

Collana ideata  
e coordinata da  
Renzo Angelini



# il mais

botanica

storia e arte

alimentazione

paesaggio



coltivazione

ricerca

utilizzazione

mondo e mercato

Collana ideata  
e coordinata da  
Renzo Angelini



# il mais

-  botanica
-  storia e arte
-  alimentazione
-  paesaggio
-  coltivazione
-  ricerca
-  utilizzazione
-  mondo e mercato

COORDINAMENTO GENERALE

Renzo Angelini

COORDINAMENTO SCIENTIFICO

Tommaso Maggiore

COORDINAMENTO REDAZIONALE

Ivan Ponti

© Copyright 2007 Bayer CropScience S.r.l. - Milano



Script è un marchio editoriale di ART S.p.A. - Bologna

CREDITI

Le foto alle pagine 3 in basso a destra (Teresa Kenney), 6 a sinistra (Jo Ann Snover) e a destra (Douglas Mclaughlin), 17 (Annieannie), 24 (Teresa Kenney), 25 (Andrei Calangiu), 47 (Gary Allard), 88 in alto (Hdconnelly), 89 in basso (Ulja Taranik), 90 in basso (Ramon), 92 in alto (Robert Lerich), 92 in basso (Alex Staroseltsev), 93 (Mafoto), 290 in alto (Thomas Perkins), 291 in alto (Tadija Savic), 359 (Annieannie) sono dell'agenzia Dreamstime.com

L'Editore è a disposizione degli aventi diritto con i quali non gli è stato possibile comunicare, nonché per eventuali involontarie omissioni o inesattezze nella citazione delle fonti dei brani e delle illustrazioni riprodotti nel seguente volume.

Tutti i diritti riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta, memorizzata o trasmessa in nessun modo o forma, sia essa elettronica, elettrostatica, fotocopie, ciclostile ecc., senza il permesso scritto di Bayer CropScience S.r.l.

REDAZIONE

Elisa Marmioli

PROGETTO GRAFICO E COPERTINA

Studio Martinetti - Milano

REALIZZAZIONE EDITORIALE



ART Servizi Editoriali S.p.A.  
Bologna  
[www.art.bo.it](http://www.art.bo.it)

Finito di stampare in Italia nel mese di Dicembre 2007

# s o m m a r i o

autori	V	macchine per la coltivazione	182
prefazione	VII	parassiti animali	204
presentazione	IX	malattie	220
ringraziamenti	XI	prevenzione micotossine	232
botanica	1	erbe selvatiche	238
morfologia e fisiologia	2	gestione delle malerbe	254
genetica e miglioramento	26	conservazione della granella	266
		parassiti da magazzino	276
		insilamento	284
storia e arte	45	ricerca	295
origine e diffusione	46	ricerca genetica	296
aspetti artistici	84		
alimentazione	105	utilizzazione	327
aspetti nutrizionali	106	usi zootecnici	328
ricette	112	usi industriali	362
		usi energetici	380
paesaggio	121	mondo e mercato	391
mais in Italia	122	importanza e diffusione	392
coltivazione	141	per saperne di più	425
tecnica colturale	142		
agricoltura di precisione	178		

# a u t o r i

**Stella Agostini**

Istituto di Ingegneria Agraria  
Università degli Studi di Milano

**Paola Battilani**

Istituto di Entomologia e Patologia Vegetale  
Università Cattolica del Sacro Cuore  
di Piacenza

**Stefano Bocchi**

Di.Pro.Ve.  
Dipartimento di Produzione Vegetale  
Università degli Studi di Milano

**Luigi Bodria**

Istituto di Ingegneria Agraria  
Università degli Studi di Milano

**Gianfranco Bolognesi**

Ristorante la Frasca  
Castrocaro Terme (FC)

**Andrea Brandolini**

C.R.A. – SCV  
Unità di Ricerca per la Selezione  
dei Cereali e la Valorizzazione  
delle Varietà Vegetali  
S. Angelo Lodigiano

**Aureliano Brandolini**

Centro di Ricerca Fitotecnica  
Bergamo

**Giovanni Campagna**

Centro di Fitofarmacia  
Università degli Studi di Bologna

**Carlo Cannella**

Istituto di Scienza dell'Alimentazione  
Università "La Sapienza" di Roma

**Dario Casati**

Dipartimento di Economia e Politica  
Agraria, Agro-alimentare e Ambientale  
Università degli Studi di Milano

**Carlo Corino**

Dipartimento di Scienze e Tecnologie  
Veterinarie e per la Sicurezza Alimentare  
Università degli Studi di Milano

**Vittorio Dell'Orto**

Dipartimento di Scienze e Tecnologie  
Veterinarie e per la Sicurezza Alimentare  
Università degli Studi di Milano

**Marco Fiala**

Istituto di Ingegneria Agraria  
Università degli Studi di Milano

**Carlo Lorenzoni**

Istituto di Botanica e Genetica Vegetale  
Università Cattolica del Sacro Cuore  
di Piacenza

**Tommaso Maggiore**

Di.Pro.Ve.  
Dipartimento di Produzione Vegetale  
Università degli Studi di Milano

**Pierangelo Marconi**

Roquette Italia S.p.A.  
Cassano Spinola (AL)

**Luigi Mariani**

Di.Pro.Ve.  
Dipartimento di Produzione Vegetale  
Università degli Studi di Milano

**Adriano Marocco**

Istituto di Agronomia Generale  
e Coltivazioni Erbacee  
Università Cattolica del Sacro Cuore  
di Piacenza

**Antonello Negri**

Dipartimento di Storia delle Arti,  
della Musica e dello Spettacolo  
Università degli Studi di Milano

**Aldo Pollini**

Specialista fitopatologo  
Imola (BO)

**Gabriele Rapparini**

Centro di Fitofarmacia  
Università degli Studi di Bologna

**Giovanni Riva**

Dipartimento di Scienze Applicate  
ai Sistemi Complessi  
Università Politecnica delle Marche (AN)

**Francesco Salamini**

Di.Pro.Ve.  
Dipartimento di Produzione Vegetale  
Università degli Studi di Milano

**Giovanni Savoini**

Dipartimento di Scienze e Tecnologie  
Veterinarie e per la Sicurezza Alimentare  
Università degli Studi di Milano

**Luciano Süß**

Istituto di Entomologia Agraria  
Università degli Studi di Milano

**Mauro Vecchiellini**

DISTA - Dipartimento di Scienze  
e Tecnologie Agroambientali  
Università degli Studi di Bologna

**Alberto Verderio**

C.R.A. – MAC  
Unità di Ricerca per la Maiscoltura  
Bergamo

**Pasquale Viggiani**

DISTA - Dipartimento di Scienze  
e Tecnologie Agroambientali  
Università degli Studi di Bologna

### Lavorazioni per la preparazione del letto di semina

- Tali operazioni si articolano in due gruppi: lavori di rottura e lavori di preparazione del letto di semina
- I lavori di rottura, prevalentemente eseguiti per mezzo dell'aratro a versoio, consistono in una prima disgregazione del terreno al fine di interrare i residui della coltura precedente e ripristinare un'adeguata porosità del terreno
- I lavori di preparazione del letto di semina hanno la funzione di eliminare le erbe infestanti e provvedere allo sminuzzamento ulteriore del terreno adatto a ospitare il seme

## Macchine per la coltivazione

### Macchine per la preparazione del letto di semina

La tecnica colturale tradizionale comprende un'aratura medio-profonda, che comporta il rivoltamento della fetta al fine di interrare i residui colturali organici della precedente coltura e i fertilizzanti organici e minerali, seguita da una serie di operazioni di finitura, per portare il terreno al voluto livello di amminutamento.

Negli anni più recenti, tuttavia, a fronte delle crescenti esigenze di abbattere i costi di produzione dei processi agricoli, si è progressivamente sviluppata una certa tendenza verso tecniche colturali meno impegnative in termini energetici e ambientali che prevedono una minore profondità di aratura (lavorazione a due strati), fino a tecniche di lavorazione ridotte (*minimum tillage*) e di semina su sodo. L'impiego di queste nuove tecniche e tecnologie consente, rispetto a quelle convenzionali, risparmi compresi fra il 40 e il 60% in termini economici e fino all'80%, dal punto di vista energetico.

Le operazioni per la preparazione del terreno pre-semina si articolano in due gruppi: lavori di rottura (fondamentalmente tuttora coincidenti con l'aratura e/o la ripuntatura) e lavori di preparazione del letto di semina.

I lavori di rottura consistono nell'operare una prima disgregazione dello strato coltivato allo scopo, sia di interrare i residui della coltura precedente, sia di ripristinare un'adeguata porosità del terreno che permetta la diffusione e l'accumulo dell'acqua e lo sviluppo dell'apparato radicale. La macchina fondamentale per i lavori di rottura è costituita dal tradizionale aratro a versoio, la cui azione può interessare uno strato di terreno più o meno profondo, da circa 20 cm nei lavori superficiali, a oltre 35 cm nei lavori profondi. Le operazioni che un aratro a versoio deve compiere avanzando nel

Foto V. Bellettato



terreno sono quelle necessarie a: tagliare dallo strato non ancora lavorato una fetta continua di terra, sollevarla, rivoltarla facendole compiere una rotazione di circa 135° e lasciandola, quindi, cadere di lato, inclinata di 45°. La fetta risulta di sezione rettangolare, con un rapporto ottimale teorico fra altezza e larghezza pari a 1/1,41. Si tratta, tuttavia, di un'astrazione teorica che non tiene conto delle diverse caratteristiche fisico-meccaniche dei vari terreni, dell'influenza del rapporto terra-acqua, dell'azione di disgregamento dovuta al contatto con gli organi dell'aratro e della presenza della vegetazione. In pratica, nei terreni tenaci ci si avvicina abbastanza a questa formulazione teorica, ma più in generale il rivoltamento e le proporzioni della fetta variano secondo la natura del terreno stesso e della profondità di lavoro da valori di 1,25 (aratura ritta) a valori di 2,00 (aratura rovesciata). All'aratro, poi, pur nelle sue varie versioni, sono andate sostituendosi e/o integrandosi macchine diverse basate su organi di lavoro sia fissi, che si limitano a disgregare il terreno senza rivoltarne gli strati (coltivatori o chisels), sia mossi dalla presa di potenza (p.d.p.) della trattrice (coltivatori rotativi). I lavori di preparazione del letto di semina hanno la funzione di: eliminare le erbe infestanti e provvedere allo sminuzzamento ulteriore del terreno, spianandone e regolarizzandone la superficie. Il tutto, al fine di portare il terreno stesso nelle condizioni fisiche più favorevoli alla successiva operazione di semina. Questi due gruppi di operazioni – rottura e preparazione del letto di semina – possono essere svolti in tempi differiti fra loro e rispetto alla semina stessa, oppure contemporaneamente, mediante macchine a operazioni riunite in associazione alla semina.

Foto V. Bellettato



Rottura del terreno

Preparazione del letto di semina e lavorazioni consecutive

	<b>Dirompimento (lavorazione primaria)</b>	<b>Preparazione del letto di semina (lavorazione secondaria)</b>	<b>In copertura</b>
<b>Tecnica convenzionale</b>	Aratri: - a versoio - a disco Coltivatori (chisels) Vangatrici Coltivatori rotanti	Erpici fissi: - a denti rigidi - a denti elastici - a dischi Erpici snodati	
<b>Lavorazione in due strati</b>	Aratri ripuntatori Ripuntatori + aratri a versoio	Erpici azionati dalla p.d.p.: - a denti oscillanti - a denti ruotanti Zappatrici Rulli: - frangizolle - sottocompressori - compressori	Scarificatori Erpici strigliatori Rotocoltivatori frangicrosta Sarchiatrici: - a utensili fissi - a utensili azionati dalla p.d.p. Rincalzatrici
<b>Lavorazione ridotta (minimum tillage)</b>	Erpici combinati Coltivatori (+ erpici fissi o azionati dalla p.d.p.) Zappatrici (+ erpici)		



Aratro monovomere



Aratro esavomere

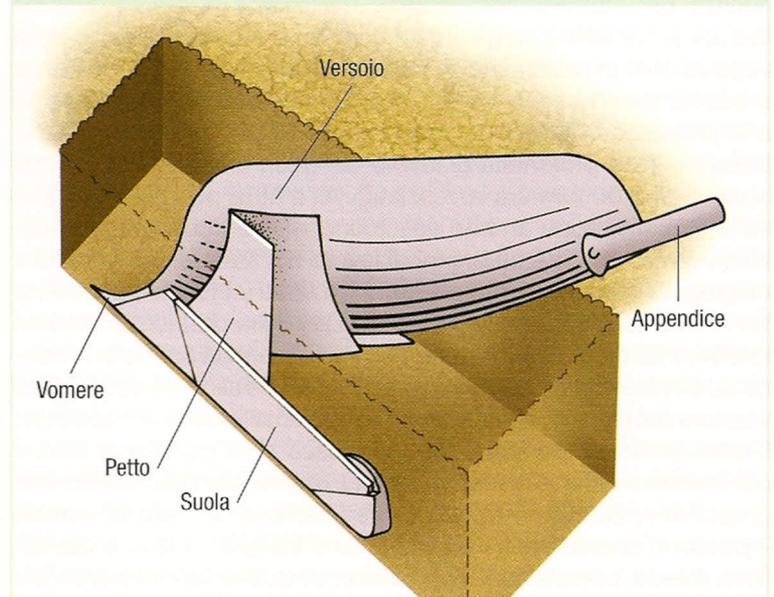


Aratro fenestrato

### Rottura del terreno

La rottura del terreno viene fondamentalemente effettuata a mezzo di aratri a versoio, ma in particolari condizioni si possono utilizzare soluzioni alternative, con macchine a organi rotanti azionati dalla presa di potenza della trattrice.

### Schema di un aratro a versoio



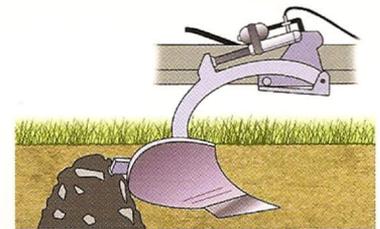
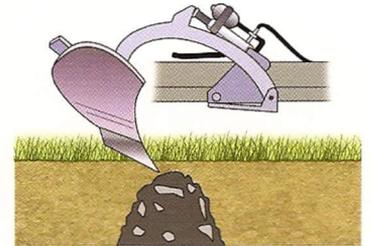
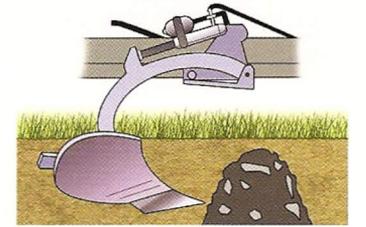
Gli aratri, con il costante sviluppo tecnologico delle trattrici, che ha reso disponibile una sempre maggiore potenza di trazione, si sono progressivamente evoluti, dal tradizionale aratro trainato, ad aratri portati polivomeri, anche di tipo reversibile.

Foto V. Bellettato



Aspetto del terreno dopo il passaggio dell'aratro

Nella coltivazione del mais vengono generalmente impiegati aratri polivomere portati o, all'aumentare del numero dei corpi lavoranti, semiportati, accoppiati a trattori a quattro ruote motrici. Una soluzione recente è l'aratro fenestrato, caratterizzato da una riduzione della superficie del versoio, al fine di ridurre la resistenza di attrito con il terreno. È possibile così ridurre la forza di trazione dell'8-15%. La regolazione della profondità di lavoro avviene a mezzo del sollevatore idraulico e, in caso di aratri semiportanti, di un martinetto idraulico che regola la posizione della ruota di appoggio posteriore. I moderni polivomere sono dotati di sistemi idraulici di regolazione che consentono sia di operare entro e fuori il solco mantenendo il corretto assetto dell'insieme trattore-aratro, sia di variare la larghezza di lavoro mediante bure articolata. Possono, inoltre, essere dotati di dispositivi non-stop che, mediante intermediari deformabili, consentono agli organi di lavoro di sollevarsi in presenza di ostacoli interrati. Al fine di ridurre gli elevati costi economici ed energetici connessi con l'aratura profonda ed evitare la formazione di suole di lavorazione per effetto della compattazione del terreno da parte delle ruote della trattrice e della pressione del vomere dell'aratro, si è sviluppata, in alternativa all'aratura tradizionale, la tecnica della lavorazione a due strati. Tale tecnica, costituita da una ripuntatura profonda seguita da un'aratura superficiale, consente, da un lato, di smuovere il terreno in profondità, mantenendo gli effetti positivi dell'aratura convenzionale e, dall'altro, grazie alla maggiore larghezza di lavoro e velocità delle macchine utilizzate, di realizzare risparmi, in termini di spesa energetica e di produttività del lavoro, dell'ordine di 20-30%. I ripuntatori possono operare a profondità comprese fra 60 e 80 cm e consentono di ridurre del 40% circa la spesa di energia necessaria per unità di volume di terreno lavorato, rispetto a quella richiesta da un aratro convenzionale operante a pari profondità.



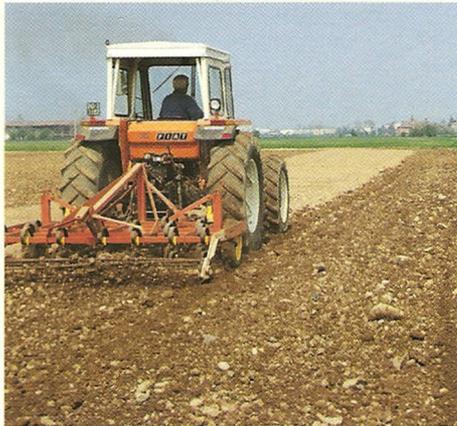
Sistema automatico per il superamento degli ostacoli interrati

Parametri operativi di macchine per la lavorazione del terreno

Parametri	Unità di misura	Aratri a versoio	Ripuntatori	Coltivatori	Coltivatori rotativi
Tipo di accoppiamento	-	Trainato/portato	Trainato/portato	Trainato/portato	Portato con p.d.p.
Larghezza utile di lavoro	m corpi	0,40-4,00 1-9	0,80-4,00 1-5	2,50-6,00 5-15	2,50-3,00 5-6
Profondità di lavoro	cm	15-60	35-60	15-35	20-35
Velocità di avanzamento	km/h	4,0-7,0	4,0-7,0	4,0-8,0	3,0-6,0
Resistenza specifica di trazione	N/m · cm	300-1400	100-300	100-300	-
Potenza specifica assorbita alla p.d.p.	kW/m · cm	-	-	-	0,6-2,4
Potenza motore al trattore	kW	40-180 (4 RM)	80-280 (4RM)	60-180 (4 RM)	120-180
Capacità teorica unitaria di lavoro	ha/h · m	0,4-0,7	0,4-0,7	0,4-0,7	0,3-0,6
Indice di rivoltamento	-	Elevato	Nullo	Nullo	Basso



Frangizolle



Epicatura

### Tipologie di erpici

- I più recenti, ma ormai di gran lunga più diffusi, sono gli erpici a denti rotanti. Essi sono caratterizzati da una serie di rotori ad asse verticale, rotanti ciascuno in senso opposto all'adiacente e provvisti di una coppia di denti variamente conformati
- A parità di velocità di avanzamento, in genere compresa fra 3 e 6 km/h, il livello di amminutamento del terreno è, quindi, regolabile in base alla velocità di rotazione dei denti, in generale compresa fra i 150 e 400 giri/min

### Preparazione del letto di semina

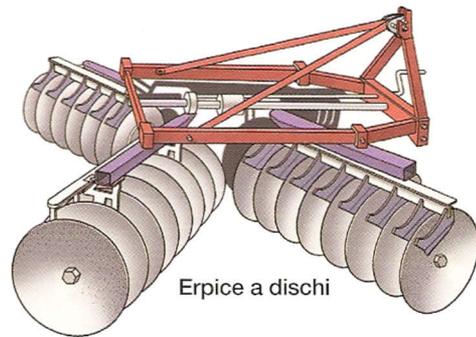
A tale scopo si usano, fondamentalmente, due tipi di macchine: gli erpici (di varia forma e tipologia, anche combinati fra loro) e le zappatrici.

Gli erpici hanno la funzione di completare il lavoro dell'aratro e, più precisamente, amminutare, livellare e pulire dalle erbe infestanti il terreno arato preparandolo, così, a ospitare la semente.

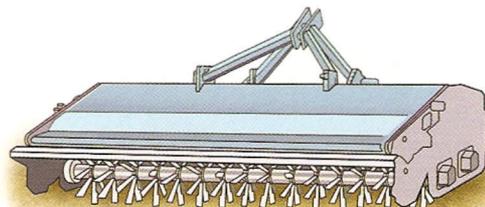
Nella produzione attuale, l'erpice – che si presenta oggi quasi sempre di tipo portato – può distinguersi in diverse categorie, ciascuna delle quali meglio si adatta a particolari tipi di lavoro e a specifici terreni. In particolare, si hanno modelli: a utensili rigidi o elastici; a telaio rigido o snodato; con organi di lavoro fissi rotanti, folli sul proprio asse o a denti azionati dalla p.d.p., che vengono generalmente accoppiati con rulli costipatori. La categoria che prevede organi di lavoro rotanti per reazione dei denti sul terreno comprende erpici a lame radiali ed erpici con rotori dentati. In terreni di medio impasto o di limitata tenacità, si impiegano in generale erpici a denti elastici o a denti rotanti folli in grado di operare a velocità dell'ordine di 12-13 km/h.

Nel caso di terreni a elevata zollosità che richiedono un'azione di frantumazione più energica, vengono utilizzati erpici a dischi che offrono anche un apprezzabile interrimento della biomassa vegetale. Nel caso di terreni particolarmente tenaci o qualora sia richiesto un più elevato grado di amminutamento, è possibile ri-

### Tipologie di erpice



Erpice a dischi



Erpice con rotori dentati folli

correre all'impiego di erpici a utensili mossi dalla p.d.p. i cui denti possono essere dotati di moto rotativo o oscillante.

Le zappatrici possono essere impiegate sia su terreni lavorati particolarmente tenaci per le lavorazioni secondarie di preparazione del letto di semina, sia per la lavorazione primaria per la semina diretta su terreno sodo. Lo sminuzzamento e il rimescolamento del terreno sono tanto maggiori quanto più elevato è il rapporto fra la velocità di rotazione degli organi lavoranti, variabile fra valori dell'ordine dei 100 e 400 giri/min, e la velocità di avanzamento, in genere pari a 3-5 km/h.

A causa dell'elevato valore della potenza assorbita (15-30 kW per metro di larghezza di lavoro), i modelli con larghezza di lavoro superiore ai 2 m sono azionati dalla p.d.p. unificata a 1000 giri/min, al fine di ridurre il valore della coppia trasmessa.

### Macchine combinate

L'esigenza di applicare, da un lato, tecniche di coltivazione più economiche in termini generali ed energetici e, dall'altro, meno invasive in termini ambientali, sta generando una crescente attenzione verso l'agricoltura conservativa, ovvero verso tecniche colturali che non inducano trasformazioni tali da modificare nel tempo le caratteristiche generali dell'ambiente e del terreno.

L'obiettivo, quindi, è di ridurre l'impatto dei processi agricoli sia sulla naturale composizione del suolo, sia sulla sua struttura e sulla biodiversità, favorendo la conservazione dell'umidità, limitando l'erosione e il calpestamento. A tal fine le tecniche tradizionali di lavorazione profonde con interrimento dello strato superficiale, possono essere sostituite con sistemi semplificati che comportano un ridotto numero di passaggi e che disturbano meno la struttura del terreno. Si parla in ordine di intensità decrescente, di lavorazione ridotta e di semina su sodo, quest'ultima nel caso del mais di secondo raccolto, applicata soprattutto nelle semine autunnali. La lavorazione ridotta è costituita da una rottura degli strati superficiali del terreno (5-15 cm) per creare le condizioni favorevoli allo sviluppo del seme. A tale fine vengono impiegate attrezzature semplici, costituite da un telaio su cui sono disposte combinazioni di attrezzi (dischi, denti, organi rotanti, rulli ecc.) scelti in funzione delle caratteristiche e delle tipologie dei suoli. Se si ha una elevata presenza di residui colturali, può anche essere effettuato un leggero rivoltamento del suolo, utilizzando aratri a versoio, che operano a profondità limitate ( $\leq 15$  cm) e ad elevate velocità, seguito dalla semina su terreno affinato da un organo accoppiato con la seminatrice stessa. Nel caso della semina su sodo, vengono utilizzate attrezzature combinate in cui gli organi lavoranti, che operano solo nella zona interessata del solco di semina, sono accoppiati direttamente con una seminatrice di precisione di tipo pneumatico. Gli organi lavoranti possono essere piccole zappatrici rotative azionate dalla p.d.p., che provvedono alla lavorazione di una striscia di



Confronto fra terreno appena arato (a destra) e pronto per la semina (a sinistra)

Foto E. Marmiroli

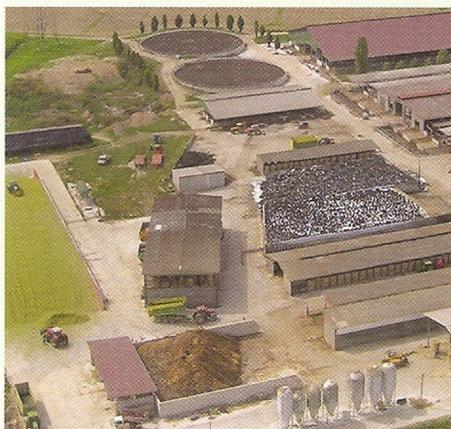


Esempio di macchine combinate per la minima lavorazione o semina su sodo

## Fertilizzanti minerali e reflui zootecnici

- Le accuse di inquinamento ambientale mosse al settore agricolo, le restrizioni normative all'uso di prodotti chimici, nonché la crescente richiesta di prodotti biologici, hanno stimolato l'attenzione verso le tecniche di distribuzione dei fertilizzanti minerali a ridotto impatto ambientale e un rinnovato interesse verso l'utilizzazione agronomica dei reflui zootecnici, considerati come prodotti fertilizzanti piuttosto che scarti da smaltire

Foto Agrilinea



Particolare di un centro aziendale in cui si notano i vasconi di stoccaggio dei liquami

pochi centimetri, al centro della quale avviene la deposizione del seme. In qualche caso sono presenti anche organi discissori che provvedono a fessurare il terreno a una profondità di 10-15 cm. Altre soluzioni prevedono come organi lavoranti dei dischi a bordo ondulato o ancore elastiche che provvedono all'apertura del solco prima degli elementi seminanti. Naturalmente l'impiego di tali tecniche richiede terreni strutturati, ben livellati, con buon drenaggio e sgrondo delle acque, al fine di evitare dannosi ristagni idrici.

## Macchine per fertilizzazione, semina e irrigazione

### Fertilizzazione

I fertilizzanti organici si distinguono in solidi (letame: prodotto palpabile formato da deiezioni e lettiera, con contenuto di sostanza secca > 14%) e in liquidi (liquame: prodotto pompabile formato da deiezioni e acqua, con sostanza secca < 14%).

I fertilizzanti minerali, invece, si distinguono sia per i diversi componenti chimici, sia per l'aspetto fisico che può essere fluido o, più diffusamente, solido (granuli, scaglie, polveri).

L'utilizzazione dei fertilizzanti organici avviene sempre mediante lo svolgimento delle operazioni di: carico, trasporto e distribuzione, eseguite in successione con macchine operatrici diverse in taluni casi raggruppate in un complesso unico. La dose da distribuire (kg/ha) è sempre legata, oltre che alle esigenze agronomiche della coltura, al contenuto in elementi nutritivi (N, P, K) del fertilizzante e alla verifica del rispetto di vincoli legislativi relativi alla vulnerabilità del suolo ai fini dell'inquinamento delle acque. Il letame viene di norma stoccato nel centro aziendale su piattaforme all'aperto in prossimità dei locali di allevamento e caricato sulle macchine per la distribuzione nei campi mediante pale e caricatori azionate idraulicamente e montate anteriormente alla trattrice, oppure mediante piattaforme gommate dotate di benna e accoppiate a punto fisso con la trattrice. Di uso frequente movimentatori semoventi dotati di braccio telescopico, impiegati in azienda per il carico/scarico di altri materiali. I liquami, invece, provenienti dai locali di allevamento, sono stoccati in vasche all'interno delle quali – per

### Macchine per la fertilizzazione

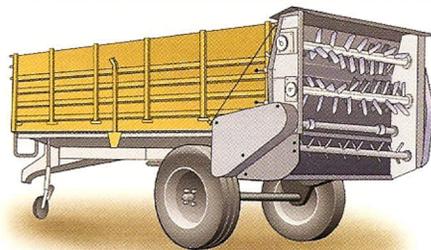
Operazione	Letame	Liquame	Concimi minerali solidi	Concimi minerali liquidi
Omogeneizzazione	-	Miscelatori a elica	-	-
Carico	Caricatore a forca	Pompe (centrifughe, a lobi, a vite)	Manuale Pala meccanica Caricatore a gru	Pompe centrifughe
Trasporto	Rimorchio agricolo	Rimorchio cisterna	Rimorchio agricolo	Serbatoio
Distribuzione	Spandiletame	Spandiliquame	Spandiconcime	Irroratrici

evitare la separazione della fase liquida dalla solida e la conseguente formazione di una crosta superficiale – sono sottoposti a operazioni di omogeneizzazione, ottenuta mediante dispositivi a pale, azionati elettricamente o dalla p.d.p. della trattrice. Per l'effettuazione della concimazione minerale trovano impiego gli spandiconcime, caratterizzati da due sistemi di distribuzione: per reazione centrifuga e per azione pneumatica.

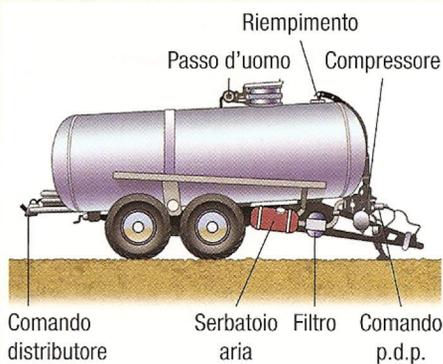
Recentemente introdotti (e di grande interesse in termini di controllo ambientale) sono i sistemi elettronici per la regolazione della dose distribuita. Nel caso del liquame tali sistemi sono anche abbinati a sensori per la determinazione, in tempo reale, del contenuto in elementi fertilizzanti (N e P) presenti nel liquame stesso. La portata del sistema di distribuzione viene calcolata in base alla velocità di avanzamento della trattrice, della larghezza di lavoro prescelta, mantenendo automaticamente i valori voluti di dosi per ettaro. Tale sistema può essere collegato a un dispositivo GPS (*Global Positioning System*) che, stabilendo la posizione georeferenziata dello spandilquame nell'appezzamento, permette la variazione della dose distribuita in relazione alle esigenze "locali" nonché la registrazione dei dati di funzionamento, indispensabili per il rispetto dei limiti delle quantità distribuite fissate per il territorio interessato.

### Semina

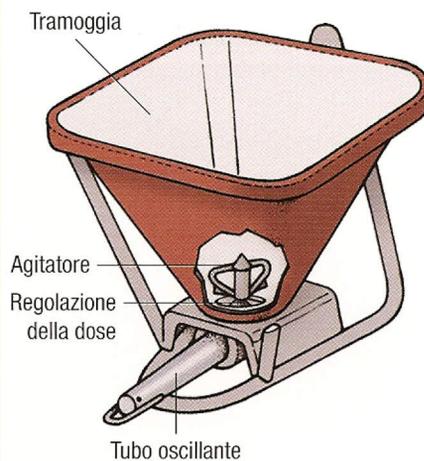
Le moderne tecniche di lavorazione del terreno, se applicate correttamente per le specifiche condizioni pedologiche, rappresentano un'efficace alternativa alla aratura profonda tradizionale, con una interessante riduzione dei costi di produzione. Tuttavia, cambiare le modalità di lavorazione significa adeguarsi a un sistema colturale che influenza le successive operazioni, a partire dalla semina. Se, infatti, con le lavorazioni tradizionali si ottiene un letto di semina perfettamente preparato per accogliere il seme e favorirne la germinazione, con le tecniche più moderne precedentemente illustrate tale perfezione è difficilmente raggiungibile. Lavorare meno e più superficialmente porta, infatti, a un letto di semina più grossolano, zoloso e con la presenza di residui colturali. Da qui l'evoluzione anche delle moderne seminatrici da mais che, adeguandosi alle nuove necessità, presentano una serie di dispositivi e accorgimenti che garantiscono una semina precisa e regolare in tutte le condizioni di terreno. Le seminatrici di precisione provvedono, mediante elementi seminatori indipendenti per ogni fila di semina, alla deposizione dei semi singoli di mais mantenendo costante la distanza sulla fila. Attualmente i modelli più diffusi sono quelli a distribuzione pneumatica. In tali seminatrici, la distribuzione dei semi è assicurata da una leggera depressione (0,03-0,04 bar) creata da un ventilatore centrifugo aspirante azionato dalla p.d.p. della trattrice, che agisce sui dischi distributori, ciascuno dei quali munito di fori equidistanti di diametro leggermente inferiore a quello dei semi di mais. Durante la rotazione, ogni foro trattiene un solo se-



Spandiletame



Spandilquame a pressione



Spandiconcime

## Seminatrici a controllo elettronico

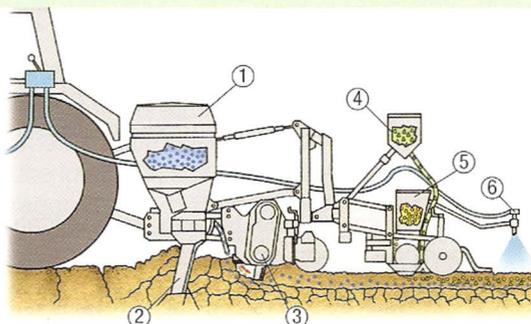
- Sui modelli di grandi dimensioni (8-12 file) si vanno diffondendo sistemi elettronici di controllo costituiti da sensori ottici applicati a ogni elemento di semina in grado di contare i semi distribuiti attivando segnali sonori e visivi in caso di anomalie; tali dispositivi, abbinabili a sistemi GPS, forniscono, inoltre, informazioni all'operatore su superficie seminata, velocità di avanzamento, tempi di esecuzione, chilometri percorsi



Seminatrice a 10 elementi, adatta a seminare grandi superfici rapidamente

me, rilasciato quando viene meno l'effetto aspirante, in corrispondenza del tubo adduttore. La semina pneumatica ben si adatta a semi di calibro diverso e consente elevate velocità di lavoro senza problemi di lesione ai semi. Quasi tutte prevedono come optional l'equipaggiamento con dispositivi spandiconcime che depongono il fertilizzante minerale a monte dei semi e di microgranulatori per la distribuzione, a valle dei semi, di un geodisinfestante. I prodotti, dosati mediante sistemi diversi (meccanici o pneumatici), cadono in uno o più tubi adduttori attraverso i quali raggiungono la superficie del terreno o gli assolcatori della seminatrice. Le larghezze di lavoro delle moderne seminatrici raggiungono 9 m, permettendo nel mais di lavorare fino a 12 file contemporaneamente. Le seminatrici operano con velocità avanzamento di 8-10 km/h, mentre gli assorbimenti complessivi di potenza sono di 4,0-5,0 kW/fila.

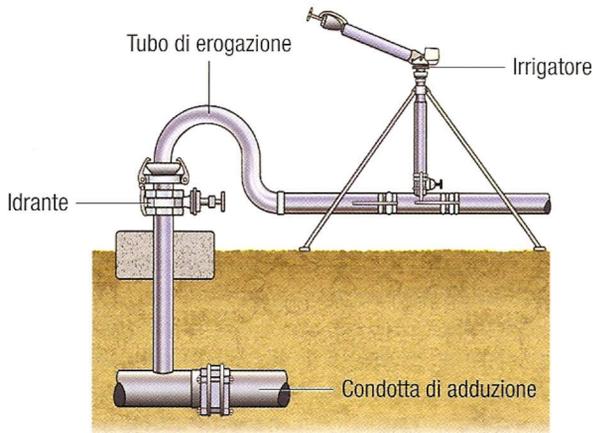
## Macchina combinata per la preparazione del letto e la semina



- 1) Serbatoio per i fertilizzanti
- 2) Ripuntatore
- 3) Zappatrice
- 4) Microgranulatore per i geodisinfestanti
- 5) Seminatrice
- 6) Irroratrice per il diserbo in "banda"



Impianto semifisso per l'irrigazione a pioggia



Irrigazione

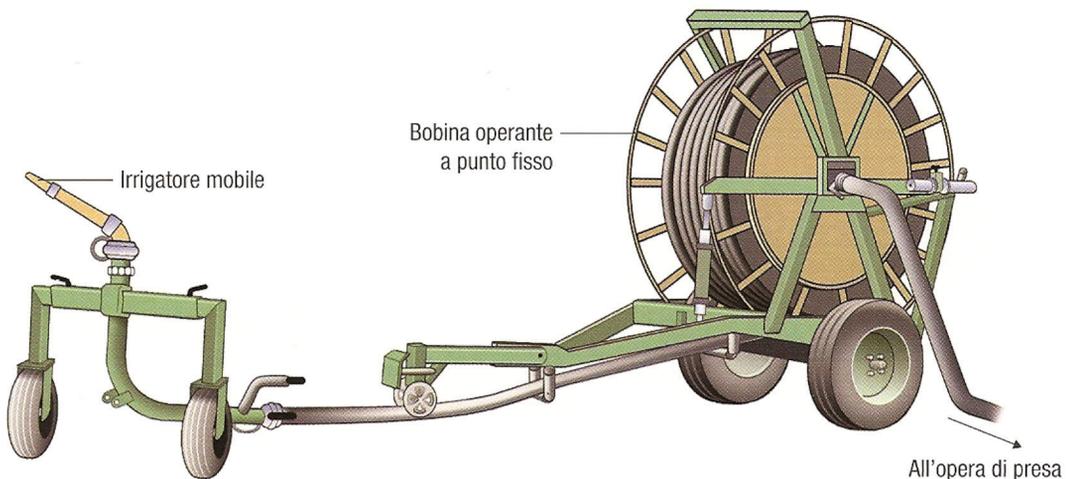
Il mais è una delle colture con il maggiore fabbisogno di acqua e, pertanto, in caso di piovosità limitata o mal distribuita, è necessario compiere tempestivi interventi di irrigazione per evitare fenomeni di squilibrio tra acqua necessaria alla pianta e disponibilità idrica offerta dal terreno. Naturalmente, è opportuno fare ricorso a tecniche di uso razionale dell'acqua al fine di contenere il consumo di una risorsa che va diventando sempre più scarsa nel tempo. Di comune impiego nella coltura del mais è l'irrigazione a pioggia (o per asperzione) che, a parità di esigenze della coltura, comporta mediamente consumi di acqua inferiori alla metà di quelli propri del classico sistema per scorrimento. L'impianto

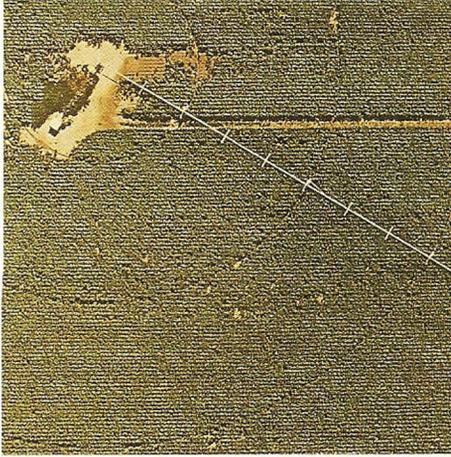
**Irrigatori ruotanti**

Una classificazione degli irrigatori ruotanti è definibile in base alla differente pressione  $p$  (bar) di esercizio dell'irrigatore stesso, pressione legata alla gittata  $b$  (m) e alla portata  $Q$  ( $\text{dm}^3/\text{s}$ ). Si hanno così:

- irrigatori a bassa pressione ( $p < 2,5$  bar,  $b < 20$  m,  $Q = 0,5-2 \text{ dm}^3/\text{s}$ )
- irrigatori a media pressione ( $p = 2,5-5,0$  bar,  $b < 21-40$  m,  $Q = 2-6 \text{ dm}^3/\text{s}$ )
- irrigatori ad alta pressione ( $p > 5$  bar,  $b > 40$  m,  $Q > 6 \text{ dm}^3/\text{s}$ )

Irrigatore gigante semovente (rotolone)





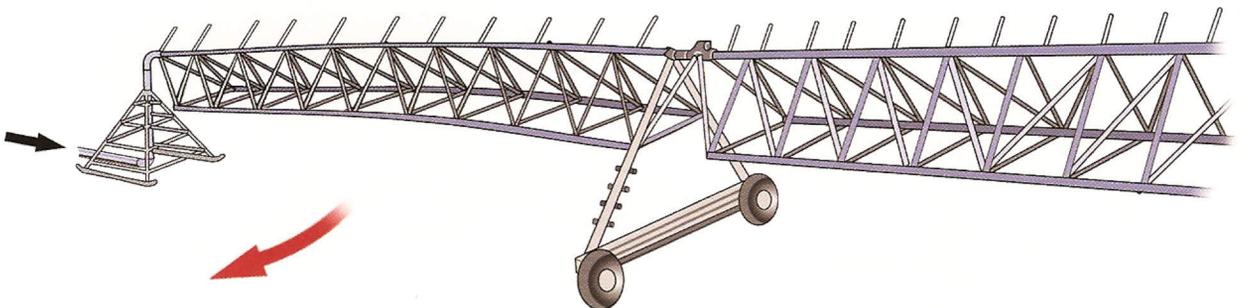
Pivot

relativo prevede un'opera di presa dell'acqua; una condotta di adduzione; una o più condotte di erogazione, uno o più irrigatori. L'opera di presa è generalmente rappresentata da una stazione di pompaggio, ossia da un gruppo motore-pompa che provvede a fornire all'acqua l'energia di pressione necessaria a vincere la prevalenza di mandata. L'acqua viene spinta, così, nelle condotte di adduzione, e portata a sistemi di distribuzione di tipo fisso, semifisso o mobile dove sono posti degli irrigatori, in genere di tipo dinamico (o ruotante).

Questi sono costituiti da una lancia che termina con un opportuno boccaglio e che ruota attorno a un asse verticale, a giri completi (360°) o secondo un angolo predefinito.

L'esigenza di tempestività ed economicità degli interventi hanno portato allo sviluppo di impianti di tipo mobile che comportano un basso impiego di manodopera e offrono un elevato livello di automazione delle operazioni. La soluzione più comunemente impiegata è costituita dagli irrigatori giganti semoventi o rotoloni. Il sistema è costituito da una tubazione flessibile, con lunghezza variabile da 100 a 700 m e avvolta su una bobina montata su un carrello a ruote gommata, alla cui estremità è posto un irrigatore mobile ad alta pressione portato da un carrello. Un motore idraulico a turbina, azionato dalla stessa acqua di irrigazione che giunge dalla stazione di pompaggio a una pressione dell'ordine di 10 bar, provvede all'azionamento della bobina. Una volta posizionato l'impianto e collegato all'opera di presa, il tubo viene interamente srotolato, trainando il carrello dell'irrigatore. Una volta avviata l'irrigazione, il motore idraulico aziona la bobina che riavvolge lentamente il tubo, riportando l'irrigatore alla posizione iniziale. La velocità di movimento dell'irrigatore è regolabile mediante un variatore continuo al fine di ottenere il necessario valore di intensità di pioggia. Si tratta di impianti che si sono grandemente diffusi negli ultimi anni per il loro costo contenuto e la loro elevata maneggevolezza che consente grande tempestività di intervento. Un solo operatore, infatti, è in grado di posizionare l'impianto che

Sistema di irrigazione a pioggia tipo pivot



provvede a irrigare una superficie di 5-6 ha. Più complessi sono gli impianti ad ala piovana mobile ad avanzamento automatico che possono essere a moto circolare (pivot) oppure a moto rettilineo (rainger). Il sistema a moto circolare consiste in una intelaiatura metallica, portante la tubazione di distribuzione con relativi irrigatori, composta da più elementi di lunghezza variabile da 25 a 50 m, montati su ruote e azionati da motori elettrici. Tali elementi vengono uniti fra loro, collegando le tubazioni con giunti flessibili, e formano ali di lunghezza variabile (fino a 1500 m).

Un'estremità dell'ala viene collegata al punto centrale di alimentazione dell'acqua in pressione e il movimento rotatorio viene ottenuto regolando opportunamente la velocità delle ruote dei tralicci di supporto dei diversi elementi, che risulta progressivamente crescente all'aumentare della distanza del centro di rotazione.

Anche gli irrigatori, di tipo a bassa-media pressione, devono fornire una portata di acqua crescente, all'aumentare della distanza dal centro, al fine di garantire una intensità di pioggia uniforme su tutta la superficie circolare coperta dall'impianto. La soluzione a moto rettilineo si basa su un carrello semovente montato su quattro ruote pneumatiche, al quale sono collegate due ali laterali (disposte perpendicolarmente alla direzione di avanzamento) composte da elementi mobili analoghi a quelli precedentemente descritti nel sistema *pivot*. Il complesso è azionato da un motore diesel che provvede, sia all'autodislocamento del carrello e alla produzione di energia elettrica per l'alimentazione dei motori di avanzamento dei tralicci di supporto delle ali, sia all'azionamento della pompa che preleva l'acqua da un canale a fianco del quale la macchina avanza.

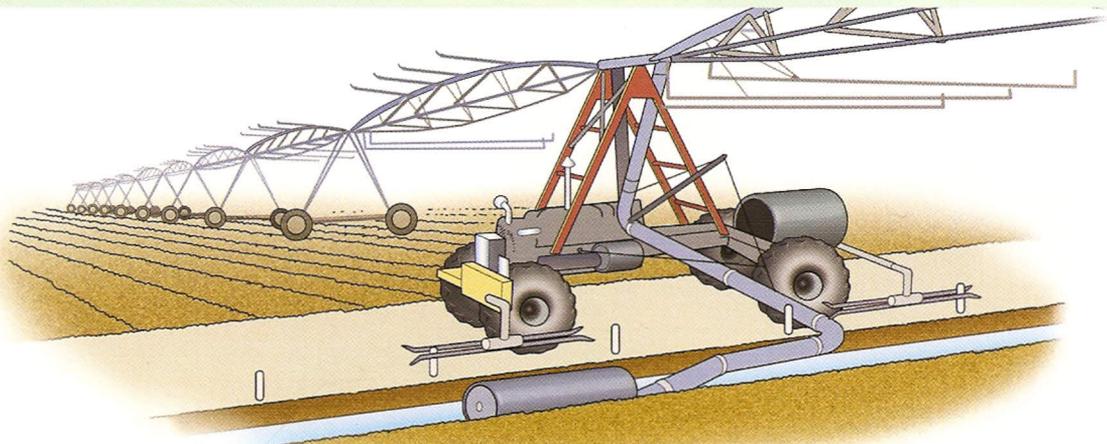
Si tratta di una soluzione che offre bassi costi di esercizio, ma elevati costi di investimento per l'acquisto delle attrezzature e, pertanto, la sua utilizzazione è limitata ad aziende di adeguate dimensioni e con fabbisogni idrici particolarmente elevati.

Foto R. Balestrazzi



Rainger e canale di adduzione dell'acqua

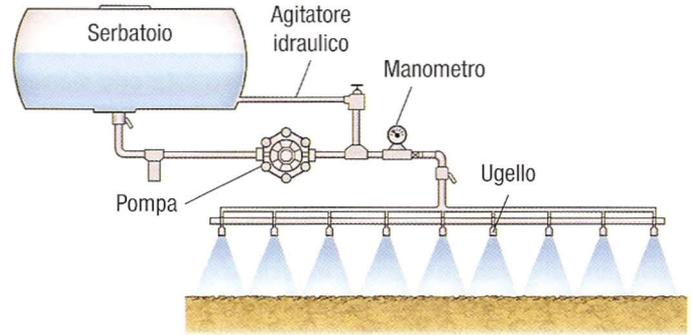
### Sistema di irrigazione a pioggia tipo rainger



### Macchine per la distribuzione dei fitofarmaci

Le operazioni di diserbo e di controllo dei parassiti vengono effettuate per mezzo di macchine irroratrici, che svolgono la funzione di polverizzare in gocce finissime e distribuire in modo uniforme, la voluta quantità di liquido contenente il principio attivo. Le macchine

Schema di una macchina irroratrice



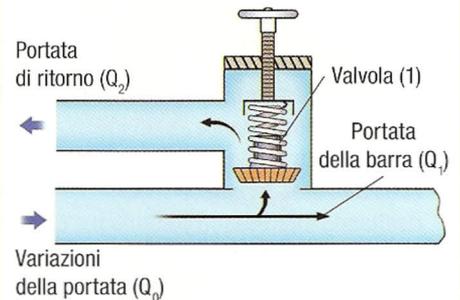
sono costituite da un telaio sul quale sono montati: il serbatoio principale, destinato a contenere la miscela da distribuire e il circuito idraulico. Quest'ultimo ha il compito di regolare la portata di liquido e trasportarlo agli ugelli erogatori, dove avviene la polverizzazione meccanica per effetto dell'espansione del liquido in pressione attraverso il foro degli ugelli stessi. Nel caso del mais le tipologie usate sono quelle a ventaglio e a getto deviato, che derivano il loro nome dalla forma e dalla distribuzione del getto prodotto. Gli ugelli

Foto V. Bellettato



li a ventaglio, dotati di foro di uscita a sezione ellittica, generano un getto con un angolo di apertura, crescente all'aumentare della pressione, compreso fra  $80^\circ$  e  $110^\circ$ , con un diagramma di distribuzione di tipo triangolare, mentre quelli a getto deviato presentano un orificio circolare che indirizza il getto contro una parete che lo devia verso terra. Dispositivi antigocciolamento provvedono ad arrestare il flusso di liquido quando viene arrestata la distribuzione al termine dell'apezzamento, per evitare dannose dispersioni del prodotto nell'ambiente. Di fondamentale importanza per questo tipo di macchine sono i dispositivi di regolazione e controllo, sia per la corretta erogazione del liquido e la buona riuscita del trattamento, sia e soprattutto, al fine di evitare la distribuzione incontrollata nell'ambiente dei prodotti impiegati. I sistemi di regolazione meccanici tradizionali più comuni sono di due tipi: a pressione costante e a ritorno proporzionale, ma una sempre maggiore diffusione vanno progressivamente trovando i dispositivi di tipo elettronico, che consentono di realizzare una regolazione con distribuzione proporzionale all'avanzamento (DPA). I sistemi di regolazione a pressione costante sono quelli maggiormente impiegati e si basano su un regolatore di pressione, con molla di taratura, che controlla il flusso di ritorno del liquido al serbatoio. Ai fini dell'uniformità di distribuzione longitudinale, pertanto, è necessario che il conduttore mantenga rigorosamente costante la velocità di avanzamento. Nei sistemi di regolazione a ritorno proporzionale, è mantenuto costante il rapporto fra la portata di ritorno e quella di distribuzione, che varia proporzionalmente al regime di rotazione del motore. Quindi, se la marcia selezionata non viene modificata e in assenza di slittamento delle ruote motrici, la quantità di prodotto distribuita per unità di superficie rimane costante. I sistemi di regolazione a distribuzione proporzionale all'avanzamento (DPA), che nel passato richiedevano sistemi meccanici complessi e ingombranti, stanno oggi trovando sempre maggiore diffusione grazie al rapido sviluppo delle tecno-

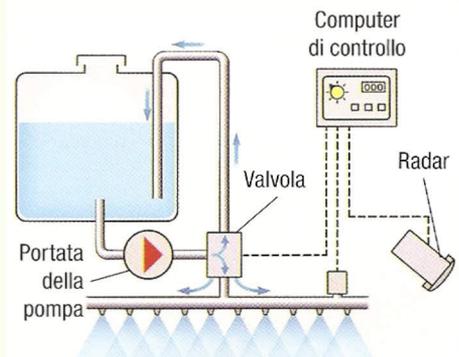
Foto V. Bellettato



Regolatore di pressione

### Regolatore di pressione

- Il disegno in alto mostra il sistema di regolazione della pressione che mantiene costante la portata di distribuzione della barra. Le variazioni della portata  $Q_0$  proveniente dalla pompa fanno variare l'apertura della valvola (1) che varia la portata  $Q_2$  di ritorno al serbatoio, mantenendo costante la pressione e la portata  $Q_1$  che va alla barra



Nel sistema di regolazione proporzionale all'avanzamento, la portata della pompa viene regolata dalla valvola in funzione della velocità reale di avanzamento rilevata dal radar, secondo i valori impostati dal computer di controllo

## **Diverse tipologie di falcia-trincia-caricatrici (FTC)**

- Le FTC a 1 fila portate da trattori con potenza motrice pari a 35-80 kW trovano sempre più scarsa applicazione nella moderna foraggicoltura, risultando interessanti soltanto nel caso particolare di distribuzione giornaliera dell'alimento verde; le medesime considerazioni, aggravate dalla minore manovrabilità in campo, valgono per le FTC a 1 fila, di tipo trainato. Più interessanti risultano, invece, le FTC a 2-3 file con testata intercambiabile che, con produttività di lavoro di 20-40 t/h e grazie alla possibilità di impiego su foraggi di varia natura, diventa l'operatrice cardine per le aziende zootecniche di piccola-media dimensione

logie elettroniche e informatiche. Sono essenzialmente costituiti da un sensore per la misura delle portate di distribuzione, da una valvola motorizzata di controllo della portata distribuita e da un dispositivo di misura della velocità di avanzamento della macchina, che nella versione più sofisticata è di tipo "radar". Le informazioni lette dai sensori giungono ad un dispositivo di controllo, nel quale l'operatore ha impostato la larghezza di lavoro e la dose per ettaro voluta, che provvede a regolare opportunamente l'apertura delle valvole motorizzate al fine di adeguare la portata e di mantenere così sempre costante la dose erogata, indipendentemente dalla velocità di lavoro.

## **Macchine per la raccolta**

Le modalità di raccolta del mais si differenziano in modo sostanziale in relazione alla tipologia di prodotto; esistono, infatti, macchine operatrici specifiche e funzionalmente predisposte per raccogliere il mais in forma di: trinciato integrale, granella, miscuglio granella-tutoli.

### *Raccolta di trinciato integrale per l'insilamento*

La raccolta del mais ceroso (silomais) si basa sull'impiego di falcia-trincia-caricatrice (FTC), operatrici in grado di preparare in campo il prodotto trinciato, predisponendolo per il suo trasporto e insilamento, previa adeguata compressione della massa, in sili orizzontali nei quali è conservato, in condizioni di anaerobiosi. Le FTC oggi disponibili sul mercato sono di tipo: portato, trainato, semovente. Nel caso, assai diffuso, di FTC portate ad accoppiamento posteriore, dovendosi la trattrice muovere in retromar-

Foto Agrilinea



Foto R. Angelini



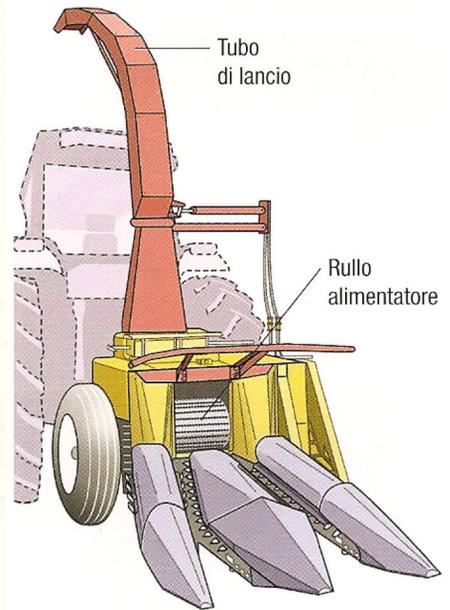
Falcia-trincia-caricatrice

cia, deve presentare il sistema a guida reversibile e un gruppo cambio dotato di inversore; quelle ad accoppiamento anteriore necessitano, invece, di trattrici dotate di sollevatore e p.d.p. anteriori, allestimento peraltro frequentemente riscontrabile nei trattori di medio-elevata potenza; queste macchine non richiedono la preventiva "apertura del campo" e impiegano trattori con potenza dell'ordine = 100-130 kW.

Le FTC semoventi (equipaggiate con motori di potenza pari a 200-450 kW e con trasmissione idrostatica che permette di adeguare in modo continuo la velocità di avanzamento dell'operatrice, migliorandone anche la manovrabilità) sono le operatrici più interessanti per la produzione di silomais in aziende zootecniche di grandi dimensioni o in dotazione ad aziende agro-meccaniche; esse, infatti, con testate 4-6 file consentono produttività di lavoro di 50-100 t/h.

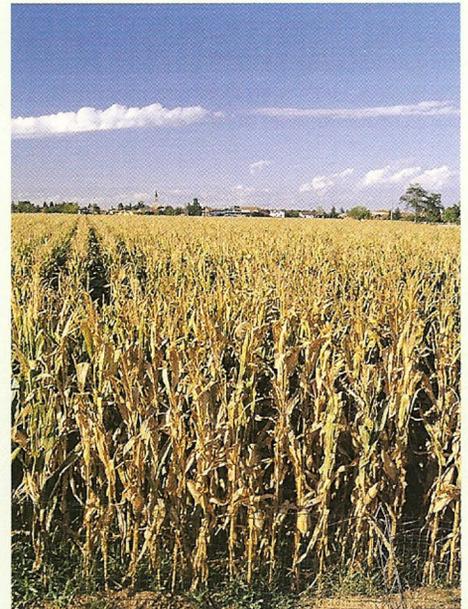
### Raccolta della granella

La granella di mais viene raccolta con la mietitrebbiatrice, macchina polivalente che realizza, con una sola passata in campo, l'intero ciclo di lavoro, dal taglio della pianta alla trebbiatura, alla separazione e pulizia della granella; essa provvede, altresì, all'immagazzinamento temporaneo del prodotto in apposite tramogge periodicamente svuotate, lasciando la biomassa residuale in campo. L'operatrice è sempre di tipo semovente (potenza motrice = 200-350 kW), costituita da: testata di raccolta specifica (spannocchiatrice), organi di trebbiatura e separazione, organi di pulizia e movimentazione della granella, unità motrice e organi di regolazione e controllo. La testata della spannocchiatrice è caratterizzata da una serie di spartitori carenati che delimitano le file di raccolta (da 4 a 8); fra ciascuna coppia di spartitori si trova una coppia di rulli orizzontali scanalati e controrotanti (rulli mungitori). Lo stocco delle piante viene preso fra i rulli e tirato verso il basso, fino a provocare il distacco delle spighe in

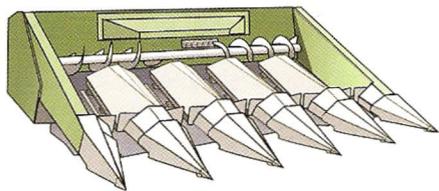


Falcia-trincia-caricatrice per la raccolta del silomais

Foto R. Angelini



Campo di mais pronto per la trebbiatura della granella



Schema della testata di una mietitrebbiatrice da granella

Foto V. Bellettato



Particolare della testata di una mietitrebbia per la raccolta della granella

corrispondenza di una coppia di lame pareggiatrici, orizzontali e poste immediatamente al di sopra dei rulli mungitori, mentre gli stocchi sono trascinati velocemente verso il basso e trinciati da dispositivi (coltelli orizzontali) posti sotto ogni spartitore e distribuiti sul terreno. In alcuni modelli, ai lati della testata sono presenti coclee coniche che agevolano l'operazione ed evitano il ribaltamento delle piante all'esterno.

Sopra le lame pareggiatrici scorre una coppia di catene dentate che portano le spighe verso il convogliatore a coclea, posto trasversalmente alla testata e dotato di profili contrapposti, che fa affluire le spighe al centro della testata, dove – mediante un apposito convogliatore-elevatore a elementi retrattili di larghezza analoga al battitore – sono introdotte negli organi trebbianti, interni alla macchina. In caso d'ingolfamento degli organi trebbianti è possibile invertire il moto della coclea. Tutti i dispositivi che costituiscono la testata di raccolta (la cui massa è notevolmente superiore a quella per frumento) sono assemblati in una piattaforma metallica, incernierata al telaio e sostenuta da pistoni idraulici che consentono di variarne l'altezza rispetto al terreno, adeguandola all'altezza di taglio e allo stato (in piedi o allettato) della coltura.

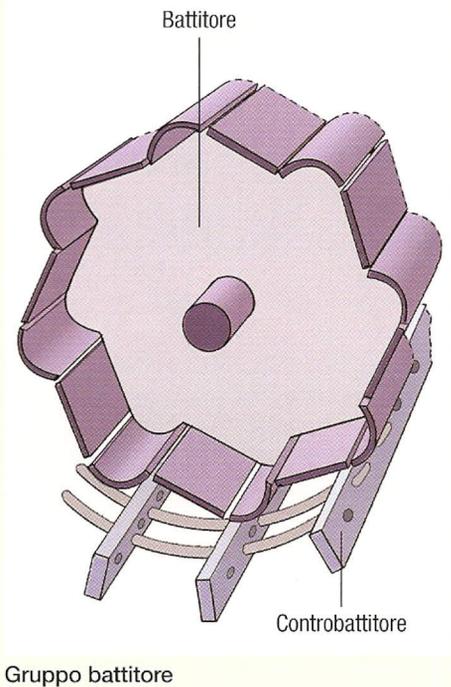
È ormai generalizzato l'impiego di sistemi elettronici di controllo automatico della posizione longitudinale e trasversale della testata, che viene costantemente adeguata alla conformazione del terreno nonché di sensori (particolarmente utili in casi di scarsa visibilità) posti all'estremità degli spartitori che rilevano la posizione degli stocchi e "guidano" la mietitrebbiatrice tra le file. Dato che le larghezze superano abbondantemente quelle consentite dal Codice della Strada, durante il trasferimento su strada, la testata viene ripiegata idraulicamente, di norma, in tre sezioni.

Foto R. Angelini

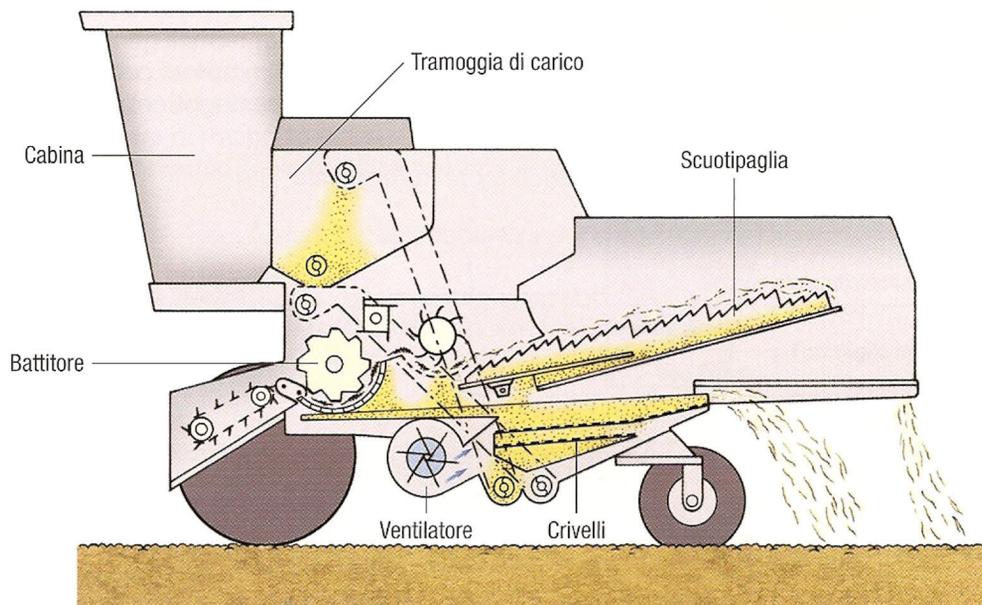


Gli organi di trebbiatura e separazione, nella versione classica, sono costituiti da un battitore a flusso tangenziale e da una serie di scuotipaglia. Il battitore è costituito da un rotore, provvisto di barre trasversali, rotante all'interno di una griglia fissa (o controbattitore) che lo avvolge per circa 120°, con maglie larghe 20-25 mm). Il distacco delle cariossidi dal tutolo avviene principalmente per attrito, ed è tanto più energico quanto maggiore è la velocità del battitore e minore è la distanza battitore-controbattitore.

Questi parametri vanno accuratamente settati nella preparazione della mietitrebbiatrice e, grazie ai sofisticati sistemi elettronici di controllo, costantemente monitorati durante il lavoro affinché siano ridotte al minimo le perdite ( $\leq 3,0-3,5\%$ ) e i danni ( $\leq 3,5-4,0\%$ ) alla granella. Dopo l'azione del gruppo di trebbiatura, la massa di materia organica, rappresentata dalla granella separata e da parti minute di steli e tutoli, attraversa il controbattitore e cade al piano preparatore che la invia al sistema di pulizia. Le brattee/tutoli e le parti non trebbiate, invece, vengono inviate alla separazione a mezzo di un deflettore e di un tamburo spagliatore (o post-battitore) che opera una seconda separazione fra la restante granella e l'altra biomassa; da qui il flusso di materiale giunge a 4-8 scuotipaglia con funzione di ulteriore separazione della granella residuale. Essi consistono in una serie di cassette longitudinali in lamiera (superficie complessiva: 3,5-4,5 m<sup>2</sup>/m di larghezza di battitore), inclinati di 20-30° e rivestiti superiormente da griglie. Sono fissati ad alberi a gomiti, che li scuotono in



### Mietitrebbiatrice a battitore trasversale



### Principali parametri operativi delle mietitrebbiatrici

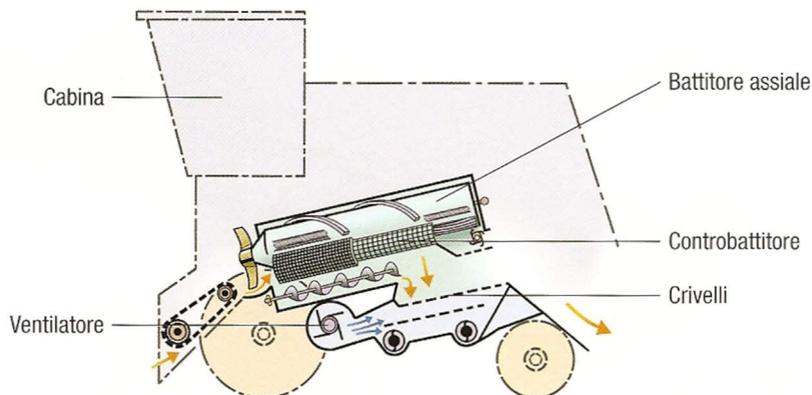
Parametri	Unità di misura	Mietitrebbiatrici a flusso	
		trasversale	assiale
Larghezza barra	File	6-8	6-8
Velocità di avanzamento	km/h	3-8	5-10
Battitore - lunghezza - diametro - regime rotazione	m m giri/min	0,90-3,00 0,45-0,80 500-1200	2,60-2,80 0,50-0,80 300-1300
Potenza specifica motore	kW/m	20-120	60-80
Capacità serbatoio	m <sup>3</sup>	2,0-12,0	3,5-6,5
Capacità operativa di lavoro	ha/h	1,0-3,0	0,5-1,5

modo da rimescolare il materiale facendolo contemporaneamente avanzare verso la parte posteriore della macchina, dove viene scaricato a terra. La granella che cade dalle griglie scorre lungo i cassettei e viene così anch'essa convogliata al piano preparatore; se il flusso di materiale è eccessivo, l'efficienza di separazione diminuisce, provocando perdite troppo elevate, immediatamente rilevabili con moderni sensori piezoelettrici posti nella parte terminale della mietitrebbiatrice.

È da rilevare che, nell'attuale panorama costruttivo, sono disponibili diverse soluzioni tecniche basate su dispositivi che lavorando in concomitanza con gli scuotipaglia, mirano a migliorare ulteriormente l'efficienza di separazione.

Il battitore assiale è una soluzione alternativa che riunisce, all'interno di un unico elemento, le funzioni di trebbiatura e di separazione. Il sistema di trebbiatura è costituito da una griglia all'interno della quale ruota un tamburo dotato di rilievi in grado di far avanzare il prodotto verso l'uscita. Nella prima sezione del battitore avviene la trebbiatura, mentre nella seconda si realizza la separazione. L'alimentazione del prodotto al battitore può essere tangenziale o, più frequentemente, assiale; ciò condiziona il posizionamento del sistema trebbiante che, nei due casi, risulta, rispettivamente, trasversale o longitudinale. Poiché la trebbiatura avviene più per frizione che per impatto, la richiesta di energia è circa doppia rispetto a quella necessaria per un sistema di trebbiatura tangenziale, determinando una azione meccanica più intensa sui residui colturali. D'altra parte, nei modelli assiali si verifica una interessante riduzione delle rotture di granella mentre la produttività per unità di volume della macchina risulta incrementata rispetto a quella dei modelli convenzionali. In termini generali, quindi, se i rotori assiali presentano alcune limitazioni per la raccolta dei cereali a paglia, offrono indubbi vantaggi nella trebbiatura del mais.

### Mietitrebbiatrice a battitore assiale



Gli organi di pulizia hanno lo scopo di pulire la granella separata dal controbattitore e dagli scuotipaglia e sono costituiti da un piano preparatore, crivelli e ventilatore. Il piano preparatore consiste in una lamiera inclinata oscillante che regolarizza il flusso della granella e lo invia a 2 crivelli sovrapposti.

Questi ultimi vibrano per effetto di un meccanismo a eccentrici. I sistemi di pulizia attuali funzionano in modo ottimale solo quando operano in condizioni di perfetta orizzontalità; per ovviare a questo inconveniente sono state messe a punto soluzioni diverse a scala crescente di complessità, fino a prevedere il montaggio dell'intero cassone di pulizia su un sistema autolivellante che lo mantiene perfettamente orizzontale fino a pendenze del 20% o l'adozione di sistemi di autolivellamento automatico dell'intera mietitrebbiatrice basato sull'impiego di pistoni idraulici (anche a funzionamento automatico, comandati da un sensore di pendenza) in corrispondenza delle singole ruote. Le pendenze superabili in perfetta orizzontalità sono del 20% e dell'8% procedendo rispettivamente secondo le linee di livello o a rittochino.

Fra i due crivelli agisce un ventilatore centrifugo con portata d'aria regolabile tramite comando elettroidraulico dalla cabina, che asporta le particelle più leggere lasciando cadere la granella, più pesante. Le parti che non vengono allontanate dalla prima ventilazione sono raccolte e convogliate tramite coclea, al gruppo battitore-griglia per essere sottoposte a una seconda trebbiatura. Al di sotto del crivello inferiore, un trasportatore a coclea eleva la granella al serbatoio di raccolta (capacità: 3-4 m<sup>3</sup>/m di larghezza del battitore) che, a sua volta, è periodicamente scaricato, mediante un'altra coclea di elevata portata (50-100 dm<sup>3</sup>/s) alloggiata in apposito condotto laterale alla macchina, su un carro a sponde alte posto al servizio della mietitrebbiatrice. Il numero di carri da prevedere per l'ottimizzazione del cantiere di trasporto è dipendente dal tempo di riempimento del serbatoio della mietitrebbiatrice e dai

Foto Informatore Agrario



### Regolazioni per la trebbiatura dei cereali principali

Prodotto	Battitore				Gruppo di ventilazione			
	Velocità di rotazione		Apertura controbattitore		Apertura vaglio registrabile		Fori vaglio anteriore	Ventilazione
			anteriore	posteriore	tipo Petersen	tipo Clostz		
	(m/s)	(giri/min)	(mm)	(mm)	(-)	(-)	(mm)	(-)
Fumento	25-30	790-950	13	5	Completa	1/4	8-10	Med/max
Orzo	28-32	890-1000	12	6	Completa	1/4	8-10	Med/max
Riso	15-24	490-760	10	5	Esclusa	1/2	16-18-20	Moderata
Mais	15-22	490-700	20	15	Fori fissi	18 mm	14-16	Med/max

## **Innovazione tecnologica delle mietitrebbie**

- In questi anni si è delineato l'obiettivo di trasformare la mietitrebbiatrice in sede di raccolta e prima elaborazione di dati riguardanti la gestione dell'azienda agricola (mappe di produzioni, umidità prodotto ecc.)
- Alcuni sistemi già presenti su talune mietitrebbiatrici permettono di memorizzare e stampare tutti i principali eventi manifestatisi durante la giornata lavorativa, costituendo una sorta di "diario di lavoro" e permettendo di effettuare controlli a posteriori per individuare l'origine di eventuali imprevisti o anomalie ai vari apparati
- Altre soluzioni, più complesse, sono proposte dalla "agricoltura di precisione". Su molte macchine è già installato il sistema di posizionamento satellitare con apposito software

Trebbiatura della granella: nella parte posteriore della mietitrebbia è visibile lo scarico dello scarto di trebbiatura

tempi di trasferimento e scarico della granella in azienda. Per quanto riguarda gli organi di movimentazione e i dispositivi di controllo, l'unità motrice che fa capo al motore è costituita da un telaio in profilati metallici che appoggia su due assi: quello anteriore, sul quale sono applicate le ruote motrici gommate e quello posteriore che si scarica sulle ruote direttrici. Per la protezione dell'operatore, tutte le macchine dispongono di cabine insonorizzate con un livello di rumore inferiore agli 80 dB, con sistemi antivibranti, aria condizionata, sedile ammortizzato e ampie vetrate.

Nelle attuali cabine si dispone poi di sistemi di informazione e di segnalazione (mediante display digitali, avvisatori acustici ecc.) di eventuali anomalie di funzionamento nonché di dispositivi di regolazione (o controllo automatico) computerizzati sulle macchine di grande dimensioni che contemplano: il monitoraggio del regime di rotazione degli organi lavoranti, atto a prevenirne ingolfamenti; l'indicazione delle perdite di granella, rilevate da appositi sensori; la guida automatica delle testate da mais; il livellamento automatico del gruppo di pulizia, su terreni in pendenza; la misurazione della superficie lavorata, della quantità di prodotto raccolto, della resa produttiva media della coltura.

In termini operativi, larghezze di lavoro, velocità d'avanzamento e capacità di battitura sempre più elevate, regolazioni da effettuare in modo sempre più preciso per adattarsi alle variazioni del prodotto, scarico del serbatoio molto rapido sono alcuni aspetti particolarmente studiati sulle mietitrebbiatrici moderne.

Foto V. Bellettato



**Raccolta del miscuglio granella-tutoli e delle spighe intere**

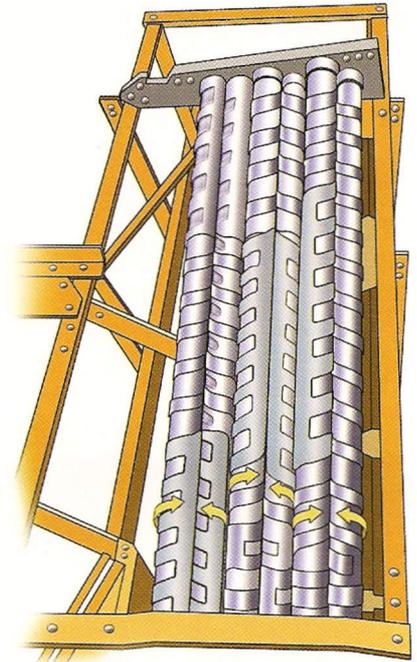
Il miscuglio granella-tutoli – altrimenti noto come “pastone” – si ottiene impiegando FTC oppure mietitrebbiatrici; in entrambi i casi le operatrici devono essere munite di apposita testata spannocchiatrice. Nelle FTC, oltre alla testata spannocchiatrice, è necessario applicare, nella parte posteriore dell’organo trinciatore, una apposita griglia con la funzione di completare la frantumazione del prodotto trinciato. Le maglie di questa griglia hanno dimensioni diverse a seconda della granulometria che si vuole ottenere nel miscuglio.

Notevole è l’usura dell’organo trinciatore e frequenti possono essere gli ingolfamenti provocati dalla presenza della griglia. Più funzionale è, invece, il cantiere che utilizza mietitrebbiatrici opportunamente trasformate (mediante la sostituzione dei crivelli e delle griglie scuotipaglia) e regolando sia il regime di rotazione del battitore, sia la distanza controbattitore-battitore.

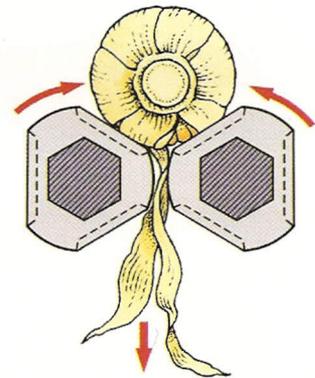
Attualmente, essendo praticamente scomparsa la forma di conservazione con essiccazione naturale delle spighe in gabioni aperti (ungheresi), la raccolta della granella in spiga intera interessa soltanto la filiera della produzione del mais da seme e viene effettuata con raccogli-spighe-sfogliatrici, macchine specifiche in grado di ridurre al minimo i danni alle cariossidi, deleteri per la germinabilità del seme. Esse operano il distacco della spiga dallo stocco, eliminando successivamente le brattee e convogliando le spighe in una tramoggia propria o su rimorchio. La testata spannocchiatrice di cui sono dotate, che si differenzia da quella delle mietitrebbiatrici per la mancanza delle lame pareggiatrici e la presenza di rulli mungitori – ai quali è deputato il distacco – mostra risalti a profilo elicoidale; la maggior superficie di contatto tra rulli e spighe facilita una prima parziale sfogliatura delle spighe stesse.

La separazione completa delle brattee avviene su un apposito piano di sfogliatura costituito da una serie di coppie di rulli controrotanti, generalmente in gomma. Sopra il piano di sfogliatura, disposti trasversalmente rispetto ai rulli, agiscono dei dispositivi a palette o spazzole in gomma che hanno la funzione di allineare le spighe, disponendole in un unico strato a diretto contatto con i rulli.

La controrotazione di questi ultimi comporta lo strappo delle brattee che cadono verso il basso mentre le spighe sfogliate sono inviate ai contenitori. Sul piano di sfogliatura e in prossimità dell’elevatore di carico delle spighe spesso agisce un ventilatore per eliminare le impurità. Le raccogli-spighe-sfogliatrici si presentano nelle versioni trainate (1-2 file), portate (1-3 file) e semoventi (4 file) e possiedono capacità reali di lavoro che variano da 0,2-0,4 ha/h per i modelli di piccola dimensione a 0,6-1,2 ha/h per le portate (posteriormente su trattori a guida reversibile) e le semoventi.



A



B

Piano di sfogliatura a rulli controrotanti in una raccogli-spighe-sfogliatrice per la raccolta di spighe intere (A). Il particolare (B) illustra il principio di funzionamento

**C**OLTURA  
&  
ULTURA



Bayer CropScience