il 67% sia destinata alla vinificazione e il 23% al consumo fresco, il restante 10% serve per la produzione di uva essiccata e succhi non fermentati. Potremmo dire quindi: «non solo vino» e forse in un prossimo futuro, stanti i positivi riscontri salutistici e alimentari osservati per alcuni composti dell'uva (resveratrolo,

**Tabella 1 - La situazione viticola mondiale delle superfici e delle produzioni, stimata sul finire del secolo passato**

Zona	Sup. a vite (milioni ha)	Uva prodotta in totale (milioni q)	Media (q/ha)	Quantità di uva tal quale (%)			
				da vino	da tavola	uva secca	succho
Europa	4,799	320	67	88	9	1	2
Asia	1,738	128	74	15	62	22	<1
America	0,870	113	130	62	17	13	8
Africa	0,323	33	102	45	50	5	trasc. (*)
Oceania	0,135	14	104	94	2	4	trasc. (*)
<b>Mondo</b>	<b>7,865</b>	<b>608</b>	<b>77</b>	<b>67</b>	<b>23</b>	<b>8</b>	<b>2</b>

La Russia e gli Stati a ovest del Mar Caspio sono stati considerati in Europa, mentre quelli a est sono stati considerati in Asia.

(\*) Trasc. = valore trascurabile, < 0,1%.

Fonte: Rielaborazione dai dati OIV (Dutruc-Rossett, 2001).



ecc.) non possiamo escludere che l'utilizzo alimentare più diretto del frutto (prodotti non alcolici) possa subire ulteriori impulsi evolutivi.

La viticoltura internazionale ha comunque connotati principalmente enologici e infatti sono state le vicende del vino, soprattutto dei Paesi europei, a guidarne l'evoluzione della diffusione mondiale negli anni. Il consumo di vino nel mondo è andato aumentando dal dopoguerra in avanti fino a raggiungere il massimo alla fine degli anni Settanta con oltre 285 milioni di ettolitri; da allora la domanda di vino da parte dei consumatori è andata sempre più contraendosi fino all'ultimo decennio del secolo scorso (1991-95), allorché si è stabilizzata intorno a 220 milioni di ettolitri (tabella 2). Per l'anno 2000 è stato stimato un consumo mondiale di circa 221 milioni di ettolitri. Il vino ha progressivamente cessato di essere un comune alimento quotidiano ed è divenuto più frequentemente un bene salutare edonistico. Sussiste perciò fra il vino consumato direttamente e quello prodotto una differenza a favore di quest'ultimo di circa 60 milioni di ettolitri, che, si stima, non siano completamente assorbiti dalla produzione di alcol o dall'uso industriale. Parimenti, dal 1950, le superfici investite a vigneto nel mondo sono andate perlopiù aumentando raggiungendo la loro massima estensione circa 20 anni dopo allorché si superarono abbondantemente i 10 milioni di ettari. Da allora la diffusione mondiale delle coltivazioni viticole è andata diminuendo per quasi un ventennio, raggiungendo il suo minimo nel 1997 (poco più di 7,3 milioni di ettari), momento dal quale l'investimento mondiale a vigneto è in leggero aumento. Tale andamento è stato determinato dalla decisa politica di estirpazione per il contenimento delle superfici produttive sviluppata in Europa (Unione Europea ed Europa dell'Est) e di fatto conclusasi, almeno per l'Unione Europea, proprio in questi ultimi anni. Negli ultimi 10-15 anni l'Europa ha perso quasi il 17% della superficie vitata, soprattutto in Spagna, Italia, Francia e Grecia, ma anche in Azerbaigian, Georgia, Moldavia, Russia e Ucraina. Nel resto del mondo, invece, le superfici viticole sono andate aumentando secondo un andamento forse accentuatosi in questi ultimi anni; anche se per complessive dimensioni viticole contenute, in Oceania (Australia e Nuova Zelanda) l'incremento è stato del 137%, come pure le superfici a vite sono aumentate in Asia (8%) e in America (+6%). Infatti, negli ultimi anni, le produzioni di uva e di vino sono diminuite in misura consistente solo in Europa; l'Asia (con la Cina) e l'Oceania (con l'Australia) denotano

**Tabella 2 - Evoluzione della viticoltura mondiale. Superfici investite a vigneto, produzioni e consumi di vino nel mondo**

Periodo	Superficie (milioni di ha)	Produzione di vino (milioni di hL)	Consumo di vino (milioni di hL)
1951-55	8,84	211	189
1956-60	-	-	218
1971-75	9,96	313	280
1976-80	10,21	326	285
1981-85	9,8	333	280
1986-90	8,8	304	240
1991-95	8,16	262	223
1997	7,73	261	219
1998	7,76	256	219
1999	7,86	283	221
2000	7,91	271	221

Fonte: Dutruc-Rosset, 2001; Aigrain, 2001.

la maggior tendenza all'aumento.

In Italia, che più frequentemente nell'ultimo decennio è risultata la maggior produttrice mondiale, i litri pro capite di vino mediamente consumati (De Stefani, 1998; Dutruc-Rosset, 2001) risultano diminuiti dai quasi 120 della fine degli anni 60, ai 55, circa, di oggi. La quasi totalità di questa contrazione si è verificata nel ventennio che va dal 1969 al 1989, mentre negli ultimi anni la flessione dei consumi appare poco rilevante, denotando una sostanziale tendenza alla stabilizzazione. Osservando i tipi di vino consumati dagli italiani (Ciccarello, l.c.), si può però notare che l'andamento non è stato omogeneo in tutto il comparto. Infatti, i consumi enologici che possono ritenersi più frequentemente di maggior qualità (Vqprd, vini di qualità prodotti in regione delimitata, la dizione comprendente le Denominazioni di origine europee) sono aumentati in misura apprezzabile rispetto a dieci anni fa, mentre i generici vini da tavola hanno subito, nello stesso periodo, una flessione dei volumi consumati di oltre il 20%. I peggiori andamenti hanno riguardato soprattutto i vini bianchi.

Le più importanti caratteristiche che hanno contraddistinto il mondo enologico sono state, quindi, soprattutto nel recente passato, la notevole riduzione e la modifica dei consumi di vino dei Paesi più tradizionalmente viticoli (si beve meno e si richiedono più qualità e migliori garanzie di sanità dei vini) e, più recentemente, l'avvio della globalizzazione del mercato, che faciliterà l'interscambio di vini a livello internazionale aumentando i rischi di competizione sui prezzi e sui prodotti di una viticoltura extraeuropea che si dimostra attenta e attiva. In tutti i casi, molte indicazioni fanno pensare che lo studio dei territori viticoli (vecchi o nuovi) per migliorare le conoscenze dei rap-



porti vitigno/territorio nell'ambito di un orientamento culturale decisamente rivolto alla produzione di vini di qualità, massimizzando l'efficacia e l'efficienza degli interventi antropici in viticoltura, sarà il principale obiettivo della viticoltura internazionale.

### Qualità dei vini e caratteristiche vegetative del vigneto

Nel settore vitivinicolo è oggi una considerazione generalmente condivisa che la qualità e la tipicità di un vino dipendano prioritariamente dalla tipologia e dalla qualità delle uve dalle quali viene ottenuto. Le attività di cantina possono salvaguardare e valorizzare qualità intrinseche già contenute nelle uve; in altre parole la qualità dei grandi vini si costruisce soprattutto nel vigneto.

I fattori che determinano la qualità delle uve prodotte dal vigneto sono riconducibili all'ambiente di coltura (clima e terreno, fattori poco o per nulla modificabili) e alla tipologia del vigneto allestito dall'uomo (vitigno, portinesto, densità di impianto e potatura, forma di allevamento, tecniche di coltivazione ecc., fattori più modificabili) (Fregoni, 1980; Hidalgo, 1980; Fregoni, 1985; Scienza, 1986). In una frase, la qualità dipende soprattutto da dove si trova e da come è fatto il vigneto; appare quindi evidente che questa sia fortemente collegata alle caratteristiche del territorio viticolo considerato e alla tradizione viticola della zona.

La vocazionalità viticola di un territorio dipende in primo luogo dal clima, che deve assicurare illuminazioni, temperature e apporti idrici idonei a uno sviluppo della pianta tale da permettere una soddisfacente maturazione delle uve (presenza nella bacca delle componenti qualitative, prioritariamente zuc-



cheri). La posizione della superficie del terreno vitato rispetto all'equatore (latitudine, la più importante), rispetto al livello del mare, sia in verticale (altitudine) che in orizzontale, rispetto ai raggi solari incidenti (esposizione) e rispetto al piano orizzontale (pendenza), costituisce il fattore principale che influenza le caratteristiche climatiche che contraddistinguono un territorio viticolo.

Sulla qualità delle produzioni vitivinicole incide anche il terreno, soprattutto quando le condizioni climatiche non sono limitanti (Egger *et al.*, 1998), e nella misura in cui «modula» l'azione del clima. È stato, infatti, possibile dimostrare la significativa influenza del suolo sulla qualità delle uve prodotte, soprattutto in funzione delle sue diverse capacità di ritenzione-cessione idrica e di decorso termico, viste nell'ottica di una più idonea nutrizione della pianta (Seguin, 1969; Bonfils, 1977; Saayman, 1977; Dutt *et al.*, 1981; Mirabella *et al.*, 1985; Fregoni *et al.*, 1986; Lulli *et al.*, 1989; Scienza *et al.*, 1990; Val Leeuwen *et al.*, 1998; Panont *et al.*, 1998). Si può comunque osservare che se sulle componenti zuccherine delle bacche è predominante l'andamento climatico stagionale, frequentemente la composizione acidica delle stesse (acidi organici e loro rapporti, presenza di cationi nel mosto) risulta maggiormente condizionata dalle caratteristiche del sito di coltivazione e dei terreni anche nella loro interazione con il decorso climatico (pluviometrico) stagionale (Scienza, 1987; Vercesi, 1989; Scienza *et al.*, 1990).

Il ritmo di crescita più idoneo alla produzione di uve di elevata qualità, che prevede lo sviluppo di una sufficiente o buona nutrizione idrica dei ceppi fino all'invasatura (soprattutto a ridosso di questa fase fenologica), cui deve far riscontro una parsimoniosa di-

sponibilità idrica nei periodi successivi (Fregoni, 1985; Val Leeuwen *et al.*, 1998; Calò *et al.*, 1998). Clima e terreno sono di fatto modificabili dall'uomo solo in alcuni aspetti di dettaglio, moderate variazioni sul tema che peraltro alle volte divengono apprezzabili, se pensiamo alle modifiche ottenibili sul microclima che attornia i grappoli d'uva, adottando differenti forme di allevamento e diverse tecniche di potatura, o alle variazioni della dinamica della nutrizione del terreno conseguente a una diversa gestione del suolo (inerbimento, lavorazioni, ecc.).

Fra gli altri fattori che possono ritenersi ampiamente influenzabili dalle scelte dell'uomo (vitigno, portinnesto, tecniche di coltivazione, ecc.), il vitigno assume un ruolo preminente (soprattutto in virtù dell'importanza della sua interazione con l'ambiente pedoclimatico) e strategico (poiché può essere scelto e cambiato dall'uomo).

L'importanza dei diversi fattori visti (clima, terreno, vitigno, tecniche di coltivazione e loro interazioni) dipende dall'ampiezza della variazione con la quale si spendono nel sistema vitivinicolo considerato. Saper definire la vocazionalità produttiva dei diversi vitigni nei vari ambienti, con il fine ultimo di delimitare e valutare le aree in funzione della diversa vocazionalità produttiva, è definito come zonazione vitivinicola di un territorio. Pertanto la zonazione di un territorio vitato, cioè la sua caratterizzazione vitivinicola, rappresenta il più potente strumento di programmazione che può essere messo a disposizione di un tessuto produttivo per procedere verso il miglioramento qualitativo delle produzioni.

L'approccio integrato allo studio della vocazionalità viticola dei territori ha subito un particolare impulso evolutivo nell'ultimo decennio, sulla base della contemporanea considerazione delle diverse caratteristiche climatiche, edafiche e viticole, studiate nelle loro influenze sulle principali variabili di misurazione della qualità rilevate nelle uve e anche nel vino, attraverso appropriati metodi di analisi statistica anche multivariata (Laville, 1990; Scienza *et al.*, 1990; Fregoni *et al.*, 1992; Morlat, 1996; Asselin, 1998; Piracci *et al.*, 1998; Vadour, *et al.*, 1998; Gerbi *et al.*, 1998; Sotes *et al.*, 1998; Aramini *et al.*, 2000; Fregoni *et al.*, 2000). A tale proposito è importante sottolineare l'impostazione avviata nell'approccio integrato della problematica degli studi dei territori viticoli, nella definizione del concetto di «terroir» (Laville, 1990; Morlat, 1996; Asselin, 1998), che possiamo definire come la più piccola unità territoriale ben distinguibile per proprie peculiarità nella determinazione delle caratte-

ristiche qualitative delle produzioni viticole ed enologiche di una zona.

Con approssimazione, in linguaggio statistico, possiamo definire il terroir come uno dei livelli del fattore ambiente (clima-terreno). Una zona vitivinicola risulta composta da più terroir elementari. La comprensione della vocazionalità di un territorio viticolo per la produzione di vini risulta soprattutto dalla valutazione dell'interazione dei vitigni con i diversi terroir.

Le scelte e le tecniche colturali adottate, però, possono pregiudicare in misura irrimediabile il risultato qualitativo ottenuto da una giusta combinazione vitigno/terroir. Soprattutto quando presentano un'ampia variabilità, ad esempio, si possono forzare i ceppi a eccessive produzioni. Basti pensare che in molti ambienti viticoli è possibile, modificando le forme di allevamento e le tecniche colturali, passare da 2-4 a 15-18 e più chilogrammi di uva prodotta per ceppo, determinando eclatanti cadute qualitative dei prodotti per qualsiasi combinazione vitigno/terroir.

Possiamo quindi ritenere che l'unità elementare che compone una zona sia in realtà il «vigneto», intesa come combinazione del vitigno con l'ambiente (terroir) e con l'uomo (scelte e interventi colturali). Da quanto detto è possibile intendere l'importanza di tecniche come quelle di telerilevamento che possono seguire tutti i vigneti o addirittura porzioni omogenee degli stessi per tutta un'azienda o per un'intera zona vitivinicola.

### Telerilevamento e viticoltura di precisione per la qualità dei prodotti, prime acquisizioni

La dinamica dell'accrescimento della vite nelle differenti zone, come risultato dei diversi fattori prima visti (vitigni, ambiente di coltura, scelte e tecniche di coltivazione adottate nel vigneto) appare il percorso attraverso il quale le piante «costruiscono» la quantità e, soprattutto, la qualità delle uve prodotte. Questo percorso può oggi essere seguito per punti campione le cui informazioni sono poi estese a comprensori omogenei.

Una misura di sintesi del vigore e dei ritmi di crescita delle piante nel vigneto può essere considerata la dimensione degli accrescimenti fogliari, intesa sia come area fogliare per unità di superficie di terreno (Lai, Leaf area index), sia come area fogliare per ceppo (La/vite) o per metro lineare di filare (La/m di filare). Tali indici risultano, infatti, fortemente correlati con la maturazione delle uve e la qualità dei mosti e dei vini

(Smart, 1985). L'area fogliare è una espressione della potenzialità fotosintetica di una data vegetazione, in risposta a una determinata combinazione di clima, suolo, scelte e pratiche colturali, ed è una variabile fondamentale per la valutazione dei consumi idrici, della fotosintesi complessiva e della penetrazione della radiazione luminosa attraverso la chioma. Tali indici di vegetazione sono stati usati per delimitare differenti aree spaziali in base alle condizioni di vigore vegetativo delle piante, sia fra diversi vigneti che fra differenti porzioni degli stessi vigneti (Johnson *et al.*, 1996; Lobiz *et al.*, 1997; Nemani *et al.*, 2001). Mediante opportune sperimentazioni, condotte soprattutto in Napa Valley (California), è stato possibile trovare buone correlazioni fra gli indici Lai valutati con metodologie tradizionali di rilievo diretto nel vigneto e quelli stimati dall'elaborazioni di immagini satellitari e aeree (remote sensing con pixel 2x2 m e 4x4 m) (Johnson *et al.*, 2001 a; 2001 b). La modalità di assorbimento e riflessione della luce da parte delle chiome (rilevabile dall'«alto»), consentiva di leggere la loro espansione fogliare. Più precisamente è stato possibile trovare correlazioni altamente significative fra il Lai delle diverse zone, anche dello stesso vigneto, con l'indice Ndvi (Normalized difference vegetation index) inteso come il rapporto (Near infrared-Red) / (Near infrared+Red), che considera i riscontri delle riprese nel rosso e nel vicino infrarosso, classificando i vigneti in porzioni con piante di basso, medio o elevato vigore. Fra le variabili misurate nel mosto (zuccheri, acido malico e acido tartarico, pH) ottenuto dai grappoli delle viti classificate di vigore diverso (basso, medio o elevato), si è potuto constatare una presenza significativamente più elevata dell'acido malico ove le piante risultavano di maggior vigore vegetativo. Alle prove di degustazione sono stati riconosciuti migliori i vini prodotti da piante che erano state classificate di medio o basso vigore rispetto a quelle caratterizzate da una vegetazione più espansa.

In Italia sono state sviluppate altre interessanti applicazioni, soprattutto nel Settentrione, che hanno riguardato la zona di Verona (Campostrini *et al.*, 2000) e stanno svolgendosi in Franciacorta (Brescia) e nell'Oltrepò Pavese (Pavia). Sono state riscontrate correlazioni delle evidenze spettrali relative al vigore vegetativo delle viti, rilevabili mediante riprese aeree e/o da satellite,



con alcune delle principali caratteristiche qualitative misurabili nei mosti (soprattutto i contenuti acidici delle bacche), consentendo la classificazione delle diverse aree dei vigneti in relazione ai vari stati di maturazione delle uve e ai differenti livelli qualitativi delle produzioni. Particolarmente interessanti sono apparse le prime informazioni circa lo stato della maturazione delle uve e le relative indicazioni circa la definizione delle più idonee date di vendemmia.

Altri progetti sono allo studio in Italia, con lo scopo di approfondire le possibilità di impiego delle immagini spettrali acquisibili da satellite o attraverso l'impiego di aeromobili.

Più in particolare:

- nelle Cinque Terre, per quanto concerne la delimitazione e la caratterizzazione delle diverse aree viticole, anche in funzione dello stato sanitario e nutrizionale;

- negli areali vitivinicoli della Toscana, allo scopo di verificare la possibilità di impiego di queste tecnologie nella stima vendemmiale delle produzioni e dei livelli di maturazione delle uve per la programmazione delle vendemmie;

- in un'azienda agricola siciliana (Settesoli, Menfi - AG), per la valutazione delle possibili applicazioni del controllo dettagliato di singoli vigneti in funzione della qualità enologica dei vini derivati.

L'acquisizione di informazioni utili a definire il comportamento vegeto-produttivo dei vitigni nei diversi ambienti, soprattutto se fondate su rilievi polienali, con la definizione delle correlazioni esistenti fra le principali variabili qualitative riscontrabili nel vigneto e i rilievi spettrali registrabili mediante tecniche di remote sensing (telerilevamento), rappresenta una importante opportunità sia per la definizione della diversa vocazionalità vitivinicola delle aree vitate, sia per lo sviluppo di un

supporto tecnologicamente avanzato che coadiuvi le aziende vitivinicole nell'esecuzione delle vendemmie e nella gestione del vigneto in genere (viticoltura di precisione). Nel primo caso (zonazioni vocazionali) l'opportunità consiste nella possibilità di migliorare l'individuazione delle zone omogenee per risposta vitigno/ambiente e di estendere su tutti i vigneti di un dato comprensorio viticolo la classificazione e la caratterizzazione ottenuta tramite l'estensione delle correlazioni a tutti i siti dalle caratteristiche omogenee (operazione possibile previa georeferenziazione con Gps delle informazioni e strutturazione di un appropriato e finalizzato Gis - Geographical information system).

Nel secondo caso (viticoltura di precisione), ove la configurazione Gis può anche essere adeguatamente implementata (Galletto *et al.*, 1998) ed eventualmente disponibile in rete per ampie zone, l'opportunità consiste nella possibilità per le aziende di ottenere una serie di informazioni sull'andamento dei ritmi di accrescimento delle piante e delle produzioni stagionali, impiegabili come supporto per le decisioni relative alla definizione quali-quantitativa delle tecniche di coltivazione e di difesa da adottare, con il fine ultimo di massimizzare l'efficacia degli interventi, differenziandoli, se del caso, fra i diversi vigneti o le differenti porzioni degli stessi, in misura adeguata. L'esecuzione delle varie tecniche di coltivazione (fertilizzazione, trattamenti fogliari e di difesa, potature verdi, vendemmia) in modo guidato da queste tecnologie fino al dettaglio nel vigneto, è uno dei principali obiettivi della viticoltura di precisione. In vigneti di ampie superfici e meccanizzabili, ad esempio, la viticoltura di precisione si sta orientando sull'uso del satellite come guida delle vendemmiatrici, sulle quali esiste la strumentazione che consente di valutare i parametri qualitativi e di trasmetterli alle cantine per l'opportuna programmazione della trasformazione di uve di differente maturazione, rilevando nel contempo, le piante mancanti o altre informazioni sullo stato del vigneto.

**Alberto Vercesi  
Giancarlo Spezia  
Mario Fregoni**

*Università Cattolica del Sacro Cuore  
di Piacenza  
E-mail: alberto.vercesi@pc.unicatt.it*

La bibliografia verrà pubblicata negli estratti.