

# MECCANICAMENTE

MOSTRA FOTOGRAFICA



**EVOLUZIONE DELLE MACCHINE DA RACCOLTA DELLE COLTURE ORTIVE INDUSTRIALI  
CON I CONTRIBUTI DELLA RICERCA DI MECCANICA AGRARIA**



DIPARTIMENTO DI SCIENZE E  
TECNOLOGIE AGRO-ALIMENTARI  
BIBLIOTECA CENTRALE DI AGRARIA  
"GABRIELE GOIDANICH"

ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



### **Comitato scientifico e organizzatore**

Marco Bentini, Alberto Bussolari, Francesco Casadei, Fabio Chinnici, Roberta Giannotti, Roberta Martelli, Cristina Mazzanti, Michela Mengoli.

### **Immagini**

Tutte le immagini sono state realizzate nell'ambito delle attività dell'attuale Dipartimento di Science e Tecnologie Agro-Alimentari. Presso la Biblioteca di Agraria "G. Goidanich" sono conservate le diapositive n. 16, 20, 24, 28-40, 47-49, 52-72, 74-80, 83, 85, 86 e le stampe fotografiche n. 2-4, 6, 7, 25, 26, 41-43, 45, 46.

Le restanti immagini appartengono all'archivio personale del Prof. Marco Bentini, che le ha gentilmente rese disponibili per questa mostra: n. 1, 5, 8-15, 17-19, 21-23, 27, 44, 50, 51, 73, 81, 82, 84.

**Copertina** a cura di Davide Mengoli

### **Realizzazione editoriale**

Federica Rossi per Biblioteca centrale di Agraria "Gabriele Goidanich"

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna

E-mail: federica.rossi@unibo.it



Prima edizione 2021 - AlmaDL Acta

DOI: <https://doi.org/10.6092/unibo/amsacta/6827>

ISBN: 9788854970724

DIPARTIMENTO DI SCIENZE E TECNOLOGIE AGRO-ALIMENTARI  
BIBLIOTECA CENTRALE DI AGRARIA "GABRIELE GOIDANICH"

# MECCANICAMENTE

*Mostra fotografica*

Evoluzione delle macchine da raccolta  
delle colture ortive industriali  
con i contributi della ricerca di meccanica agraria

Presentazione di:

VALDA RONDELLI, GIOVANNI MOLARI

Testi di:

MARCO BENTINI, FRANCESCO CASADEI



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

2021



## Presentazione

Viviamo nell'epoca dell'agricoltura di precisione, della coltivazione sito-specifica e dello sviluppo di algoritmi a supporto delle decisioni dell'imprenditore agricolo. Parlando di macchine da raccolta, è inevitabile affrontare la tematica dell'intelligenza artificiale. La macchina agricola si sta evolvendo rapidamente e i veicoli autonomi si stanno affiancando alle macchine tradizionali, spesso allestite con sistemi di posizionamento, con sensori che monitorano le condizioni del campo e della coltura per processare il prodotto raccolto e interfacciarsi con attuatori che cercano di rispondere in modo mirato e specifico alla condizione colturale rilevata.

Questi ultimi anni sono stati caratterizzati da una rapida introduzione di sensoristica e di dotazioni elettroniche che hanno cambiato le prestazioni e le modalità operative delle macchine in un ambito applicativo, quello dell'ambiente agricolo, che si caratterizza per una dinamicità intrinseca così elevata da renderlo unico e assai complesso in termini gestionali. Le sfide da affrontare sono ancora tante ed appassionanti, ma sin dall'inizio l'evoluzione delle macchine agricole è stata un percorso a tappe, con obiettivi da raggiungere sempre più ambiziosi.

Le fotografie delle macchine da raccolta delle colture ortive industriali presenti in questa rassegna sono ricavate da sperimentazioni di campo e di laboratorio, e sono accompagnate da tesi di laurea che evidenziano quanto i contributi della ricerca nel settore della meccanica agraria siano stati un supporto indispensabile. Spesso hanno guidato lo sviluppo della macchina agricola, affinandone le dotazioni strumentali e le regolazioni, al fine di ottimizzarne le prestazioni.

Un'intensa attività di ricerca e di sperimentazione che ha interessato oltre un trentennio e ha avuto inizio con il Professor Giuseppe Stefanelli nel 1946, che ha contribuito all'allora costituendo Istituto di Meccanica Agraria, divenendone il primo Direttore. Nel 1965 la direzione dell'Istituto è stata assunta dal Professor Enzo Manfredi, che lo ha guidato per ben 25 anni con la radicata convinzione che l'Istituto doveva diventare l'ambiente nel quale formare i futuri docenti attraverso la prioritaria collaborazione con le istituzioni, con il mondo agricolo e con i costruttori, insieme con il dotarsi di luoghi, mezzi, strumentazioni e personale adeguatamente formato.

La raccolta di immagini qui prodotta si riferisce proprio a questo arco temporale e riguarda la raccolta meccanica della barbabietola da zucchero, del pomodoro da industria e della patata. L'evoluzione delle macchine da raccolta delle colture ortive industriali presentate nella rassegna segue le linee di ricerca attivate nell'ambito di progetti di ricerca finanziati dalle Università e da Enti di ricerca e Ministeri o si riferisce a contratti di ricerca commissionati dalle Ditte costruttrici. Le macchine presenti sono state oggetto di valutazione in termini di prestazioni ed efficienza e le sperimentazioni spesso sono state integrate con l'analisi delle caratteristiche fisico-meccaniche del prodotto raccolto.

Nel nostro Paese, durante gli anni Cinquanta, la raccolta meccanica della barbabietola è stata cruciale per lo sviluppo della coltura, anche in relazione alla nascente industria saccarifera, analogamente a quanto stava avvenendo in Nord Europa. È bene ricordare che in Italia, e in particolare nelle campagne emiliane, la barbabietola da zucchero andava a sostituire progressivamente la canapa. La raccolta della barbabietola, seguendo il modello tedesco del cantiere riunito, è partita da macchine monofila per arrivare poi a macchine di elevata capacità operativa in grado di operare su più file, sia a cantiere riunito su macchine semoventi, da 2 a 6 file, sia a cantiere separato su 3 file, seguendo l'approccio francese. Alla fine degli anni Sessanta la meccanizzazione della raccolta in Italia si è avviata verso il traguardo del completamento e l'industria italiana ha iniziato ad occupare una posizione di rilievo anche nel mercato internazionale.

La raccolta meccanica del pomodoro, a prevalente destinazione dell'industria conserviera, si è concretamente diffusa a partire dal 1980, anche grazie all'introduzione di varietà di pomodoro a sviluppo predeterminato e in grado di produrre bacche a maturazione contemporanea e con esocarpo resistente agli impatti in fase di raccolta, movimentazione e trasporto. In quegli anni le Ditte italiane hanno costruito le prime macchine da raccolta con

o senza la selezione manuale a bordo, mentre nel 1990 sono state introdotte le raccogliatrici delle selezionatrici elettroniche per il riconoscimento delle bacche mature. Le sperimentazioni sono state condotte per valutare la qualità di lavoro dei cantieri da raccolta, anche in relazione alle azioni dinamiche sulle bacche di pomodoro.

La meccanizzazione della raccolta della patata ha avuto inizio negli anni Sessanta, a cominciare dalle semplici allineatrici in andana alle più complesse macchine scava-raccogliatrici con cernita, pulizia e accumulo dei tuberi in appositi cassoni. L'attenzione a tale settore è derivata dalla necessità di osservare l'impiego di macchine complete su coltivazioni in terreni argillosi sia di pianura che di collina.

Le tesi che accompagnano la raccolta trattano la meccanizzazione della raccolta delle tre colture ortive industriali in relazione agli aspetti tecnici ed economici e alla qualità e quantità del lavoro; assai di frequente, inoltre, i risultati delle ricerche attivate sono stati oggetto di pubblicazioni in riviste scientifiche e divulgative e sono stati presentati in convegni nazionali e internazionali.

Un lungo percorso di ricerca che ha fortemente contribuito all'evoluzione delle macchine da raccolta e al tempo stesso ha rappresentato un ambiente dinamico e stimolante per la formazione dei docenti del settore che hanno cercato di trasmettere agli studenti e laureandi questi contenuti di conoscenza acquisiti in campo.

L'agricoltura è un ambiente dinamico, soggetto a profondi e continui cambiamenti e lo sviluppo delle colture deve necessariamente seguire questo processo ed evolversi di conseguenza. La macchina agricola che opera oggi in questo ambiente sta diventando via via una "macchina intelligente", con una dotazione di intelligenza artificiale che si sta cercando di normare per garantirne il corretto e sicuro utilizzo nella normale pratica di campo. È questa una sfida davvero appassionante e il contributo della ricerca è sempre più indispensabile per guidare il percorso, formando i futuri docenti affinché possano trasferire agli studenti, con entusiasmo e idee innovative, contenuti di conoscenza applicata e radicata nel mondo esterno.

Valda Rondelli – Giovanni Molari  
*Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari*  
*Alma Mater Studiorum-Università di Bologna*

## Meccanicamente

### Evoluzione delle macchine da raccolta delle colture ortive industriali con i contributi della ricerca di meccanica agraria

L'Istituto di Meccanica Agraria (IMAUBO) dell'Università degli Studi di Bologna è stato attivato nel 1946 sotto la direzione del Prof. Giuseppe Stefanelli, che deteneva anche gli insegnamenti delle altre due componenti dell'ingegneria agraria, l'idraulica e le costruzioni. Il 15 dicembre 1965 la direzione è passata al Prof. Enzo Manfredi, un allievo di Stefanelli richiamato dall'Università di Padova. Risale a tale periodo la separazione della componente meccanica dalle altre, con l'attivazione dell'Istituto di Genio Rurale.

Sotto la direzione del Prof. Manfredi, nell'arco di 25 anni, l'IMAUBO ha perseguito l'idea conduttrice che ispirava molti istituti universitari dell'epoca, e che, sotto molti aspetti, è ancora valida oggi e può essere sintetizzata nei seguenti punti del *Rapporto sull'Istituto di meccanica agraria dell'Università di Bologna nei 25 anni di direzione del Prof. Ing. Enzo Manfredi. Attività e pubblicazioni del triennio 1989-1991* (Bologna, CLUEB, 1992):

- *un Istituto non è solo un'aggregazione amministrativa preposta al coordinamento didattico di taluni insegnamenti e alla gestione dei fondi per la ricerca ma, prioritariamente, l'ambiente di formazione dei futuri docenti;*
- *non è possibile nel campo delle tecnologie applicate creare docenti validi ignorando la realtà del mondo esterno: ne consegue la necessità di stretti contatti con i settori operativi specifici, nel caso particolare quelli agricolo, industriale e del terziario;*
- *solo un docente preparato può fornire allo studente la didattica che esso chiede e quando il discente lo desidera deve poter inserirsi operativamente nell'ambito dell'istituto partecipando alla vita dello stesso;*
- *per realizzare quanto sopra è indispensabile disporre di entusiasmo e idee con le quali reperire spazi, locali, attrezzature, mezzi finanziari, contatti esterni e personale idonei: compito primo della direzione è immaginare, coordinare e praticare ogni via capace di conseguire tali obiettivi.*

L'attività di ricerca dell'IMAUBO è stata svolta in più ambiti attraverso ricerche di base e applicate, attività di laboratorio e in campo, attivando collaborazioni fra ricercatori afferenti a discipline diverse, sia dell'Università che del mondo produttivo, quali tecnici di aziende agricole e costruttrici, di enti e associazioni professionali.

Nel settore della raccolta meccanica di colture ortive industriali la ricerca è stata principalmente svolta sulle seguenti colture:

- barbabietola da zucchero
- pomodoro da industria
- patata

In ognuna di queste coltivazioni le macchine da raccolta sono state valutate in base all'evoluzione della loro tipologia e dei diversi organi operatori; alla capacità di lavoro; alla qualità del prodotto raccolto (tare, perdite sia dirette che indirette) e della loro idoneità ad essere trasportato e conservato.

Per avere parametri di confronto più oggettivi si è dovuto valutare il prodotto anche in funzione delle caratteristiche fisico-meccaniche.

Infatti fin dal 1966 l'Istituto di Meccanica Agraria si era dotato di una struttura decentrata, posta in località Cadriano (Granarolo dell'Emilia), nella convinzione che non fosse possibile sviluppare una ricerca e una didattica moderna in ambito urbano; allora, infatti, la sede istituzionale dell'Istituto era nella Palazzina della Viola, in via Filippo Re 4, nella zona universitaria interna alle mura di Bologna.

La sede di Cadriano, in cui è stato sviluppato anche il centro di omologazione delle macchine agricole, è stata dotata di una officina meccanica con attrezzature per le misure dirette in campo della qualità del prodotto raccolto e laboratori attrezzati per l'esecuzione di test per la valutazione delle caratteristiche fisico-meccaniche (prima e dopo la raccolta) o dopo averli sottoposti a stress meccanici simili a quelli che i prodotti avrebbero subito dagli organi delle macchine da raccolta e durante il trasporto.

Nel 1995 l'Istituto di Meccanica Agraria è confluito nel Dipartimento di Economia e Ingegneria Agrarie (DEIAgra) e dal 2006 nel DISTAL (Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroalimentari).

Le ricerche, svolte all'interno di progetti finanziati dall'Università e da Enti esterni, come il CNR, il MAF, la Regione Emilia-Romagna e anche da alcune ditte manifatturiere costruttrici di macchine agricole, spesso

venivano condotte con il contributo degli studenti laureandi che poi redigevano le loro tesi.

In questo contesto si è inteso proporre una descrizione dello sviluppo delle macchine da raccolta delle colture ortive industriali dal punto di vista della ricerca meccanica con un richiamo ad alcune tesi sperimentali che trattano la meccanizzazione sotto l'aspetto tecnico, della quantità e la qualità del lavoro, e di quello economico. Queste tesi, concordate fra il relatore e il laureando, spesso erano indirizzate ai programmi delle ricerche attivate negli Istituti universitari, poi dipartimenti. Le ricerche producevano pubblicazioni in riviste divulgative e scientifiche, atti di convegni ecc.

Nella bibliografia delle tesi, quando è evidente il nesso, si riporta anche il riferimento della pubblicazione attinente.

### Raccolta meccanica della barbabietola da zucchero

In Italia la diffusione della coltura della barbabietola da zucchero incominciò alla fine dell'Ottocento, quando la canapa, la coltura da rinnovo tradizionale, a causa della concorrenza delle fibre tessili alternative perse il suo interesse commerciale. La componente agricola e quella industriale considerarono perciò la possibilità di introdurre questa coltura nel nord Italia. La sua espansione fu inoltre favorita dalla disponibilità di nuove superfici coltivabili messe a disposizione dagli interventi di bonifica idraulica di vaste aree della pianura del Po. All'inizio del Novecento già 20.000 ettari erano coltivati a barbabietola e, alla vigilia della prima guerra mondiale, si contavano 39 stabilimenti tra raffinerie e zuccherifici [Bentini, Martelli 2007] (Fig.1).

Fino al secondo dopoguerra la raccolta era effettuata quasi esclusivamente a mano con l'ausilio del rampino (Fig. 2) o del bidente, per l'estrazione della radice dal terreno, e con il falchetto (Fig.3) o la vangheggia (Fig.4), per lo scollettamento. Il carico del prodotto su rimorchi agricoli avveniva con forconi a punte arrotondate.



Fig. 3 Scollettamento manuale con falchetto, dopo l'estirpamento delle bietole.



Fig. 4 Scollettamento manuale con vangheggia, prima dell'estirpamento delle bietole.

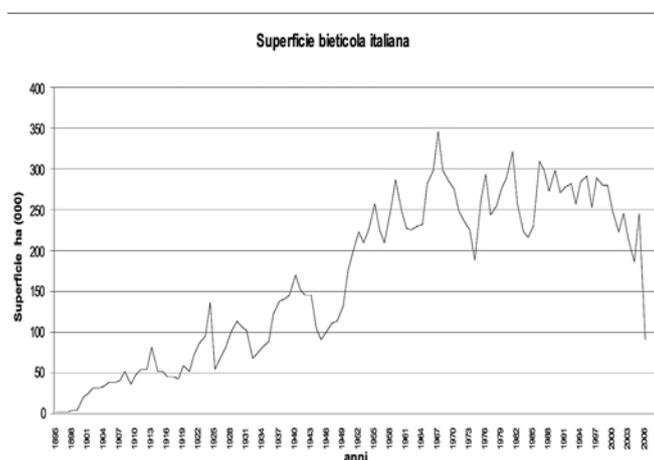


Fig. 1 Andamento della superficie coltivata a bietola in Italia fino alla crisi del 2006 con soppressione delle quote zucchero a livello comunitario. In: Bentini M., Martelli R., *La bieticoltura in Italia tra lo sviluppo ipotizzato nelle memorie della Società Agraria di Bologna e il declino odierno. Il ruolo della meccanizzazione nella evoluzione della coltura*, in: *Testimonianze accademiche - Comitato Celebrativo Nazionale per il Bicentenario dell'Accademia Nazionale di Agricoltura*, Bologna, Tipolito Tamari, 2007, pp. 201-216.

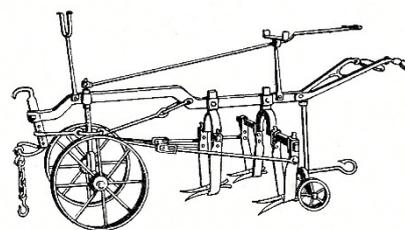


Fig. 2 Raccolta manuale con estirpamento tramite rampino.

Nei casi più evoluti si potevano utilizzare macchine semplici come scollettatrici, estirpa-allineatrici ad una fila, prima trainate da animali (Fig. 5) poi sostituiti da motocoltivatori (Fig. 6) o da trattori di piccola potenza (Fig. 7).

La superficie raccolta meccanicamente è via via aumentata a partire dal 1960 e in vent'anni si è raggiunta la quasi totalità (Fig. 8).

Dal 1965 in poi si è assistito alla differenziazione dei cantieri in riuniti e separati. Nei primi, che operavano inizialmente su una sola fila, le operazioni erano eseguite in successione su un unico mezzo (Fig. 9), mentre nei secondi erano compiute da diverse macchine che passavano in successione sulla coltura ma operavano su più file (3, 4 o 6) (Fig. 10).



Antico cavaradici Bajac.

Fig. 5 Estirpatrice a tre file a traino animale. Da: Stefanelli G., *La meccanizzazione della coltivazione della barbabietola da zucchero e delle altre colture specializzate in genere*, *Macchine e Motori Agricoli* (1951), (9); 5-55.



Fig. 6 Estirpatrice monofila trainata dal motocoltivatore.



Fig. 7 Estirpatrice monofila trainata dal trattore.

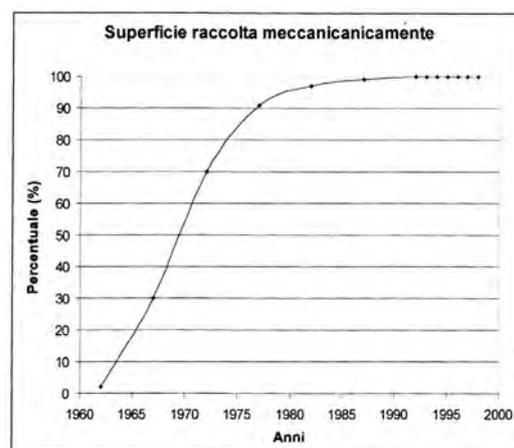


Fig. 8 Andamento della superficie raccolta meccanicamente in percentuale su quella coltivata, fino al 2000 (fonte A.N.B.).

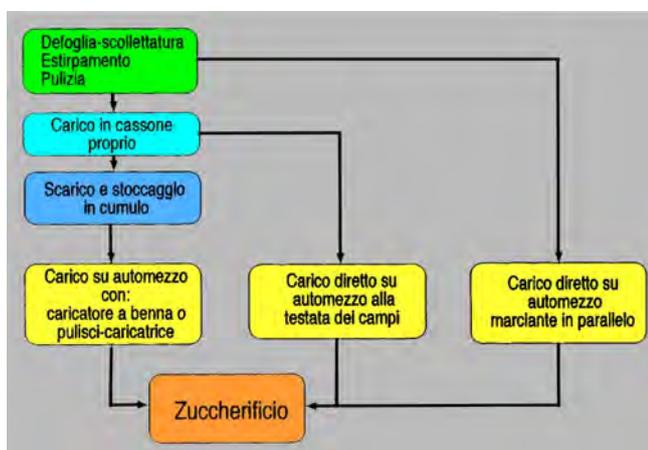


Fig. 9 Schema di raccolta con cantieri riuniti.

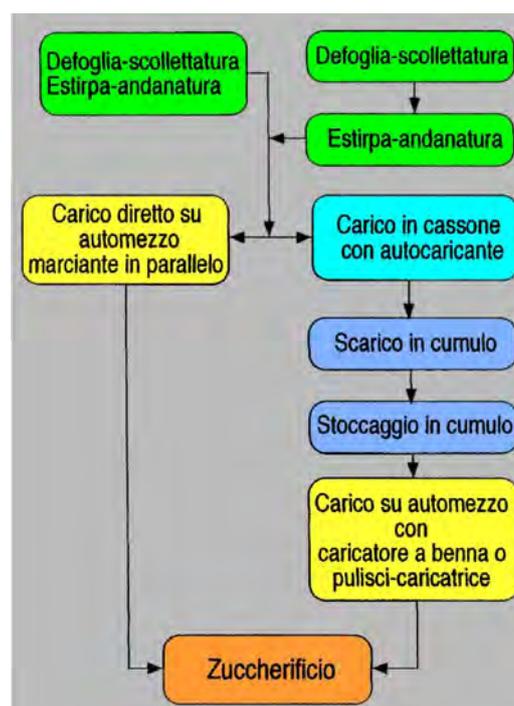


Fig. 10 Schema di raccolta con cantieri separati.

I cantieri riuniti di solito erano indirizzati verso le singole aziende, che seppure meccanizzate erano di limitata estensione, mentre quelli separati verso i contoterzisti o le cooperative, che erano gli unici utilizzatori che disponevano di un parco trattori adeguato.

Per entrambi i tipi di cantiere le fasi principali sono in successione: defogliazione, scollettamento, estirpamento, pulizia (Fig. 11).

Gli organi che eseguono la defogliazione (defogliatori) possono essere ad un unico rotore con flagelli di acciaio (Fig. 12) o a due rotori con il secondo a flagelli di gomma telata (Fig. 13) che ha la funzione di pulire la testa della bietola dalle foglie essiccate.

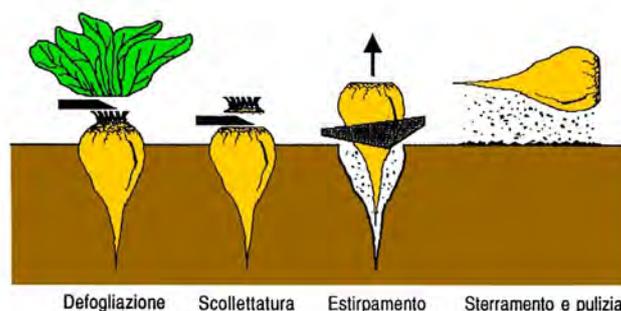


Fig. 11 Successione delle operazioni di raccolta meccanica: defogliazione (triturazione delle foglie e dei piccioli); scollettamento (taglio del colletto ad un centimetro sopra l'inserzione fogliare più bassa); estirpamento (estrazione della radice dal terreno); pulizia (eliminazione delle impurità e della terra, fine e in zolle).

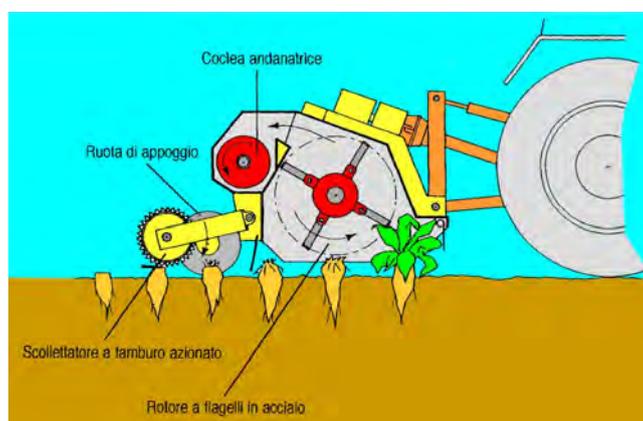


Fig. 12 Schema di defoglia-scollettatore con defogliatore ad un rotore e scollettatori con tastatori a tamburo azionato e coltello fisso.

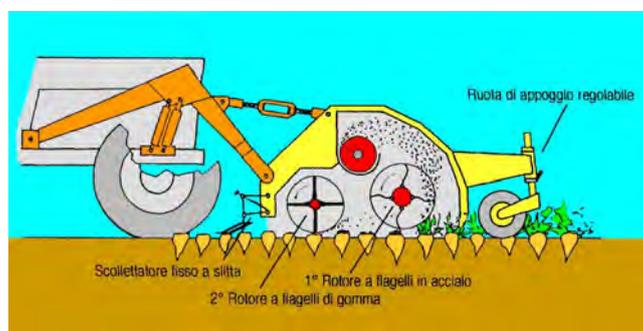


Fig. 13 Schema di defoglia-scollettatore con defogliatore a due rotori e scollettatori a tastatore a slitta e coltelli fissi.

Lo scollettamento è eseguito da un tastatore che individua la sommità della radice, ancora infissa nel terreno, e da un coltello che effettua il taglio del colletto, ad un centimetro sopra l'inserzione fogliare prossima al terreno. L'operazione può essere eseguita con:

- Tastatore fisso a slitta con coltello fisso (Figg. 13, 14).
- Tastatore a tamburo azionato con coltello fisso (Figg. 12, 15, 16).
- Tastatore fisso a slitta con coltello a disco, azionato (Fig. 17).
- Tastatore fisso a slitta con coltelli elicoidali su asse orizzontale, azionati (Fig. 18).

Le prime due soluzioni sono quelle più diffuse nei nostri ambienti.

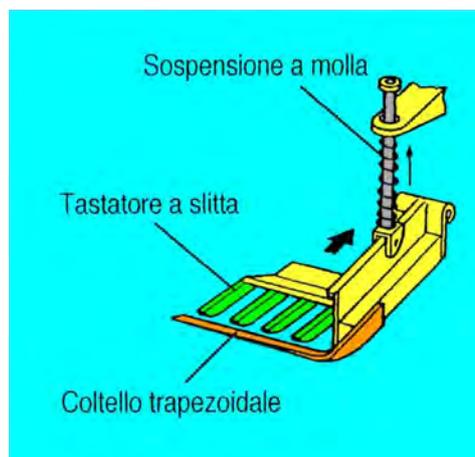


Fig. 14 Schema di scollettatore con tastatore a slitta e coltello fisso (scalper).

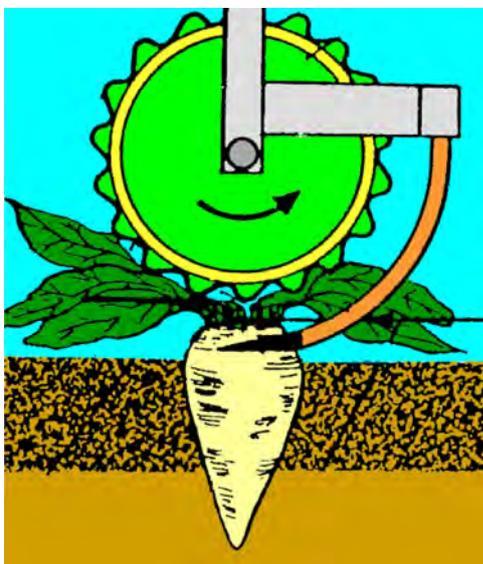


Fig. 15 Schema di scollettatore con tastatore a tamburo azionato e coltello fisso.



Fig. 16 Scollettatore con tastatore a tamburo azionato e coltello fisso.

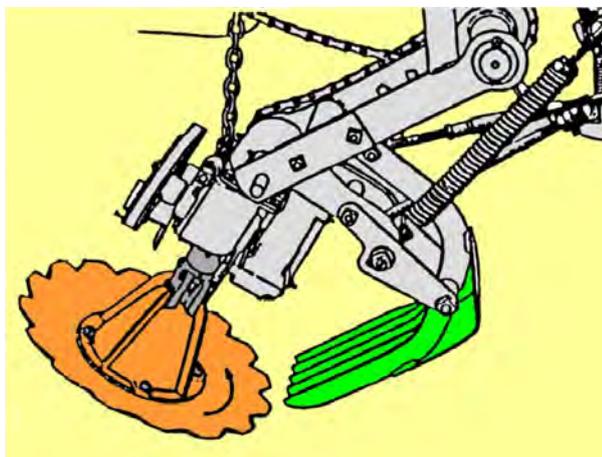


Fig. 17 Scollettatore con tastatore a slitta e coltello a disco azionato ad asse verticale.

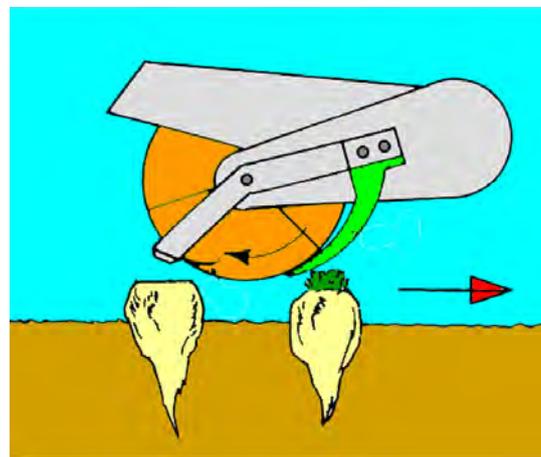


Fig. 18 Scollettatore con tastatore a slitta e coltelli elicoidali azionati su asse orizzontale.



Fig. 19 Schemi di estirpatori a punte ad angolo positivo e a vomerini ad angolo negativo.

Gli estirpatori, che si differenziano a seconda del terreno su cui opera la macchina, possono essere:

- A due punte o vomerini ad angolo positivo fissi (Fig. 19) o controrotanti (Fig. 20).
- A due ruote godronate (Fig. 21).
- A pattino e disco (Fig. 21).
- A due vomerini ad angolo misto o negativo montati su telai fissi (Fig. 19) od oscillanti (Fig. 22). Questa è la soluzione utilizzata maggiormente nei terreni italiani.

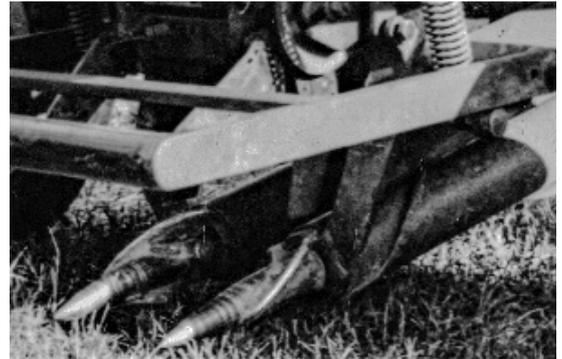


Fig. 20 Estirpatori rotanti a punte ad angolo positivo.

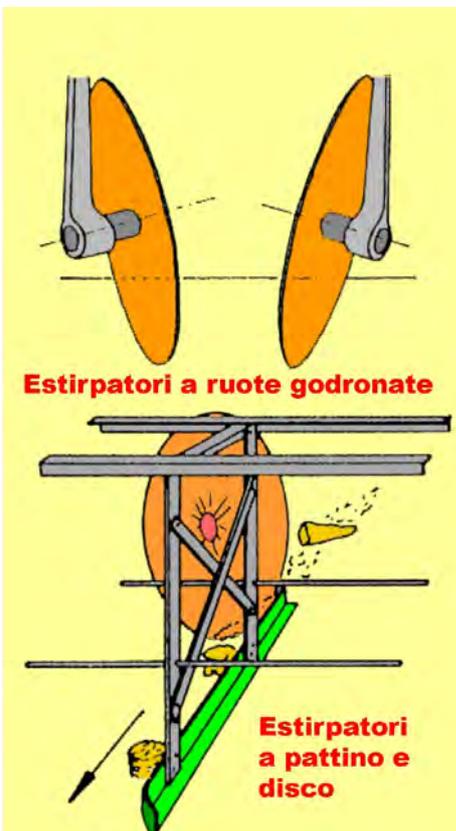


Fig. 21 Schemi di estirpatori a ruote godronate e a pattino e disco.

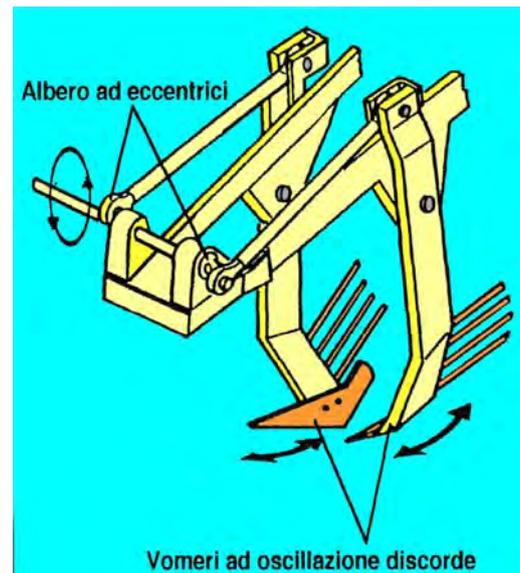


Fig. 22 Schemi di estirpatori a vomerini oscillanti.

La pulizia eseguita sulla terra aderente alla radice e sulla terra e le impurità frammiste alle bietole (pezzi di colletto, foglie essiccate, sassi ecc...) è effettuata da diversi organi utilizzati singoli o in successione. I più diffusi sono le giranti sterratrici, solitamente più di una (Fig. 23), i rulli longitudinali con risalti a spirale (Fig. 24) e i rollen-rost (stelle di gomma inserite su assi trasversali al flusso di prodotto).

Il carico delle radici, differenziato a seconda della tipologia dei cantieri, può essere effettuato o direttamente su mezzo affiancato o eseguito a punto fisso, da cumuli e andane disposte in campo. L'operazione solitamente viene effettuata con caricatori trainati a bracci idraulici dotati di benna a gabbia, oramai sostituiti dalle raccogli-pulisci-caricatrici semoventi.

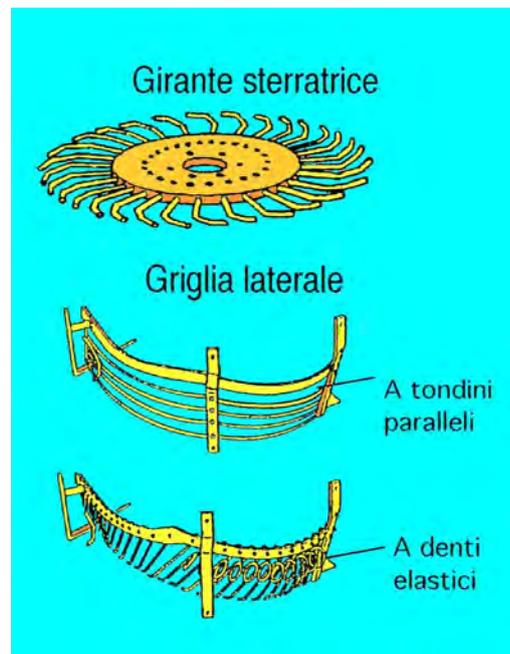


Fig. 23 Schema di pulitrice a girante sterratrice.



Fig. 24 Pulitrice a rulli spiralati.



Fig. 25 Cantiere riunito trainato ad una fila Kleine (Germania) in lavoro.



Fig. 26 Cantiere riunito trainato ad una fila Bietol Unik (Italia) in lavoro.

Lo sviluppo dei cantieri riuniti, evidenziato dall'aumento della percentuale della superficie raccolta a macchina, che dal 1975 si è attestata su circa il 60% di quella totale, è scandito dalle seguenti tappe:

- 1960 Diffusione delle prime raccogliatrici monofila trainate che eseguono il solo taglio del colletto, che può essere recuperato o lasciato sul terreno (Figg. 25, 26, 27, 28, 29)
- 1965 Introduzione di macchine semoventi con la stessa architettura (Tempo d'impiego 4-8 h/ha) (Figg. 30, 31)

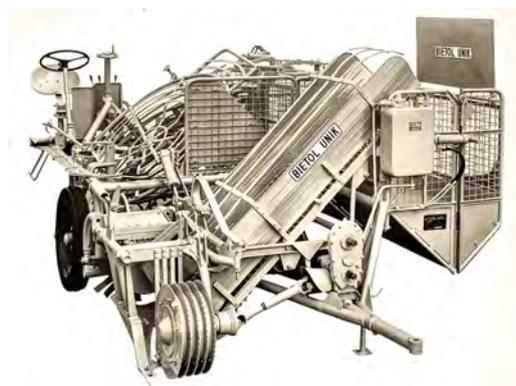


Fig. 27 Cantiere riunito trainato ad una fila Bietol Unik.



Fig. 28 Cantiere riunito trainato ad una fila Kleine in lavoro su terreni pianeggianti.



Fig. 29 Cantiere riunito trainato ad una fila Barigelli (Italia) in lavoro su terreni declivi.



Fig. 30 Cantiere riunito semovente ad una fila Barigelli (Italia).



Fig. 31 Cantiere riunito semovente ad una fila Rossi (Italia).

- 1970 In alcuni modelli di raccoglibietole semoventi vi è la possibilità di montare il defogliatore prima dello scollettatore (Figg. 32, 33) e avere le quattro ruote motrici per lavorare specialmente su terreni declivi (Fig. 34)

- 1975 Introduzione delle prime raccoglibietole semoventi bifila, con la stessa architettura di quelle monofila, che dimezzano i tempi d'impiego (2-4 h/ha) (Fig. 35)

- 1980 Diffusione anche di cantieri semoventi a tre file con l'elevatore inserito posteriormente che consente di introdurre più giranti sterratrici in successione o altri sistemi di pulizia (tempo d'impiego 1,5-3 h/ha) (Fig. 36)

Un cantiere a tre file dell'Italo-Svizzera era già stato provato dieci anni prima ma non aveva ottenuto un sufficiente interesse per la commercializzazione in Italia (Fig. 37)

- 1995 Introduzione di raccoglitrice semoventi a sei file di grande capacità di lavoro (tempo d'impiego di 0,4-1,5 h/ha) con il vantaggio di estirpare le radici prima del passaggio delle ruote della macchina, una delle cause del livello elevato della tara terra, specialmente quando la raccolta avviene su terreni con elevata percentuale di argilla (Figg. 38, 39, 40)

I primi cantieri separati che si sono diffusi erano di tipo trainato e importati dalla Francia; successivamente, come i cantieri riuniti, sono stati costruiti da industrie manifatturiere italiane che, facendoli diventare semiportati, li hanno resi più adatti ad operare nelle condizioni italiane, allora costituite da aziende di piccole dimensioni con campi di limitata estensione delimitati da fossi, terreni tendenti all'argilloso e in alcune zone declivi.

L'evoluzione dei cantieri separati, che si differenziano anche sulla base del numero di file su cui intervengono le macchine durante le diverse fasi, ha portato ad un progressivo aumento della superficie raccolta, che dal 1975 si è attestata su circa il 40% di quella totale; questi i momenti principali:



Fig. 32 Cantiere riunito semovente ad una fila Bietol Unik senza defogliatore.



Fig. 33 Cantiere riunito semovente ad una fila Bietol Unik con defogliatore.



Fig. 34 Cantiere riunito semovente ad una fila Barigelli, a quattro ruote motrici, in lavoro su terreni declivi.



Fig. 35 Cantiere riunito semovente bifila Guaresi (Italia).



Fig. 36 Cantiere riunito semovente a tre file Barigelli.



Fig. 37 Cantiere riunito semovente a tre file Italo Svizzera (Italia).



Fig. 38 Cantiere riunito semovente a sei file Barigelli.



Fig. 39 Cantiere riunito semovente a sei file Holmer (Germania).



Fig. 40 Cantiere riunito semovente a sei file Kleine con serbatoio no-stop.

- 1960 Diffusione di cantieri, a tre o sei file e tre fasi di lavoro:

scollettamento (Fig. 41);

estirpa-pulisci-andanatura delle radici (Fig. 42);

carico su mezzo di trasporto (solitamente rimorchio agricolo o autotreno) affiancato al caricatore che preleva le radici dalle andane (Fig. 43).

Lo spostamento dei colletti dalla fila è eseguito da un ranghinatore del tipo a parallelogramma o a stella posto anteriormente al trattore che esegue l'estirpa-pulisci-andanatura (Fig. 44). Cantieri simili, a quattro file, si sono affermati nelle zone bieticole meridionali.

- 1965 Introduzione di defoglia-scollettatori trainati a sei file con tastatori a slitta (scalpers) e defogliatore a due rotori (Fig. 45).

- 1970 I defoglia-scollettatori più utilizzati sono di tipo semiportato dal trattore, ad un unico rotore e con tastatori a tamburo azionato (Fig. 46) seguiti da cantieri a sei file anche nella fase di estirpamento.

- 1975 Il carico delle radici, eseguito direttamente dalle andane ai mezzi di trasporto, si evolve a causa dell'eccessivo compattamento del terreno che questa soluzione comporta, quando si lavora su terreni argillosi umidi. Si diffondono perciò carri autocaricanti che scaricano in cumuli o direttamente sui mezzi di trasporto che sostano nelle testate degli appezzamenti (Fig. 47).

- 1980 La diffusione di trattori con potenza superiore ai 100 CV (73,5 kW) e a quattro ruote motrici conduce allo sviluppo di cantieri che operano in due fasi, con il defoglia-scollettatore posto anteriormente al trattore mentre il ranghinatore e l'estirpa-pulisci-andanatore è collocato posteriormente (Fig. 48).



Fig. 41 Scollettatore a sei file.



Fig. 42 Estirpa-pulisci-andanatore a tre file.



Fig. 43 Caricatore a nastri con elevatore a facchinieri.



Fig. 44 Estirpa-pulisci-andanatore a sei file con ranghinatore anteriore.



Fig. 45 Defoglia-scollettatore con defogliatore a due rotori e scollettatori a scalpers Herriau (Francia).



Fig. 46 Defoglia-scollettatore con defogliatore a un rotore e scollettatori a tamburo azionato e coltelli fissi della ditta Fontani (Italia).



Fig. 47 Carro autocaricante, F.lli Bassi (Italia).



Fig. 48 Cantiere separato con defoglia-scollettatore anteriore ed estirpa-andanatore posteriore.

Per il carico delle radici dall'andana si utilizzano carri autocaricanti dotati di apparati di pulizia (Fig. 49).

- 1990 L'ulteriore aumento della superficie raccolta da imprese agro-meccaniche o da cooperative che dispongono di trattori dotati di guida reversibile di serie e con potenze prossime o superiori ai 200 CV (147 kW) permette l'inserimento anche del gruppo estirpa-pulisci-andanatore nella parte anteriore della macchina; si evita così il calpestamento del terreno prima dell'estrazione delle radici dal terreno (Figg. 50, 51).

Il carico delle bietole sugli autotreni, con il prodotto posto in cumuli alla testata degli appezzamenti, era inizialmente eseguito solo con caricatori a bracci idraulici (trainati, portati o semoventi) dotati di apposite benne a gabbia (Fig. 52).

Dal 1980 la pratica di sterrare ulteriormente i cumuli di bietole si diffonde anche a causa dell'introduzione di normative che equiparano la terra di scarto ai rifiuti industriali. Questa tipologia di cantiere di pulizia a punto fisso, sperimentata fin dal 1980 (Fig. 53) e successivamente reintrodotta (Fig. 54), è stata poi sostituita da raccogli-pulisci-caricatori semoventi dotati di una testata sterratrice larga fino a otto metri, di ulteriori sistemi di pulizia e di un braccio trasportatore-caricatore lungo fino a dodici metri, per poter convogliare agevolmente le radici sul mezzo di trasporto fermo sulla strada (Figg. 55, 56). Tali macchine, ancora utilizzate, sono in grado di caricare un autotreno in una decina di minuti.



Fig. 49 Carro autocaricante pulente della ditta Rimeco (Italia).



Fig. 50 Cantiere separato con defoglia-scolletta-estirpa-andanatore anteriore su trattore con guida retroversa della ditta Rimeco.



Fig. 51 Cantiere separato con defoglia-scolletta-estirpa-andanatore anteriore su trattore con guida retroversa della ditta Bargam (Italia), in lavoro sui campi limitrofi al CAAB.



Fig. 52 Caricatore semovente a bracci idraulici con benna a gabbia da bietole.



Fig. 53 Pulisci-caricatore a punto fisso del 1978.



Fig. 54 Pulisci-caricatore a punto fisso della ditta F.lli Bassi.



Fig. 55 Raccogli-pulisci-caricatore semovente della ditta Barigelli.



Fig. 56 Raccogli-pulisci-caricatore semovente della ditta Ropa (Germania).

## Ricerche e tesi sulla raccolta meccanica della barbabietola da zucchero

L'Italia è uno dei pochi paesi in cui la bieticoltura si è diffusa anche in zone collinari, caratterizzate da terreni declivi con pendenze superiori anche al 20%, da qui l'esigenza di selezionare macchine idonee alla raccolta in tali condizioni (tesi n° 534 dell'A.A. 1966/67):

Titolo: *Meccanizzazione della barbabietola da zucchero con particolare riguardo alle zone collinari*

Laureando: Cantagalli Omero

Relatore/i: Prof. Manfredi Enzo

Anno accademico: 1966/67 - N° 534

Pubblicazioni di riferimento:

Manfredi E. - Casini Ropa G., *Problemi della meccanizzazione collinare nel quadro delle manifestazioni di Macerata 1966-1967*, Atti "Convegno Macerata", Macerata, 14 febbraio 1967; 57-64.

Casini Ropa G., *Relazione tecnica sulle prove dimostrative di raccolta meccanica della barbabietola da zucchero coltivata su terreni declivi svoltasi negli anni 1965-1966-1967-1968*, "Convegno di studi sulla bieticoltura in collina : atti e relazioni", Pesaro, 30 maggio 1969; 237-261.

Fin dalla loro introduzione i cantieri nel loro complesso, le singole fasi di lavoro e gli apparati delle macchine sono stati valutati dal punto di vista della qualità del lavoro (tesi n° 809 dell'A.A. 1975/76 e n° 854 dell'A.A. 1978/79), considerata anche in funzione delle caratteristiche della coltura con particolare riguardo alla densità d'investimento e alla distribuzione delle piante sulla fila (tesi n° 528 dell'A.A. 1977/78, n° 887 dell'A.A. 1978/79, n° 492 dell'A.A. 1979/80 e n° 494 dell'A.A. 1979/80):

Titolo: *Risultati di controlli su differenti cantieri di raccolta della barbabietola*

Laureando: Bentini Marco

Relatore/i: Prof. Baraldi Gualtiero

Anno accademico: 1975/76 - N° 809

Pubblicazione di riferimento:

Bentini M., *Confronto fra diverse modalità di asportazione del verde*, C.N.R. Progetto Finalizzato per la Meccanizzazione Agricola, Subprogetto 2, Quaderno 7 (1978); 81-86.

Baraldi G., *Esame del lavoro di nuove macchine raccogli-bietole a cantieri separati*, C.N.R. Progetto Finalizzato per la Meccanizzazione Agricola, Subprogetto 2, Quaderno 7 (1978); 137-147.

Titolo: *Densità d'investimento e raccolta meccanica della barbabietola da zucchero*

Laureando: Serravalli Paolo

Relatore/i: Prof. Manfredi Enzo

Anno accademico: 1977/78 - N° 528

Pubblicazione di riferimento:

Bentini M., *Scollettamento e defogliazione della barbabietola*, L'Informatore Agrario (1979), (30); 6775-6779.

Titolo: *Esame della qualità del lavoro nella raccolta della barbabietola da zucchero*

Laureando: Grossi Mario

Relatore/i: Prof. Manfredi Enzo

Anno accademico: 1978/79 - N° 887

Pubblicazioni di riferimento:

Baraldi G., Bentini M., et al., *Regolarità del lavoro nella raccolta meccanica di barbabietole su distanziamenti programmati*, C.N.R. Progetto Finalizzato per la Meccanizzazione Agricola, Subprogetto 2, Quaderno 12 (1979); 57-66.

Amaducci M.T., Baraldi G., Venturi G., *Distribuzione delle piante, percentuale di emergenza e qualità della raccolta meccanica*, L'Informatore Agrario (1980), 36 (3); 8741-8756.

Titolo: *Raccolta della barbabietola da zucchero con estirpatori a vomeri e a dischi*

Laureando: Mengozzi Enzo

Relatore/i: Prof. Baraldi Gualtiero

Anno accademico: 1978/79 - N° 854

Pubblicazione di riferimento:

Amaducci M.T., Baraldi G., Venturi G., *Raccolta meccanica: a che punto siamo*, L'Informatore Agrario (1981), (4); 13757-13797.

Titolo: *Qualità del lavoro di raccolta della barbabietola da zucchero su distanziamenti regolari e irregolari*

Laureando: Guarnieri Gabriele

Relatore/i: Prof. Baraldi Gualtiero

Anno accademico: 1979/80 - N° 492

Pubblicazioni di riferimento:

Baraldi G., et al., *Effetti della densità di investimento sulla fisionomia della popolazione e sulla qualità della raccolta meccanica*, C.N.R. Progetto Finalizzato per la Meccanizzazione Agricola, Subprogetto 2, Quaderno 7 (1978); 65-78.

Baraldi G., et al., *Influenza della distribuzione delle piante sulla asportazione meccanica del verde*, C.N.R. Progetto Finalizzato per la Meccanizzazione Agricola, Subprogetto 2, Quaderno 7 (1978); 89-103.

Titolo: *Qualità del raccolto nella raccolta meccanica di barbabietola con differenti distanziamenti*

Laureando: Rossi Maurizio

Relatore/i: Prof. Baraldi Gualtiero

Anno accademico: 1980/81 - N° 494

Pubblicazione di riferimento:

Baraldi G., Rosso F., Candolo G., *Influence des matériels de recolte sur la qualité in Italie*, Congres d'Hiver IIRB (1984); 289-314.

La meccanizzazione integrale deve tenere conto, in ogni fase della coltivazione compresa la raccolta, oltre che degli aspetti tecnico operativi anche di quelli economici ad essi strettamente collegati.

Alcune tesi hanno perciò valutato contemporaneamente alcuni di questi aspetti facendo quindi riferimento a relatori afferenti sia alla meccanica che all'economia agrarie (tesi n° 816 dell'A.A 1977/78, n° 540 dell'A.A. 1982/83):

Titolo: *Aspetti tecnico-economici delle tare nella raccolta della barbabietola da zucchero*

Laureando: Coatti Massimo

Relatore/i: Prof. Baraldi Gualtiero, Velicogna Edoardo

Anno accademico: 1977/78 - N° 816

Pubblicazione di riferimento:

Baraldi G., *Macchine pulitrici per barbabietola: primi risultati*, C.N.R. Progetto Finalizzato per la Meccanizzazione Agricola, Subprogetto 2, Quaderno 7 (1978); 149-154.

Titolo: *Tara terra nella raccolta della barbabietola: aspetti tecnico-economici*

Laureando: Andreghetti Giancarlo

Relatore/i: Prof. Amadei Giorgio, Baraldi Gualtiero

Anno accademico: 1982/83 - N° 540

Pubblicazione di riferimento:

Baraldi G., et al., *Meccanizzazione della raccolta della barbabietola da zucchero*, C.N.R. Progetto Finalizzato per la Meccanizzazione Agricola, Subprogetto 2, Quaderno di sintesi 9 (1981); 1-63.

## Raccolta meccanica del pomodoro da industria

In Italia la raccolta meccanica del pomodoro, destinato prevalentemente all'industria conserviera, si è concretamente diffusa a partire dal 1980. La zona in cui si è sviluppata è la Pianura Padana, in cui si era già da tempo affermata la raccolta meccanica di altre colture industriali.

La raccolta meccanica si è potuta sviluppare quando oltre alla macchina sono state introdotte varietà di pomodoro adattate alle sue esigenze. Le prime esperienze sono state eseguite dall'Università della California (USA), con raccogliatrici Blackwelder (Fig. 57) o FMC e cultivar U.C. e derivate, caratterizzate da piante a sviluppo determinato e bacche a maturazione contemporanea con esocarpo irrobustito per resistere agli urti durante le operazioni meccaniche, oltre che di raccolta, anche di movimentazione e trasporto.

I cantieri, con diverso livello di meccanizzazione, possono utilizzare:

- Macchine scuotitrici in cui diversi operatori precedono la macchina ed eseguono il taglio e il caricamento della pianta su nastri. La scuotitrice, trainata dal trattore, effettua il convogliamento, la separazione delle bacche dalla pianta, l'eliminazione della parte aerea e il carico sul mezzo di trasporto.

- Macchine raccogli-scuotitrici che fanno parte di un cantiere in due fasi in cui il taglio della pianta è eseguito da un attrezzo a una o due lame, agganciato all'attacco a tre punti del trattore (Figg. 58, 59). Il prodotto viene lasciato in andana per una parziale essiccazione. La raccogliitrice tramite un pick-up carica le andane ed esegue tutte le operazioni successive fra cui la cernita manuale a bordo.

- Macchine falcia-scuotitrici senza selezione a bordo. In Italia un'unica ditta (BS, ex BTS) produceva una falcia-scuotitrice di questo tipo in cui il cantiere eseguiva la raccolta e la selezione in fasi separate. La macchina semovente e dotata di semicingoli effettuava il taglio, il distacco delle bacche e il convogliamento del prodotto in un contenitore stagno, caricato su un rimorchio che procedeva affiancato (Fig. 60).

La seconda fase consisteva nello scarico del prodotto, eseguito idraulicamente, in centri di lavaggio e cernita localizzati in prossimità delle coltivazioni di pomodoro (Figg. 61, 62).



Fig. 57 Macchina falcia-scuotitrice semovente senza selezione a bordo della ditta Blackwelder (USA).



Fig. 58 Attrezzo a due lame per il taglio della pianta di pomodoro, portato dal trattore.



Fig. 59 Attrezzo per il taglio della pianta di pomodoro in lavoro.



Fig. 60 Macchina falcia-scuotitrice semovente senza selezione a bordo della ditta BTS (Italia).



Fig. 61 Scarico idraulico del pomodoro dal rimorchio alle vasche di lavaggio (BTS Italia).



Fig. 62 Selezione manuale del pomodoro proveniente dalle vasche di lavaggio.

- Macchine falcia-scuotitrici con selezione a bordo. Il cantiere si è affermato nelle zone ad alta meccanizzazione. Le macchine, che inizialmente erano di tipo trainato e orientate verso le piccole e medie aziende (Fig. 63), si sono poi evolute in semoventi a trazione integrale con pneumatici a bassa pressione e adatte alla raccolta di vaste superfici (Fig. 64).

Gli operatori che eseguivano inizialmente tutta la selezione a bordo, eliminando dal piano di cernita le impurità e il prodotto non commerciale (spaccato o immaturo) (Fig. 65), sono stati via via sostituiti da uno o più selezionatori automatici a controllo optoelettronico (Fig. 66).

Le varie tappe conseguite si possono così sintetizzare:

- 1960 si afferma la raccolta meccanica in California;
- 1970 importazione di alcune semoventi americane in Italia;
- 1980 le ditte manifatturiere italiane producono le prime raccogliatrici integrali con e senza selezione manuale a bordo;
- 1990 installazione delle selezionatrici elettroniche per il riconoscimento delle bacche mature; si diffondono i sistemi di scuotimento a raggi oscillanti che rispettano il prodotto.

La qualità del prodotto raccolto viene influenzata dall'intervento in successione dei diversi organi lavoranti. Nelle falcia-scuotitrici essi sono:

- testata raccogliitrice costituita generalmente da una barra falciante senza controlama (Fig. 67), al di sopra della quale possono agire delle dita oscillanti verticalmente e un convogliatore ad aspo, a nastro o a palette di gomma;

altri sistemi sono a lama semicircolare oscillante orizzontalmente (Fig. 68) e a dischi controrotanti (Fig. 69);

- apparato di distacco delle bacche dalla pianta che nel tempo si è evoluto a favore di sistemi sempre meno aggressivi. Inizialmente era composto da elementi (barre) che operavano sul flusso di prodotto con oscillazioni verticali, simili a quelle degli scuotipaglia delle mietitrebbie (Fig. 70);



Fig. 63 Falcia-scuotitrice trainata con selezione a bordo della ditta Coop-Mes (Italia), in lavoro.



Fig. 64 Falcia-scuotitrice semovente con selezione a bordo della ditta BS (Italia).



Fig. 65 Nastro di cernita di una falcia-scuotitrice con selezione a bordo.



Fig. 66 Selezionatore automatico a controllo optoelettronico di falcia-scuotitrice con selezione a bordo.



Fig. 67 Barra di taglio a lama falciante senza controlama.



Fig. 68 Barra di taglio a lama oscillante.



Fig. 69 Barra di taglio a dischi controrotanti.



Fig. 70 Apparato scuotitore a barre oscillanti sul piano verticale.



Fig. 71 Apparato scuotitore a dita di gomma oscillanti sul piano orizzontale.



Fig. 72 Apparato scuotitore rotativo con flagelli flessibili e movimento di avanzamento oscillante; il flusso delle piante scorre dal basso.



Fig. 73 Schema di apparato scuotitore rotativo a due rotori con flagelli flessibili e movimento di avanzamento oscillante; il flusso delle piante scorre dall'alto.

Successivamente sono stati introdotti scuotitori dotati di dita di gomma a oscillazione orizzontale alternata (Fig. 71) e successivamente a uno o due rotori a flagelli flessibili e movimento di avanzamento oscillante, in cui il flusso delle piante poteva scorrere dal basso o dall'alto (Fig. 72, 73);

- dispositivi di pulizia e convogliamento;
- nastro di cernita manuale o automatica;
- contenitore di raccolta.

La qualità del prodotto che arriva all'industria conserviera è anche influenzata dalle fasi post-raccolta (movimentazione e trasporto). L'evoluzione ha portato a eliminare i travasi intermedi fra rimorchi di campo e mezzi di trasporto su strada, tramite ribaltine (Fig. 74) o vasche, e a ridurre le altezze di carico nei cassoni degli automezzi.

In base a queste indicazioni l'industria conserviera ha poi messo a punto dei cassoni pallettizzati, costruiti in lamiera inossidabile e stagni, che vengono riempiti allo scarico della macchina raccoglitrice (Fig. 75).

Le successive fasi di movimentazione e carico sui mezzi per il trasporto all'industria vengono effettuate con elevatori a forche (Fig. 76), senza che il prodotto subisca ulteriori trasbordi.



Fig. 74 Ribaltina per il travaso dei pomodori dal rimorchio agricolo agli autotreni.



Fig. 75 Cassoni pallettizzati, in acciaio inossidabile, caricati sull'autotreno.



Fig. 76 Cassone pallettizzato, in acciaio inossidabile, durante la movimentazione con elevatore a forche.

## Ricerche e tesi sulla raccolta meccanica del pomodoro da industria

Inizialmente le tesi hanno riguardato i cantieri di raccolta nel loro complesso, seguendo il diffondersi delle macchine sia per la raccolta che per le altre operazioni colturali, in cui fondamentale era la semina (tesi n° 888 dell'A.A. 1981/82, n° 561 dell'A.A. 1982/83, n° 541 dell'A.A. 1982/83). La qualità del lavoro è stata valutata anche in funzione delle diverse cultivar che venivano successivamente introdotte nel nostro paese:

Titolo: *Raccolta del pomodoro da industria: situazione e sviluppi della meccanizzazione*

Laureando: Candolo Giovanni

Relatore/i: Prof. Manfredi Enzo

Anno accademico: 1981/82 - N° 888

Pubblicazioni di riferimento:

Manfredi E., *Meccanizzazione della raccolta delle produzioni industriali e ortive : bilancio di 5 anni di attività sperimentale*, in: *Atti del Simposio internazionale su Meccanizzazione della raccolta delle produzioni foraggere, ortive, industriali e arboree, Bologna, 11-12 novembre 1981*; 9-11.

Manfredi E., *Meccanizzazione della raccolta delle produzioni industriali e ortive*, *Macchine e Motori Agricoli* (1982), (3); 155-172.

Titolo: *Raccolta del pomodoro da industria con macchina automatica (prove con macchina semovente e cernita separata)*

Laureanda: Servadio Pieranna

Relatore/i: Prof. Manfredi Enzo

Anno accademico: 1982/83 - N° 561

Pubblicazioni di riferimento:

Manfredi E., Bentini M., Guarnieri A., *Problematiche e risultati di prove nella meccanizzazione del pomodoro da industria*, *L'Informatore Agrario* (1984), (42); 83-93.

Manfredi E., Bentini M., Guarnieri A., *Raccogliatrice per pomodoro BS 79*, *Macchine e Motori Agricoli* (1984), (11); 111-114.

Titolo: *Aspetti meccanici della raccolta del pomodoro da industria (prove di una macchina automatica trainata)*

Laureando: Angelini Enzo

Relatore/i: Prof. Manfredi Enzo

Anno accademico: 1982/83 - N° 541

Pubblicazioni di riferimento:

Manfredi E., Bentini M., Guarnieri A., *Raccogliatrice per pomodoro Coopmes TI 822*, *Macchine e Motori Agricoli* (1984), (1); 41-46.

Manfredi E., Bentini M., Guarnieri A., *Problematiche e risultati di prove nella meccanizzazione del pomodoro da industria*, *L'Informatore Agrario* (1984), (42); 83-93.

In seguito la ricerca e le conseguenti tesi hanno affrontato aspetti più specifici del lavoro di raccolta valutando la qualità del prodotto in relazione ai diversi parametri di funzionamento di uno scuotitore ad oscillazioni verticali (tesi n° 894 dell'A.A. 1984/85, n° 895 dell'A.A. 1985/86, 1065 dell'A.A. 1985/86, n° 527 dell'A.A. 1986/87):

Titolo: *Analisi sperimentale su uno scuotitore longitudinale per una raccogliitrice di pomodoro*

Laureando: Grasso Marco Valerio

Relatore/i: Prof. Manfredi Enzo

Anno accademico: 1984/85 - N° 894

Pubblicazione di riferimento:

Bentini M., Guarnieri A., Manfredi E., *Influenza delle ampiezze e delle frequenze di oscillazione dell'apparato scuotitore di una raccogliitrice per pomodoro da industria*, Ingegneria Agraria (1985), (2); 65-72.

Titolo: *Efficienza di separazione per scuotimento del pomodoro*

Laureando: Mazzali Guido

Relatore/i: Prof. Manfredi Enzo

Anno accademico: 1985/86 - N° 895

Pubblicazione di riferimento:

Bentini M., Guarnieri A., *Caratteristiche di funzionamento dell'apparato scuotitore di una raccogliitrice di pomodoro in funzione della maturazione delle bacche, del flusso di prodotto e della frequenza*, Rivista di Ingegneria Agraria (1987), (3); 169-175.

Titolo: *Analisi delle caratteristiche fisico meccaniche delle bacche di pomodoro in diverse epoche di maturazione*

Laureando: Pozzati Mario

Relatore/i: Prof. Manfredi Enzo

Anno accademico: 1985/86 - N° 1065

Pubblicazione di riferimento:

Bentini M., Guarnieri A., *Caratteristiche di funzionamento dell'apparato scuotitore di una raccogliitrice di pomodoro in funzione della maturazione delle bacche, del flusso di prodotto e della frequenza*, Rivista di Ingegneria Agraria (1987), (3); 169-175.

Titolo: *Influenza delle ampiezze e delle frequenze di oscillazione dell'apparato scuotitore di una raccogliitrice per pomodoro da industria*

Laureando: Telloli Rodolfo

Relatore/i: Prof. Manfredi Enzo

Anno accademico: 1986/87 - N° 527

Pubblicazione di riferimento:

Bentini M., Guarnieri A., Manfredi E., *Influenza delle ampiezze e delle frequenze di oscillazione dell'apparato scuotitore di una raccogliitrice per pomodoro da industria*, Ingegneria Agraria (1985), (2); 65-72.

La fase post-raccolta di movimentazione e trasporto, che influenza la qualità e la quantità di prodotto che giunge all'industria, è stata considerata nella tesi n° 896 dell'A.A. 1989/90:

Titolo: *Trasporto del pomodoro post-raccolta meccanica: valutazione dei danni subiti dal prodotto*

Laureando: Carlotti Guido

Relatore/i: Prof. Manfredi Enzo

Anno accademico: 1989/90 - N° 896

Pubblicazione di riferimento:

Bentini M., Guarnieri A., Manfredi E., *Analisi teorico-sperimentale delle rotture delle bacche durante la raccolta, la movimentazione e il trasporto del pomodoro da industria*, Rivista di Ingegneria Agraria (1992), (2); 116-126.

## Raccolta meccanica della patata

La provincia di Bologna e, in generale, la regione Emilia-Romagna sono storicamente zone vocate per la produzione della patata e le piccole industrie manifatturiere, situate attorno alle zone di produzione, si sono cimentate nella costruzione di piccole attrezzature da raccolta, come le scava-allineatrici (Fig. 77), che poi hanno dato origine a macchine più complesse con selezionatori a bordo (Fig. 78).



Fig. 77 Macchina scava-allineatrice semiportata.



Fig. 78 Macchina trainata scava-raccoglitrice con selezione a bordo tramite prelevamento del prodotto commerciale dal nastro di cernita.

La loro iniziale diffusione era dovuta alla loro economicità e perché adatte a lavorare su piccole superfici, anche in zone declivi, come spesso sono tuttora quelle italiane.

Le macchine raccoglitrici, a diverso grado di meccanizzazione, si possono suddividere in:

- Aratri scavatuberi che eseguono solo il sollevamento dei tuberi dal suolo senza altre operazioni, che devono essere eseguite poi manualmente.
- Scava-allineatrici che estraggono i tuberi dal terreno, eliminano la terra per scuotimento e allineano il prodotto in andane (Fig. 77). Esse presuppongono la successiva raccolta manuale e il carico in sacchi, cassette o cassoni pallettizzati. Una soluzione che si è diffusa successivamente è stata quella di utilizzare una macchina raccoglitrice, senza selezione a bordo e dotata di pick-up che preleva il prodotto dall'andana e lo scarica su un automezzo affiancato (raccolta in due fasi).
  - Scava-raccoglitrici senza selezione a bordo, a una o due file, che caricano direttamente sul mezzo di trasporto, eseguendo una semplice pulizia della terra setacciabile. La selezione avviene successivamente in centri aziendali o in quelli di conservazione e confezionamento (raccolta in due fasi).
  - Scava-raccoglitrici con selezione a bordo che hanno tavole di cernita con pedane per alloggiare gli operatori. Questa categoria comprende macchine più o meno complesse, semoventi e trainate (Figg. 78, 79, 80), a una o due file, che possono montare diversi organi in successione per velocizzare l'operazione manuale.

Schematicamente si possono dividere in base alla selezione manuale sulla tavola di cernita che può essere eseguita:

- prelevando il prodotto commerciale (tuberi sani e di misura) poi caricato nei contenitori per il trasporto (Fig. 78)
- eliminando le impurità (terra, parti epigee della pianta, tuberi danneggiati, ecc.) poi scaricati a terra (Fig. 81).

Il secondo sistema è più rapido ed è quello che si è diffuso nelle raccoglitrici di ultima generazione, che possono lavorare su una o più file e adattarsi a differenti condizioni del terreno e della coltura, potendo essere allestite con diversi dispositivi di pulizia e selezione (capacità operative di 0,4-1,0 ha/giorno, monofila; 1,2-2,0 ha/giorno, bifila).



Fig. 79 Macchina trainata scava-raccoglitrice con selezione a bordo tramite prelevamento delle impurità e del prodotto non commerciale (tuberi sottomisura, tagliati, marci, ecc.) dal nastro di cernita.



Fig. 80 Macchina semovente scava-raccoglitrice con selezione a bordo tramite prelevamento delle impurità e del prodotto non commerciale dal nastro di cernita.



Fig. 81 Nastro di cernita con prelevamento delle impurità e del prodotto non commerciale.

Gli apparati sempre presenti sono: l'apparato di scavo (Fig. 82), il nastro di trasporto e vagliatura (dalla terra fine), il nastro di cernita, il nastro trasportatore che convoglia i tuberi nei sistemi di accumulo.

Il prodotto commerciale, che in passato era direttamente insaccato, può essere contenuto in serbatoi o direttamente in cassoni pallettizzati (bins) che vengono poi scaricati sul campo. Anche le macchine con contenitori propri scaricano successivamente, tramite nastri dotati all'uscita di deceleratori, in cassoni pallettizzati alla testata degli appezzamenti (Fig. 83), i quali vengono poi movimentati da elevatori a forche e trasportati da mezzi stradali con pianali di carico (Fig. 84).

Le macchine più sofisticate hanno poi organi per l'eliminazione degli steli e delle infestanti, elevatori per convogliare il prodotto al livello del piano di cernita, nastri per eliminare le zolle di terra (a riccio) (Fig. 85) e rulli di calibratura per espellere i tuberi sottomisura (Fig. 86).



Fig. 82 Apparato di scavo con vomere, tastatore superiore e coltelli a disco laterali.



Fig. 83 Macchina trainata scava-raccogliatrice con selezione a bordo durante lo scarico del prodotto nei bins.



Fig. 84 Allestimento dei bins pronti per essere riempiti e caricati tramite sollevatore a forche sugli autotreni.



Fig. 85 Organi sterratori in gomma (a riccio) per l'eliminazione della terra in zolle.



Fig. 86 Nastro di cernita con rulli scanalati per l'eliminazione dei tuberi sottomisura e delle piccole zolle di terra.

### Ricerche e tesi sulla raccolta meccanica della patata

L'evoluzione delle raccogliatrici e degli organi di lavoro delle macchine da raccolta meccanica della patata è sviluppata nella tesi n° 559 dell'A.A. 1982/1983:

Titolo: *Raccolta della patata: macchine e risultati di prove*

Laureando: Santilli Dante

Relatore/i: Prof. Baraldi Gualtiero

Anno accademico: 1982/83 - N° 559

Pubblicazione di riferimento:

Bentini M., *Macchine e attrezzature per la semina e la raccolta delle patate*, L'Informatore Agrario (1983), (29); 26777-26788.

Marco Bentini  
*Ordinario Accademia Nazionale di Agricoltura,  
 ex Professore Ordinario di Meccanica Agraria  
 Alma Mater Studiorum-Università di Bologna*

## Tra storia e bibliografia: note sul tema della meccanica e della meccanizzazione agricola

### Premessa

L'organizzazione e lo svolgimento di una mostra documentaria – dai prevalenti contenuti iconografici – su uno specifico tema di meccanizzazione agricola fornisce l'opportunità e, al contempo, richiede la predisposizione di una nota di inquadramento storico-bibliografico su più generali questioni di meccanica agraria e meccanizzazione agricola. L'intento è anche quello di far conoscere e valorizzare una parte del patrimonio bibliografico oggi presente nella Biblioteca centrale di Agraria dell'Università di Bologna: quella parte – storicamente e culturalmente preziosa – che riguarda il “giacimento” delle ex biblioteche di Istituto. Ciascuna di queste strutture, nel contesto tradizionale dell'organizzazione universitaria – prima, dunque, della progressiva affermazione del modello dipartimentale – possedeva infatti una propria biblioteca specializzata, dalle dimensioni tutt'altro che modeste, formatasi nel corso di alcuni decenni e caratterizzata da un rilevante e riconoscibile impianto culturale.

La maggior parte dei testi qui rapidamente descritti fa dunque prevalente riferimento al materiale già posseduto dalla biblioteca dell'Istituto di Meccanica agraria dell'ateneo bolognese, non dimenticando altre ex biblioteche di Istituto (ad esempio quelle di Estimo e di Genio rurale), il cui materiale è oggi ugualmente presente nella Biblioteca centrale. Quanto alla selezione dei testi, questa ha seguito in primo luogo un criterio tematico: si è infatti cercato di dare risalto, naturalmente nell'ambito delle competenze storiografiche dello scrivente, ad alcuni momenti di svolta nello sviluppo della meccanica agraria in Italia. Nello stesso tempo, nel redigere la presente nota, si è rispettato anche un criterio cronologico: i materiali qui citati coprono infatti un periodo che va dalla seconda metà degli anni '20 ai primi anni '80 del XX secolo.

### Tra due guerre mondiali

Risale al 1928 il primo contributo qui preso in considerazione: si tratta degli *Atti del I. Convegno Nazionale del Trattore e del Motore Agricolo*, svoltosi a Padova<sup>1</sup>. Come è noto in sede storiografica, già negli anni '10 del XX secolo alcune aree del Paese – quelle soggette a un più intenso sviluppo produttivo ed economico, là dove uno studioso come Emilio Sereni individuava la presenza di rilevanti dinamiche capitalistiche<sup>2</sup> – avevano visto un tangibile progresso nella meccanizzazione agricola; ma solo sul finire degli anni '20 queste dinamiche tendono a estendersi anche al di fuori dell'area centro-settentrionale. Appare quindi tutt'altro che casuale che solo nel maggio 1932 si riesca a organizzare, a Roma, il primo *Congresso nazionale di meccanica agraria*<sup>3</sup>.

Riflessi di queste tematiche si hanno, naturalmente, anche nell'attività universitaria: ed è significativo che nell'anno accademico 1933-34 si discuta, presso l'allora Regio Istituto superiore di Agraria<sup>4</sup>, una tesi di laurea sullo sviluppo della meccanica agraria in Sicilia<sup>5</sup>, una regione – quest'ultima – già allora di notevole importanza nel panorama agro-industriale italiano. Sempre negli anni '30, risulta di particolare interesse un'altra iniziativa congressuale: un convegno di «ingegneria applicata all'agricoltura», svoltosi a Siena nell'agosto 1935, a margine – e anche questo è un aspetto significativo – di una mostra-mercato di ambito vinicolo<sup>6</sup>.

Il tema della meccanizzazione dell'agricoltura acquista crescente rilevanza negli anni immediatamente successivi: e, per quanto concerne le attività editoriali, si segnala l'uscita di periodici specializzati, come «La Rivista di meccanica agraria. Rassegna di meccanica applicata all'agricoltura», nata nel 1937 per poi trasformarsi, l'anno successivo, in «Rivista di tecnica agraria». Questa testata sarà pubblicata fino al 1943, quando – come buona parte dell'editoria specializzata, sia tecnico-professionale che accademica – sarà costretta a sospendere l'attività per l'aggravarsi delle contingenze belliche.



*Atti del I. Convegno Nazionale del Trattore e del Motore Agricolo*, Stab. Grafico Polacco & Rizzatti, Venezia 1928 (collocazione: MECCANIC/S 1733)

## Dopoguerra e ricostruzione

Il tema della meccanizzazione del lavoro agricolo si ripropone con forza all'indomani del secondo conflitto mondiale; è noto infatti come l'agricoltura sia stato il settore produttivo che aveva subito i maggiori danni<sup>7</sup> durante una guerra che – soprattutto nel periodo 1943-1945 – aveva trasformato ampie zone del territorio nazionale in campo di battaglia. Non stupisce quindi che, nel fervente periodo della ricostruzione postbellica, già nel giugno 1947, si tenga a Milano un *Congresso nazionale per lo sviluppo della meccanizzazione agraria*<sup>8</sup>.

Nei primi anni '50, quando i passi principali della ricostruzione sono già avvenuti, Roma ospita una esposizione internazionale di agricoltura e, in quel contesto, si realizza non solo una rassegna internazionale delle trattrici agricole in quel momento disponibili sul mercato, ma anche una «mostra retrospettiva della meccanica agraria»<sup>9</sup>: una iniziativa, quest'ultima, ricca di spunti di interesse storico soprattutto sul periodo che va dal 1820 al 1920, inquadrato come «un secolo di progresso della meccanica agraria»<sup>10</sup>.

In un'altra regione strategica dell'agricoltura italiana, la Puglia, si svolgono alcune importanti iniziative nell'ambito di manifestazioni fieristiche. Ad esempio a Bari, durante la Fiera del Levante, di svolge nel settembre 1955 un importante convegno – sotto il patronato del Consiglio nazionale delle ricerche – sullo stato della meccanizzazione agricola, i cui atti sono pubblicati in due volumi<sup>11</sup>; un'altra importante città della regione, Foggia, ospita nel 1962 – sempre nell'ambito di una manifestazione fieristica – un convegno sulle principali novità che nel frattempo sono emerse nel settore delle macchine agricole<sup>12</sup>. Non sfugge all'analisi storica come queste ultime iniziative si collochino in un arco di tempo che sostanzialmente coincide con il periodo principale del cosiddetto *boom* economico italiano, a sua volta portatore di rilevanti fenomeni di modernizzazione sociale e culturale<sup>13</sup>.

Malgrado ciò, in alcune aree del Paese la meccanizzazione agricola stenta ancora a decollare in misura soddisfacente: non a caso negli anni '60 è attivo un Comitato nazionale per lo Sviluppo della meccanizzazione agricola, che nel 1965 pubblica una agile rassegna delle principali novità emerse nel *XVIII salone della Macchina agricola*, svoltosi a Verona tra il 14 e il 22 marzo di quell'anno<sup>14</sup>. È noto agli specialisti - ed è forse superfluo precisarlo - come la città veneta si segnali storicamente, prima e dopo questa iniziativa, come località strategica nel campo delle attività espositive e fieristiche legate all'agricoltura.

Importante, nel corso degli anni '70, è il ruolo svolto dal Consiglio nazionale delle ricerche in sede di analisi e promozione dei processi di meccanizzazione agricola, nell'ambito di un Progetto finalizzato che dà luogo a numerose pubblicazioni settoriali<sup>15</sup> tra le quali segnaliamo, a titolo esemplificativo, un interessante studio sulla meccanizzazione nell'ambito della raccolta degli agrumi<sup>16</sup>.

Sempre agli anni '70 risalgono altri, significativi incontri di studio: nel marzo 1977 è l'Istituto di Meccanica agraria dell'Università di Bari a organizzare una giornata di studi, che ha come principale tema di riferimento la «raccolta meccanica dell'uva da vino»<sup>17</sup>. Ricordando il particolare interesse rivestito dalla meccanizzazione agricola nei terreni della viticoltura e dell'enologia, è utile, in proposito, accennare anche agli atti di un importante convegno – svoltosi nel giugno 1978 a Firenze – sul tema della meccanizzazione delle operazioni di vendemmia<sup>18</sup>; il convegno si svolge sotto l'egida sia del Cnr sia dell'Accademia dei Georgofili, in quel periodo presieduta da un esperto di meccanica agraria quale Giuseppe Stefanelli<sup>19</sup>.

Altro aspetto di rilievo, anch'esso già accennato in precedenza, è quello del confronto internazionale; sembra quindi opportuno concludere questo



*Esposizione internazionale dell'agricoltura, Roma. Mostra retrospettiva della meccanica agraria e rassegna internazionale della trattrice agricola. Guida-catalogo, Arti grafiche Menaglia, Roma 1953 (collocazione: BARRILIS - SCA 97 - 182)*



*Primo Convegno sulle "novità" nel campo delle macchine agricole. Fiera di Foggia, 8 maggio 1962, A.B.E.T.E., Roma 1963 (collocazione: MECCANIC/5 869)*

agile excursus storico-bibliografico con un riferimento ad un convegno, organizzato dalla «Unione nazionale costruttori macchine agricole», rivolto sia a fare il punto sullo sviluppo della meccanica agraria nel nostro Paese che a prestare attenzione alle omologhe dinamiche che caratterizzano lo scenario internazionale<sup>20</sup>.

### Conclusioni

Tra i testi che si sono presi in esame in queste pagine, sembrano di particolare rilevanza – in prospettiva storica – quelli che fanno riferimento al periodo 1928-1965, poiché conducono dalla prima fase di diffusione della meccanica agraria al suo ulteriore dispiegarsi all'indomani della più intensa fase dello sviluppo economico italiano. Ma, in un'ottica di valorizzazione del patrimonio storico-bibliografico proveniente dalle ex biblioteche di Istituto, non minore interesse rivestono i testi più recenti – risalenti agli anni '70 e '80 – che “fotografano” l'ulteriore stato di avanzamento della meccanizzazione nella realtà agricola italiana. Tratto comune dei materiali bibliografici presi in esame è quello di fare riferimento a giornate di studio, a iniziative congressuali, nonché ad attività fieristiche, dalle quali emerge non solo il progredire della meccanizzazione agricola ma anche la più generale vicenda dell'agricoltura italiana, in rapporto anche ai soggetti pubblici e privati che ne accompagnano le sorti nei diversi periodi storici.



Comitato Nazionale per lo Sviluppo della Meccanizzazione Agricola, *Novità del XVIII salone della Macchina agricola. Verona, 14-22 marzo 1965*, s.i.e. [1965] (collocazione: GENIO/S 1823)

Francesco Casadei  
*Biblioteca di Agraria "Gabriele Goidanich"*  
*Alma Mater Studiorum - Università di Bologna*

### Note

1 *Atti del I. Convegno Nazionale del Trattore e del Motore Agricolo*, Stab. Grafico Polacco & Rizzatti, Venezia 1928.

2 Cfr. Emilio Sereni, *Il capitalismo nelle campagne (1860-1900)*, Einaudi, Torino 1968 (2a edizione).

3 *Atti del I° Congresso nazionale di meccanica agraria. Roma 12-14 maggio 1932*, Stab. Tipo-Rotocalcografico "Arte della stampa", Roma 1932.

4 Questa la denominazione assunta dalla Scuola superiore di Agraria dopo la riforma Gentile; come è noto, l'inaugurazione della Facoltà di Agraria si avrà solo con l'anno accademico 1935-36, sotto la guida di Giuseppe Tassinari: cfr. Francesco Casadei, *Dalla prima cattedra di «Agraria» al DISTAL: appunti su un lungo percorso storico (1803-2018)*, «DISTAL informa. Newsletter del Dipartimento di Scienze e tecnologie agro-alimentari», luglio 2019.

5 Giuseppe Montesanto, *Stato attuale della meccanica agraria in Sicilia*, Tesi di laurea, Regio Istituto superiore agrario di Bologna, anno accademico 1933-34. Il relatore della tesi (anch'essa conservata presso la Biblioteca di Agraria) è Umberto Lodi, incaricato dell'insegnamento di Topografia e meccanica agraria.

6 *Atti del Convegno Nazionale dell'ingegneria applicata all'Agricoltura. In occasione della IIa mostra mercato dei vini tipici d'Italia*, Tipografia dell'Ancora, Siena 1936.

7 Cfr. Franco Amatori, Andrea Colli, *Impresa e industria in Italia dall'Unità a oggi*, Marsilio, Venezia 1999, p. 193.

8 *Congresso nazionale per lo sviluppo della meccanizzazione agraria. Milano 22-23-24 giugno 1947*, Edizioni agricole, Bologna 1947.

9 *Esposizione internazionale dell'agricoltura, Roma. Mostra retrospettiva della meccanica agraria e rassegna internazionale della trattrice agricola*, Arti grafiche Menaglia, Roma 1953.

10 *Esposizione internazionale dell'agricoltura, Roma. Mostra retrospettiva della meccanica agraria e rassegna internazionale della trattrice agricola*, cit.

11 *Atti del convegno sulla meccanizzazione dell'agricoltura. Bari 22-24 settembre 1955*, SATET, Torino 1956.

12 *Primo Convegno sulle "novità" nel campo delle macchine agricole. Fiera di Foggia, 8 maggio 1962*, A.B.E.T.E., Roma 1963.

13 Avviata nel corso degli anni '50, la fase più intensa dello sviluppo economico italiano è normalmente collocata, in storiografia, tra il 1958 e il 1963: per un riferimento sintetico al tema, cfr. Giangiacomo Nardozzi, *The Italian "Economic Miracle"*, «Rivista di storia economica», fascicolo 2, agosto 2003.

14 Comitato Nazionale per lo Sviluppo della Meccanizzazione Agricola, *Novità del XVIII salone della Macchina agricola. Verona, 14-22 marzo 1965*, s.i.e. [1965].

15 Il «Progetto finalizzato per la meccanizzazione agricola» costituisce un tema che, per la sua rilevanza, meriterebbe un approfondimento a parte. Qui ci limitiamo a ricordare come esso sia organizzato e coordinato dal Consiglio nazionale delle ricerche e – articolato anche in alcuni sottoprogetti – produca una serie di pubblicazioni, specializzate su singoli temi, tra la fine degli anni '70 e i primi anni '80.

16 CNR - Progetto finalizzato Meccanizzazione Agricola, *Meccanizzazione della raccolta degli agrumi. Risultati sperimentali 1977*, Lo Scarabeo, Bologna 1978.

17 *Atti della XX giornata della meccanica agraria sul tema la raccolta meccanica dell'uva da vino. Convegno di studio organizzato dall'Istituto di Meccanica Agraria dell'Università degli studi di Bari*, Grafischena, Fasano in Puglia 1978.

18 *Convegno nazionale sulla vendemmia meccanica in Italia. Firenze, 22 giugno 1978*, Parretti Grafiche, Firenze 1979.

19 Docente a Bologna di Meccanica agraria, all'apertura dell'anno accademico 1963-64 gli viene assegnato il compito di tenere la prolusione inaugurale: cfr. Francesco Casadei, Giovanni Molari, Enzo Manfredi e Valda Rondelli, *La prolusione di Giuseppe Stefanelli, docente di Meccanica agraria, nel bicentenario della nascita di Filippo Re*, «DISTAL informa. Newsletter del Dipartimento di Scienze e tecnologie agro-alimentari», settembre 2020.

20 Unione nazionale costruttori macchine agricole, *L'industria italiana delle macchine agricole. Linee evolutive e confronti internazionali*, Studio in – Publistampa, Roma 1983.



# MECCANICAMENTE

MOSTRA FOTOGRAFICA

