

Giornata di studio:

Come cambia la difesa della vite:
esperienze in Toscana

Firenze, 25 febbraio 2014

Nota di redazione: alla giornata di studio ha partecipato anche Laura Mugnai con una relazione dal titolo: "Alternative e buone prassi di difesa dai patogeni". La relatrice non ha consegnato il testo per la stampa

MARCO VIERI*

Dalla rivoluzione verde all'agricoltura intelligente

PREMESSA: L'ACCADEMIA E L'ISTITUTO DI MECCANICA AGRARIA DI FIRENZE

L'accoglienza della Accademia suscita sempre grande apprensione e orgoglio. Dal viverne la storia e la grandezza dei progetti che grandi uomini hanno condiviso in questa sede, la mia professione di agronomo, ricercatore e docente, trae impulso nella responsabilità e nell'entusiasmo da trasmettere ai giovani. Il mio settore, la Meccanica Agraria, oggi Ingegneria dei Biosistemi, trova pietre miliari nella Accademia dei Georgofili: nel suo fondatore Cosimo Ridolfi il quale, parallelamente alla grande induzione della istruzione aperta a tutti i giovani agricoltori, si dedicò con l'abate Raffaello Lambruschini alla evoluzione più importante nello strumento fondante dell'agricoltura, l'aratro.

Alla Accademia nel 1853 fu affidato il documento contenente la descrizione del «dispositivo perfezionato per ottenere forza motrice o utile da gas esplosivi», riconosciuto ormai internazionalmente come primo motore “a scoppio”, da parte dell'ing. Felice Matteucci e del priore Eugenio Barsanti; il loro ricordo, sulla sinistra dell'abside della Chiesa di Santa Croce, si unisce al coro delle grandezze che inducono la Sindrome di Stendhal.

Mi si permetta di soffermarmi sui grandi Georgofili che hanno creato la Meccanica Agraria. Fu il prof. Giovanni Vitali di Montalbo piacentino¹, già docente di Meccanica agraria all'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza, il quale fu chiamato a fondare nel 1925 il Gabinetto di meccanica Agraria e fu preside della Facoltà di Agraria di Firenze dal 1943 al 1944. Da lui fu spronato alla ricerca il giovanissimo Mario Fregoni, una delle figure

* *Università di Firenze*

¹ Cfr. Appendice.

cardine nella viticoltura internazionale; e da qui emerge la stretta sinergia fra il nostro settore e la viticoltura.

Non si può non ricordare che Giovanni Vitali fu il consulente del Ministero dell'Agricoltura attuando in collaborazione con questa Accademia importanti progetti: uno di questi riguarda la fondamentale realizzazione nel 1963 della macchina integrata per la raccolta delle olive, tuttora non superata nel suo concetto funzionale².

A lui succedette nel 1965 il prof. Giuseppe Stefanelli³, presidente di questa Accademia dal 1977 al 1986, il quale aveva già fondato e fortificato l'Istituto di meccanica Agraria di Bologna. Oggi che parliamo di robot non possiamo dimenticare che il suo allievo prof. Bosi, agronomo, realizzò nel 1960 il primo trattore telecomandato (BOPS 1067), oggi visibile nel museo del Centro di Cadriano (Bo). La grande capacità organizzativa di Stefanelli portò alla realizzazione di laboratori e centri agricoli sperimentali con la produzione di ricerche che hanno indotto collaborazioni e innovazione a livello internazionale fino a ottenere finanziamenti dal Ministero dell'Agricoltura USA e la presidenza del Comitato di gestione della Facoltà di Mogadiscio. Dal 1966 al 1976 ha tenuto con sede a Firenze, la presidenza della Associazione Italiana di Genio Rurale. Membro delle più importanti Accademie internazionali di agricoltura. Nella viticoltura fondamentali sono state le sue ricerche sulle vendemmiatrici scavallanti, unitamente alle ricerche dell'Accademia sulla realizzazione di sistemi di allevamento idonei alla meccanizzazione.

Grato è il ricordo di un grande agronomo, il prof. Pier Francesco Galigani; di luci dice Massimo Zoli: «fu la mia guida in campagna, (...) mi insegnò i rudimenti di agronomia e coltivazioni erbacee e arboree.. per potermi poi qualificare "ingegnere agronomo" (...) mi colpiscono l'umanità e la voglia di vivere di Piero, la sua facilità di rapporto con gli studenti, e lo scrupolo nell'impegno didattico: ricordo che seguiva nell'epoca più di venti tesi di laurea». Come pure la figura del prof. Aldo Cioni, ingegnere, il quale trasferì sua esperienza in ENPI (ente nazionale prevenzione infortuni) nelle specializzazioni dell'Istituto.

² «nel Centro Sperimentale di Meccanizzazione collinare dell'Accademia dei Georgofili denominato "i Collazzi", sito in comune di Scandicci (Firenze) è stata realizzata una macchina (...) scuotitrice a masse vibranti (...). Detta macchina è frutto della collaborazione di un tecnico agricolo, il dottor Mario Periccioli, di un ingegnere, l'ing. Mario Gebedinger e di un bravo meccanico, il signor Franco Andreucci, sotto la guida dell'Accademia dei Georgofili tramite l'autore di queste note. La realizzazione è stata resa possibile dai signori proprietari F.lli Marchi» (Vitali, 1967).

³ Cfr. Appendice.

Gli anni '70-'80 sono caratterizzati dalla grande energia del prof. Franco Dallari, ingegnere, oggi imprenditore agricolo in Canada, da dove mi pone continui e inquietanti quesiti come: «qui una mietitrebbia può raccogliere anche 20,000 q.li di cereali/anno, mentre in Italia meno di 4,000 con macchine più complesse e più costose».

Nel periodo recente il prof. Massimo Zoli, ingegnere, dal 1994 al 2003 traghetta l'Istituto nell'attuale sistema dei dipartimenti. La grande attenzione alle persone e alla promozione dello sviluppo delle capacità di ricerca individuali, ha indotto la costruzione di quella che oggi si definisce come Ingegneria dei Biosistemi e che è parte integrante del concetto attuativo della Agricoltura di Precisione, Razionale, Responsabile, Ragionata, Sostenibile. Con lui si sono sviluppati i settori di Ingegneria Alimentare e Ambientale, dell'Automazione, dell'Informatica e Comunicazioni, della Sicurezza, dell'Ingegneria dei Sistemi⁴.

CAMBIAMENTI CLIMATICI E DIFESA DELLE COLTURE

Il miglioramento della qualità e della sicurezza ambientale e alimentare anche con il perseguimento di attività ordinarie ed economiche fondate sulla conoscenza e l'innovazione supportata da uno sviluppo ecosostenibile, rappresentano i nuovi indirizzi comunitari (Horizon, 2020). Salute, benessere della popolazione, transizione verso uno sviluppo sociale e territoriale sostenibile e competitivo, resistente ai cambiamenti climatici risultano alcune delle priorità ricercate.

Proprio le variazioni climatiche in atto determinano importanti ripercussioni nella gestione delle operazioni di difesa antiparassitaria in ambito rurale e della disinfestazione dei centri urbani, con una necessaria intensificazione degli interventi di contenimento. Negli ultimi 12 mesi gli interventi sono più che raddoppiati rispetto agli anni passati.

Le annate meteorologiche che stiamo attraversando, caratterizzate da un notevole incremento delle precipitazioni piovose, determinano condizioni favorevoli alla proliferazione di organismi nocivi. La elevata percezione del rischio spinge, molto spesso, gli operatori e anche la popolazione a incrementare il numero di interventi di contenimento, con conseguenze negative sull'ambiente, sulla salute e con un incremento dei costi sostenuti.

Premesso che la maggior efficienza di azione si ottiene con una attenta

⁴ Cfr. Appendice.

esecuzione di buone prassi gestionali, vi sono situazioni per cui risulta imprescindibile il ricorso all'impiego di prodotti chimici preventivi o curativi, per i quali esistono regolamentazioni sempre più restrittive ai fini di un uso sostenibile.

Peraltro, le recenti normative sull'uso sostenibile dei pesticidi (D lgs 150/2012), di imminente applicazione, impongono importanti limitazioni dei quantitativi impiegabili e corrette procedure attuative delle operazioni di difesa fitosanitaria. In tal senso i nuovi orientamenti sono indirizzati verso la creazione di un "sistema" in grado di fornire strumenti per la gestione e la realizzazione di pratiche sostenibili.

Si rendono quindi necessarie attività di informazione su prassi e tecniche nuove, allo scopo di sensibilizzare la collettività; di formazione, al fine della acquisizione delle specifiche competenze; di aggiornamento, mediante la programmazione di eventi dimostrativi sul territorio; di trasferimento, per promuovere lo sviluppo tecnologico, mediante la introduzione di innovazioni, che permettano una semplificazione e ottimizzazione dei processi.

L'uso della chimica come della meccanizzazione ha costituito uno degli assi della Rivoluzione verde del XX secolo, ma come sempre accade, ogni innovazione comporta delle ottimizzazioni e in 50 anni ancora è necessaria una diffusa azione di miglioramento nella efficienza e nella riduzione delle dispersioni dannose.

La facilità di impiego delle sostanze chimiche e la forte percezione del rischio che si vuole combattere hanno una influenza superiore alle conseguenze negative sull'ambiente e sulla salute e persino ai costi che devono essere sostenuti. Eppure tutte le ricerche evidenziano come le pratiche correnti comportino perdite e dispersioni medie di prodotti dal 30 al 70%. In Italia il quantitativo di prodotti chimici per uso agricolo è di 142.000 tonnellate pari a un costo di 1,5 miliardi di €. Preoccupante il fatto che non vi siano indicatori relativi ai consumi di pesticidi per uso urbano e domestico (*prodotti fitosanitari e prodotti medicochirurgici – DL 25/02/2000 n° 174 direttiva 8/98 e successivi Regolamenti attuativi*). Questi dati, se messi in relazione all'incremento degli interventi di difesa derivanti dai cambiamenti climatici, pongono un serio problema economico per le imprese agricole e un serio problema igienico ambientale per tutta la comunità.

Eppure la ricerca ha già identificato da oltre un decennio quali sono le GAP (good agricultural practices), buone prassi agricole, prima fra tutte il controllo periodico e la taratura degli strumenti di applicazione. Oggi, sempre la ricerca, pur nelle difficoltà di una generale disattenzione alla sua importanza e nel conseguente limite di risorse, indica sempre più virtuose BAT

(best available techniques), migliori tecniche disponibili: ne è un esempio lo sviluppo di quel ramo della ingegneria agraria, oggi identificato come ingegneria dei biosistemi, che nella terminologia europea viene definito come Smart Factory (www.smartfactory.com) fabbrica intelligente e che nel settore specifico offre innovazioni molto importanti derivate da sensori, sistemi di supporto decisionale (DSS-decision support system), Automazione, VRT (variable rate treatment) ovvero applicazioni a rateo variabile, sistemi di integrazione e comunicazione aziendale e regionale, tracciabilità. I settori strategici, oggi non separabili, non riguardano quindi solamente l'agricoltura, ma sinergicamente l'energia, l'ambiente, lo sviluppo rurale, l'innovazione sociale (www.willvoteforfood.com).

DALLA RIVOLUZIONE VERDE ALLA SMART VITICULTURE (VITICOLTURA INTELLIGENTE)

L'impresa viticola, fondata sull'azienda agraria, sulla terra e su una coltura attuata nella previsione di un turno superiore ai venti anni, si trova a contrastare l'imperante criterio economico della flessibilità e della mobilità, in cui i settori secondario e terziario, come quelli della produzione e della vendita delle macchine, hanno i maggiori vantaggi e possono, seguendo tale tendenza speculativa, cambiare linea produttiva, cliente, mercato. Ciò significa che tutte le risorse e, fra queste la componente strumentale, devono integrarsi nell'attuazione di un impianto di produzione la cui durata supera ogni odierno limite di investimento ordinario.

Efficienza e produttività impongono quindi una revisione delle attività e delle pratiche agricole con una analisi di tutto il sistema produttivo, nelle sue micro e macro componenti che costituiscono lo scenario delle Risorse, dei Vincoli e dei Prodotti. Una considerazione particolare riguarda le risorse, cui appartengono elementi spesso considerati intoccabili come la terra, le tecniche e le colture, che insieme alle componenti strutturali e strumentali, devono d'altronde essere impiegate nel concetto di efficienza e sostenibilità espresso da Mollison: «use everything at its maximum level and recycle all wastes».

È sicuramente superato nella moderna viticoltura quella che Zygmunt Bauman indica come «tradizione, sinonimo di consuetudine e di abitudine, dove il comportamento consueto o abituale è un comportamento non mediato, non riflessivo, che non esige alcuna spiegazione o giustificazione». Bene individua la nuova imprenditorialità una osservazione di Castroriadis: «men-

tre la preoccupazione pragmatica pone quale scudo sicuro la cornice cognitiva rigida fornita dalla tradizione, a questo si oppone con prudente criticità la ragione autonoma per cui *nessun problema è costantemente risolto in anticipo*».

Innovazione e imprenditorialità, d'altronde, non possono neppure identificarsi con il termine *moda*; l'altro elemento essenziale che differenzia le attività agricole, soprattutto in Italia, è la estrema eterogeneità delle situazioni e condizioni operative anche all'interno degli stessi comprensori: quanti insuccessi si sono avuti, per aver importato in modo acritico tecniche da altri paesi. Molte sono infatti le variabilità nei risultati di una stessa operazione: il tipo di terreno, la giacitura, le condizioni climatiche; il tipo di preparazione che è stata effettuata precedentemente a una operazione importante; il tipo di utensili impiegati e la loro regolazione. Tutto ciò fa parte del recupero di una capacità critica, tipica di sistemi autonomi e severi come quello del Podere o del Maso, che oggi viene riscoperta col termine viticulture raisonnée, ragionata, durabile.

L'evoluzione degli strumenti operativi è oggi tesa alla capitalizzazione informatico-tecnologica di quell'insieme di conoscenze e competenze che, pur con strumenti e obiettivi più semplici, facevano parte della profonda cultura rurale. La conoscenza e la padronanza degli utensili era una caratteristica fondamentale di realtà come quelle del "Podere". E anche la conoscenza delle caratteristiche differenziate nei diversi campi, dei fattori pedologici, climatici, agronomici, attuate con una attenta capacità di osservazione quotidiana e di una storicità degli eventi tramandata oralmente, costituiva un modello gestionale che oggi si cerca di recuperare, affidando alle moderne tecnologie di rilevamento e di analisi, quella che viene definita agricoltura di precisione.

La difesa sanitaria delle colture rappresenta il cuore delle scienze agronomiche e la sua attuazione ha ritrovato, nella ricerca dell'ultimo decennio e negli agronomi più attenti, la consapevolezza della complessità di fattori che concorrono al buono stato di salute delle piante. Forti sono state anche le motivazioni per la razionalizzazione e il miglioramento dell'impiego di prodotti chimici per le coltivazioni, con la attuazione di quella che viene definita, in contesti diversi, viticoltura razionale, ragionata, di precisione, "sostenibile". Le ricerche recenti, unitamente alle nuove disponibilità tecnologiche, fanno prevedere nel prossimo futuro, un passo evolutivo epocale, con l'introduzione nelle aziende di mezzi di analisi, gestione e tracciabilità capaci di tenere sotto controllo una moltitudine di fattori oggi impensabile. D'altronde, le nuove generazioni hanno già la capacità di usare e dominare tali tecnologie.

Meccanizzazione e prodotti chimici, protagonisti della rivoluzione agricola del XX secolo, avevano portato enormi vantaggi nella produttività come

nella riduzione della fatica dell'uomo, ma avevano altresì diffuso un generale comportamento di delega nelle conoscenze complesse dei fattori biologico-agronomici-tecnici.

Manuel Vanacht aveva evidenziato, già all'inizio del XIX secolo, come l'impiego delle tecnologie in agricoltura dovesse passare dall'*horse power* – la cultura della potenza meccanica, al *brain power* – il controllo intelligente delle macchine; con ciò l'uomo imposta preventivamente i parametri operativi e le variazioni possibili e interviene sul campo prevalentemente nel controllo del corretto funzionamento di tutto il sistema.

Nell'ultimo decennio l'approccio di agricoltura di precisione, i nuovi obiettivi e strumenti, hanno offerto nuove possibilità di controllare in dettaglio le caratteristiche specifiche del sito di suolo, microclima, stato delle coltivazioni sia nella stagione vegetativa come nello storico di diversi anni. Inoltre, gli strumenti ITC, tecnologie dell'informazione e della comunicazione, hanno sviluppato database e modelli che permettono di indicare esattamente le scelte di gestione migliori.

L'insieme di tutte queste disponibilità tecnologiche ha indotto una nuova architettura di sistema di gestione delle colture al fine di ottenere un processo più efficiente, sostenibile e più efficace, con un sistema automatico di tracciabilità in termini di input e operazioni (Bramley & Proffitt, 1999; Proffitt & Malcolm, 2005; Arnò et al., 2009; Vieri et al., 2010; Abbing, 2010; Proffitt & Malcolm, 2005).

Una delle basi di questa nuova ingegneria dei biosistemi, applicata nel nostro caso alla viticoltura, è rappresentata dagli strumenti della geomatica e dai sistemi di identificazione e tracciabilità che permettono di raccogliere e evidenziare in automatico tutti gli interventi di processo dall'impianto fino al conferimento della bottiglia sul mercato (Reynolds et al., 2007).

Di estrema importanza sono le nuove tecnologie di monitoraggio del microambiente, del suolo, della coltura reso possibile da sempre più evoluti sistemi sensoristici che possono essere posti in posizione prossimale o remota. Nelle tecnologie remote si hanno i casi del rilievo da mezzi mobili a terra o in aria, droni, fino all'impiego delle costellazioni di satelliti geostazionari (Johnson et al., 2003; Bramley et al., 2004; Reynolds et al., 2007; Acevedo Opazo et al., 2008).

I sistemi di rilievo delle caratteristiche fisico-dimensionali hanno avuto, ultimamente, una evoluzione notevole per la possibilità di impiegare sensori laser di misura (Geoscan e LIDAR), la interpretazione modellistica della fotogrammetria, il sistema Kinect utilizzato inizialmente per i video giochi. Con tali tecnologie è possibile acquisire DCM (digital canopy model), mo-

dello digitale della vegetazione, utili ad esempio per impiegare i modelli CAS (crop adaptet spraying) per l'adattamento delle dosi di prodotto fitosanitario irrorato allo sviluppo e alle caratteristiche della vegetazione da proteggere, con lo scopo di mantenere l'efficacia fitoiatrica, abbattendo dispersioni e perdite, attraverso una applicazione differenziata VRT (variable rate treatment) applicazione a rateo variabile, resa possibile da automatismi installati sulle macchine operatrici (Moorthy et al., 2008; Llorens et al., 2011).

Nell'ultima Conferenza Internazionale su Agricoltura di precisione è stato presentato un vasto scenario di innovazioni tecnologiche per il monitoraggio nelle operazioni colturali di parametri legati soprattutto alle caratteristiche del terreno e delle colture:

- dallo spazio, in telerilevamento da Sentinel-2 Costellation dell'Agenzia Spaziale Europea, è possibile monitorare con sempre maggiore precisione le colture, il suolo, i parametri microambientali nella sfera colturale (Vincini & Frazzi, 2013). E ancora da aereo, con immagini termiche, è possibile correlare lo stato del suolo con la temperatura e l'umidità nello stato atmosferico delle colture (Rosenberg et al., 2013);
- ricercatori della Università di Hoenheim hanno sviluppato un robot in grado di rilevare lo stato della vegetazione con un sistema iperspettrale composto da LIDAR, spettrometro, dispositivi opto-elettronici a ultrasuoni (Weis et al., 2013);
- sono stati sviluppati nuovi sensori portatili per caratterizzare suolo, la quantità di sostanze nutritive nelle colture, e per disegnare mappe tematiche a fine di attuare scelte adeguate e produrre indicazioni/mappe di prescrizione (Serrano et al., 2013; Cao et al., 2013; Portz et al., 2013; van Evert et al., 2013);
- ricerche avanzate, come già accennato, utilizzano LaserScan LIDAR, Kinect o fotogrammetria per rilevare la vegetazione restituendo dati vettoriali del solido di contenimento e, con alta risoluzione LIDAR, gli strati interni e la densità. È così possibile una misurazione in tempo reale del fogliame in termini di superficie e densità: ciò risulta essenziale per gestire la dose il tipo di applicazione più appropriati per i prodotti chimici come pesticidi o sostanze nutritive (Alno et al., 2013; Planas et al., 2013).

In questa catena di strumenti gestionali il blocco successivo, assolutamente necessario per gestire efficacemente l'enorme quantità di dati, è l'impiego di GIS (Global Information System) per creare un archivio storico e poter così analizzare e interpretare le variabilità su ogni elemento sito-specifico e poter valutare, anche attraverso sistemi modellistici decisionali, quali siano le più appropriate scelte colturali. È questo uno strumento che ha ormai raggiunto

una maturità tecnologica adeguata, con una normalizzazione dei formati in ingresso e in uscita che lo rendono affidabile nel tempo; ed è lo strumento di gestione del territorio che consente di controllare l'intero sistema di risorse complesse.

Di notevole importanza risulta l'integrazione di sistema fra i dati sito specifici georeferenziati rilevati e i modelli digitali del terreno (DTM - digital terrain models); il tutto raccolto sistematicamente in questi sistemi informativi geografici (GIS). È questa una recente evoluzione dei GIS che consente di acquisire informazioni su base tridimensionale al pari di un programma di progettazione e gestione CAD: è quindi possibile avere non solo le mappe tematiche a terra (pedologia, stato del suolo, microclima) ma anche le infrastrutture create (fognature, linee irrigazione, servitù) e le differenziazioni stratigrafiche del sottosuolo.

Sul profilo superficiale ottenuto dai DTM è possibile verificare la percorribilità, le pendenze, le linee di corrivazione delle acque, il livello di rischio erosione. Correlando i parametri, ad esempio pedologia, microclima, stato del suolo, è possibile adottare le migliori scelte di impianto in termini di varietà adottate delle diverse aree. Dal punto di vista della meccanizzazione i dati 3D del DTM permettono l'effettiva possibilità di una guida automatica dei veicoli e del controllo continuamente adattabile degli utensili.

Questo sistema di gestione è il modo migliore per utilizzare le risorse di un'azienda agricola con meccanizzazione avanzata in grado di gestire operazioni ottimizzate con trattamenti a rateo variabile (VRT) e relativa tracciabilità (Regattieri et al., 2007; Opara, 2010; RHEA, Gonzales de Santos, 2011). Molte sono le macchine automatizzate già disponibili per la VRT e la tracciabilità in telemetria nelle operazioni di: concimazione, gestione della chioma, controllo dei parassiti, irrigazione, gestione del suolo e diserbo, pacciamatura, lavorazione del terreno, vendemmia.

Nel miglioramento della efficienza gestionale sia a livello di azienda come di territorio risulta oggi fondamentale avere un sistema informatico di supporto consultabile e aggiornabile via web (WebGIS) (De Filippis et al., 2012). A questo si unisce il sistema in telemetria in GSM o wifi che permette un colloquio costante fra campo e centro gestionale; ciò rappresenta l'unica possibilità di usufruire in maniera utile di un universo di dati che via computer devono essere tradotti in informazioni.

La telemetria per il controllo operativo è una tecnologia in costante crescita; impiegata da anni sulle grosse macchine industriali per permettere alle aziende fornitrici di avere un controllo costante del corretto funzionamen-

to e impiego dell'attrezzatura, da qualche anno viene adottata dalle aziende agricole per il monitoraggio del lavoro svolto. Ciò rappresenta un grande vantaggio perché permette di intervenire tempestivamente in caso di errori riscontrati (in fase operativa come in fase di progettazione dell'intervento), e di tenere traccia di quanto è stato fatto nelle diverse operazioni, sui diversi appezzamenti, nel corso della stagione vegetativa e nello storico di diversi anni. Telemetria e webGIS consentono quindi di produrre quelli che vengono definiti come "quaderni di campagna" e costituiscono il più innovativo sistema per la tracciabilità documentale di processo e di prodotto.

Quindi, a oggi, l'innovazione avanzata di macchine e impianti del parco tecnologico delle aziende agricole riguarda la mecatronica e automazione, la georeferenziazione, i dispositivi di interfaccia (GUI, controller e PLC) con le mappe di prescrizione, la telemetria, al fine di attuare operazioni appropriate in VRT e di fornire dati di tracciabilità delle operazioni attuate. Le principali applicazioni già operative riguardano:

- spandiconcime a rateo variabile per il controllo della omogeneità di sviluppo negli appezzamenti e per il controllo dello sviluppo vegetativo (Vieri et al., 2010);
- defogliatrici a rateo variabile per il controllo della vegetazione soprattutto nella fascia produttiva (Vieri et al., 2010);
- irroratrici a rateo variabile per ridurre e ottimizzare l'uso dei prodotti fitosanitari (fitofarmaci) e fertilizzanti liquidi anche per conformarsi alla direttiva 2009/128/CE sull'uso sostenibile dei pesticidi (Vieri et al., 1998; Vieri & Spugnoli, 1997; Solanalles et al., 2006; Llorens et al., 2010; DIRETTIVA 2009/128/CE);
- macchine per la gestione VRT del suolo, ovvero diversa profondità di aratura, gestione variabile dell'inerbimento, pacciamatura differenziata nel sottofila;
- irrigazione localizzata differenziata (Ghinassi et al., 2010);
- vendemmiatrici a raccolta differenziata sulla base di parametri di maturazione delle uve (Best et al., 2005; Bramley et al., 2005; Vieri e Miglioli, 2011);

Ma anche le tecniche colturali stanno cambiando, in una virtuosa riscoperta del pregio della scienza agronomica, come il biomulching, ovvero la nuova tecnica di ginocchiatura e schiacciamento delle cover crops per la creazione di uno strato pacciamante che preservi il suolo dall'erosione e lo mantenga nelle migliori condizioni al fine della creazione delle migliori ambiente per la biocenosi, l'attività dei nutrienti e la salubrità delle radici e della intera pianta.

L'adozione crescente di queste tecnologie sta cambiando nel profondo la

meccanizzazione della viticoltura e rappresentano una pietra miliare nello sviluppo storico di tutta la meccanizzazione agricola.

Il futuro sviluppo si sta già sperimentando nel Progetto RHEA (www.rhea-project.eu). Progetto focalizzato sulla progettazione, sviluppo e sperimentazione di una nuova generazione di sistemi automatici robotizzati per eseguire operazioni di gestione sostenibile delle colture con una flotta di robot, eterogenei – terrestri e aerei – dotati di sensori, e attuatori avanzati controllati da sistemi computerizzati con cui i rilievi vengono elaborati da algoritmi di controllo decisionale per restituire indicazioni operative. Molti sono d'altronde gli esempi di robot anche nella viticoltura: recentemente la Wall-ye francese ha prodotto un robot per la potatura e la raccolta (<http://wall-ye.com/>) che ha avuto non poche critiche da parte dei viticoltori anche sulla stampa nazionale («Le Figaro»). Non dobbiamo d'altronde scordare che tutte le innovazioni richiedono tempi adeguati per creare quella rete comunicante di strutture, competenze e servizi che le rendano effettivamente utilizzabili: nel dopoguerra i pneumatici hanno richiesto 10 anni per essere accettati e diffusamente impiegati.

Un progetto parallelo, il progetto CROPS (www.crops-robots.eu/), sta sviluppando bracci robotizzati per le applicazioni localizzate a spot sulla coltura.

Per quanto riguarda la redditività della agricoltura di precisione molti sono rapporti positivi, disponibili al momento soprattutto per le operazioni inerenti l'impiego di concimi: esperienze sulla pluriennale azione di apporto variabile di nutrienti nella agricoltura di precisione confermano il raggiungimento di un notevole tasso di omogeneità e con livelli ottimali di elementi nutritivi e innalzamento della fertilità del suolo. Il tutto con meno spreco di sostanze nutritive e una migliore redditività: la quantità di fertilizzanti è stata ridotta del 32,4 % in VRT e le aziende hanno ridotto le spese in materie prime del 21% (Kulczy & Grocholki, 2013; Liakos et al., 2013).

Deve essere tenuto in debita considerazione nella adozione di sistemi capaci di attuare una agricoltura di precisione, così come accade da sempre e in ogni caso di impiego di macchine, del “fattore di scala aziendale”, ovvero della effettiva possibilità di ammortizzare gli investimenti (costo macchine, sistemi, costo della variazione della logistica di lavoro, costo per il personale specializzato): due sono le scelte che possono essere adottate positivamente: ricorrere a aziende di servizio o dotarsi di attrezzature proprie.

Le ricerche internazionali concordano nel sottolineare tre fattori di suc-

cesso nell'adozione della PA: l'importanza dei servizi ausiliari alle aziende agricole, la dimensione regionale della rete dei servizi, e la comunicazione in comune con il mercato e i consumatori (Vieri et al., 2012; Klinger et al., 2013; Dillon & Kusunose, 2013; Shieffer & Dillon, 2013).

Questa nuova impostazione della Smart Agriculture, agricoltura intelligente permette, infine, di avere a disposizione un "cruscotto di monitoraggio" che consente all'imprenditore di avere sotto controllo i fattori produttivi e gli indicatori di e produttività, sostenibilità. Ciò che apre al nuovo rapporto di condivisione del processo con i consumatori, le popolazioni astanti, gli enti gestione dei territori (www.willvoteforfood.com).

CONCLUSIONE

La futura evoluzione della meccanizzazione del vigneto è strettamente legata alle tecnologie VRT che permettono di adattarsi agli obiettivi sostenibili, in tutto il sistema di produzione di gestione della cantina. L'efficacia e l'ampia diffusione di questo processo è altrimenti possibile solo con l'azione integrata di sistemi di monitoraggio in continuo, effettiva condivisione di dati e informazioni, protocolli standard per i controlli e comunicazione con l'apparecchiatura.

A questo proposito, giocano un ruolo di fondamentale importanza le Smart Communications Technologies che possono costituire una modalità avvincente e attuale, che per altro, pare costituire una importante prospettiva di lavoro, soprattutto, per i giovani.

È questa una azione che deve vedere riunite allo stesso tavolo le categorie di Ambientalisti, Ricercatori, Categorie Professionali, Amministratori territoriali e Politici.

RINGRAZIAMENTI

L'autore ringrazia i suoi collaboratori (Marco Rimediotti, Daniele Sarri, Riccardo Lisci) per l'instancabile contributo, la Regione Toscana per il fondamentale supporto nelle ricerche fra cui è doveroso citare l'ultima in atto, il Progetto IMVITO. Un ringraziamento particolare per la collaborazione accordata alla Azienda Marchesi Mazzei Castello di Fonterutoli.

Un ringraziamento agli amici che hanno condiviso questa giornata di studio: Ruggero Mazzilli (SPEVIS), Laura Mugnai (UNIFI-DISPAA), Paolo Storchi (CRA-VIC), Gionata Pulignani (Azienda Marchesi Mazzei).

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 2010.
- ACEVEDO-OPAZO C., TISSEYRE B., GUILLAUME S., AND OJEDA H. (2008): *The potential of high spatial resolution information to define within-vineyard zones related to vine water status*, «Precision Agriculture», 9 (5), pp. 285-302.
- ARNÓ J., MARTINEZ-CASASNOVAS J., RIBES-DASI M. AND ROSELL J. (2009): *Precision Viticulture. Research topics, challenges and opportunities in site-specific vineyard management. A Review*, «Spanish Journal of Agricultural Research», 7 (4), pp. 779-790.
- BEST S., LEON K., AND 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, pp. 249-258.
- BRAMLEY R. AND PROFFITT T. (1999): *Managing variability in viticultural production*, «Australian and New Zealand Grapegrower and Winemaker», 427, pp. 11-16.
- BRAMLEY R. AND 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, pp. 32-45.
- BRAMLEY R., PROFFITT T., HINZE C., PEARSE B. AND HAMILTON R. (2005): *Generating benefits from Precision Viticulture through selective harvesting*, Proc. Europ. Congr. Precision Agricult. (ECPA), Uppsala, Sweden, pp. 891-898.
- BAUMAN Z. (2002): *La solitudine del cittadino globale*, Campi del Sapere, Feltrinelli, 2002.
- CASTRORIADIS C. (1988): *Pouvoir, politique, autonomie*, Le Monde Morcelé, 1988, p. 130.
- CASTRORIADIS C. (1998): *L'individu privatisé*, Le Monde diplomatique, febbraio 1998.
- DE FILIPPIS T., ROCCHI L., FIORILLO E. AND GENESIO L. (2012): *Quando il vigneto è smart*, «VQ (viticulture of quality)», 2, 2012, pp. 34-37.
- DILLON C.R., KUSUNOSE Y. (2013): *Dispelling misperceptions regarding variable rate application*. Precision Agriculture, ISBN 978-90-8686-224-5, p. 769-776.
- DIRECTIVE 2009/128/EC of the European parliament and of the Council of 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), p. 215, July 18-21, Denver, Colorado www.icpaonline.org.
- GONZALEZ-DE-SANTOS P., VIERI M., RIBEIRO A., RAFFAELLI M., EMMI L., FONTANELLI M., RIMEDIOTTI M., FRASCONI 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 2011.
- KLINGER S., BECKER M., SCHNEIDER M. (2013): *Service engineering in the domain of precision farming*, Precision Agriculture, ISBN 978-90-8686-224-5, p. 793-799.
- JOHNSON L., ROCZEN D., YOKHANA S. (2003): *Mapping vineyard leaf area with multi-spectral satellite imagery*, «Computers and Electronics in Agriculture», 38 (1), pp. 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), pp. 239-248.
- LLORENS J., GIL E., LLOP J. AND MERITXELL Q. (2011): *Georeferenced LIDAR 3D vine plantation map generation*, «Sensors», 11, pp. 6237-6256.
- MALNERŠIČ A., HOČEVAR M., ŠIROK B., MARCHI M., TIRELLI P. AND OBERTI R. (2012): *Canopy optimised sprayer development within CROPS EU project*, Proceedings of the first International Conference on Robotics and associated High-technologies and Equipment for agriculture. Application of automated systems and robotics for crop protection in sustainable precision agriculture, (RHEA 2012) Pisa, Italy, September 19-21, 2012, pp. 105-109, ISBN 978-88-6741-021-7.
- MOLLISON B. (1999): *Introduction to Pemaculture*, TAGARI Publications Tyalgum Australia, ISBN 0 908228 08 2, Tyalgum, Australia.
- MOORTHY I., MILLER J., HU B. AND CHEN J., LI Q. (2008): *Retrieving crown leaf area index from an individual tree using ground-based LIDAR data*, «Can. J. Rem. Sens.», 34, pp. 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», n. 159, pp. 269-295.
- RHEA (2010): <http://www.rhea-project.eu/>.
- PROFFITT T. AND MALCOLM A. (2005): *Zonal vineyard management through airborne remote sensing*, The Australian & New Zealand Grapegrower & Winemaker, November, pp. 22-27.
- REYNOLDS A., SENCHUK I., VAN DER REEST C. AND 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), pp. 145-162.
- REGATTIERI A., GAMBERI M., MANZINI R. (2007): *Traceability of food products: General framework and experimental evidence*, «Journal of Food Engineering», n. 81, 7, pp. 347-356.
- SMART R. (2011): *Estimating wine quality before harvest*, «Wine Viti. J.», 26 (4), pp. 67-68.
- SCHIEFFER J., DILLON C. (2013): *Precision agriculture and agro-environmental policy*, «Precision Agriculture», ISBN 978-90-8686-224-5, pp. 755-760.
- SOLANALLES F., ESCOLÀ A., PLANAS S., ROSSELL J.I., CAMP F. AND GRÀCIA F. (2006): *An electronic control system for pesticide application proportional to the canopy width of tree crops*, «Biosystem Engineering», 95 (4), pp. 473-481.
- VANACHT M. (2001): *The Business of Precision Agriculture*, ECPA 2001 Proc. 3rd European Conference on Precision Agriculture, Montpellier, France.
- VIERI M. AND SPUGNOLI P. (1997): *An high pressure injection system for precision application of pesticide*, 3rd European Conference on Precision Agriculture. BIOS Scientific Publishers Limited, Oxford 1997.
- VIERI M., VENTURI A. AND 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., MIGLIOLI A. (2008): *Vendemmiatrici di precisione per produrre vino di qualità*, «L'Informatore Agrario», 27, pp. 28-35.
- VIERI M., SPEZIA G. AND PAGNI P.P. (2010): *Ingegneria delle produzioni viticole: stato dell'arte e prospettive*, «Italus Hortus», 17 (7), pp. 33-57.

- VIERI M., SARRI D., RIMEDIOTTI M., STORCHI P., PERRIA R. (2012): *The new architecture in the vineyard system management for Variable Rate Technologies and Traceability*, «Acta horticulture», 978, 1st international workshop on Vineyard Mechanization and graper and Wine Quality, pp. 47-54.
- VIERI M., LISCI R., RIMEDIOTTI M., SARRI D. (2012): *The innovative RHEA airblast sprayer for tree crop treatment*, Proceedings of the first International Conference on Robotics and associated High-technologies and Equipment for agriculture. Application of automated systems and robotics for crop protection in sustainable precision agriculture, (RHEA 2012) Pisa, Italy, September 19-21, 2012, pp. 93-98, ISBN 978-88-6741-021-7.
- VITALI G. (1967): *Una nuova macchina per la raccolta delle olive*, «Macchine e Motori Agricoli», XXV, 6 giugno.

APPENDICE

Giovanni Vitali

Giovanni Vitali, ingegnere, fondatore dell'Istituto di Meccanica Agraria di Firenze e presidente della Facoltà di Agraria di Firenze (1985-1968). Nato a Montalbo piacentino il 30 gennaio del 1895 da famiglia di agricoltori e laureato in Ingegneria elettrotecnica nel 1919 presso il Politecnico di Milano, dove sotto la guida di famosi maestri assimilò la tecnica, la scienza e la mentalità dell'ingegnere, quale egli sempre amò professarsi, il prof. Giovanni Vitali, ordinario di Meccanica agraria nella Università di Firenze, Medaglia d'oro per i benemeriti della scuola, della coltura e dell'arte del Ministero Pubblica Istruzione, Spiga d'oro italiana per il 1961, ebbe per la terra e particolarmente per la «sua» terra piacentina un attaccamento filiale mai smentito, che fin da principio lo portò a occuparsi dei problemi dell'Ingegneria applicata all'Agricoltura. Egli infatti ebbe fra i primi in Italia la chiara visione che un progresso reale dell'agricoltura e un miglioramento della vita di coloro che nell'agricoltura vivevano, poteva realizzarsi introducendo nell'Agricoltura stessa i progressi e i concetti tecnici della Ingegneria. Non appena laureato, l'ing. Vitali, per sei anni (1920-26), quale capo dell'Ufficio Tecnico della Federazione Italiana dei consorzi agrari, dedicò la propria attività al «Servizio macchine agricole», curando il controllo tecnico delle macchine acquistate dalla Federazione in Italia e all'Estero, le prove di collaudo e gli esperimenti in officina e in pieno campo, l'organizzazione della partecipazione a pubbliche dimostrazioni e a concorsi in varie parti d'Italia; si occupò anche del perfezionamento tecnico funzionale delle macchine esistenti e dello studio di nuove, in modo speciale delle trattrici di fabbricazione nazionale, allora agli inizi, che egli contribuì efficacemente a migliorare e a far conoscere agli agricoltori, e diresse a tale scopo «tournées» di prove dimostrative, di trattrici e corsi pratici di motoaratura in varie parti d'Italia. Progettò e diresse inoltre la costruzione di alcuni importanti impianti della Federazione (Fabbriche di concimi minerali e altri). Nel 1925, su proposta del prof. Arrigo Serpieri, fu chiamato a coprire la Cattedra di Meccanica agraria dell'Istituto superiore agrario e forestale, allora costituito, e fondò il Laboratorio di meccanica agraria, corredandolo di macchine e mezzi per lo svolgimento delle ricerche in questa Disciplina, e affiancandolo con

una Mostra permanente di macchine agricole che consentiva applicazioni didattiche su macchine moderne e via via aggiornate. Sensibile ai problemi dell'agricoltura, che andava evolvendosi, nel periodo 1925-1930, incoraggiò presso l'industria nazionale la costruzione, il perfezionamento e l'impiego di trattrici adatte all'ambiente italiano, in gran parte declive; nel 1930-40 quello di macchine italiane per la raccolta dei foraggi e dei cereali; e in periodo d'autarchia, per incarico del ministro dell'Agricoltura si dedicò con particolare impegno, competenza e senso pratico allo studio e alla sperimentazione di macchine per l'aratura elettrica e alle applicazioni elettroagricole, non esclusa la irrigazione a pioggia, che allora muoveva i primi passi. In pari tempo (1929), su incarico dell'Istituto coloniale di Firenze, si era occupato in Libia dei problemi del «sollevamento delle acque irrigue nella regione della Gefara e delle applicazioni dell'energia elettrica all'agricoltura nella Colonia». Dopo la seconda guerra mondiale il prof. Vitali contribuì alla ricostruzione e alla ripresa dell'agricoltura nazionale, propagando lo sviluppo della piccola meccanizzazione e in particolare del motocoltivatore; della organizzazione del lavoro umano, animale e meccanico in agricoltura; della meccanizzazione delle aziende collinari, promuovendo al riguardo una vasta azione che faceva perno sull'Accademia dei Georgofili di Firenze. Per oltre quaranta anni, quale direttore dell'Istituto di Meccanica agraria, il prof. Vitali svolse il suo magistero nella Facoltà agraria e forestale dell'Università di Firenze, acquistando l'affettuosa stima dei colleghi, il rispetto degli studenti, la devota affezione degli allievi, che egli seppe indirizzare alla ricerca con l'esempio e con il consiglio. In questo lungo periodo, oltre al corso ufficiale di Meccanica agraria impartì anche i corsi di Idraulica agraria, di Costruzioni rurali e Topografia e di Fisica e Meteorologia, sempre presso l'Università di Firenze; quello di Meccanica agraria presso l'Università Cattolica di Milano; e per la stessa materia fu docente al corso di specializzazione in Ingegneria agraria presso l'Università di Pisa (1930/37) e di Ingegneria agraria nei Paesi tropicali al corso di specializzazione dell'Istituto agrario per l'Oltremare. Così l'attività di studio del prof. Vitali si volgeva verso tutti i più importanti campi della Meccanica agraria e si allargava alla Ingegneria agraria e ai problemi generali dell'Agricoltura. Particolarmente sono da menzionare i suoi studi sulle lavorazioni meccaniche dei terreni, sulla meccanizzazione delle aziende collinari, sulla elettrificazione agricola, sui trasporti agricoli, sulla disidratazione dei foraggi; più recentemente, dal 1960 in poi, l'Istituto di Meccanica agraria dell'Università di Firenze, sotto la guida del prof. Vitali per primo ha promosso e sviluppato gli studi sulla meccanizzazione della olivicoltura e della raccolta meccanica delle olive; studi che, insieme agli esperimenti, alle direttive e ai consigli di lui, hanno portato a Firenze anche concrete realizzazioni di macchine raccogliatrici complete per olive. Della cospicua attività del prof. ing. Giovanni Vitali fanno testimonianza ben 164 pubblicazioni a stampa, fra le quali sono da ricordare particolarmente:

- il grosso volume *Le macchine nell'agricoltura*, VII Nuova Enciclopedia UTET (1929);
- il gruppo di scritti sulla elettrificazione agricola e la aratura elettrica (v. «Italia agricola», 1924-26-28, 1958; Atti del I Congresso Nazionale di Meccanica agraria, Roma 1932; «Atti dell'Accademia dei Georgofili», 1933-34-37-38, 1940-41-42-43-48; Atti del Congresso di Meccanica agraria, Torino 1943-1950; «Atti della Soc. Italiana di Economia agraria» 1956; Atti del Convegno AIIA, Portici 1966 ecc.);
- il gruppo di studi sugli antichi aratri (v. Ist. di Studi etruschi fine 1928-30, 1931-33); i lavori;
- sulle prove funzionali di potenze dei bovini (v. «Riv. di Zootecnica», 1931-34; «Annali dell'Istituto Sup. Agr. e For. di Firenze», 1936);

- sugli aratri e le lavorazioni meccaniche (v. «Annali dell'Ist. Sup. Agr. e For. di Firenze», 1927-31; «Italia agricola», 1929-40);
- sugli attrezzi e le lavorazioni dell'Africa Italiana (1935 36-39);
- su macchine operatrici varie: seminatrici e trapiantatrici 1950, 1957; spandiconcimi (1941); macchine per antiparassitari (1962); falciatrici trebbiatrici (1933, 1938, 1939); molini (1930); stigliatrici per canapa (1938); essiccatoi per foraggi (1960-1965) ecc.;
- sulle forze motrici dell'agricoltura (v. «Italia agricola» 1933-1965; «Atti dell'Acc. dei Georgofili», 1939);
- sulla meccanizzazione collinare e quella delle piccole aziende (v. Atti del Conv. Naz. di Meccanica agraria, Roma 1932); «Rivista M.M.A.», 1954-55-56-58-63; Atti del Convegno per il Chianti, Accademia dei Georgofili, 1957; Atti del Convegno per la Meccanizzazione collinare, Accademia dei Georgofili (1959); Atti del Convegno della Mendola (1960);
- sulla meccanizzazione della olivicoltura (v. quaderni della Fed. Naz. Laureati in agraria, 1961; «Italia agricola», 1962; Atti del Convegno Foggia, 1962; Atti del Congresso della Conf. Intern. tecn. oliv., Nizza, 1963; Atti del Convegno della olivicolt., Roma 1964; Atti del Convegno ENPI, Grottaferrata, 1966; Atti del Convegno A.I.I.A., Portici, 1966; «Rivista M.M.A.» 1967; ecc.).

I suoi studi metodici, la sua attività didattica e di ricerca, le sue meditazioni, improntate costantemente a un concreto riferimento con la realtà e con le effettive esigenze dell'agricoltura, portarono Giovanni Vitali attraverso numerosissime Commissioni, Comitati, incarichi ministeriali e di Enti vari a occuparsi dei più importanti problemi inerenti allo sviluppo dell'Agricoltura nazionale, della Bonifica, dell'elettrificazione, degli insediamenti rurali, nel Nord come nel Sud, sicché egli poteva vantare una conoscenza diretta dell'agricoltura delle varie regioni e una visione globale, ma sempre articolata nella concretezza della realtà agricola italiana, quale raramente si è potuto riscontrare.

Conoscenza e visione, tuttavia, che un profondo buon senso, una rara sensibilità per gli aspetti umani dei problemi, una vivida intelligenza e un vigile spirito critico, e talvolta arguto e severo, rendevano immediatamente comprensibile a tutti, anche in grazia di un eloquio semplice ma preciso, scevro da ogni retorica ma vibrante di umana comprensione e non di rado di contenuta commozione. La ricchezza del suo sapere e della sua coltura, la lucidità del suo intelletto, la larghezza della sua concezione della vita, la bontà umana e cristiana della sua anima egli amava infatti diffondere attraverso la sua parola in tutte le occasioni, nelle riunioni, nei convegni, nelle commissioni, nelle lezioni, con i colleghi, i collaboratori, gli amici, gli allievi, che ebbe numerosi affezionati, fedeli. Presidente onorario dell'Associazione Italiana di Ingegneria agraria, membro di commissioni Tecniche del Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, del Comitato per la Ingegneria del Consiglio Nazionale delle Ricerche, dell'Unione Naz. dei costruttori di macchine agricole e dell'Ente utente motori agricoli, rappresentante delle Facoltà di agraria Italiane presso il Centro Nazionale meccanico agricolo del C.N.R., socio ordinario e membro del Consiglio Direttivo dell'Accademia dei Georgofili di Firenze, dell'Istituto di Studi etruschi di Firenze e dell'Accademia della Vite e del Vino di Siena, membro dell'Accademia dell'agricoltura di Torino, dell'Accademia Nazionale di Agricoltura di Bologna e altre, il prof. Vitali ebbe respiro e levatura che, trascendendo l'ambiente Universitario, si allarga all'intera agricoltura nazionale con rapporti di diretta conoscenza anche dell'Agricoltura dell'Africa Mediterranea e dell'Europa (GIUSEPPE STEFANELLI, *Giovanni Vitali: la vita e l'opera*, «Macchine e Motori Agricoli», XXVI, n. 12, pp. 1-4).

Giuseppe Stefanelli

Giuseppe Stefanelli, ingegnere, presidente Accademia dei Georgofili (1905-2009). Professore Emerito delle Università di Firenze Bologna Pisa e Perugia, presidente onorario dell'Accademia dei Georgofili, già presidente della Associazione Italiana di Ingegneria Agraria, membro di numerose Accademie internazionali. Direttore degli Istituti di Meccanica Agraria nelle Università di Pisa dal 1939 al 1946; di Bologna dal 1946 al 1965, dove ebbe anche l'incarico per gli Istituti di Costruzioni rurali e topografia e Idraulica agraria e di Firenze dal 1965 al 1975, ha lasciato in ogni sede un notevole numero di allievi, tecnici e collaboratori che sono stati a loro volta fermento nello sviluppo delle discipline dell'ingegneria agraria della intera Università italiana. Gli oltre 300 lavori pubblicati, molti dei quali di riconosciuta e dichiarata rilevanza internazionale, hanno rappresentato negli anni del dopoguerra un supporto fondamentale alla modernizzazione e razionalizzazione della multiforme agricoltura italiana. Molti sono stati in quegli anni gli incarichi affidatigli dal Governo italiano e americano come riconoscimento di quelle efficienti "Scuola" che era riuscito a creare. Il suo forte legame all'Accademia dei Georgofili si è consolidato in un lungo arco di tempo: il 5 maggio del 1946 al giovane Giuseppe Stefanelli, già professore ordinario dal 1943, viene affidata la lettura della prima adunanza pubblica dopo i drammatici eventi dell'ultimo conflitto mondiale. Gli vengono affidati numerosi e proficui incarichi e ne diviene Presidente dal 1977 al 1986. In seguito ha "continuato a concederle il contributo delle Sue idee fino all'ultimo giorno di una lunga, laboriosa ed esemplare vita". È stato membro rappresentante l'Italia nel Comité directeur de la Commission internationale du Génie rural (C.I.G.R.) di Parigi (1967-'76), vice-presidente della III^a Sez. (Meccanica agraria) della Commissione stessa (1969-'74) e socio onorario (dal 1984); membro ordinario dell'Accademia Nazionale di Agricoltura di Bologna (1966); accademico onorario della Accademia agraria di Pesaro (1967); accademico ordinario (1952) e poi onorario (1980) dell'Accademia della Vite e del Vino di Siena e dell'Accademia italiana di Scienze forestali (1984); accademico ordinario dell'Ordine del Cherubino di Pisa (1944); membro corrispondente, ordinario (1985) e poi ordinario emerito (1986) dell'Accademia di Agricoltura di Torino; accademico corrispondente (dal 1969) e poi ordinario straniero (1981) dell'Académie d'Agriculture de France; membro del SITMA (Soc. de ingenieurs et techniciens du machinisme agricole); membro dell'Institut international des recherches betteravières (Belgio); socio dell'ASAE (American Society of agricultural engineering) – U.S.A. (1949); socio fondatore (1961) della International society for terrain-vehicle system U.S.A.; socio, presidente effettivo (1967-'76) e onorario (dal 1976) dell'Associazione italiana di genio rurale (A.I.G.R.); socio onorario della C.I.G.R. (dal 1984).

Socio corrispondente (1948) e poi ordinario (1953) dell'Accademia dei Georgofili di Firenze. Nella stessa Accademia è stato presidente della Sezione di ingegneria agraria, consigliere (1969-1977 e dal 1987 a oggi); nominato vice-presidente nel 1970; dal febbraio 1977 ha svolto funzioni di presidente; nel novembre 1977 è stato eletto presidente e confermato fino al 1987. Membro della Società italiana per la scienza del suolo e presidente (1966-'76) della V^a Commissione stessa; membro del Comitato nazionale per la sperimentazione agraria del M.A.F. (1975-'78). Gli sono stati conferiti il premio "Spiga d'oro" (Roma, 1963), il premio "Torello d'oro" Gi&Gi (Roma, 1965), il premio della Fondazione Marchi per il progresso agricolo (Firenze, 1972), il premio decennale "al merito della tecnica agricola", promosso dalla Federazione nazionale dei laureati in Scienze agrarie (Foggia, 1979). Dal 1977 membro permanente e dal 1978 è stato presidente

del Comitato scientifico della suddetta Fondazione. Dal 1980 è stato iscritto al Ruolo d'onore dell'Ordine degli Ingegneri e Architetti della provincia di Firenze; è stato commendatore dell'Ordine al merito della Repubblica Italiana (1981); gli è stato conferito il titolo di professore emerito dal presidente della Repubblica (19.2.1985); ha fatto parte del collegio dei probiviri della Federazione nazionale fra i Consorzi di tutela dei vini a denominazione di origine (1985); targa al merito per la meccanizzazione dell'Ente Fiera di Verona (1987). Premio nazionale Marchi per l'agricoltura (1990).

Dalla cattedra di Meccanica Agraria alla sezione Ingegneria dei Biosistemi.

L'Istituto di Meccanica Agraria, col nome iniziale di Gabinetto di Meccanica Agraria dell'allora Istituto Superiore Agrario e Forestale, è stato fondato nel 1925 dal prof. ing. Giovanni Vitali che ne assunse la direzione, da prima come incaricato, poi come professore di ruolo. In questo periodo l'attività è stata rivolta alla organizzazione del Laboratorio di Meccanica Agraria, a ricerche storiche sugli aratri etruschi e romani, a indagini sull'impiego pratico delle macchine in vari ambienti agricoli, ai problemi della meccanizzazione alla sperimentazione delle prime trattrici a cingoli e a ruote, alle applicazioni elettro-agricole in generale, a all'impiego dell'aratura elettrica con impiego di speciali macchine di progettazione nazionale. Su questo tema una ampia sperimentazione poliennale fu svolta e diretta dall'Istituto di Meccanica Agraria per iniziativa del prof. Vitali. Studi sulla meccanica della tradizione animale e sulla misurazione dello sforzo dei bovini sono stati sviluppati con nuovi criteri in stretta collaborazione con il prof. Renzo Giuliani, direttore dell'Istituto di Zootecnica della stessa Facoltà. Tali studi si estrinsecarono nella progettazione e realizzazione di un carro dinamometrico per prova di trazione animale in lavoro di aratura. Nel primo periodo della meccanizzazione agricola italiana l'opera del prof. Vitali è stata anche di stimolo per una ampia e metodica sperimentazione sull'aratura elettrica e sulle applicazioni elettro-agricole con la collaborazione anche dell'Accademia Economico-agraria dei Georgofili. Prove e sperimentazioni sono state pure attuate sull'impiego delle trattrici nelle zone declivi, degli aratri, dei motocoltivatori, dei trasporti agricoli. L'Istituto è stato dotato di un'ampia strumentazione per misure meccaniche ed elettriche. Di particolare rilievo sono state le indagini e le sperimentazioni, promosse per primo sempre dal Vitali e sviluppate nell'Istituto, nel campo della raccolta meccanica delle olive, studi che hanno portato all'impiego in Toscana – per la prima volta – di apparecchi scuotitori di costruzione nord-americana e alla loro applicazione su trattrici a cingoli; e successivamente allo sviluppo (da parte di un costruttore fiorentino) di un prototipo di raccogliatrice completa per olive (azionata da un solo uomo). Da questo prototipo si sono sviluppati tipi di serie che rappresentano ancora oggi le più complete attrezzature esistenti per la raccolta meccanica delle olive. Succeduto al prof. Vitali nel 1965, il prof. Giuseppe Stefanelli ebbe cura di sistemare l'Istituto in nuovi e più ampi locali articolando in: laboratorio meccanico con annessa officina; laboratorio elettronico con ampia dotazione di moderne strumentazioni di vario genere; laboratorio per la meccanica del terreno con speciali vasche per prove su modelli; salone-museo didattico; aula di disegno; capannone per macchine agricole presso l'azienda agraria «Monna Giovannella» all'Antella; centro didattico e sperimentale, con campi per prove e fabbricato di appoggio presso l'azienda Le Cascine a Poggio a Caiano. Ricerche teoriche e sperimentali sono state svolte dal titolare e dai suoi collaboratori sulle lavorazioni del terreno con speciali ripuntatori e con aratri vibranti; sulla stabilità, efficienza e rendimento delle trat-

trici a ruote e a cingoli; sulle proprietà meccaniche del terreno e sulle interazioni fra macchine e terreno mediante prove di laboratorio e in pieno campo, usando speciali attrezzature di misura progettate e costruite presso l'Istituto di Meccanica Agraria (e fra queste è l'attrezzatura P.T.T., unica del suo genere in Italia); sulle lesioni e proprietà tecnologiche della frutta (pere, pesche); su «modelli» di attrezzi per la lavorazione del terreno (anche dotati di moto oscillatorio), studi questi finanziati dal Ministero dell'Agricoltura degli U.S.A. A seguito di precedenti studi sulla trattrice senza pilota «Bops. 1960», è stata progettata e realizzata nell'Istituto l'automazione di una grande irrigatrice semovente automatica (Autorain-Bosi) che è stata presentata al Convegno Internazionale C.I.G.R. del 1972 e che ha operato in Lazio e in Puglia. Sperimentazioni comparative sulla raccolta meccanica delle olive sono state effettuate col finanziamento C.N.R. L'Istituto ha preso parte attiva nelle sperimentazioni del Programma di Meccanizzazione integrale C.N.R. (1966-70) sui temi: raccolta dei foraggi a Tormancina e a Maccaresse e meccanizzazione integrale a Castel di Pietra. Varie prove sperimentali, finanziate dal Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, sono state svolte sulla meccanizzazione della risicoltura, sul miglioramento delle lavorazioni del terreno, sulla meccanizzazione della olivicoltura e della viticoltura, sulla organizzazione del lavoro delle macchine in rapporto alle dimensioni della unità di coltura, ecc. Presso l'Istituto sono stati attivati nuovi corsi specialistici, quali: Tecnica della meccanizzazione; Meccanica del suolo e interazioni macchina-terreno; Meccanizzazione delle colture tropicali e sub-tropicali, e sono stati mantenuti i corsi di Topografia e Costruzioni rurali, Fisica, Matematica, Disegno, oltre a Meccanica agraria (di base). Seguendo la tradizione del prof. Vitali, il prof. Stefanelli ha mantenuto in vita presso l'Istituto il «Corso di agricoltura tropicale» in collaborazione con l'Istituto Agronomico per l'Oltremare. Successivamente, è stata attivata la Scuola di specializzazione in agricoltura tropicale e sub-tropicale, ne è stato il Direttore dal 1972 al 1975. Ha presieduto dal 1974 al 1975 il Comitato tecnico della Facoltà Agraria dell'Università nazionale somala di Afgoyi (Mogadiscio), composto inizialmente dai proff. Geri, Mancini, Orsi, Sorbi. Presso l'Istituto, dal '67 al '76, ha anche tenuto la sede la Presidenza dell'Associazione Italiana del Genio Rurale (A.I.G.R.), sezione italiana della C.E.G.R. Nel dicembre '75 il prof. Franco Antonio Dallari proveniente dall'Università di Pisa è subentrato nella cattedra di Meccanica Agraria e nella Direzione dell'Istituto dal novembre '76, apportando un rinnovato impulso. Infatti, oltre allo snellimento della struttura dell'Istituto, individuando soprattutto le più importanti necessità della meccanica agraria, dotandolo di locali più funzionali, di idonei automezzi (autovettura e autocarro) e di appropriate macchine utensili, e curando la sistematica catalogazione dei volumi e delle riviste della biblioteca, si è teso a rendere sempre più efficiente l'officina laboratorio, soprattutto in riferimento alla ricerca al settore delle macchine agricole. Per quanto si riferisce in particolare alla ricerca, sono state avviate e sono in corso ricerche sulla selezione meccanica e foto-ottica del pomodoro da industria; sulla raccolta meccanica delle mele da impianti a spalliera; sulla più funzionale progettazione e strutturazione delle trattrici agricole, in relazione alle esigenze degli anni '80; sulla più funzionale strutturazione e progettazione di mietitrebbiatrici per la raccolta di sole spighe (terreni declivi); sulla lavorazione del terreno con utensili vibranti. Le prime due ricerche fanno parte del progetto finalizzato C.N.R. per la meccanizzazione agricola, mentre le rimanenti sono portate avanti con finanziamenti del M.P.I. e M.A.F. Dopo lo studio di fattibilità per il Progetto finalizzato C.N.R. per la meccanizzazione agricola, cui l'Istituto ha collaborato, presso l'Istituto stesso svolge la sua attività (responsabile il Prof. Stefanelli) una unità operativa del Progetto con tema di ricerca: vendemmia meccanica (1976-80). Con il termine nel

1981 del P.F.-C.N.R. Meccanizzazione agricola, l'Istituto ha preso parte alla fattibilità del progetto di ricerca IPRA-C.N.R. iniziando nel 1983 come U.O. e unitamente ad altri Istituti, ricerche sulla meccanizzazione di aree marginali del Lazio e dell'Abruzzo. Nel 1982 l'Istituto è stato pure invitato a partecipare, sempre come U.O., al P.F.-C.N.R. «Energetica 2» con due linee di ricerca sui bilanci e i risparmi energetici in agricoltura. Con inizio 1980 e per cinque anni, ricerche finanziate dal M.A.F. sono state pure intraprese, partecipando al P.F. «Piante officinali». Con fondi M.P.I. sono state sviluppate corso ricerche sulla trattrice e mietitrebbiatrice per zone collinari, su una macchina operatrice per pianta tropicale (manioca), su una potatrice in secco per vigneto, sui risparmi energetici nella meccanizzazione agricola e (1984) sulla elaborazione dei segnali provenienti da trasduttori posti su attrezzi agricoli. Con fondi C.N.R. sono proseguite ricerche sulla meccanizzazione del vivaismo. Nel 1983 è stato attivato il nuovo insegnamento «Trattrici e macchine agricole per la lavorazione del terreno» per il Corso di laurea in Agricoltura Tropicale e sub-tropicale. Importanti sono in questo periodo i contributi del prof. Pier Francesco Galigani agronomo esperto del sistema produttivo agricolo e del prof. Aldo Cioni ingegnere proveniente dall'ENPI (ente nazionale prevenzione infortuni) esperto di sicurezza sul lavoro e sicurezza sugli alimenti. Nel periodo recente il prof. Massimo Zoli, ingegnere, dal 1994 al 2003 traghetta l'Istituto nell'attuale sistema dei dipartimenti. La grande attenzione alle persone e alla promozione dello sviluppo delle capacità di ricerca individuali, ha indotto la costruzione di quella che oggi si definisce come Ingegneria dei Biosistemi e che è parte integrante del concetto attuativo della Agricoltura di Precisione, Razionale, Responsabile, Ragionata, Sostenibile. Con lui si sono sviluppati i settori Ingegneria Alimentare e Ambientale, dell'Automazione, dell'Informatica e Comunicazioni, della Sicurezza, dell'Ingegneria dei Sistemi. Oggi i settori di ricerca riguardano: Automazione nei sistemi agro-forestali (precision farming); Tecnologie avanzate di agricoltura di precisione per una gestione sostenibile dei suoli, dei sistemi colturali e delle risorse idriche; Tecnologie avanzate di impiantistica di precisione per una gestione sostenibile delle industrie agro-alimentari; Dispositivi e sistemi automatizzati di monitoraggio; Analisi e attuazione operativa a rateo variabile; ICT per la integrazione del sistema di gestione e tracciabilità; Indicatori di valutazione delle prestazioni di processo in termini di riduzione degli impatti ambientali e di conservazione delle risorse naturali; Macchine e impianti per la produzione, il recupero e la trasformazione delle biomasse sia a fini energetici sia per l'ottenimento di input agricoli ad alto potenziale organico; Sistemi innovativi di meccanizzazione di piccola scala: (Aree rurali svantaggiate ad alto valore ambientale; Colture protette, vivaistiche e tipiche); Ricerca e formazione sull'impiego in sicurezza delle macchine e degli impianti nei processi agro-forestali e agro-alimentari. Nel periodo recente sotto la conduzione di Massimo Zoli la sezione "Meccanica e Meccanizzazione Agricola" si è avvalsa del lavoro di un nutrito gruppo di ricercatori, docenti e tecnici: prof. Pierfrancesco Galigani, prof. Vanni Giuntoli, prof. Raffaello Mazzanti, prof. Aldo Cioni, prof. Giacomelli, prof. Paolo Spugnoli, prof. Fabio Baldi, prof. Marco Vieri, prof. Enrico Cini, prof. Alessandro Parenti, dott. Daniele Vannucci, dott. Francesco Garbati Pegna, e tecnici Marino Piva, Franco Bini, Angela Cannizzo, Angelo Innocenti, Giancarlo Così, Laura Domenica Marciandò, Riccardo Lisci.

Viticoltura razionale

Il territorio non è una proprietà privata e non è nemmeno la somma di tante singole proprietà ma è l'insieme di queste proprietà. Al territorio si può fare del bene o del male: il male lo si può fare anche da soli ma il bene lo si può fare solo tutti insieme.

In agricoltura la misura dell'impatto ambientale è data soprattutto dalle strategie di difesa attuate contro parassiti e patogeni.

Se ci si chiude all'interno della propria azienda, senza considerare cosa succede attorno, il vicino è una minaccia e anche se si fa bio non si può evitare di utilizzare una strategia di difesa superiore al necessario e oltre al rischio di infezione c'è anche quello di inquinamento per deriva (il metodo è bio ma il prodotto no).

Se invece si impara dalla natura, e proprio dagli insetti e dai funghi da cui dobbiamo proteggerci (che si muovono nel territorio a prescindere dai confini delle singole proprietà) si può coordinare una strategia comune a tutte le aziende di un comprensorio, così il vicino è una protezione e ogni singola azienda può ottenere la massima protezione col minimo impatto (e anche col minimo costo): così nasce un Biodistretto. Il Biodistretto è la migliore espressione della viticoltura sostenibile, un esempio di innovazione che parte dal basso, senza lanciare sfide o imporre niente a nessuno ma la semplice dimostrazione con i fatti che questo modo di fare funziona ed è vincente in modo da convincere tutte le aziende del comprensorio. Il biodistretto coinvolge tutti (non solo gli agricoltori) e fa bene a tutti (non solo agli agricoltori).

* *Stazione sperimentale per la viticoltura sostenibile s.r.l. - Gaiole in Chianti (Siena); Panzano in Chianti (Firenze)*

Per arrivare a un Biodistretto la prima cosa da fare è lavorare sulle cause e non sugli effetti.

Spesso è molto più importante quello che non si fa di quello che si fa: di fronte a un problema siamo portati a cercare cosa fare per risolverlo e così facendo lo risolviamo solo temporaneamente e magari nel frattempo ne provochiamo altri. Se invece pensiamo a cosa non fare per non crearlo abbiamo molte più possibilità di risolverlo definitivamente. Le soluzioni, come i problemi che devono risolvere, sono dentro il vigneto e non fuori come input o strumenti miracolosi: in 1 ettaro di terreno non c'è solo 1 ettaro di vigneto ma anche quasi tutto quello che gli serve, a es. humus e limitatori naturali...

Nel vigneto, qualunque problema se isolato dal contesto generale (ossia se lo si affronta per i suoi effetti) è più difficile da risolvere, mentre se lo si affronta a partire dalle cause (ossia non isolato ma a livello del sistema generale) la soluzione è spontanea, duratura e meno costosa.

Quello che sappiamo è che i vini migliori si fanno dove spontaneamente si lavora meglio e soprattutto meno. Bisogna imparare da qui per guidare i vigneti verso l'autoregolazione.

Il punto debole della viticoltura non è essere bio ma essere una monocoltura che sul piano ecologico è un suicidio (invito a un banchetto imbandito per i parassiti specifici...). Un agrosistema è fragile quando è popolato da poche specie costituite da molti individui ciascuna mentre è resistente se contiene molte specie ognuna con un numero controllato di individui. La soluzione è la biodiversità che non ha solo benefici paesaggistici ma anche funzionali. In agricoltura biodiversità significa occupare gli spazi ambiti dai patogeni e tenere lontano questi dalle colture ("metterli in mezzo tra ospite e patogeno"). Un vigneto con un tasso elevato di biodiversità è ricco di "alleati" e "sentinelle" per la protezione naturale del vigneto in cui la malattia non è un fatto scontato (ma è un'alterazione del sistema in funzione dalle tecniche colturali).

Il vigneto deve essere protetto e non minacciato dal suo ambiente.

Ogni singola pianta è un piccolo ecosistema. Ogni singola pianta è abitata, dentro, sopra e vicino, sia a livello radicale che aereo ci sono gli endofiti e gli epifiti che possono essere buoni, cattivi o indifferenti: l'equilibrio tra questi è determinante per regolare la suscettibilità o la resistenza della pianta.

La sanità (che è il primo presupposto della qualità) per essere costante negli anni non può dipendere dal riuscire a fare tempestivamente e perfettamente sempre la cosa giusta nel modo giusto al momento giusto (cosa impossibile per ogni intervento in ogni stagione tutti gli anni) ma da un ambiente sano e un vigneto poco suscettibile (resilienza).

L'evoluzione di una malattia è il risultato dell'incontro-scontro tra patogeno e ospite: la protezione delle piante deve agire su entrambi gli attori cioè intervenire non solo contro l'aggressività del primo (fitoiatria) ma anche a favore della resistenza del secondo (agronomia).

Quando guardiamo una pianta vediamo solo la parte aerea e ci concentriamo su questa accanendosi ogni anno con potature, gestione del verde, trattamenti... per condizionare il suo comportamento secondo i nostri obiettivi. Ma questo modo di fare costa tanto e spesso non dà i risultati attesi, perché stiamo lavorando sugli effetti. Infatti il "cervello" della pianta, quello che comanda il suo comportamento, è la radice, così vediamo piante vigorose in terreni fertili e piante deboli in terreni magri. Quindi la viticoltura parte dalla gestione del suolo e i vignaioli non devono pensare di avere un vigneto con sotto un terreno, ma un terreno con sopra un vigneto.

La gestione del suolo parte dalla sua conoscenza che deve essere approfondita ben oltre gli aspetti legati alle classiche analisi fisico-chimiche. Le caratteristiche principali del suolo sono quelle fisiche (permeabilità ad aria e acqua) che regolano la fertilità biologica e l'ospitalità per le radici.

L'inerbimento, oltre ai noti vantaggi agronomici, è uno strumento importantissimo per aumentare la biodiversità e la conservazione delle risorse idriche (*dry cover crop*), ed è anche uno strumento enologico determinante. Una buona gestione dell'inerbimento prevede l'uso di coltelli rotanti o barre falcianti anteriori al posto delle comuni trincie. È importante lavorare il sottila (con lamette sarchianti) per creare le condizioni microclimatiche più favorevoli alla sanità e alla maturazione dei grappoli.

Il compostaggio dei residui aziendali (sarmenti, vinacce, raspi, sfalci...) permette di nutrire il suolo con le sue stesse energie (la biomassa vegetale che ha prodotto) promuovendo una maggiore territorialità del vino oltre che la rivitalizzazione microbiologica dei suoli e una maggiore autosufficienza aziendale.

Con la potatura (sin dalla fase di allevamento) non bisogna lasciare cicatrici permanenti che ostacolano il regolare percorso della linfa (soprattutto via floema) rendendo la pianta troppo debole o troppo vigorosa, in entrambi i casi più suscettibile alle malattie e soggetta a innescare l'inizio di un focolaio infettivo. La migliore soluzione è il guyot senza sperone (con archetto pronunciato che parte basso), anche bilaterale.

In verde, gli interventi rivolti ad aumentare la resistenza agli stress e alle malattie sono la sfogliatura basale precoce (molto prima della fioritura per garantire il costante arieggiamento della fascia grappolo e la riduzione del vigore con grappoli più spargoli), un perfetto e tempestivo palizzamento (con

gabbie a fili opportunamente sfalsati) e la non cimatura (protezione dai raggi solari e anticipo agostamento).

La riduzione del dosaggio di rame e zolfo va perseguita ottimizzando i trattamenti grazie alla maggiori conoscenze sull'epidemiologia dei patogeni (modelli previsionali) e alle nuove tecnologie (es. irroratrici a pannelli di recupero, sensori meteo wireless). Nella scelta dei formulati è importante considerare anche la natura dei coformulanti. Negli ultimi anni sono state fatte molte sperimentazioni interessanti con vari prodotti naturali alternativi (induttori di resistenza). Questi formulati sono risultati capaci di garantire una valida protezione quando la pressione di peronospora od oidio è medio-bassa. In condizioni di maggiore aggressività possono comunque contribuire notevolmente a ridurre le dosi di rame e zolfo.

RIASSUNTO

In agricoltura la misura dell'impatto ambientale è data soprattutto dalle strategie di difesa attuate contro parassiti e patogeni. Solo coordinando un'efficace strategia comune a tutto il comprensorio si può garantire a ogni singola azienda la massima protezione col minimo impatto (e col minimo costo): così nasce un Biodistretto.

Il punto debole della viticoltura non è essere bio ma essere una monocoltura che sul piano ecologico è un suicidio (catena alimentare troppo breve e specifica). Un agrosistema è fragile quando è popolato da poche specie costituite da molti individui ciascuna, mentre è resistente se contiene molte specie ognuna con un numero controllato di individui. La soluzione è la biodiversità che non ha solo benefici paesaggistici ma anche funzionali. In agricoltura biodiversità significa occupare gli spazi ambiti dai patogeni e tenere lontano questi dalle colture. Un tasso elevato di biodiversità è una grande ricchezza di "alleati" e "sentinelle" per la protezione naturale del vigneto, in cui la malattia non è un fatto scontato ma è un'alterazione del sistema in funzione dalle tecniche colturali. Gli strumenti principali per aumentare la biodiversità nel vigneto sono l'inerbimento, il compostaggio con tralci, vinacce, raspi... e l'abbandono delle molecole chimiche di sintesi.

ABSTRACT

In agriculture, the extent of the environmental impact is given mainly by the defense strategies implemented against parasites and pathogens. The coordination of an effective strategy common to a whole area can guarantee to each individual farm maximum protection with minimum impact (and with minimal cost) : this is the origin of a Bio District .

The weak point of the viticulture is not to be organic but to be a monoculture that from an ecological point of view is a "suicide" (being the food chain too short and spe-

cific). An agro-system is weak when it is populated by few species consisting of many individuals each, while durable if it contains many species each with a controlled number of individuals. The solution is the biodiversity that brings benefits not only to the landscape but also to functionality. In agriculture, biodiversity occupies the spaces coveted by pathogens and keep them away from crops. A high rate of biodiversity brings richness of “allies” and “sentinels” for the natural protection of the vineyard, where disease is not a foregone conclusion but it is an alteration of the system depending on the cultivation techniques. The main tools to increase biodiversity in the vineyard are grassing, composting with branches, marcs, stalks ... and the abandonment of the molecules of chemical synthesis.

Nuovi approcci integrati nello sviluppo delle tecniche viticole

INTRODUZIONE

La razionale gestione del vigneto non può prescindere da una visione integrata degli effetti dei diversi interventi attuati nei vari ambienti di produzione.

Così eventuali errori di pianificazione e realizzazione dei nuovi impianti si ripercuotono sulla successiva vita del vigneto, con conseguenti squilibri vegetativi, eccessi o riduzioni di produzione, degradazione ed erosione dei suoli, maggiore rischio di insorgenza di fitopatie.

D'altro canto un vigneto per essere remunerativo deve garantire qualità in quantità sufficiente e in maniera costante. Occorre quindi orientarsi verso un modello viticolo a basse esigenze e alte prestazioni, tendendo a minori input e costi e a maggiore longevità e regolarità quali-quantitativa.

L'adeguata conoscenza degli ambienti e della specifica "vocazione colturale" può quindi essere determinante per il successo della coltura e per l'ottenimento di quella che viene definita "sostenibilità globale", cioè la sostenibilità che prende in esame i vari aspetti della produzione, a partire da quelli economici.

Secondo la definizione delle Nazioni Unite (2009) il termine "agricoltura sostenibile" si riferisce alla capacità di contribuire nel lungo termine al benessere generale delle persone, producendo in modo economicamente efficiente e remunerativo, socialmente responsabile e rispettoso dell'ambiente.

Nei piani di sostenibilità complessiva dell'azienda vitivinicola entrano quindi a pieno titolo i principi dell'agricoltura biologica, i quali si basano sui seguenti punti principali: fertilità e biodiversità dei suoli, gestione delle tecniche colturali, tempi e metodi di applicazione dei fitofarmaci, incremento

* *Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura - Unità di ricerca per la Viticoltura, Arezzo*

delle difese naturali, ad esempio con l'uso di agenti di biocontrollo, in quanto l'uso ripetuto di prodotti quali il rame può risultare problematico a causa dell'accumulo nel suolo e del conseguente effetto negativo su flora e fauna.

La conoscenza approfondita della variabilità del suolo è di estrema importanza sia durante le fasi d'impianto che di gestione del vigneto. Allo stesso tempo gli stretti legami esistenti tra elementi climatici, ciclo della pianta e qualità delle produzioni sono da tempo documentati. Ad esempio l'attività vegetativa e riproduttiva della vite è profondamente influenzata dall'andamento della disponibilità idrica durante l'anno.

Negli ambienti collinari l'orografia del sito porta con sé numerose implicazioni di carattere climatico. Pendenza, esposizione del versante e altitudine sono i principali fattori che incidono sui livelli termici, sull'umidità relativa, sulle ore di sole, sull'inclinazione dei raggi incidenti, sulla disponibilità idrica, ecc.

In uno stesso vigneto in collina, i moti ascendenti diurni e discendenti notturni dell'aria creano situazioni di diversità termica in tutti quei casi in cui la pendenza del rilievo permette alle masse d'aria di scendere e risalire sul versante nell'arco della giornata. La parte più a valle del vigneto sarà allora investita nel primo mattino dall'aria più fresca che durante la notte scorre lungo il pendio, mentre durante il giorno questa zona si scalda maggiormente per invertire il suo cammino. Possiamo avere di conseguenza nello stesso vigneto aree con differenti valori termici medi e con escursioni altrettanto diversificate. È noto che i versanti termicamente più favoriti sono il sud e l'ovest: in quest'ultimo caso l'insolazione, accompagnata dal massimo cumulo termico delle prime ore pomeridiane, si protrae più a lungo rispetto agli altri versanti.

Una viticoltura attenta alla massima interazione tra vitigno e clima deve quindi conoscere l'effetto "versante" e optare di conseguenza delle scelte attente al vitigno, al portinnesto, al sesto d'impianto e al carico produttivo.

In questo ambito la zonazione rappresenta un'importante strumento scientifico di base per caratterizzare e conoscere il rapporto tra i vitigni e i diversi ambiti pedo-climatici, in quanto consente di valutare indirettamente le risorse naturali e adeguare le somministrazioni di input energetici (acqua, concimi, antiparassitari, ecc.) ai reali fabbisogni delle piante (Costantini et al., 2008). È questo il primo passo per giungere alle mappe di prescrizione che consentono di intervenire, con l'applicazione delle tecniche di viticoltura di precisione, in modo differenziato in funzione delle necessità della coltura.

La viticoltura sviluppata negli anni '80 e '90 del secolo scorso aveva un'impronta prettamente estensiva, con la tendenza a realizzare impianti di grandi dimensioni dove effettuare in modo uniforme le diverse operazioni colturali,

accentuando spesso gli errori e gli squilibri di impianto. Da qui è emersa l'esigenza di intervenire attraverso le metodiche dell'agricoltura di precisione, che grazie alle moderne tecnologie permette di tornare a una gestione puntuale del vigneto, con interventi variabili a seconda delle esigenze delle diverse zone o addirittura delle singole piante e con azioni che vengono attuate solo dove e quando servono, in modo efficiente.

La viticoltura di precisione permette quindi un'adeguata gestione della variabilità spaziale, un supporto decisionale con la possibilità di interventi "puntuali", la supervisione del sistema vigneto nel suo complesso e la possibilità oggi ritenuta molto importante di ottenere la tracciabilità dei vari interventi.

Le tecniche e tecnologie di base per la viticoltura di precisione sono costituite da vari steps che partono dai sistemi GPS (Global Positioning System), dal telerilevamento prossimale e remoto (Perria e Storchi, 2012), dai software GIS (Geographic Information System), per arrivare alla mappatura dei suoli, alla sensoristica climatica e di monitoraggio culturale, alla modellistica e soprattutto alla gestione e trasferimento delle informazioni elaborate, ad esempio attraverso la realizzazione di mappe di prescrizione per la gestione delle macchine operatrici che impiegano la metodica di intervento definita a "rateo variabile" (VRT – Variable Rate Treatment) per le varie pratiche quali la distribuzione di un fertilizzante o l'intensità di un intervento di sfogliatura.

Promettenti risultati sono oggi raggiunti dall'integrazione delle informazioni su piattaforme applicative su web server (WebGIS), che prendono in esame interi sistemi di dati georeferenziati e li rendono disponibili attraverso Internet. Tra l'altro la spazializzazione dei dati, sia statici che dinamici, è possibile a diverse scale, da quella regionale alla microaziendale.

Con l'impiego di queste tecnologie sono raggiungibili diversi obiettivi, tra cui la localizzazione di aree che presentano caratteristiche simili, quantificare le performance delle diverse zone all'interno del vigneto e soprattutto razionalizzarne la gestione.

Un recente ambito applicativo per queste tecnologie è relativo alla possibilità di ottenere la tracciabilità e il monitoraggio dei vari interventi, sia per quanto riguarda percorsi e tempi di lavoro delle macchine operatrici, sia per le quantità di prodotti distribuiti.

Un ausilio per la diffusione delle applicazioni di viticoltura di precisione è sicuramente fornito dallo sviluppo delle tecnologie di informazione e comunicazione (ICT), che permettono un monitoraggio dettagliato e in tempi rapidi delle colture. Sono notevoli anche le potenzialità offerte dai nuovi strumenti per il monitoraggio, sia mediante sensori prossimali (proximal sensing)

che in remoto da satellite, aereo o drone (remote sensing) per lo studio delle risposte fisiologiche e produttive della pianta.

Le informazioni prodotte dai sensori di monitoraggio possono essere utilizzate per svariate analisi e applicazioni, prime fra tutte l'organizzazione di una gestione sito-specifica della chioma in relazione a trattamenti fitosanitari, defogliatura e cimatura a Rateo Variabile (Vieri et al., 2013) e la razionalizzazione della fase di campionamento e monitoraggio delle uve in fase prevendemmiale per ottimizzare le previsioni quanti-qualitative di produzione. Importanti studi scientifici internazionali hanno dimostrato la correlazione stretta tra i valori degli indici vegetativi e misure di analisi fogliare più "tradizionali" come il LAI (Leaf Area Index).

Un recente aspetto di interesse è costituito dalla possibilità di realizzare indici di vegetazione attraverso il rilevamento in remoto o prossimale. Gli indici di vigore rappresentano una semplificazione necessaria per monitorare l'andamento vegetativo; uno dei più noti è l'indice NDVI (normalized difference vegetation index) che attraverso diverse fasi di lavoro costituite da rilievo e raccolta dati, interpretazione e valutazione, porta all'elaborazione e realizzazione di mappe di prescrizione per differenziare gli interventi secondo le reali esigenze delle piante, sia in termini di tecniche agronomiche che della difesa fitoiatrica. L'indice NDVI è ottenuto dal rapporto tra misure di riflettanza spettrale nelle regioni del visibile e del vicino infrarosso e permette in sintesi di ottenere mappe di vigore in cui i valori sono spazializzati e classificati secondo la diversa vigoria, come mostrato in figura 1 (Hall et al., 2003).

Anche nella gestione dei dati meteorologici è oggi possibile un monitoraggio puntuale attraverso la spazializzazione dei dati ottenuti in diverse zone dei vigneti attraverso una rete aziendale in grado di effettuare il rilevamento, la trasmissione, l'elaborazione e soprattutto la restituzione delle informazioni in tempo reale. Ciò è attualmente agevolato dalla disponibilità di sensori wireless distribuiti e posizionati all'interno delle aree di monitoraggio.

Il successivo impiego dei Sistemi decisionali di supporto (DSS) fornisce inoltre l'opportunità di effettuare in remoto, attraverso computer o i più moderni tablet e smartphone, scelte e interventi tempestivi a seconda delle mappe tematiche ottenute e, per quanto riguarda la difesa, dei diversi indici di rischio di insorgenza delle malattie (in particolare di quelle fungine).

Nello specifico della difesa è possibile ottimizzare la gestione attraverso la determinazione delle variazioni di volumi di miscele durante la stagione (volumi diversi distribuiti sulla base di altezza e spessore della parete vegetativa), l'impiego di irroratrici a recupero di prodotto e l'ausilio dei citati DSS.



Fig. 1 Esempio di cartografia su webGIS, con mappa di vigore dei vigneti basata sull'indice NDVI

SCELTE E TECNICHE OPERATIVE

Scelta degli ambienti, delle varietà e dei portinnesti

La conoscenza delle caratteristiche climatiche e pedologiche degli ambienti dove si va a realizzare un nuovo vigneto è fondamentale per identificare le potenzialità e i limiti di un determinato sito, e porre in atto tutte le misure idonee a mitigare gli aspetti negativi ed esaltare quelli positivi.

La stessa scelta di vitigni e portinnesti, in rapporto all'interazione che si instaura con l'ambiente, non solo permette di esaltare i risultati qualitativi della produzione, ma anche di limitare il rischio di insorgenza di eventuali patologie attraverso l'impiego di combinazioni vitigno/portinnesto meno sensibili verso determinate fitopatie che possono manifestarsi con maggiore intensità.

Questo è il caso dell'impiego di portinnesti che conferiscono minore vigoria e indirettamente contribuiscono a creare condizioni microclimatiche poco favorevoli all'insorgenza di malattie fungine quali la peronospora o i marciumi del grappolo. Allo stesso tempo è ben nota la diversa sensibilità varietale verso varie fitopatie.

Lavori di impianto

La manipolazione dei suoli porta frequentemente a una riduzione della funzionalità e a un impoverimento dell'ecosistema pedologico. È del resto riconosciuto come una idonea preparazione del suolo precedente all'impianto favorisce una regolare e omogenea entrata in produzione.

Ancora oggi si procede spesso alla realizzazione dei vigneti senza un progetto preliminare che analizzi la natura del suolo, e a volte si eseguono livellamenti e sbancamenti anche molto forti considerando solo l'aspetto relativo alla meccanizzazione, con la presunzione di ottenere vigneti omogenei di grandi superfici. In realtà è ormai provato che in tali situazioni si creano impianti con marcate disformità delle viti in relazione agli aspetti vegeto-produttivi, con zone a eccessiva vigoria e produzione (e maggiore sensibilità indotta verso le infezioni fungine) alternate ad altre con piante deboli, scarsamente produttive e sofferenti per carenze nutritive, localizzate nelle zone di sterro dove si è asportato un elevato spessore di suolo superficiale (Bazzoffi et al., 2007; Costantini et al., 2007).

Se un vigneto nasce male è poi difficile rimediare e i viticoltori sono costretti a continui interventi con esborsi economici non indifferenti per cercare di recuperarne la funzionalità. I vigneti ben fatti hanno piante con la medesima risposta vegetativa, e quindi gli interventi da fare sono gli stessi per tutto il vigneto, con notevole risparmio di tempo e di denaro.

Strumenti utili per incrementare la fertilità complessiva e lo stato vegetativo delle piante sono oggi ritenuti gli interventi per aumentare il contenuto di sostanza organica, ad esempio con l'apporto di compost ottenuti direttamente in azienda dai residui di potature e sfalci, e l'impiego di microrganismi in grado di instaurare una simbiosi con le radici delle viti. In questo ambito si stanno già diffondendo prodotti a base di *Trichoderma* spp. da distribuire sulle barbatelle in vivaio o direttamente all'impianto. Risultati positivi vengono segnalati anche con trattamenti post-impianto direttamente sul terreno con pali iniettori.

Le tecniche culturali

Gli interventi di tecnica culturale nel vigneto costituiscono ausili fondamentali per una difesa razionale. Tra questi è riconosciuta di grande importanza la pratica dell'inerbimento, non solo per la riduzione dell'erosione e della compattazione dovuta al passaggio delle macchine, ma anche per vari aspetti

positivi quali la riduzione di vigoria, la qualità delle produzioni, l'incremento dell'attività biologica e della biodiversità soprattutto nei suoli più difficili, senza dimenticare la migliore transitabilità e tempestività di trattamenti in caso di terreno bagnato. La pacciamatura ottenuta dagli sfalci dell'inerbimento, tra l'altro, può contribuire a ridurre la sporulazione di *Botrytis cinerea* (Jacometti et al., 2010).

Assumono notevole interesse anche l'architettura del vigneto e le modifiche apportabili alla gestione in verde delle pareti vegetative e al conseguente microclima ed esposizione dei grappoli, fattori che possono rendere le condizioni ambientali meno favorevoli ai patogeni. Pratiche applicate con diversa severità, come la defogliazione basale, la selezione dei germogli, le cimature, influenzano marcatamente l'incidenza delle malattie fungine a parità di trattamenti fungicidi.

È ben noto che i grappoli spargoli mostrano minore sensibilità ai marciumi, grazie a una migliore circolazione dell'aria al loro interno e ai minori contatti delle bucce tra acini adiacenti. L'ottenimento di grappoli spargoli è stato per lo più cercato in passato attraverso la selezione clonale, con risultati spesso modesti.

La tecnica di maggiore attualità negli ultimi tempi è la defogliazione in pre-fioritura, che inducendo una minore allegagione riduce la compattezza dei grappoli con il risultato finale di diminuire la suscettibilità ai marciumi (Gatti et al., 2012).

Risultati positivi sono stati ottenuti anche dall'applicazione di prodotti antitraspiranti a partire dall'allegagione. Tali prodotti, riducendo la traspirazione e la sintesi di zuccheri, similmente alla defogliazione precoce, provocano un ridotto accrescimento degli acini e quindi una minore compattezza finale del grappolo.

La compattezza del grappolo può essere ridotta anche tramite l'applicazione di ormoni quali le gibberelline. Le stesse sono responsabili dell'allungamento dei germogli, per cui in via sperimentale sono in corso di valutazione prodotti antagonisti dell'ormone, quali il calcio-proesadione, per contenere la vigoria delle piante.

La gestione della difesa

Nell'ambito della difesa antiparassitaria sono noti i fenomeni di diminuzione di efficacia dei principi attivi di sintesi. Allo stesso tempo l'uso intensivo di fungicidi rameici provoca l'accumulo di rame soprattutto negli strati superficiali del suolo, dove il metallo tende a persistere per lungo tempo con il ri-

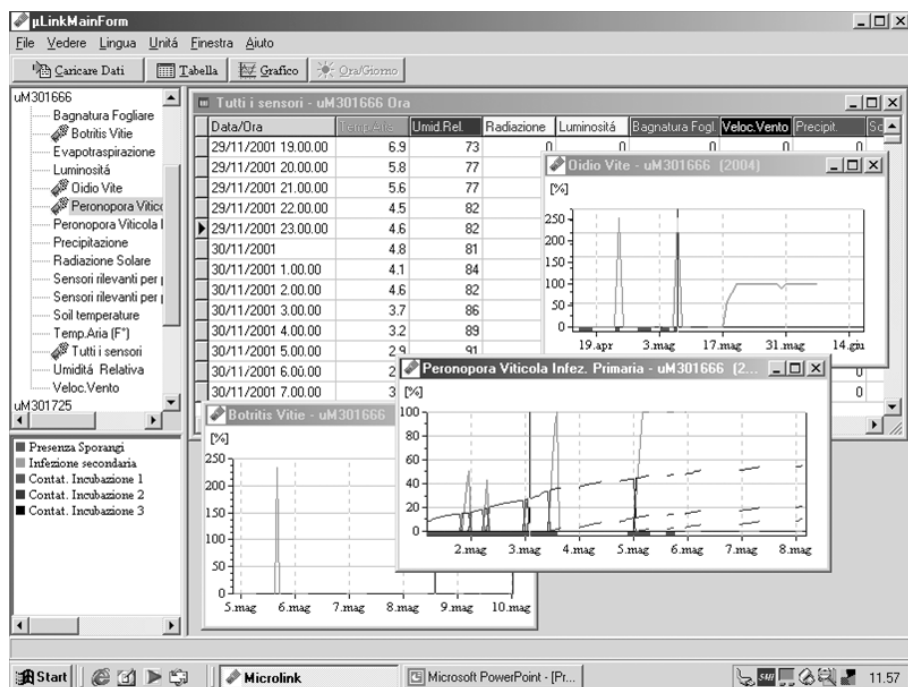


Fig. 2 Programma di supporto per la difesa fitoiatrica (DSS)

schio di raggiungere livelli preoccupanti di concentrazione per le piante e per la biodiversità del suolo più in generale. È quindi auspicabile una riduzione di apporti dei composti rameici, particolarmente usati in viticoltura biologica, così come avranno sempre più spazio gli agenti di biocontrollo e gli induttori di resistenza.

La possibilità di ottenere i dati meteorologici in tempo reale, assieme alle applicazioni della modellistica matematica di previsione delle infezioni fungine (D'Arcangelo et al., 2007; 2011), ha permesso di sviluppare diversi modelli per descrivere l'avanzamento delle malattie in rapporto al tempo e alla pianta (fig. 2), in modo da definire i periodi di infezione per malattie chiave come oidio e peronospora, muffa grigia e black rot (Caffi et al., 2009; 2010).

Recenti sperimentazioni, come evidenziato in tabella 1, hanno evidenziato come la gestione della difesa con l'ausilio dei modelli previsionali delle malattie (DSS) può portare a una riduzione del numero di trattamenti e, quando unito a interventi agronomici quali la defogliazione in pre-fioritura, permette anche una riduzione significativa delle dosi di fitofarmaco con un livello di protezione accettabile.

STRATEGIA *	N. TRATTAMENTI		RIDUZIONE DELL'APPORTO DI RAME	INTENSITÀ DELLA MALATTIA ALLA VENDEMMIA (%)		
	OIDIO E PERONOSPORA	MUFFA GRIGIA		PERONOSPORA (FOGLIE)	OIDIO (GRAPPOLI)	BOTRITE (GRAPPOLI)
AZIENDALE	10	2	-	2,0	0	0,3
DSS	8	2	15%	2,3	0	0,4
DSS +	8	-	35%	8,5	0	0,1
DEFOGLIATURA						
CONTROLLO NON TRATTATO	-	-	-	46,8	40,8	5,8
* DSS: trattamenti secondo modelli previsionali delle infezioni						

Tab. 1 *Effetto di diverse strategie di difesa biologica sull'intensità delle principali malattie fungine (Azienda Barone Ricasoli, Gaiole in Chianti, annata 2013)*

L'impiego di microrganismi e lo sfruttamento di benefiche interazioni pianta-microrganismo possono contribuire a incrementare le difese naturali della pianta e avere allo stesso tempo un effetto promotore sull'attività vegeto-produttiva. Tra i microrganismi sono compresi batteri azoto fissatori, funghi e batteri promotori di crescita e agenti di biocontrollo. Batteri e funghi, oltre a un'azione antagonista e di controllo dei patogeni attraverso meccanismi multipli, agiscono come promotori di crescita avendo effetto sugli ormoni e sulla disponibilità di nutrienti per la pianta.

Tra gli agenti di biocontrollo che hanno fornito positivi risultati sono da segnalare il *Bacillus amyloliquefaciens*, il fungo entomopatogeno *Lecanicillium lecanii* usato contro lo *Scaphoideus titanus*, vettore del fitoplasma che causa la Flavescenza dorata. Positivi risultati hanno fornito anche i trattamenti autunnali con *Ampelomyces* spp., per la riduzione delle forme svernanti di oidio.

Un ultimo gruppo di prodotti che hanno evidenziato positivi risultati nello stimolare le difese naturali è costituito dagli induttori di resistenza ed elicitatori, cioè un gruppo di sostanze in grado di stimolare le capacità di tolleranza o resistenza ai patogeni attraverso complessi meccanismi spesso connessi alla regolazione dell'espressione genica delle piante. Alcuni di questi induttori, tra cui il chitosano, meritano particolare attenzione in quanto in grado di attivare nella pianta una reazione di difesa, nota come resistenza sistemica acquisita.

CONCLUSIONI

La filiera viti-vinicola rappresenta uno dei settori agricoli di maggiore importanza economica in Europa e in particolare in Italia, con un impiego di agrofarmaci decisamente rilevante.

Dal punto di vista normativo e di politica ambientale, oltre che per la riconosciuta necessità di maggiore sostenibilità delle produzioni, le aziende viticole saranno sempre più chiamate ad adottare strategie di difesa a basso apporto di fitofarmaci e minimo impatto sulla salute umana e sull'ambiente. Assume quindi grande importanza l'adozione di misure diverse integrate tra loro, dalle scelte dei territori idonei e dei genotipi meno sensibili, agli interventi di tecnica colturale appropriati e a tecniche di lotta mirata da attuare solo in caso di effettiva necessità e con l'impiego di principi attivi a basso impatto ambientale.

Nell'ottica dell'attuale tendenza alla riduzione degli input chimici nell'ambiente, le moderne tecnologie informatiche di gestione e informazione oggi a disposizione di tecnici e agricoltori possono infine portare un notevole con-

tributo per facilitare le scelte più idonee a favore di una crescente sostenibilità del sistema vigneto.

RIASSUNTO

Il lavoro prende in esame le varie tecniche di gestione che possono integrare la convenzionale metodica di difesa del vigneto con l'impiego dei fitofarmaci. In particolare vengono passate in rassegna le possibilità di applicazione delle tecnologie di viticoltura di precisione e di gestione agronomica che permettono una migliore sostenibilità complessiva del ciclo produttivo, sia dal punto di vista economico che di qualità e sanità dei prodotti ottenuti.

Vengono quindi prese in esame le varie modalità di ausilio nella scelta degli ambienti e delle combinazioni vitigno/portainnesto sulla base delle caratteristiche pedoclimatiche, così come risultano importanti le scelte di tecnica colturale e le diverse possibilità di monitoraggio e intervento agronomico, oltre che di gestione diretta della difesa attraverso i sistemi di supporto alle decisioni operative di intervento con i trattamenti fitoiatrici contro le principali avversità della vite.

ABSTRACT

The work examines the various management techniques who can integrate the conventional method of protection of the vineyard. In particular are reviewed the possibilities of application of the technology of precision viticulture and agronomic management that allow a better sustainability of the production cycle, from both the economic point of view that the quality and health of the products obtained.

Are then reviews the methods of assistance in the choice of environments and combinations grape variety/rootstock, based on soil and climatic conditions, as well as the cultivation technique and the possibility of operative management of protection by decision support systems with phytoiatric treatments against major pests of the vine.

BIBLIOGRAFIA

- BAZZOFFI P., PELLEGRINI S., STORCHI P., BUCELLI P., ROCCHINI A. (2007): *Impact of leveling on soil degradation, vineyard health and grape quality*, Proc. XV Int. Symp. GESCO, Porec (Croazia) 20-23 giugno 2007, pp. 346-357.
- CAFFI T., ROSSI V., BUGIANI R., SPANNA F., FLAMINI L., COSSU A., NIGRO C. (2009): *Evaluation of a model predicting primary infections of *Plasmopara viticola* in different grapevine-growing areas of Italy*, «Journal of Plant Pathology», 91 (3), pp. 535-548.
- CAFFI T., ROSSI V., AND BUGIANI R. (2010): *Evaluation of a Warning System for Controlling Primary Infections of Grapevine Downy Mildew*, «Plant Disease», 94, pp. 709-716.

- COSTANTINI E.A.C., BUCELLI P., BARBETTI R., L'ABATE G., PELLEGRINI S., STORCHI P. (2007): *Land evaluation for viticulture planning and setting agricultural policies in the province of Siena*, Proc. XV Int. Symp. GESCO, Porec (Croazia) 20-23 giugno 2007, pp. 136-145.
- COSTANTINI E.A.C., BARBETTI R., L'ABATE G., BUCELLI P., PELLEGRINI S., STORCHI P. (2008): *Mapping terroirs in the province of Siena by matching climate databases, geomorphology, pedology and agronomy*, Atti Convegno "Terroirs e Paesaggi del vino", Perugia, 6-9 novembre 2006, pp. 123-139.
- D'ARCANGELO M.E.M., STORCHI P., EGGER E., ORLANDINI S., MANCINI M., DALLA MARTA A. (2007): *Fasi fenologiche, microclima e modellizzazione del rischio botritico su vite in ambito aziendale*, Atti I Convegno Nazionale Viticoltura, Ancona, 21-23 giugno 2006, «Italus Hortus», 14 (3), pp. 247-252.
- D'ARCANGELO M.E.M., PAPI D., DI PALMA, D., STORCHI P. (2011): *Modelli matematici e gestione informatica per la riduzione degli interventi fitoiatrici nella difesa dei vigneti*, «Rivista di Viticoltura e di Enologia», 1-2-3, pp. 13-20.
- GATTI M., BERNIZZONI F., CIVARDI S., PONI S. (2012): *Effects of cluster thinning and preflowering leaf removal on growth and grape composition in cv. Sangiovese*, «American Journal of Enology and Viticulture», 63 (3), pp. 325-332.
- HALL A., LOUIS J., LAMB D. (2003): *Characterising and mapping vineyard canopy using high-spatial-resolution aerial multispectral images*, «Computers and Geosciences», 29, pp. 813-822.
- JACOMETTI M.A., WRATTEN S.D., WALTER M. (2010): *Alternatives to synthetic fungicides for Botrytis cinerea management in vineyards*, «Australian Journal of Grape and Wine Research», 16 (1), pp. 154-172.
- PERRIA R., STORCHI P. (2012): *Tecnologie di telerilevamento per la georeferenziazione della qualità della produzione vitivinicola*, «Rivista di Viticoltura e di Enologia», 1, pp. 15-22.
- UNITED NATION (2009): *The contribution of sustainable agriculture and land management to sustainable development*, «Sustainable Development Innovation Brief», Issue 7.
- VIERI M., SARRI D., RIMEDIOTTI M., PERRIA R., STORCHI P. (2013): *The new architecture in the vineyard system management for variable rate technologies and traceability*, Ist Int. Workshop Vineyard Mechanization and Grape and Wine Quality, Piacenza, «Acta Horticulturae», 978, pp. 47-53.

Nuove tecniche di gestione della viticoltura

L'azienda Castello di Fonterutoli con sede a Castellina in Chianti (Si) si estende su di una superficie di 640 ha di cui 115 coltivati a vite, tutti ricadenti nella denominazione del Chianti Classico DOCG, 15 ha a oliveto specializzato, 15 ha di erba medica, 1 ha di lavanda e la parte rimanente suddivisa tra pascolo arborato e bosco ceduo. Un aspetto che caratterizza l'azienda è la disposizione dei vigneti, che ricadono in 3 diversi Comuni (Castellina in Chianti, Radda in Chianti, Castelnuovo Berardenga), con quote altimetriche che vanno dai 220m slm ai 520m slm, con suoli, esposizioni, pendenze molto diverse che originano microclimi e micro aree di produzione molto diverse e uniche.

Le sfide che l'azienda si trova ad affrontare sono molteplici e molto complesse; in particolare in un settore dove le scelte imprenditoriali ed i relativi investimenti fatti devono avere una visione prospettica che va dal medio al lungo periodo, parlando chiaramente di colture arboree dove il ciclo è di almeno 30 anni.

Gli obiettivi e le sfide con cui ci dobbiamo confrontarci sono sintetizzabili in 4 punti:

- livello qualitativo elevato,
- sostenibilità ambientale,
- contenimento dei costi,
- sfida al Mercato Globale.

Per il progetto intrapreso sulla “qualità” non è possibile prescindere dall'identità delle uve e dei vini prodotti e conseguentemente dalla riconoscibilità ed unicità del prodotto, portando il “Territorio” a divenire non una bensì “la Risorsa” primaria per la qualità. Definirei il percorso come un importante

* *Agronomo, direttore tecnico agronomico gruppo Marchesi Mazzei spa*

passaggio da “Global” a “Local”, in cui l’azienda si deve fare carico per poter proteggere questo altissimo valore aggiunto irriproducibile in alcuna altra parte del mondo.

Questo si traduce, nella gestione agronomica e viticola, in un lavoro di zonazione aziendale che ha definito 5 aree di produzione ben distinte ed un successivo lavoro di micro zonazione, definibile come il bisturi di un chirurgo, che consiste nell’andare ad individuare e separare le singole parcelle vitate che insistono nelle cinque aree definite. La microzonazione è stata ottenuta grazie alla possibilità di avere dati microclimatici per ogni singola area di produzione (centraline meteo e rete di sensori wireless), analisi pedologica di tutte le aree con relativi profili e caratterizzazione dei terreni, oltre alla capacità di gestire, ogni anno, separatamente la vinificazione delle uve di ogni singola parcella individuata. Altro elemento fondamentale per l’esaltazione dell’identità è il lavoro di ricerca sulla selezione di materiale genetico (biotipi e cloni) in particolare su sangiovese, che è il vitigno principe del nostro territorio e che presenta un’elevata sensibilità alla variabilità del territorio di coltivazione. Negli anni siamo arrivati ad avere un campo di comparazione clonale a blocchi “randomizzati” di 36 tra biotipi e cloni di Sangiovese, le cui uve vengono annualmente microvinificate separatamente in fermentini da 5hl al fine di avere una memoria storica e un profilo ben definito del clone e del vino che se ne ottiene. Da questa zona di 14 ha, che è una vera e propria “nursery aziendale”, selezioniamo i cloni che hanno le caratteristiche più interessanti per il nostro *terroir*.

La produzione di qualità deve cercare di assecondare il più possibile la “sostenibilità ambientale” che non è altro che l’interazione tra “economie rurali”, “efficienza delle risorse” e “tessuto sociale”. Quindi un concetto molto complesso, e che non deve essere utilizzato in modo semplicistico od ancor peggio usato come strumento pubblicitario vuoto di qualsiasi contenuto.

La sfida della sostenibilità ambientale per l’azienda è anche la crescita e valorizzazione del patrimonio umano, senza il quale non è possibile ottenere risultati duraturi ed importanti; la sensibilità, le capacità umane e professionali, la fantasia, la passione, l’intelligenza delle persone che sono impiegate nel processo produttivo sono uniche e nascono dalla cultura del territorio stesso. Il territorio, e l’azienda ne è parte integrante, deve essere difeso dall’impoverimento costante e dall’inquinamento dovuto ad un uso eccessivo di sostanze chimiche, siano esse concimi e/o fitofarmaci.

L’approccio sulle concimazioni è stato incentrato sull’incremento della sostanza organica e la valorizzazione delle biomasse che da scarto diventano risorsa. Ovvero riutilizziamo gli scarti di potatura delle viti e degli olivi, la

vinaccia, la sansa esausta del frantoio aziendale, ed il letame proveniente dalle stalle dei cavalli aziendali. Si preparano cumuli in parte separati per tipologia di scarto, altri miscelati assieme, per ottenere un *compost* maturo tramite processi di fermentazione con inoculi di prodotti specifici.

Il materiale matura per circa un anno in platee apposite, dove una volta pronto viene utilizzato come “ammendante” nei vari vigneti. La ricerca nel ridurre in modo consistente il depauperamento della fertilità dei suoli, ci ha indotto a utilizzare l’inerbimento e reintrodurre il concetto di *sovescio*, non più con una singola specie, ma con miscugli di essenze che hanno la caratteristica di apportare molta biomassa, fissare azoto, migliorare la struttura del terreno e la sua portanza al passaggio dei mezzi agricoli e ridurre in modo significativo l’erosione, problema molto serio e presente in tutte le zone collinari con pendenze elevate. Inoltre, al fine di diminuire l’apporto di concimi chimici, l’azienda utilizza solo pellettato organico con certificazione biologica, ad integrazione del *compost* prodotto, ottenendo negli anni una virtuosa e progressiva crescita della percentuale di sostanza organica nei terreni coltivati.

L’altro aspetto fondamentale della sostenibilità che abbiamo affrontato è quello della riduzione dei fitofarmaci con una difesa fitosanitaria ragionata ed integrata. Questo è stato possibile integrando strumenti e tecnologie sia disponibili sul mercato, sia in sviluppo interno all’azienda.

Vista la grande variabilità di distribuzione geografica dei cinque territori di produzione, anche le condizioni microclimatiche sono decisamente diverse, e quindi utilizziamo i cosiddetti DSS ovvero i “Decision Support System”, che raccolgono, organizzano, interpretano ed integrano in tempo reale ed automaticamente tutte le informazioni provenienti dalle rete delle centraline meteo, al fine di emettere un *output* di sintesi al quale si può far riferimento per prendere le decisioni. Il ruolo del tecnico/agronomo risulta fondamentale perché il dato si completa solo con la professionalità e la conoscenza dei singoli vigneti.

Avendo una distribuzione spaziale dei vigneti molto ampia, questo sistema ci permette di evitare di trattare alcune aree dove non ci sono condizioni di infezioni di malattia rispetto ad altre aree dove può esserci un rischio maggiore, con un evidente riduzione di uso di fitofarmaci.

Un ulteriore aspetto che abbiamo affrontato, sempre nell’ottica della riduzione di input chimici, è quello della ricerca della dose adeguata; ho sempre ritenuto un paradosso non applicare alla fitoiatria viticola il concetto della farmacologia ovvero: la quantità di un medicinale è proporzionale al peso della persona che lo assume, ugualmente i fitofarmaci devono essere adeguati al volume della chioma da trattare in quel momento. Il percorso ha coinvolto

partner sia universitari: GESAAF Università degli studi di Firenze, che privati quale Syngenta. Si è lavorato all'analisi della chioma in termini di accrescimento e volumetria, con metodi di misurazione tramite "proximity sensing" e "remote sensing".

L'applicazione degli elementi di "smart and precision farming" permette di ottimizzare le pratiche agronomiche con strumenti conoscitivi di tipo oggettivo e che possono caratterizzare in modo dettagliato l'ambiente specifico di sviluppo delle piante o della coltura ed il loro stato vegetativo. Gli strumenti conoscitivi utilizzati sono: gps, sensori di prossimità e remoti, telemetria e monitoraggio meteo e micrometeo, i quali generano una serie di dati geografici, mappe, modelli e distribuzione delle informazioni che vengono Integrati, Ottimizzati e Tracciati tramite sistemi gestionali software specifici. Il passo successivo del progetto è stato quello del controllo della qualità del lavoro eseguito, ovvero il monitoraggio e la tracciatura di tutte le operazioni che vengono effettuate in vigneto nel corso della stagione attraverso la telemetria. Lo sviluppo e la realizzazione sono stati possibili grazie alla collaborazione di due società private Soft2000 e Bibbiani srl, le quali hanno messo a disposizione le loro conoscenze, in merito a software di gestione dei dati la prima, la fornitura di strumenti per la telemetria su mezzi agricoli la seconda.

La telemetria ci permette, con appositi sensori montati sia sui trattori che sulle varie attrezzature per le lavorazioni, di visualizzare da remoto in tempo reale quello che sta facendo sia il mezzo, che l'attrezzatura abbinata. I dati vengono registrati da una centralina ed inviati in continuo, tramite rete gprs, al computer aziendale dove vengono elaborati dal sistema informatico denominato Agros il quale li restituisce in una visualizzazione sintetica tipo "cruscotto". Tramite questo sistema di tracciatura si riesce a controllare la qualità effettiva del lavoro svolto, e la possibilità di correggere in "real time" eventuali errori da parte degli operatori. Questo monitoraggio in continuo è fondamentale per ridurre danni alla coltura e conseguenti perdite di produzione. Il sistema informatico, con la telemetria applicata, è in grado di visualizzare i valori di acqua distribuita ad ettaro, consumo di carburante ed emissione di CO₂ del mezzo, il tracciato su mappa del percorso effettuato dal mezzo, livello dell'acqua presente nell'atomizzatore, apertura o chiusura delle elettrovalvole di distribuzione, velocità di avanzamento, tempo stimato di autonomia del mezzo in base al livello di carburante. Questi dati vengono integrati e sintetizzati come detto, in un cruscotto multi parametrico, che grazie alla tracciatura del lavoro effettuato, ci permette di ottimizzare tempistiche e costi di esercizio.

La precisione della tracciabilità del sistema unita all'integrazione e otti-

mizzazione di una serie di dati aziendali e geografici, ci restituisce in tempo reale il così detto quaderno di campagna associato ad ogni singola unità colturale che nel nostro caso specifico corrisponde alla parcella vitata.

È quindi possibile vedere lo storico dei trattamenti fitosanitari effettuati sia come estrazione di database, che direttamente a video cliccando sulla mappa e facendo “esplodere” la singola unità vitata. Viene visualizzato il quantitativo di fitofarmaci che sono stati usati, la sommatoria in gr o kg del singolo principio attivo usato, aspetto molto importante per poter gestire al meglio piani di difesa integrati o biologici dove sono previste delle limitazioni al tipo ed alla quantità dei prodotti fitosanitari. Il concetto di integrazione dei dati, in questo caso tra DSS, centraline meteo e registro dei trattamenti, ci ha inoltre portato a sviluppare degli “alert” automatici di rischio infettivo, associati alle cinque macro aree aziendali.

Il sistema realizzato trova compimento dal momento in cui si riesce a fare modifiche e cambiamenti quotidiani che risultano importanti nel miglioramento della sostenibilità e nella protezione dell’ambiente e del territorio.

Ritengo che lo sforzo e la stretta collaborazione, in queste molteplici sfide, intrapresa dall’azienda assieme ai partner sia privati che della ricerca scientifica universitaria, siano un ulteriore esempio per affermare l’importanza dell’innovazione applicata e sviluppata nella realtà aziendale, e del valore delle persone che con idee, passione, sensibilità, creano quel capitale umano unico ed irripetibile.

RIASSUNTO

Le sfide e gli obiettivi con cui l’azienda si deve confrontare sono la qualità del prodotto, la sostenibilità ambientale, il contenimento dei costi di produzione e la sfida al mercato globale. Per la qualità, non è possibile prescindere dal territorio, e di conseguenza per esaltare la tipicità delle uve abbiamo effettuato una zonazione aziendale ed una successiva microzonazione parcellare. Alle specificità del territorio abbiamo affiancato un progetto di selezione di materiale genetico sul Sangiovese, che ci ha portato a piantare 36, tra biotipi e cloni di Sangiovese, in un vigneto di comparazione clonale di 14 Ha.

Per l’aspetto della sostenibilità e contenimento dei costi, le scelte tecniche sono andate verso il riutilizzo delle biomasse aziendali e dei sottoprodotti della lavorazione delle uve e delle olive per l’ottenimento di compost, utilizzo di sovesci ed inerbimenti per migliorare e mantenere la struttura del terreno e ridurre sensibilmente fenomeni erosivi, molto importanti viste le pendenze del territorio collinare del Chianti Classico. Altresì cercare di ridurre l’impatto ambientale della coltivazione della vite, attraverso l’utilizzo di “smart technology” con remote and proximity sensing, applicazione di modelli di supporto alle decisioni in campo fitoiatrico, adeguamento delle dosi di fitofarmaci al volume reale della chioma, utilizzo della telemetria come sistema di controllo e tracciabilità in tempo reale

del lavoro effettuato in termini quantitativi che qualitativi, elaborazione e visualizzazione dei dati aziendali attraverso un software appositamente sviluppato ed adattato alla singola esigenza.

ABSTRACT

The challenges and the targets our Company(Farm) has to face are: *quality of product range, environment sustainability, costs optimizing, challenge within global market*

For what is concerning "quality" it is impossible to neglect the importance of the TERRITORY.

Consequently, in order to exalt and praise the peculiarities of the grapes involved, we divided the territory of culture into many "zones" and sub "micro- zones" in order to manage properly whatsoever detail incurred according to the typicalness of the mini-zones with special regard to the chemical composition of the single *web-points* of viticulture ground concerned.

We also adopted a side project plan which is having the target to select the appropriate genetic material regarding "Sangiovese" grapes.

This plan of culture appears to be appropriate since we increased the plantation development of 36 types of grapes (clones & biotypes assorted) of the above said "Sangiovese" quality grapes.

In a vineyard of clones placed we can compare each result in an area of about 14 Ha surface. This visual comparing lets us know the progress of each item at simple eye sight..

Regarding the optimum costs sustainability we are oriented to re-utilization of domestic biomasses and of our "by-products" and "waste products" outcoming from working of grapes and olives. Such process brings to a melted "compost" which is very rich of energy.

We also adopt other natural enrichments of the ground and some ground-grass to reduce the growth of vine-leaves & vine-shoots. With such methods(apparently in conflict) we also prevent ground ruining for the well known slop of Classic Chianti hilly territory. Other cautions are adopted to reduce the environment impact. Such refined & smart technologies, by using *proximity sensing appareils*, lead us in knowing all the details we need also for the proper quantity of phytosanitary items to be used proportionally vis a vis the dimension of "foliage". We check the results even by *real time telemetric measuring system* regarding control of quality& quantity both of work involved and of traceability. All the said methods are processed via a specific software system which works all "data" in our possession in real time. This system enables our staff to solve whatsoever problem promptly.