

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 VITICOLTURE (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 Castoriadis: «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 agraria 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 ginocchiatore 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., YOUKHANA 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 Pemaiculture*, 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.E., 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-vehycle 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 vano 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 a 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 Maccarese 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 traghettò 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 Cosi, Laura Domenica Marcianno, Riccardo Lisci.