



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

# FLORE

## Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze

### **Gestione dei vigneti con tecnologie a rateo variabile e tracciabilità delle operazioni.**

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

*Original Citation:*

Gestione dei vigneti con tecnologie a rateo variabile e tracciabilità delle operazioni / Daniele Sarri; GiancarloCosi; Riccardo Lisci; Marco Rimediotti; Marco Vieri. - In: L'INFORMATORE AGRARIO. - ISSN 0020-0689. - STAMPA. - 40:(2012), pp. 87-90.

*Availability:*

This version is available at: 2158/814293 since:

*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:*

(Article begins on next page)

# L'INFORMATORE AGRARIO

[www.informatoreagrario.it](http://www.informatoreagrario.it)



Edizioni L'Informatore Agrario

Tutti i diritti riservati, a norma della Legge sul Diritto d'Autore e le sue successive modificazioni. Ogni utilizzo di quest'opera per usi diversi da quello personale e privato è tassativamente vietato. Edizioni L'Informatore Agrario S.r.l. non potrà comunque essere ritenuta responsabile per eventuali malfunzionamenti e/o danni di qualsiasi natura connessi all'uso dell'opera.

● IL FUTURO È GIÀ PRESENTE

# Gestione dei vigneti con tecnologie a rateo variabile e tracciabilità delle operazioni

L'evoluzione della meccanizzazione del vigneto è correlata alle tecnologie a rateo variabile per perseguire la sostenibilità ambientale ed economica. La loro diffusione è possibile solo con l'integrazione di sistemi di monitoraggio in continuo, l'efficace condivisione di dati e informazioni e l'adozione di protocolli standard per controllare e comunicare con i dispositivi

di **D. Sarri, G. Cosi, R. Lisci, M. Rimediotti, M. Vieri**

**N**ell'ultimo decennio, l'approccio dell'agricoltura di precisione con i relativi nuovi obiettivi e strumenti ha offerto nuove possibilità nel monitoraggio delle caratteristiche sito-specifiche del suolo, del microclima e delle colture nei diversi anni di sviluppo. Inoltre, strumenti come le tecnologie di informazione e comunicazione (ITC) hanno permesso di mettere a punto database e modelli di estrema utilità per l'attuazione delle scelte gestionali. L'insieme integrato delle tecnologie per la viticoltura di precisione rende effettivamente attuabile un sistema di monitoraggio, gestione e tracciabilità a livello aziendale e territoriale, ed è da questa innovativa architettura di sistema che le singole specifiche tecnologie sperimentate in questi ultimi anni possono essere messe pienamente a frutto (Bramley e Proffitt, 1999; Proffitt e Malcolm, 2005; Arnò *et al.*, 2009; Vieri *et al.*, 2010; Abbing, 2010; Proffitt e Malcolm, 2005).

I nuovi orientamenti degli interventi operativi (strutturali e gestionali) implicano un'attenta analisi della interdipendenza fra

risorse, prodotti e vincoli con la costante attenzione alle variazioni degli equilibri biologici e culturali che l'adozione di una nuova tecnica può comportare nel complesso delle operazioni culturali dell'intero processo produttivo.

A tale scopo, l'ingegneria delle produzioni vitivinicole può contare oggi sulla geomatica, sulla sensoristica e su tutte le applicazioni informatiche specifiche. Allo stesso modo, le macchine agricole possono ora beneficiare di tecnologie a rateo variabile, di telemetria e della condivisione web (Reynolds *et al.*, 2007).



Complesso di valvole a farfalla per la gestione dell'aria dei singoli moduli



Modulo di irrorazione con coppia di ugelli eroganti il 70 e il 30% della portata necessaria per ogni banda, azionati l'uno, l'altro o entrambi per variare il trattamento sulla parete

L'innovazione consiste nell'impiego della meccatronica, della geo-referenziazione, delle mappe di prescrizione e della telemetria, per l'attuazione delle scelte più appropriate e il tracciamento delle operazioni sul campo.

È tuttavia necessario adottare anche risorse fondamentali come i modelli digitali tridimensionali (3D) del terreno (DTM) che rendono possibile la raccolta e il confronto dei dati sito-specifici, la cui implementazione su webGIS permette di esaminare ogni parte dell'intero sistema (De Filippis *et al.*, 2012).

## Applicazione nell'impianto del vigneto

Un'operazione in cui già molto diffuse sono queste tecnologie è l'impianto del vigneto. In questo caso le tecnologie cui si è accennato permettono, attraverso la «machine automation», già ampiamente sviluppata nel settore del «movimento terra», di creare impianti strutturalmente perfetti, verificati su DEM, georeferen-

ziati e vettorializzati. Questo determina la creazione di un'anagrafica digitale del nuovo impianto che insieme al monitoraggio delle potenzialità o delle criticità delle diverse aree consente di attuare scelte strutturali e agronomiche differenziate (varietà, drenaggi, irrigazione, modellazione sito-specifica).

Questo sistema di gestione è il modo migliore per utilizzare le risorse di una meccanizzazione agricola avanzata in grado di gestire applicazioni a rateo variabile (VRT) e ottenere la tracciabilità di un trattamento (Regattieri *et al.*, 2007).

Diverse tecnologie per la VRT e la tracciabilità telemetrica sono disponibili o in fase di collaudo per la gestione della chioma, il controllo dei parassiti, l'irrigazione, la gestione del suolo e la vendemmia (Opara, 2010; RHEA, 2010; Gonzales de Santos, 2011)

## Evoluzione della meccanizzazione nell'azienda agricola

Una delle principali problematiche per l'introduzione delle innovazioni in un processo complesso è la necessità di esaminare e valutare gli effetti che queste comportano simultaneamente su altre operazioni agricole.

Lo sviluppo di strumenti operativi è ora rivolto alla capitalizzazione dell'informazione su quelle conoscenze e competenze che da sempre caratterizzano la cultura della società rurale. Attualmente stiamo riscoprendo ciò che è stato ab-



Tecnologie per la modellazione 3D del terreno applicate a escavatori idraulici

bandonato con la semplificazione a causa della «rivoluzione verde» della metà del XX secolo, quando l'uso smisurato di prodotti chimici, della meccanizzazione, dell'irrigazione e di specie vegetali selezionate sembrava rispondere bene alla sicurezza alimentare. Oggi l'azienda agricola si sta velocemente evolvendo da una concezione della meccanizzazione basata sulla potenza, «Power model», al «Brain model», cioè modello intelligente, dove le moderne risorse tecnologiche permettono di gestire la variabilità spaziale su grandi aree, nonché piccole realtà, consentendo una riduzione degli impatti sull'ambiente (Vanacht, 2001).

In questo processo evolutivo il punto cruciale della meccanizzazione è rappresentato dallo sviluppo degli strumenti, piuttosto che dal tipo di trattore impiegato o dall'apparecchiatura in generale. La meccatronica, infatti, è oggi il fattore principale che determina la qualità operativa delle operazioni meccanizzate.

## Tecnologie di precisione, strumenti e tecniche disponibili

Notevoli progressi sono stati compiuti nella conoscenza delle diverse microrisorse e dei problemi a livello culturale,

## GLOSSARIO

**Applicazioni informatiche specifiche:** software per la gestione dei dati rilevati.

**Attuatori di unità controllate da sistemi pc:** insieme di dispositivi gestiti da software installati su computer.

**DTM modelli digitali del terreno:** restituzione grafica su supporti informatici dell'orografia del terreno.

**Georeferenziazione:** processo di attribuzione di un'informazione a un dato rilevato relativa alla sua dislocazione geografica espresso in un particolare sistema di riferimento.

**Geomatrica:** scienza che analizza le caratteristiche e la struttura delle informazioni georeferenziate – ovvero a referenza spaziale, variabili nel tempo e non – mediante metodi di acquisizione, organizzazione, classificazione, trattamento, analisi, gestione, restituzione e diffusione.

**GIS Sistema informativo territoriale:** complesso di uomini, strumenti e procedure che permettono l'acquisizione e la distribuzione dei dati geografici.

**Ingegneria delle produzioni vitivinicole:** approccio metodologico del processo di meccanizzazione dell'impresa viticola moderna che implica una ingegnerizzazione dei processi produttivi riguardanti gli aspetti informatici (software e hardware), gli aspetti di monitoraggio culturale e operativo e quelli di tracciabilità e rintracciabilità di processo e di prodotto.

**Lidar:** insieme di dispositivi e tecniche di telerilevamento che permettono di determinare la distanza di un oggetto o di una superficie utilizzando un impulso laser.

**Mappe di prescrizione:** elaborati grafici rappresentativi delle condizioni col-

turali e riportanti indicazioni di tipo quali-quantitativo per la gestione a rateo variabile.

**Meccatronica:** impiego di computer, sensori e attuatori, sistemi di trasmissione sempre più evoluti e semplificati.

**Sensori a ultrasuoni:** dispositivi per il rilevamento e la misurazione di oggetti posti a distanza basati su tempi di risposta delle onde acustiche emesse.

**Sensoristica:** complesso di dispositivi elettronici per il rilevamento e il monitoraggio di segnali.

**Tecnologie a rateo variabile:** insieme di dispositivi in grado di gestire in modo differenziato le esigenze operative.

**Telemetria:** tecnologia informatica per la misurazione e la trascrizione di informazioni di interesse in tempo reale.

**WebGIS:** sistemi informativi geografici (GIS) pubblicati su web. ●



Macchina irroratrice a rateo variabile (VRT) realizzata nell'ambito del Progetto Rhea

grazie a sistemi di rilevamento remoti e prossimali (Johnson *et al.*, 2003; Bramley *et al.*, 2004; Reynolds *et al.*, 2007; Acevedo Opazo *et al.*, 2008). Ulteriore evoluzione è rappresentata dall'utilizzo di sistemi di acquisizione dati 3D, di sensori a ultrasuoni e, ancor più, del Lidar che consente di ottenere informazioni sulla geometria della parete vegetale e fornisce migliori orientamenti per le pratiche colturali (Moorthy *et al.*, 2008; Llorens *et al.*, 2011). Alcune importanti operazioni meccanizzate sono oggi eseguite con attuatori di base controllati da sensori prossimali, mappe di prescrizione o interfacce di navigazione.

## Le applicazioni

Le principali applicazioni già testate e disponibili in commercio sono:

- concimazione a rateo variabile: applicazioni per soddisfare al meglio le esi-

genze delle piante e il controllo del vigore (Vieri *et al.*, 2010);

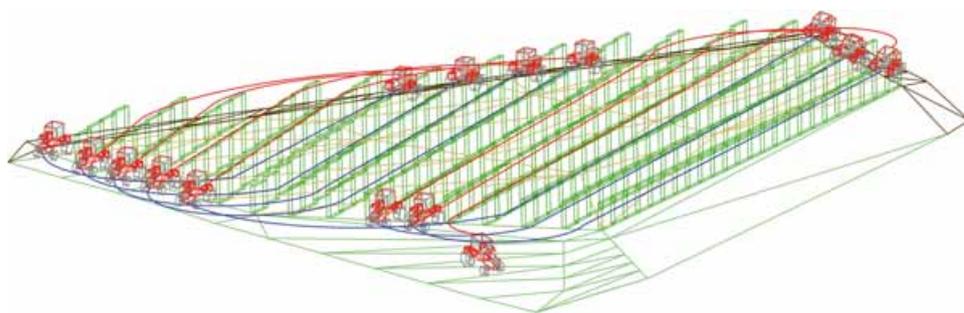
- defogliazione a rateo variabile (Vieri *et al.*, 2010): ritenuta di importanza maggiore anche rispetto alla concimazione VRT poiché permette con maggiore efficacia di controllare la protezione e la maturazione dei grappoli;

- vendemmia a rateo variabile: per la raccolta differenziata dell'uva, sulla base del grado di maturazione (Best *et al.*, 2005; Bramley *et al.*, 2005; Smart, 2011); sperimentata sempre dall'Unità di Firenze già nel 2008 nei tenimenti Monte dei Paschi di Siena con una vendemmiatrice Braud, che per i risultati ottenuti e pubblicati ha ottenuto numerosi premi (Simeì e Sitevi 2009);

- irrorazione a rateo variabile: applicazione differenziata e mirata di diversi fitofarmaci o della applicazione contemporanea e distinta di fitofarmaci e concimi, per una riduzione e ottimizzazione dell'uso di prodotti fitosanitari e fertilizzanti fogliari e anche per conformarsi alle disposizioni imposte dalla direttiva 2009/128/CE sull'uso sostenibile dei pesticidi (Vieri *et al.*, 1998; Vieri e Spugnoli, 1997; Solanalles *et al.*, 2006; Llorens *et al.*, 2010; direttiva 2009/128/CE);

- gestione del suolo a rateo variabile: per adattare la profondità di lavorazione del terreno, per il diserbo, la pacciamatura e l'inerbimento differenziati per creare una pacciamatura sottofila nelle zone più esposte ai venti e all'insolazione per ridurre l'evaporazione, oppure il taglio a raso con pacciamatura nell'interfila per abbattere la copertura di infestanti nelle zone più umide e, più recentemente, per differenziare l'irrigazione nelle diverse aree degli appezzamenti. Questo primo studio fatto dalla Sezione di ingegneria dei biosistemi dell'Università di Firenze è stato esposto all'ultimo convegno internazionale sull'agricoltura di precisione di Denver (Ghinassi *et al.*, 2010).

**FIGURA 1 - Progettazione di un nuovo vigneto mediante tecnica DTM con simulazione dei percorsi del trattore**



L'impiego dei supporti informatici consente di simulare le condizioni operative in fase progettuale ottimizzando il processo produttivo

La crescente adozione di queste tecnologie sta cambiando profondamente la meccanizzazione della viticoltura e rappresenta una pietra miliare nello sviluppo storico di tutta l'ingegneria agraria.

## Strumenti webGIS per monitoraggio locale, tracciabilità e sistema di gestione

Il nuovo approccio alle tecnologie dell'informazione multidimensionale integrata di comunicazione richiede un passo in avanti al di là del controllo 2D e di mappe previsionali verso il DTM 3D (modelli digitali del terreno), che consenta di confrontare i dati multipli rendendo possibile la caratterizzazione sito-specifica della coltivazione della pianta. Questa tecnica è divenuta ormai di uso comune nelle operazioni di gestione del territorio, nelle modifiche del profilo del suolo, nonché nelle lavorazioni per la realizzazione di nuovi impianti viticoli.

I modelli digitali del terreno DTM CAD permettono, oltre al controllo dei diversi parametri progettuali, di simulare eventi sul futuro vigneto. Si prospetta una nuova possibilità nella ottimizzazione della scelta varietale di viti, piantate in terreni con diversi orizzonti verticali o in aree caratterizzate da pendenze marcate, tra cui terrazze.

Dal punto di vista della meccanizzazione i dati tridimensionali ottenuti dal DTM consentono sia una guida sia il controllo delle macchine agricole e rende applicabile una gestione VRT in modo concreto e integrato.

Per gestire in modo efficace l'enorme quantità di dati è importante utilizzare il GIS (Global information system) per definire meglio il calendario annuale operativo per ogni microarea specifica (sito). In alcune aziende moderne questa tecnologia è già diffusa, allo scopo di controllare l'intero complesso sistema di risorse. Il miglioramento più recente è rappresentato dal webGIS, uno strumento che può essere utilizzato indipendentemente dalla localizzazione e dai tempi, per mezzo di smartphone e della rete di comunicazione GSM.

Il monitoraggio operativo in real time, cioè in tempo reale, attraverso soluzioni quali il sistema Claas Telematics Agro-Scout, offre la possibilità di monitorare le prestazioni delle macchine e analizzare i dati da esse provenienti costituendo le basi per le decisioni aziendali e contribuendo a migliorare l'economicità delle

operazioni. Inoltre, è possibile inviare alla macchina le mappe di prescrizione e ricevere i dati dal cantiere operativo (posizione DGPS della macchina, sollevatore alzato-abbassato, pdp accesa-spesa, livello del carburante, parametri relativi alla lavorazione specifica di interesse con ingressi digitali), ma anche le caratteristiche specifiche del sito (vite, suolo, microclima).

Queste informazioni dettagliate, finora sconosciute, forniscono indicazioni preziose sulla quantificazione dei costi e importanti informazioni che contribuiscono alla loro riduzione e a sfruttare l'intero potenziale della macchina. La geomatica collegata al complesso delle ICT rappresenta la piattaforma per la tracciabilità sia per la qualità del prodotto sia per l'intero processo produttivo.

Un ulteriore sviluppo e l'applicazione di queste tecnologie è già in corso nel Progetto Rhea Ue 2010 (NMP-CP-IP 245986-2 RHEA) focalizzato su progettazione, sviluppo e sperimentazione di una nuova generazione di sistemi automatici e robotizzati per eseguire le operazioni nella gestione sostenibile delle colture, mediante una flotta di robot da terra e aerea attrezzata con sensori innovativi.

Alla base del progetto RHEA vi è la concezione di un nuovo sviluppo di imprese di servizi esterni all'azienda, che eseguono in modo efficace ed efficiente le operazioni agricole più delicate, come il controllo delle infestanti o l'applicazione di prodotti chimici.

## Irroratrice a rateo variabile

La macchina sviluppata dalla Unità operativa di Firenze per la gestione della difesa antiparassitaria delle colture arboree presenta le seguenti caratteristiche principali:

- altezza massima del braccio verticale 2,5 m;
- banda totale da trattare 2,7 m (3,0-3,5 m parte superiore della parete);
- massa (serbatoio vuoto) 400 kg;
- serbatoio: 300 L;
- pompa idraulica (max 100 L/min) – 25 bar, max 5 kW derivanti dalla pdp meccanica;
- ventilatore, max 15 kW derivanti dalla pdp meccanica;
- la macchina è semiportata, accoppiata all'attacco a 3 punti, ma diviene mobile, appoggiando le ruote a terra, durante l'irrorazione.

Il nuovo dispositivo progettato presenta le seguenti caratteristiche:



Valvola a farfalla principale per la gestione dell'aria in ingresso sul ventilatore

- 8 sensori a ultrasuoni per rilevare la larghezza della chioma di ciascuna banda verticale;
- controllo variabile della portata su ogni modulo, per adattare la dose allo spessore della parete vegetale su ciascuna banda (100% spessore della parete vegetale = 100% della dose; 50% spessore della parete vegetale = 70% della dose; 30% spessore della parete vegetale = 30% della dose; assenza di vegetazione = 0 dose).

Ogni modulo presenta 2 ugelli con il 70 e il 30% della portata necessaria, che vengono azionati: l'uno, l'altro o entrambi, per variare il trattamento in funzione delle reali condizioni della parete vegetale.

La vera innovazione del sistema è ascrivibile al controllo dell'aria, che avviene nel modo seguente:

- per mezzo di valvole a farfalla (azionate da motori passo-passo) predisposte su ciascuna delle 8 bocchette;
- per mezzo di una valvola a farfalla azionata da un motore passo-passo e posta sul collettore di aspirazione del ventilatore;
- inclinazione variabile dei 4 moduli terminali per mezzo di motori passo-passo (superiore e inferiore) per migliorare la deposizione sulle aree più sensibili della chioma.

L'intera strumentazione (DS sistema dei dispositivi) è controllata dal LLAS (Low level actuation system, sistema di attuazione di basso livello) che consiste in un PLC (controllore logico programmabile) programmato dai relativi algoritmi-istruzioni. Tutti questi dispositivi sono controllati a loro volta dal HLDMS (High level actuation system, sistema di attuazione di alto livello) e a monte dal MM (Mission manager) del sistema RHEA.

## Affidabilità e acquisizione del nuovo approccio gestionale

Come è comune nella storia dello sviluppo tecnologico, abbiamo nuove lacune da risolvere, come la standardizzazione dei sistemi di trasmissione dati e protocolli webGIS.

A questo punto i problemi che si pongono riguardano la compatibilità dei protocolli di trasmissione dati, dal momento che i dispositivi mecatronici-elettronici e informatici utilizzano attuatori di unità controllate da sistemi pc. Al giorno d'oggi tutti i protocolli di trasmissione (Wi-Fi, Isobus, Seriale, Ethernet, ecc.) sono impiegati insieme in sistemi avanzati di gestione aziendale.

È pertanto necessario lavorare sulla standardizzazione dei protocolli per rendere effettivamente disponibili in modo efficace la tecnologia moderna della viticoltura di precisione e l'applicazione a rateo variabile. Per questa standardizzazione è assolutamente auspicabile l'uso del webGIS per condividere dati e protocolli da una azienda all'altra.

La futura evoluzione della meccanizzazione del vigneto è strettamente correlata alle tecnologie VRT, che permettono di adottare gli obiettivi della sostenibilità ambientale in tutto il sistema di gestione della produzione agricola. La diffusione di questo processo è possibile solo con l'azione integrata di sistemi di monitoraggio in continuo, della efficace condivisione di dati e informazioni, di protocolli standard per controllare e comunicare con i dispositivi. Il WebGIS e le norme sulla trasmissione dei dati sono i due punti fondamentali per una efficace gestione delle suddette tecnologie.

Sulla base della rapida diffusione delle tecnologie illustrate sono così prevedibili per l'impresa agricola nuovi servizi alle aziende e nuove competenze degli agronomi (Gonzales de Santos *et al.*, 2011).

**Daniele Sarri, Giancarlo Cosi  
Riccardo Lisci, Marco Rimediotti  
Marco Vieri**

*Deistaf - Università di Firenze*

Per commenti all'articolo, chiarimenti o suggerimenti scrivi a:  
[redazione@informatoreagrario.it](mailto:redazione@informatoreagrario.it)

Per consultare gli approfondimenti e/o la bibliografia:  
[www.informatoreagrario.it/rdLia/12ia40\\_6651\\_web](http://www.informatoreagrario.it/rdLia/12ia40_6651_web)

# Gestione dei vigneti con tecnologie a rateo variabile e tracciabilità delle operazioni

## BIBLIOGRAFIA

Abbing A.G. (2010) - *The sustainability performance of the South African - European wine supply chain: differences in sustainability from a scientific and actor perspective*. Master's Thesis Research, Department of Innovation and Environmental Science, Utrecht University, October.

Acevedo-Opazo C., Tisseyre B, Guillaume S., Ojeda H. (2008) - *The potential of high spatial resolution information to define within-vineyard zones related to vine water status*. Precision Agriculture, 9 (5): 285-302.

Arnó J., Martínez-Casasnovas J., Ribes-Dasi M., Rosell J. (2009) - *Precision Viticulture. Research topics, challenges and opportunities in site-specific vineyard management*. A Review. Spanish Journal of Agricultural Research, 7(4): 779-790.

Best S., Leon K., Claret M. (2005) - *Use of precision viticulture tools to optimize the harvest of high quality grapes*. In Proceedings of the Fruits and Nuts and Vegetable Production Engineering TIC (Frutic05) Conference, Montpellier: 249-258.

Bramley R., Proffitt T. (1999) - *Managing variability in viticultural production*. Australian and New Zealand Grapegrower and Winemaker, 427: 11-16.

Bramley R., Hamilton R. (2004) - *Understanding variability in winegrape production systems 1. Within vineyard variation in yield over several vintages*. Australian Journal Of Grape And Wine Research, 10: 32-45.

Bramley R., Proffitt T., Hinze C., Pearse B., Hamilton R. (2005) - *Generating benefits from Precision Viticulture through selective harvesting*. Proc. Europ. Congr. Precision Agricult. (ECPA), Uppsala, Sweden: 891-898

De Filippis T., Rocchi L., Fiorillo E., Genesio L. (2012) - *Quando il vigneto è smart*. VQ (viticulture of quality) 2/2012: 34-37.

Directive 2009/128/EC of the European parliament and of the Council - 21 October 2009 establishing a framework for Community action to achieve the sustainable use of pesticides. Official Journal of the European Union, 24.11.2009.

Ghinassi G., Pagni P.P., Vieri M. (2010) - *Optimizing vineyard irrigation through the Automatic Resistivity Profiling (ARP) technology. The proposal of a methodological approach*. Proceedings of 10th International Conference on Precision Agriculture (ICPA), pp. 215, July 18-21, Denver, Colorado www.icpaonline.org

Gonzalez-de-Santos P., Vieri M., Ribero A., Raffaelli M., Emmi L., Fontanelli M., Rimediotti M., Frascioni C., Sarri D., Peruzzi A. (2011) - *The RHEA project: a fleet of autonomous robots for precision chemical and non chemical weed management in arable crops and on-canopy spraying in tree crops*. Proceeding Convegno di Medio Termine dell'Associazione Italiana di Ingegneria Agraria. Belgirate, 22-24 settembre.

Johnson L., Roczen D., Youkhana S. (2003) - *Mapping vineyard leaf area with multispectral satellite imagery*. Computers and Electronics in Agriculture. 38 (1): 33-44.

Llorens J., Gil E., Llop J., Escolà F. (2010) - *Variable rate dosing in precision viticulture. Use of electronic devices to improve application efficiency*. Crop Protection, 29 (3): 239-248.

Llorens J., Gil E., Llop J., Meritzell Q. (2011) - *Georeferenced LIDAR 3D vine plantation map generation*. Sensors 11: 6237-6256.

Moorthy I., Miller J., Hu B., Chen J., Li, Q. (2008) - *Retrieving crown leaf area index from an individual tree using ground-based LIDAR data*. Can. J. Rem. Sens., 34: 320-332.

Opara L. U. (2010) - *Traceability in agriculture and food supply chain: a review of basic concepts, technological implications, and future prospects*. European Journal of Operational Research, 159: 269-295.

RHEA (2010) - <http://www.rhea-project.eu/>

Proffitt T., Malcolm A. (2005) - *Zonal vineyard management through airborne remote sensing*. The Australian & New Zealand Grapegrower & Winemaker. (November): 22-27.

Reynolds A., Senchuk I., van der Reest C., de Savigny C. (2007) - *Use of GPS and GIS for Elucidation of the Basis for Terroir? Spatial Variation in an Ontario Riesling Vineyard*. Am. J. Enol. Vitic. 58 (2): 145-162.

Regattieri A., Gamberi M., Manzini R. (2007) - *Traceability of food products: General framework and experimental evidence*. Journal of Food Engineering, 81, 7: 347-356.

Smart R. (2011) - *Estimating wine quality before harvest*. Wine Viti. J. 26 (4), 67-68.

Solanalles F., Escolà A., Planas S., Rosell J.r., Camp F., Gràcia F. (2006) - *An electronic control system for pesticide application proportional to the canopy width of tree crops*. Biosystem Engineering, 95 (4): 473-481.

Vanacht M. (2001) - *The Business of Precision Agriculture*. ECPA 2001 Proc. 3rd European Conference on Precision Agriculture, Montpellier, France.

**Vieri M., Spugnoli P. (1997)** - *An high pressure injection system for precision application of pesticide*. BIOS Scientific Publishers Limited, Oxford.

**Vieri M., Venturi A., Michelucci S. (1998)** - *A Software Procedure to Control Spray and Airblast Set-up of Orchard and Pest Control Sprayers*. International Conference "AgEng'98" Oslo 24-27 agosto 1998.

**Vieri M., Spezia G., Pagni P.P. (2010)** - *Ingegneria delle produzioni viticole: stato dell'arte e prospettive*. Italus Hortus, 17 (7): 33-57.