



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

FLORE

Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze

Vendemmiatrici di precisione per produrre vino di qualità.

Questa è la Versione finale referata (Post print/Accepted manuscript) della seguente pubblicazione:

Original Citation:

Vendemmiatrici di precisione per produrre vino di qualità / A.Miglioli ; M.Vieri. - In: L'INFORMATORE AGRARIO. - ISSN 0020-0689. - STAMPA. - 27:(2008), pp. 28-35.

Availability:

The webpage <https://hdl.handle.net/2158/343400> of the repository was last updated on

Terms of use:

Open Access

La pubblicazione è resa disponibile sotto le norme e i termini della licenza di deposito, secondo quanto stabilito dalla Policy per l'accesso aperto dell'Università degli Studi di Firenze (<https://www.sba.unifi.it/upload/policy-oa-2016-1.pdf>)

Publisher copyright claim:

La data sopra indicata si riferisce all'ultimo aggiornamento della scheda del Repository FloRe - The above-mentioned date refers to the last update of the record in the Institutional Repository FloRe

(Article begins on next page)



Medaglie d'Oro

NEW HOLLAND AGRICULTURE



Automotore per viticoltura di precisione

Grazie ad una cartografia o ad un sistema di identificazione visiva, la vendemmiatrice HQS geolocalizzata smista automaticamente le uve nel cassone di destra o di sinistra a seconda dei criteri di maturità o di qualità delle stesse.

Il primo automotore dedicato alla viticoltura di precisione: dal concetto alla realtà

Questo automotore per la "viticoltura di precisione" (NEW HOLLAND) abbina nuove tecnologie come la localizzazione geografica satellitare e la microinformatica imbarcata. Offre la possibilità di tener conto dell'eterogeneità di ogni parcella negli interventi dedicati al ciclo della vigna. Le caratteristiche dei terreni, la topografia, gli attacchi parassitari, la presenza di erbacce possono variare su una stessa parcella. Lo scopo della viticoltura di precisione è la gestione modulata degli input per adattare tutti i lavori della vigna alle caratteristiche eterogenee di una parcella: dall'ammendamento al lavoro del suolo, ai lavori in verde e alla vendemmia. Grazie alla cartografia o ad un sistema d'identificazione visiva, la vendemmiatrice smista automaticamente le uve nel cassone di destra o di sinistra a seconda dei criteri di maturità o di qualità delle stesse.

I risultati e le proposte presentate nel lavoro Miglioli Vieri 2008 sono stati ripresi dalla New Holland Agriculture con la realizzazione di una macchina che ha ottenuto nell'anno successivo alla pubblicazione il premio "Medaglia d'Oro del Palmares de l'Innovation al SITEVI (Salone Internazionale Tecnologie VitiVinicole che rappresenta la più importante manifestazione francese ed europea biennale nel settore vitivinicolo.

■ COMBINAZIONE DELLA MAPPATURA DELL'APPEZZAMENTO E DEI SENSORI A BORDO

Vendemmiatrici di precisione per produrre vino di qualità

Per valutare la possibilità di differenziare la raccolta in base alla qualità delle uve, sono state condotte rilevazioni in tempo reale di peso, grado zuccherino e acidità dell'uva raccolta, simulando la presenza di sensori integrati alla vendemmiatrici dotata anche di un sistema avanzato di controllo GPS

di Alberto Miglioli, Marco Vieri

Le produzioni vitivinicole italiane necessitano di un'attenzione sempre maggiore alla qualità e alla tipologia del prodotto raccolto. Gli strumenti tecnologici che in questi anni si sono sviluppati e che oggi sono effettivamente applicabili alle macchine agricole rappresentano una risorsa che può permettere alle imprese vitivinicole di valorizzare al meglio le proprie potenzialità.

Tali tecnologie appartengono al settore dell'«agricoltura di precisione» (precision farming), branca della ingegneria agraria

nata nella seconda metà degli anni 90, che si avvale dell'impiego di dati georeferenziati per mezzo della ormai ampiamente diffusa tecnologia GPS e di modelli analitici con i quali è possibile ottenere informazioni gestionali o decisionali direttamente sul cantiere di lavoro.

Il dato, oltre al sistema GPS deriva da sistemi di acquisizione sia remoti (immagini satellitari o da aereo) sia prossimali (sensori). Le immagini dall'alto vengono filtrate con analisi multispettrale, dividendo i colori che hanno diverse lunghezze d'onda e misurandone l'intensità in ogni punto del reticolo. La viticoltura

di precisione può quindi essere considerata come una forma di viticoltura evoluta, nella quale l'impiego di tecniche e tecnologie è mirato alla realizzazione di mappe georeferenziate degli appezzamenti sulle quali sono sovrapponibili mappe tematiche elaborabili con vari sistemi, ad esempio con il telerilevamento, per evidenziare lo stato vegetativo del vigneto. Queste mappe saranno la guida all'esecuzione di interventi agronomici differenti all'interno delle zone omogenee del vigneto mediante la tecnologia VRT (Variable Rate Technology).

Ma l'agricoltura di precisione europea, pur utilizzando gli stessi principi e le stesse tecnologie di base, si è differenziata molto dalla precision farming americana delle origini, sviluppando molto di più la parte sensoristica per attuare un controllo diretto delle macchine operatrici. Tutto ciò è applicabile anche alle vendemmiatrici, nelle quali è possibile monitorare con una precisione anche al di sotto del metro la quantità del prodotto raccolto e altri parametri caratteristici.

L'insieme di queste due tecnologie – la mappatura dell'appezzamento e i sensori a bordo – nel momento in cui fosse disponibile sulle vendemmiatrici produrrebbe dati puntuali e georeferenziati (sempre preventivamente validati nel territorio), che correlati per mezzo di modelli a un preciso parametro fornirebbero informazioni sulla variabilità all'interno del singolo appezzamento. Ciò consentirebbe di operare scelte gestionali in fase di coltivazione (ad esempio nella concimazione) come in fase di raccolta (ad esempio nella selezione delle uve da raccogliere sulla base delle diverse varietà, o del diverso vigore vegetativo o di altri parametri importanti per la qualità e la tipicità del vino da produrre).

Una gestione delle coltivazioni in questo senso permetterebbe di ottenere vantaggi di varia natura:

- economici, grazie alla riduzione di costi colturali, al migliore utilizzo delle informazioni, e alla valorizzazione del prodotto migliore;
- ambientali, grazie all'uso razionale di con-



cimazioni e trattamenti antiparassitari;

• agronomici, mediante l'acrescimento delle potenzialità della coltura al fine di migliorarne la qualità.

Un'esperienza Toscana

Nel 2007 il gruppo di ricerca Ingegneria delle produzioni viticole del Diaf (Dipartimento di ingegneria agraria e forestale) dell'Università di Firenze, in collaborazione con Giancarlo Spezia dell'Istituto di viticoltura dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza, ha svolto una ricerca mirata a verificare l'applicabilità di un sistema avanzato di controllo GPS della macchina e a valutare i vantaggi conseguibili con l'installazione a bordo di vendemmiatrici di sensori di lettura in continuo dei parametri interessanti per la valutazione della qualità del vendemmiato, per differenziare la raccolta in base alla qualità delle uve. È stata quindi condotta una simulazione di controllo delle uve in continuo.

Una valutazione d'obbligo, considerando che integrare dei sensori alla vendemmiatrica ha costi ingegneristici impegnativi anche perché attualmente non sono disponibili apparecchi miniaturizzati adeguati.

A conferma dei vantaggi ottenibili con questo sistema, la sperimentazione qui descritta ha evidenziato la presenza nello stesso appezzamento di uve con grado zuccherino differente mediamente anche di 4 gradi Babo.

Una differenza che si traduce in 2,5-3 gradi alcol in più, in grado di determinare una qualità del vino superiore, quindi un apprezzabile incremento di prezzo (tabella 1).

La ricerca si è concretizzata grazie alla disponibilità di molti soggetti con ruoli complementari: l'azienda Poggio Bonelli Tenimenti MPS di Castelnuovo Berardenga (Siena) (www.mpstenimenti.it), Braud Italia, il Consorzio agrario di Siena e Leica Geosystem machine automation division di Calenzano (Firenze) (www.leica-geosystem.it), avvalendo-

TABELLA 1 - Variabilità compositiva delle uve nei vigneti oggetto della prova

| Campata | Vigneto 1 filare 1 | | | Vigneto 2 filare 2 | | | Vigneto 3 filare 3 | | |
|---------|--------------------|------------------------------|-------|--------------------|------------------------------|-------|--------------------|------------------------------|-------|
| | pH | Ac. tot. (g/L ac. tartarico) | °Babo | pH | Ac. tot. (g/L ac. tartarico) | °Babo | pH | Ac. tot. (g/L ac. tartarico) | °Babo |
| 1 | 3,42 | 7,30 | 17,00 | 3,21 | 7,90 | 19,50 | 3,23 | 8,00 | 19,50 |
| 2 | 3,37 | 7,40 | 17,75 | 3,23 | 7,80 | 18,00 | 3,23 | 8,00 | 21,00 |
| 3 | 3,47 | 6,60 | 16,50 | 3,27 | 7,30 | 20,00 | 3,24 | 7,90 | 19,00 |
| 4 | 3,41 | 6,80 | 17,00 | 3,22 | 8,00 | 19,00 | 3,27 | 7,70 | 18,50 |
| 5 | 3,56 | 5,70 | 16,75 | 3,31 | 7,30 | 17,25 | 3,21 | 8,00 | 19,25 |
| 6 | 3,47 | 6,60 | 16,50 | 3,24 | 7,50 | 16,75 | 3,26 | 7,80 | 18,50 |
| 7 | 3,53 | 5,50 | 16,00 | 3,27 | 7,80 | 17,00 | 3,25 | 7,70 | 18,00 |
| 8 | 3,48 | 6,30 | 18,50 | 3,22 | 8,10 | 17,25 | 3,37 | 6,80 | 18,75 |
| 9 | 3,56 | 5,80 | 18,50 | 3,32 | 7,30 | 17,50 | 3,33 | 7,00 | 19,25 |
| 10 | 3,59 | 5,00 | 21,50 | 3,25 | 7,80 | 17,75 | 3,32 | 7,10 | 19,75 |
| 11 | (*) | (*) | (*) | 3,38 | 7,00 | 20,75 | 3,38 | 6,60 | 19,00 |
| 12 | 3,43 | 5,80 | 19,50 | 3,24 | 7,70 | 20,25 | 3,25 | 7,70 | 18,50 |
| 13 | 3,31 | 6,90 | 19,50 | 3,28 | 7,00 | 17,50 | 3,32 | 6,90 | 21,25 |
| 14 | 3,44 | 5,80 | 17,75 | 3,32 | 6,80 | 21,00 | 3,31 | 6,80 | 20,50 |
| 15 | 3,43 | 5,90 | 16,50 | 3,36 | 6,80 | 20,75 | 3,24 | 7,10 | 18,75 |
| 16 | 3,43 | 6,40 | 17,25 | 3,32 | 7,20 | 20,25 | 3,28 | 7,00 | 17,50 |
| 17 | 3,42 | 5,80 | 15,00 | 3,20 | 7,80 | 18,75 | 3,22 | 7,30 | 16,50 |
| 18 | 3,34 | 7,20 | 17,00 | 3,29 | 7,00 | 18,00 | 3,26 | 7,10 | 20,75 |
| 19 | 3,42 | 6,50 | 15,50 | 3,21 | 7,90 | 17,00 | 3,30 | 7,20 | 17,50 |
| 20 | 3,47 | 6,60 | 16,50 | 3,27 | 7,30 | 17,25 | 3,24 | 7,00 | 17,00 |
| 21 | 3,55 | 5,90 | 16,50 | 3,32 | 6,50 | 17,50 | 3,38 | 6,80 | 18,75 |
| 22 | 3,41 | 6,60 | 15,50 | 3,27 | 7,40 | 16,50 | 3,32 | 7,20 | 17,00 |
| 23 | 3,43 | 6,60 | 17,25 | 3,19 | 8,10 | 16,00 | 3,29 | 7,30 | 16,25 |
| 24 | 3,48 | 5,50 | 17,00 | 3,28 | 7,10 | 15,50 | 3,26 | 7,30 | 17,25 |
| 25 | 3,39 | 6,50 | 19,00 | 3,25 | 7,80 | 19,00 | 3,29 | 6,90 | 18,75 |
| 26 | 3,28 | 7,30 | 19,25 | 3,33 | 7,30 | 18,00 | 3,23 | 7,20 | 18,50 |
| 27 | 3,37 | 7,00 | 17,50 | 3,27 | 7,70 | 17,00 | 3,29 | 7,10 | 18,50 |

(*) Produzione non presente. In neretto sono evidenziati i valori massimi e minimi degli zuccheri.

La variabilità qualitativa dell'uva tra le campate (5 viti tra palo e palo) è notevole. Nei filari più disomogenei dei 3 vigneti qui riportati, il grado zuccherino varia di 6 °B nel vigneto 1, di 5,5 nel 2 e di 5 nel 3.

si, inoltre, della collaborazione di Paolo Dosso, di Terradat srl (www.precision-farming.com).

Il controllo della produzione viticola

La necessità della viticoltura moderna di affidarsi sempre più alla meccanizzazione della maggior parte delle operazioni ha fatto sì che molte ricerche si sviluppavano in merito. Negli ultimi anni la ricerca si è spinta maggiormente sulla raccolta meccanica, attraverso lo studio delle caratteristiche e del lavoro delle macchine vendemmiatrici. Alcuni vantaggi fondamentali offerti da queste macchine sono senza dubbio la velocità e la tempestività con cui è possibile eseguire la raccolta delle uve, assicurando allo stesso tempo, con una gestione ragionata di tali macchine e dei vigneti

meccanizzati, un'ottimale qualità del raccolto.

Rispetto ad altri mezzi di raccolta – quali quelli utilizzati per i cereali e il pomodoro – le vendemmiatrici ancora oggi non sono dotate di sistemi che permettano un monitoraggio in continuo del prodotto raccolto riguardo a parametri fondamentali.

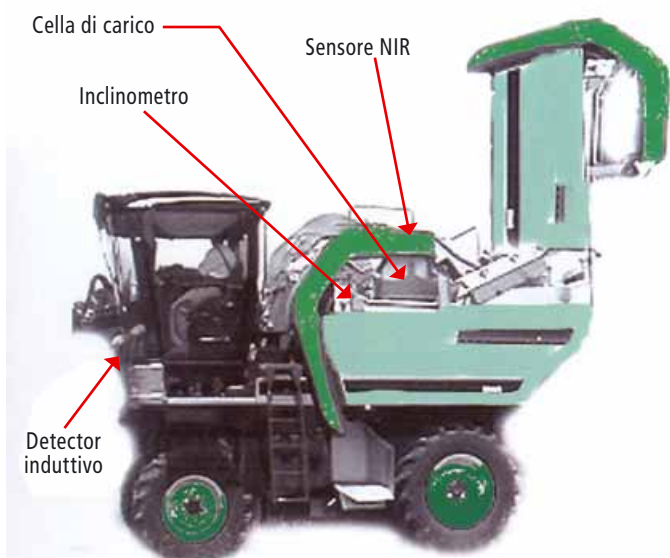
Le ricerche attualmente in corso stanno applicando sulla integrazione del sistema vendemmiatrica con quello di analisi georeferenziata del raccolto per rilevazioni in tempo reale di peso, grado zuccherino, acidità, ecc, con la possibilità di differenziare il raccolto fra le due «benne» e di trasmettere i dati direttamente ai computer della cantina al fine di indirizzare il materiale a diverse linee di processo.

Controllo della quantità

La prima applicazione è stata quella relativa alla determinazione della massa di prodotto che viene raccolto (Spezia, 2006). Sulle macchine vendemmiatrici dotate di ricevitore satellitare sono installati dei sensori per la determinazione del peso dell'uva oppure del suo volume: in questo caso

però il prodotto deve essere perfettamente pulito, perché le foglie potrebbero falsare la misura.

In commercio sono già disponibili alcuni di questi dispositivi, che possono essere montati sulla maggior parte delle vendemmiatrici. Questi sono nati per valutare le rese medie per appezzamento e per percorso, ma per ottenere mappe molto più accurate occorre isolare il prodotto raccolto per unità di misura prescelta sui nastri trasportatori, così da poterlo pesare singolarmente (Dosso e Spezia, 2006). Sono stati realizzati prototipi sperimentali come distributori rotativi denominati «passo-passo». Commercialmente è disponibile il sistema Canlink 3500 GRM della Scanfarm, applicabile alle macchine vendemmiatrici, in grado di pesare in continuo l'uva raccolta e di collezionare i dati georeferenziati in una memory card per gli usi futuri (figura 1 e figura 2).



Fonte: da Vieri 2007 modificato.

FIGURA 1 - Vendemmiatrici con sistema NIR in grado di acquisire specifiche informazioni su qualità e quantità dell'uva

Questo sistema consente di dividere il vendemmiato nei due cassoni laterali in funzione di parametri specifici e di differenziarne la destinazione.

Controllo della qualità

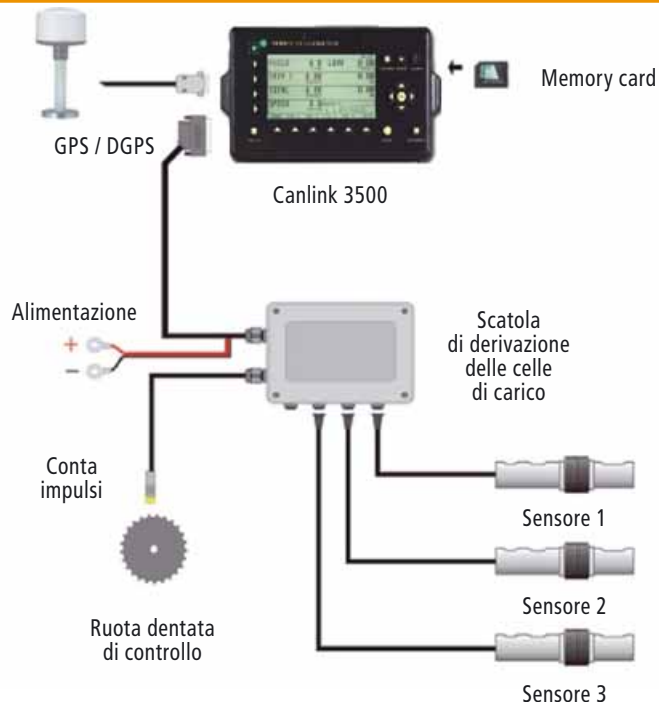
Per il più difficile controllo della qualità potrebbero essere installati direttamente sulla vendemmiatrici sensori in continuo che analizzano il grado zuccherino, l'acidità e il pH. Esistono a oggi dispositivi di misura già impiegati nelle industrie alimentari come il rifrattometro in continuo Maselli UR20 (www.masellimisure.com) (figura 3) e misuratori di pH e acidità in continuo che però necessitano di determinate quantità di mosto (minimo 50-100 mL) e tempi di qualche decina di secondi e ciò vuol dire che a una velocità di 3,6 km/ora (pari a 1 m/s) ha una precisione non inferiore a 15-20 m fra una misura e quella successiva. Interessante potrebbe essere anche l'adozione di sensori come il nuovo analizzatore Maselli MT 01 in grado di definire contenuto di antociani, tonalità e clorofilla nelle uve ma con un processo discontinuo che prevede la frullatura degli acini per 2 minuti. D'altronde la miniaturizzazione è possibile in quanto vi sono già sensori delle dimensioni di un centesimo di euro come il MOS FET pH-meter (Metal oxide field effective transistor).

A questi si aggiunge la tecnologia NIR che analizza il fascio di luce riflessa dal prodotto (grappoli ancora da raccogliere o flusso raccolto) nella gamma dello spettro infrarosso: recenti studi hanno dimostrato come l'intensità su specifiche lunghezze d'onda sia correlabile ad esempio ai polifenoli, alla maturazione dei frutti, allo stato fitosanitario delle uve, alle loro proprietà nutraceutiche.



FIGURA 3 - Refrattometro (a) e termometro (b) in continuo

Tra i sensori che possono essere installati su una vendemmiatrici ci sono quelli per la determinazione del peso dell'uva (Spezia, 2006), il rifrattometro (a), il pH-metro, il termometro (b) e lo spettrofotometro di continuo, oppure il titolatore automatico di processo (per il calcolo dell'acidità totale).



(*) Canlink 3.500 Grm della Scanfarm.
Fonte: Spezia, 2006.

FIGURA 2 - Schema del sistema di determinazione della massa di raccolta (*), applicabile alle macchine vendemmiatrici

Il sistema di controllo centralizzato permette di analizzare contemporaneamente la posizione con GPS, i dati di archivio con memory card, il movimento dei dispositivi meccanici e una notevole serie di parametri legati agli specifici sensori.

Ciò consentirebbe di avere una mappatura quali-quantitativa della produzione raccolta, con la conseguente possibilità di acquisire un dettagliato archivio storico della variabilità spaziale (con reticolo fino a 1 metro, praticamente di ogni vite) per poter ad esempio meglio programmare gli interventi colturali necessari per la omogeneità del vigneto e per il massimo rendimento in qualità del prodotto in funzione dell'obiettivo enologico ultimo. Inoltre le mappe elaborate potrebbero portare a future scelte vendemmiali sito-specifiche dell'appezzamento.

Ma la vendemmia dell'appezzamento può anche avvalersi di dati vettoriali georeferenziati ottenuti da acquisizioni degli anni precedenti o da immagini remote (in genere da volo aereo) opportunamente filtrate e interpretate.

Studi effettuati in Franciacorta negli ultimi anni hanno dimostrato che esiste una buona correlazione tra i dati ottenuti ed elaborati attraverso il telerilevamento e i campioni presi in esame e analizzati. Il satellite quindi non «vede» i grappoli, il loro peso, il tenore zuccherino o l'acidità, ma solo la chioma e mediante un opportuno pretrattamento dei dati, può essere calcolato un indice di vegetazione. Questo, a seguito di specifiche verifiche di

TABELLA 2 - Dati caratteristici dei vigneti esaminati

| Nome vigneto | S. Caterina (V1) | Casalino (V2) | Casanova del Madonnino (V3) |
|---|-----------------------------------|---------------|-----------------------------|
| Sesto d'impianto | 3 m x 2,5 m | 3 m x 2,5 m | 2,70 m x 0,9 m |
| Cultivar | Sangiovese | Sangiovese | Sangiovese |
| Esposizione | N-W/S-E | E-W | N-S |
| Pendenza | Variabile | 8° | 6° |
| Indice LAI (Media LAI Filari) | 0,811 | 0,819 | 0,77 |
| Peso medio grappolo (g) | 284,92 | 278,94 | 285 |
| Forza di ritenzione del frutto- indice di distacco (N) | Lato casa 2,37 Lato olivi 2,28 | 2,42 | 2,10 |
| Temperatura alla raccolta (°C) | 26 | 29 | 28 |
| UR alla raccolta (%) (ore 10) | 65 | 58 | 56 |
| Press. atm. (hPa) | 1.002 | 1.002 | 998 |
| Campate totali | 153 | 80 | 81 |
| Peso vendemmiato (kg) (*) | 1.362,96 | 649,76 | 672,98 |

(*) 314 campioni analizzati.

Per ogni vigneto il monitoraggio ha riguardato tre filari.

taratura, può essere correlato alla qualità del prodotto o alle varietà di vite e conseguentemente di uva.

Impostazione della simulazione in campo

Nella vendemmia 2007 è stata attuata una simulazione in campo di un controllo delle uve in continuo, tramite raccolta manuale di campioni dalla vendemmiatrice sui quali sono state fatte analisi standard di laboratorio. Con i dati risultanti sono state costruite mappe tematiche georeferenziate relative al monitoraggio effettuato e alle possibilità di impiego.

Le prove sono state effettuate nell'azienda Poggio Bonelli dei Tenimenti MPS su 3 vigneti di Sangiovese posti in 3 differenti zone situate nel comune di Castelnuovo Berardenga (Siena) (Carta tecnica regionale n. 297020). Il monitoraggio effettuato ha riguardato 3 filari per ognuno dei vigneti, per complessivi 9 filari analizzati. Come unità campione si è adottata la campata, cioè la distanza fra i tutori in cui si trovano 5 ceppi (tabella 2).

Il giorno precedente alla vendemmia sono stati rilevati il peso medio dei grappoli, il numero dei grappoli per campata, la produzione a filare stimata, la forza di ritenzione del frutto (FRF) ovvero l'indice di distacco degli acini, misurato con dinamometro a forcilla.

È stata quindi creata la mappatura georeferenziate dei vigneti relativamente ai parametri misurati e sulla vendemmiatrice sono stati misurati il tempo di ritardo e la distanza percorsa tra la rac-

colta dell'uva dalla pianta e l'arrivo alla tramoggia della vendemmiatrice. Sono state quindi determinate le ottimali regolazioni della vendemmiatrice (distanza tra i battitori e frequenza) per ogni varietà da raccogliere.

Per la vendemmia si è impiegata la Braud serie VL5070 (tabella 3) (foto 1). Negli ultimi anni le vendemmiatrici stanno dimostrando una sempre più elevata capacità di rendere la raccolta mec-

canizzata precisa e veloce. Le evoluzioni della meccanizzazione sono state importanti e molteplici.

Operazioni che fino a 15 anni fa erano svolte solo ed esclusivamente da manodopera specializzata e che richiedevano preparazione ed esperienza notevoli, sono oggi effettuate da organi meccanici sempre più evoluti.

Lo scopo che si cerca di raggiungere con gli studi sulla meccanizzazione è

TABELLA 3 - Caratteristiche della vendemmiatrice utilizzata nelle prove (*)

| Testata di raccolta oscillante | |
|---|---------------------------|
| Scuotitori (std) (n.) | 14 |
| Lunghezza totale dei panieri di raccolta chiusi (m) | 1,9 |
| Panieri di raccolta (n.) | 2 x 54 |
| Aspiratori superiori (n.) | 2 |
| Aspiratori inferiori (n.) | optional |
| Serbatoio di raccolta in acciaio inox | 1.800 / 2.360 |
| Diraspatore-separatore (brevetto Socma) | optional |
| Motore | |
| Potenza (ECE R120/ISO 14396) (kW/CV) | 94/128 |
| Cilindri / aspirazione | 4 / turbo con intercooler |
| Livello di emissioni | Tier III |
| Angolo di sterzata | 90 |
| Pendenza max longitudinale (%) | 32 |
| Pendenza max trasversale (%) | 25 |

(*) Braud serie VL 5070, attacco rapido non disponibile.



Foto 1 - La complessità della macchina di raccolta non è motivo di preoccupazione né per le competenze di gestione né per gli ingombri o il costo, se tutto ciò serve a separare il prodotto di elevata qualità. I gruppi di pulizia, ormai comuni sulle vasche (benne) delle vendemmiatrici, ne sono la prova evidente



quello di associare ai vantaggi derivanti dall'utilizzo di una macchina (velocità, superfici dominabili, risparmio economico), una qualità del lavoro sempre più simile all'intervento manuale.

Nel caso della macchina in prova, l'intercettazione e il sollevamento con il sistema «a panieri» riduce l'impatto tra la pianta e gli organi di raccolta e trattiene con delicatezza gli acini.

I panieri, in poliuretano alimentare, hanno una direzione di avanzamento inversa alla vendemmiatrice e, al pari dei cingoli di un trattore, tengono fermo il punto di avvolgimento dei ceppi di vite nella parte inferiore del tronco, evitando sfregamenti e ammaccature dannosi alla pianta.

L'uva viene scaricata su un sistema di tappeti, che trasportano l'uva nel sistema di pulizia costituito da nastri caratterizzati da forature rettangolari su tutta la superficie, che permettono di vagliare gli acini già distaccati dai raspi lasciandoli cadere all'interno delle benne di raccolta.

La prima «sgrossatura» avviene all'inizio dei nastri grazie a due aspiratori (uno per nastro di raccolta) con l'allontanamento di foglie e altri residui che vengono scaricati direttamente a terra dalla macchina.

Questa operazione sfrutta il diverso peso specifico tra uva e materiale vegetale, permettendo la sola eliminazione del materiale non idoneo alla raccolta.

Il prelievo dei campioni sulla vendemmiatrice per simulare le misurazioni in continuo

Dopo l'aspirazione, il sistema di panieri porta l'uva verso i due meccanismi denominati «separatore diraspatore» presenti su entrambi i lati della vendemmiatrice. Questo sistema è costituito da 3 rulli in sequenza, dotati di denti in gomma allungati e sottili, che durante la rotazione si incastrano tra loro, permettendo esclusivamente agli acini di attraversare questa fase. In questo modo gli acini diraspatis e ripuliti dai residui vegetali vengono raccolti nei due appositi cassoni, mentre i raspi e l'altro materiale di scarto vengono eliminati posteriormente alla macchina, direttamente a terra, attraverso la fine del sistema di nastri trasportatori.

Al momento della raccolta sulla vendemmiatrice, con le opportune dotazioni di sicurezza, sono stati prelevati manualmente i campioni di uva per ogni campata dei filari prescelti all'uscita degli elevatori a panieri. Si è tenuto conto del ritardo fra il punto di raccolta e quello di scarico che è pari a 3 metri (lunghezza della catenaria «a panieri»). I dati operativi sono riportati nella *tabella 4*.

I campioni sono stati immediatamente analizzati nel laboratorio aziendale con ammostamento e successive analisi di pH, acidità totale e grado zuccherino.

Tutte le fasi di raccolta sono state mo-

nitorate e georeferenziate mediante l'utilizzo di 2 sistemi GPS (messi a disposizione da Leica e Isagri), che hanno rilevato il tracciato percorso dalla vendemmiatrice durante il lavoro e georeferenziato ogni campata.

Sulla vendemmiatrice è stato montato il sistema Leica Geosystem machine automation DGPS 1200 cui è applicabile e già ampiamente sperimentato il sistema di controllo Geog e MicroDozer MicroFin.

Quest'ultimo dispositivo può caricare mappe vettoriali georeferenziate analizzando diversi parametri e permettendo di controllare dispositivi attuatori con uscita sia seriale sia ISOBUS (sistema di comunicazione dei dati secondo standard ISO trasmessi per via seriale su un

TABELLA 4 - I dati operativi

| | |
|---|-------------|
| Velocità di avanzamento (km/ora) (*) | 1,2 |
| Frequenza (oscillazioni/min.) | 395 |
| Velocità di rotazione degli aspiratori (giri/min.) | 1.700-1.800 |
| Velocità di rotazione dei diraspatori (giri/min.) | 260 |
| Velocità dei tappeti fenestrati dei diraspatori (giri/min.) | 65 |

(*) Normalmente la vendemmiatrice opera a velocità superiori a 3 km/ora ma è stata tenuta al minimo per permettere agli operatori a bordo di prelevare i campioni di uva raccolta da ogni campata (5 viti tra palo e palo).

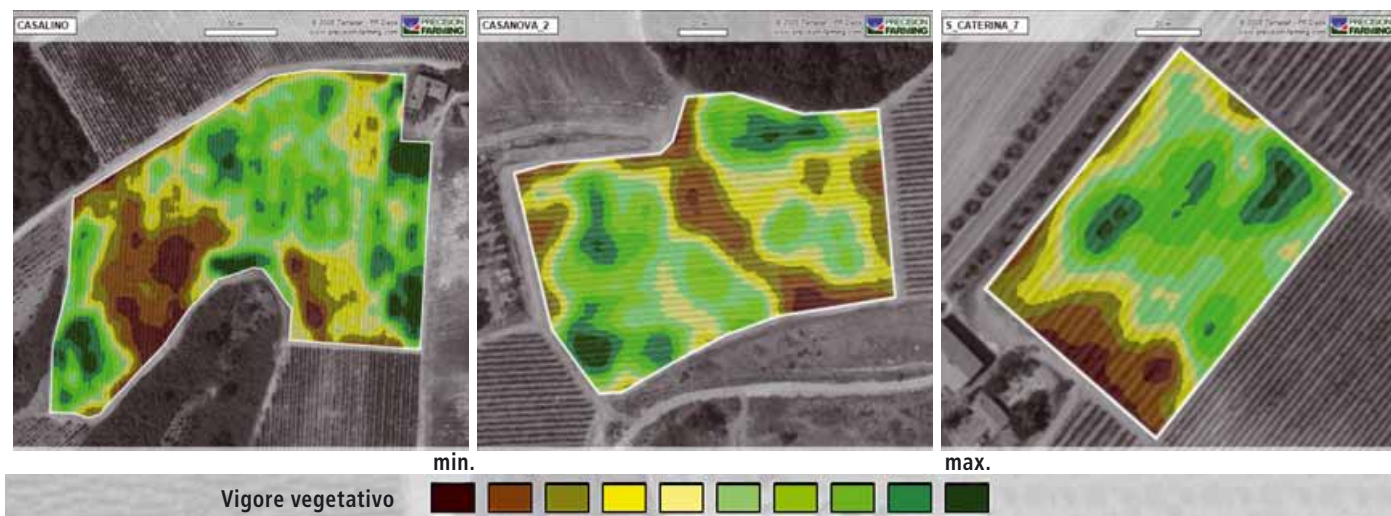


FIGURA 4 - I tre vigneti della sperimentazione visti nelle mappe georeferenziate di vigore vegetativo

Le mappe dell'indice di vegetazione evidenziano le aree omogenee per vigore. Molte ricerche, e fra queste quelle condotte su vigneti del Franciacorta, evidenziano, pur nelle differenti tarature necessarie in ogni singolo comprensorio e per tipologie di vigneto, come alla vigoria sia associato in misura inversamente proporzionale il grado zuccherino.

sistema binario *Binary unit system*). In tal modo è possibile con facilità controllare il sistema di trasporto delle uve per separarle nei due o più cassoni, ad esempio inserendo un tappeto trasversale che prende il prodotto dalle uscite dei trasportatori verticali e che può essere fatto ruotare nei due sensi così da dirigere il prodotto o nella benna di destra o in quella di sinistra, cui saranno assegnate due tipologie di prodotto differente.

I punti GPS sono stati scaricati in AutoCAD e per ogni vigneto è stato possibile tracciare i 3 filari presi in esame (est-nord) ed evidenziare i sensi di marcia della vendemmiatrici.

Si è quindi cercato di correlare i dati raccolti in campo durante la vendemmia con le mappe di vigoria, così come già sperimentato nell'esperienza condotta di Franciacorta. Le mappe dei 3 vigneti presi in esame con la differenziazione in zone omogenee o eterogenee del vigore vegetativo sono state realizzate in collaborazione con Terradat a partire da ortofoto da satellite analizzate nello spettro infrarosso. Sono state create mappe più semplici a cinque classi e mappe più dettagliate a dieci classi (figura 4). Naturalmente le seconde, avendo un alto grado di precisione, consentono interventi più mirati, ma già con le mappe a cinque classi si ha una prima e chiara visualizzazione dell'andamento della vigoria del vigneto. Per una raccolta differenziata sono addirittura sufficienti mappe a due soli livelli.

Per inciso, le mappe dell'indice di vegetazione visualizzano i valori di un indice derivato dall'elaborazione spettrale delle immagini trasmesse a terra dai satelliti americani (NOAA 12,14,15,16,17). Questi satelliti percorrono un'orbita polare intorno alla terra a circa 850 km di quota e osservano un'area pari a 2.400 km di larghezza.

Gli indici di vegetazione sfruttano la differenza di riflettanza della vegetazione nello spettro del visibile (in particolare nel blu e nel rosso) e nel vicino infrarosso e forniscono informazioni sullo stato fenologico della vegetazione e sulla sua densità.

L'indice più diffuso è l'NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) e mette in relazione l'assorbimento spettrale della clorofilla nel rosso con la tipica riflessione nel vicino infrarosso dove è fortemente influenzata dal tipo di struttura fogliare. Il valore è adimensionale e assume valori dell'intervallo (-1 + 1), in genere sono compresi tra (-0,1 e + 0,6). Valori bassi di NDVI si verificano in aree a bassa o assente copertura vegetale o dove la vegetazione è senescente o sofferente, mentre alti valori dell'indice rispecchiano una situazione di forte attività fotosintetica e quindi elevata presenza di biomassa. L'indice NDVI è stato moltiplicato per cento in modo da renderlo confrontabile con il grado zuccherino.

Risultati

I dati rilevati e la loro comparazione evidenziano quale potrebbe essere

TABELLA 5 - Esempio di risultati delle analisi sulla campata (5 viti tra palo e palo) (vigneto 2, filare 3)

| Campata | Vigneto 2 filare 3 | | | |
|---------|--------------------|----------------|-------|---------------|
| | pH | Ac. tot. (g/L) | °Babo | Quantità (kg) |
| 1 | 3,58 | 5,00 | 17,75 | 8,90 |
| 2 | 3,48 | 6,00 | 19,75 | 6,97 |
| 3 | 3,42 | 6,20 | 19,75 | 3,68 |
| 4 | 3,46 | 6,10 | 20,50 | 3,48 |
| 5 | 3,48 | 5,80 | 21,50 | 4,96 |
| 6 | 3,42 | 6,30 | 20,00 | 6,42 |
| 7 | 3,19 | 8,70 | 19,50 | 8,20 |
| 8 | - | - | - | 2,40 |
| 9 | 3,34 | 6,80 | 18,50 | 7,28 |
| 10 | 3,45 | 6,10 | 19,75 | 6,45 |
| 11 | 3,47 | 6,10 | 18,25 | 18,67 |
| 12 | 3,44 | 5,80 | 19,75 | 6,48 |
| 13 | 3,38 | 6,70 | 18,50 | 7,40 |
| 14 | 3,34 | 6,90 | 18,25 | 9,27 |
| 15 | 3,36 | 7,20 | 17,75 | 10,22 |
| 16 | 3,44 | 6,10 | 18,50 | 6,43 |
| 17 | 3,41 | 6,70 | 17,75 | 8,90 |
| 18 | 3,32 | 6,90 | 18,25 | 9,24 |
| 19 | 3,37 | 6,70 | 19,25 | 5,52 |
| 20 | 3,44 | 6,00 | 19,50 | 9,02 |
| 21 | 3,44 | 6,10 | 19,50 | 6,99 |
| 22 | 3,51 | 5,60 | 21,50 | 6,05 |
| 23 | 3,44 | 5,90 | 19,25 | 2,82 |
| 24 | 3,43 | 6,20 | 20,00 | 6,34 |
| 25 | 3,50 | 5,60 | 18,50 | 12,52 |
| 26 | - | - | - | 9,08 |

Esiste una grande variabilità, anche lungo lo stesso filare, dei valori rilevati, che evidenzia quanto importante sarebbe raccogliere tenendone conto.

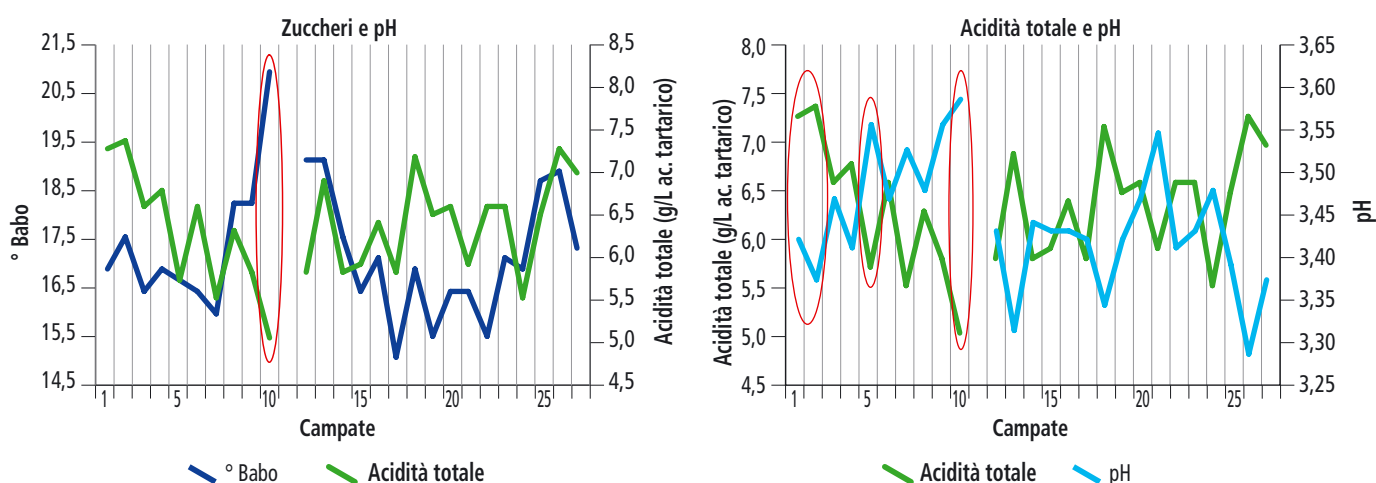


GRAFICO 1 - Effetti di una pioggia sui dati rilevati sul vigneto 3 filare 1

La pioggia, se pur breve e inferiore a 0,5 mm, ha causato una diluizione degli zuccheri, determinando una riduzione della qualità delle uve e un innalzamento del pH fino a 3,44, valore che espone al rischio di contaminazione di batteri acetici.

il valore di un monitoraggio in continuo sulle vendemmiatrici (tabella 5). La grande variabilità di valori di pH, acidità totale e zuccheri presente all'interno dello stesso filare, addirittura tra campate successive rende ragionevolmente raccomandabile un suo controllo futuro in termini di raccolta differenziata, anche se i dati rilevati, derivanti da analisi di laboratorio, hanno una precisione superiore rispetto a quelli ottenibili con sensori a bordo della vendemmiatrica.

Tale sistema di analisi georeferenziato in tempo reale permette d'altronde la creazione immediata di mappe tematiche del vigneto e questo, come già detto,

è impiegabile direttamente per il controllo della destinazione del prodotto (nelle due benne) o, anche con invio in tempo reale via GPRS o UMTS alla cantina, per prevedere la gestione delle uve raccolte prima del loro conferimento.

Infatti normalmente il prodotto viene monitorato solo dopo il conferimento con campionamenti a punto fisso con son-

da immersa nel rimorchio e analisi visiva. L'integrazione di questi sistemi di monitoraggio in continuo permetterà di diversificare i raccolti, non più solo in base al vigneto di provenienza, ma in base a una suddivisione dello stesso in zone con caratteristiche vegeto-produttive omogenee.

Le mappe così realizzate consentirebbero, inoltre, di ottenere vantaggi nella gestione delle pratiche agronomiche, ad esempio dosando differenzialmente la concimazione nei diversi punti dell'apprezzamento.

Un caso particolarmente significativo rilevato durante le prove si è avuto in concomitanza di un brevissimo evento di pioggia della durata di pochi minuti e intensità inferiore a 0,5 mm, verificatosi durante il campionamento del vigneto V3 filare 1 (grafico 1).

Questo evento, anche se lieve e di breve durata, ha influito sulle caratteristiche qualitative delle uve, causando:

- una diluizione degli zuccheri. Su 20 campioni 7 si trovano sotto 18,5° Babo, con una media per il filare di 17,4° Babo (rispettivamente 11,10% vol. e 10,44% vol. medio). Tale grado alcolico non si

Gli strumenti nella viticoltura di precisione possono costituire un'opportunità per elevare il livello dei vini

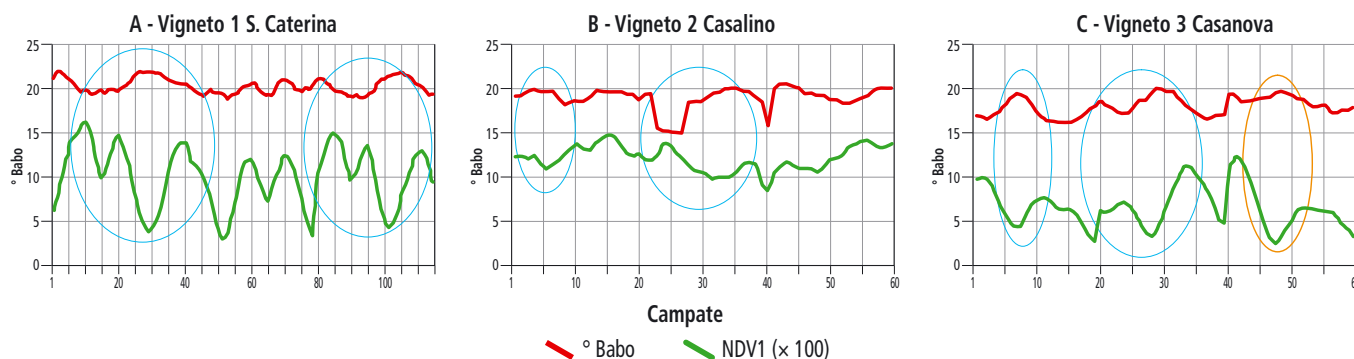


GRAFICO 2 A, B e C - Correlazioni fra indice di vigore vegetativo e grado zuccherino

Si nota una correlazione inversa tra il vigore vegetativo, espresso dall'indice NDVI, e il grado zuccherino, quindi tra il vigore e la qualità dell'uva.

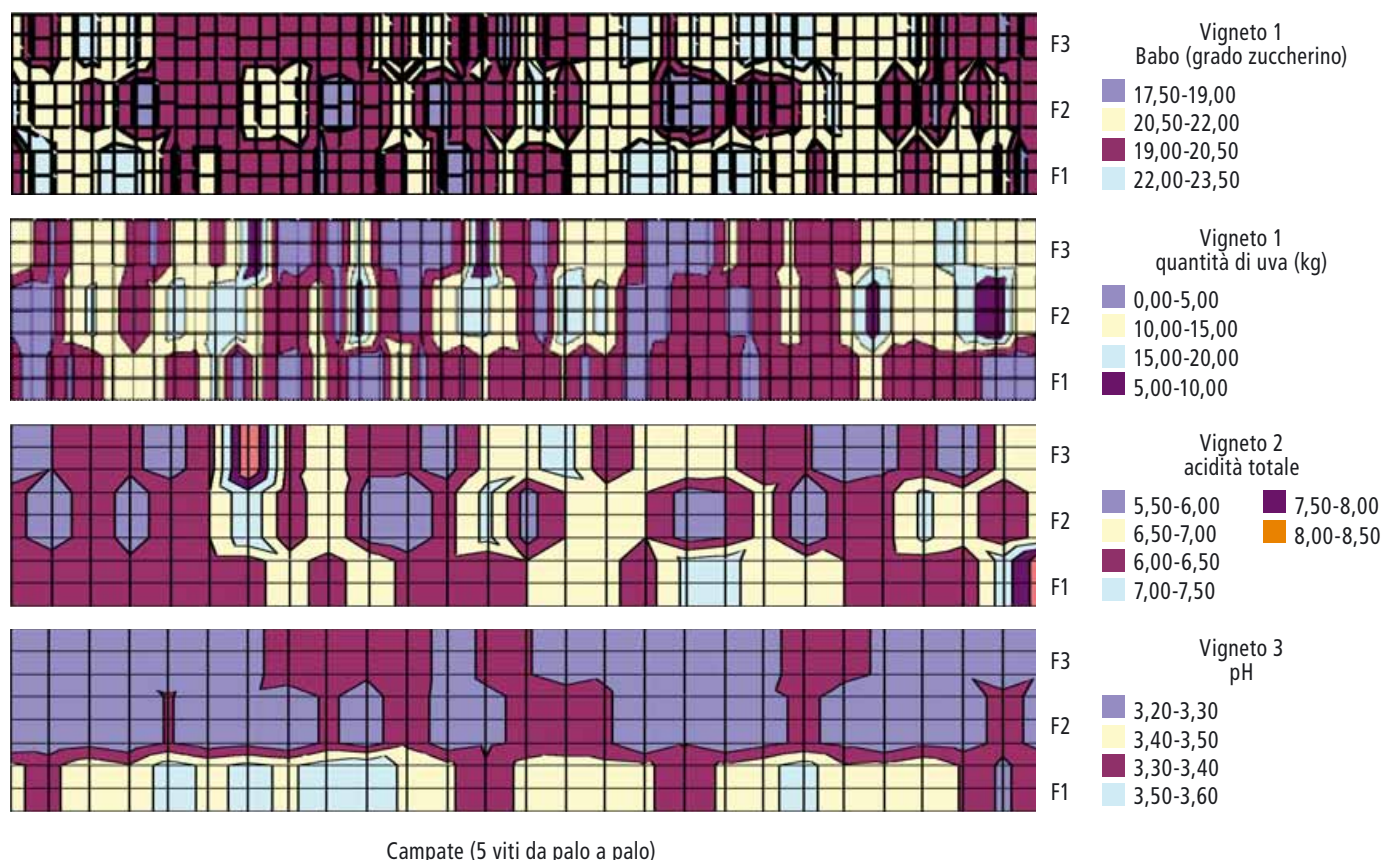


FIGURA 5 - Mappe georeferenziate relative a grado zuccherino, pH e acidità totale

Il monitoraggio in continuo sulla vendemmiatrici potrebbe risolvere, con una raccolta differenziata, il problema della disomogeneità visibile in queste mappe.

presta a una vinificazione «top di gamma» a meno di una correzione del grado zuccherino;

- valori di pH abbastanza elevati. La media dei valori di pH che caratterizzano il raccolto del filare F1 si attesta su 3,44. Tale valore in letteratura viene considerato un «confine» oltre il quale si passa da una ottimale stabilità dei vini a una zona di rischio da contaminazioni. Ribereau-Gayon afferma in merito ai rischi di contaminazione di batteri acetici: «L'acidità svolge egualmente (in riferimento alla temperatura) un ruolo giacché lo spunto è praticamente impossibile a pH 3,0 e diviene agevole a pH 3,4».

Si può presumere che con queste caratteristiche le uve raccolte meccanicamente, pur provenendo da un vigneto solitamente destinato a produzioni di alta qualità, non dovrebbero essere inserite in una vinificazione per vini di alta gamma.

Le mappe georeferenziate illustrano i valori di peso, grado zuccherino, pH e acidità totale (figura 5) nei diversi

vigneti. Le correlazioni fra l'indice di vigore vegetativo, derivante dalle analisi NDVI delle immagini da satellite, e il grado zuccherino (grafico 2a, b e c) evidenziano come in alcuni punti si abbia una chiara correlazione inversa fra i due parametri.

Ciò conferma nel territorio del Chianti senese quanto già verificato nel comprensorio del Franciacorta.

Conclusioni

L'esperienza riportata mostra quale importanza potrebbe assumere il monitoraggio puntuale delle caratteristiche delle uve che vengono raccolte installando a bordo della vendemmiatrici, unitamente al sistema avanzato di controllo GPS, sensori di misura in continuo.

Questo è tanto più importante quanto più il settore vitivinicolo italiano deve distinguersi per qualità e certificabilità dei suoi vini.

Gli strumenti della viticoltura di precisione, così come illustrato in questo nostro lavoro, possono costituire una op-

portunità non trascurabile nel superare importanti problemi legati al mantenimento del valore della produzione italiana di vino.

Ulteriori sviluppi sono d'altronde già disponibili e prevedibili: la ricerca sta mettendo a punto molti apparati dotati di sensori capaci di leggere e interpretare caratteristiche sempre più particolari.

Alberto Miglioli
Marco Vieri

Dipartimento di ingegneria agraria e forestale
Università degli studi di Firenze
marco.vieri@unifi.it

Un ringraziamento è rivolto a Carlo Viviani per le preziose osservazioni, a tutte le imprese già citate che hanno reso possibile questa ricerca propedeutica e ai nostri collaboratori: Pierpaolo Pagni, Simone Nencioni, Lorenzo Mengoni, Luca Iozzi.



Per consultare la bibliografia e gli approfondimenti:
www.informatoreagrario.it/rdLia/08ia27_3575_web