

a cura di  
Andrea Peruzzi

# Strategie e macchine innovative

per il controllo fisico della flora spontanea  
su pomodoro e cavolo coltivati nella bassa Valle del Serchio



I quaderni del Centro Enrico Avanzi dell'Università di Pisa n. 10



MAMA DAGA  
Università di Pisa



UNIVERSITÀ DI PISA  
centro interdipartimentale  
di ricerche agro-ambientali  
Enrico Avanzi



*a cura di*  
Andrea Peruzzi

# Strategie e macchine innovative

per il controllo fisico della flora spontanea  
su pomodoro e cavolo coltivati nella bassa Valle del Serchio

I quaderni del Centro Enrico Avanzi dell'Università di  
Pisa n. 10



Università di Pisa



UNIVERSITÀ DI PISA  
centro interdipartimentale  
di ricerche agro-ambientali  
Enrico Avanzi



MAMA DAGA  
Università di Pisa



Comune di  
San Giuliano Terme



Comune di  
Vecchiano



Progetto grafico:  
Uliva Foà

**Gli autori di questo libro sono:**

*Andrea Peruzzi,  
Giulia Carpi,  
Marco Fontanelli,  
Christian Frasconi,  
Marco Ginanni,  
Michele Raffaelli,  
Francesca Sorelli*

**Sezione Meccanica Agraria e Meccanizzazione Agricola  
del Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema  
dell'Università di Pisa  
Centro Interdipartimentale di Ricerche Agro-Ambientali "Enrico Avanzi"  
dell'Università di Pisa**

Alle ricerche oggetto della presente pubblicazione, oltre agli autori, hanno partecipato attivamente, collaborando alla realizzazione delle attrezzature innovative, occupandosi della gestione in campo ed in laboratorio delle prove sperimentali ed effettuando una prima elaborazione dei dati:

*Roberta Del Sarto, Calogero Plaia, Luisa Martelloni*

**Sezione di Meccanica Agraria e di Meccanizzazione Agricola del DAGA,  
dell'Università di Pisa**

*Silvano Toniolo, Alessandro Pannocchia, Claudio Marchi, Paolo Gronchi,  
Luciano Pulga, Giovanni Melai.*

**Centro Interdipartimentale di Ricerche Agro-Ambientali "Enrico Avanzi"  
dell'Università di Pisa**



## Ringraziamenti:

Gli autori desiderano ringraziare i Comuni di **San Giuliano Terme** e di **Vecchiano** per aver finanziato le ricerche oggetto di questo volume e per la fattiva collaborazione dimostrata nel triennio di realizzazione delle prove sperimentali.

Al riguardo, un ringraziamento particolare va a:

*Paolo Panattoni, Francesco Verdianelli, Elena Fantoni e Adele Semeraro*

### **Comune di San Giuliano Terme**

*Rodolfo Pardini, Federico Meini, Paola Angeli e Antonella Grossi*

### **Comune di Vecchiano**

Un ringraziamento dovuto va inoltre ai colleghi della **Scuola Superiore di Studi Universitari e di Perfezionamento "Sant'Anna"** di Pisa con i quali sono state realizzate le ricerche sul cavolo presso l'azienda Colombini di Crespina:

*Paolo Bàrberi, Federica Bigongiali, Daniele Antichi e Stefano Carlesi.*

Un doveroso e sentito ringraziamento per le informazioni pratiche, per il concreto aiuto fornito "in campo" e per i preziosi suggerimenti tecnici, va anche ai proprietari e/o gestori delle aziende agricole della Valdiserchio che hanno ospitato le attività sperimentali e dimostrative:

*Loreno e Massimo Catassi*

**Azienda Agricola Catassi** di Arena Metato (Comune di San Giuliano terme)

*Daniele Pianpiani*

**Azienda Agricola Massola-Taliacarne** di Gello (Comune di San Giuliano terme)

*Moreno e Francesco Grossi*

**Azienda Agricola Grossi** di Nodica (Comune di Vecchiano)

*Franco e Massimo Pardini*

**Azienda Agricola Pardini** di Nodica (Comune di Vecchiano)

*Gianpiero e Alessandro Colombini*

**Azienda Agricola Colombini** di Crespina (Comune di Crespina)

Un ringraziamento particolare va inoltre ai Signori *Franco Pardini, Loreno Catassi, Francesco Grossi, Giovanni Facchini, Federigo Federighi, Rodolfo Pardini, Sergio Sabatini, Roberto Narducci, Piero Chicca, Giuseppe Muccioli, Michela Sfingi, Giancarlo Cavarretta e Michele Paoletti*, per aver condiviso con noi i "ricordi" e le "immagini" della Valdiserchio, che ci hanno permesso di realizzare il primo capitolo di questo volume.

Un ultimo (ma non per questo meno importante...) ringraziamento va alla Professoressa *Manuela Giovannetti*, Preside della Facoltà di Agraria di Pisa, per aver scritto la presentazione ed al Professor *Marco Mazzoncini*, Direttore del Centro Interdipartimentale di Ricerche Agro-Ambientali "E.Avanzi" di Pisa per aver scritto l'introduzione di questo volume.

I disegni e gli schemi presenti in questo volume sono originali e sono stati interamente realizzati da Uliva Foà, che ne ha curato anche la grafica.

## INDICE

Presentazione .....	IV
Introduzione .....	X
Prefazione.....	XI
<b>1. La bassa Valle del Serchio: un'areale storicamente vocato alla produzione di ortaggi .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1. Ruolo, evoluzione ed importanza delle attività agricole attuate nella bassa Valle del Serchio .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2. Le interviste agli agricoltori: uno strumento per conoscere l'evoluzione delle attività rurali nella Valdiserchio .....</b>	<b>18</b>
<b>1.3. La storia della bassa Valle del Serchio raccontata dai "protagonisti".....</b>	<b>20</b>
<b>1.4. Produzione di ortaggi biologici, filiera corta e vendita diretta: una concreta possibilità di rilancio delle attività agricole della bassa Valle del Serchio .....</b>	<b>27</b>
<b>2. La gestione sostenibile della flora spontanea in orticoltura .....</b>	<b>33</b>
<b>2.1. Considerazioni preliminari .....</b>	<b>33</b>
<b>2.2. Che cosa significa "gestione sostenibile"?</b> .....	<b>34</b>
<b>2.3. La gestione sostenibile applicata al comparto orticolo italiano .....</b>	<b>35</b>
<b>2.4. La gestione della flora infestante in orticoltura.....</b>	<b>36</b>
<b>2.4.1. La gestione chimica.....</b>	<b>36</b>
2.4.1.1. L'impiego di erbicidi "tradizionali".....	36
2.4.1.2. L'impiego di erbicidi "alternativi" per il controllo delle infestanti, possibile prospettiva futura? .....	38
2.4.1.2.1. Sostanze di origine naturale ad azione erbicida .....	38
2.4.1.2.2. Fitotossine di origine fungina .....	39
2.4.1.2.3. Sostanze fitotossiche di origine batterica.....	40
2.4.1.2.4. Sostanze ad azione allelopatica .....	41
2.4.1.2.5. Il controllo biologico delle infestanti.....	44
2.4.1.2.6. Altre sostanze "naturali" ad azione erbicida .....	49
<b>2.4.2. La gestione "non-chimica".....</b>	<b>49</b>
2.4.2.1. La gestione "non-chimica": aspetti generali .....	49
2.4.2.2. Metodi preventivi .....	51
2.4.2.3. Metodi colturali o indiretti .....	55
2.4.2.4. Metodi diretti.....	56
<b>2.4.3. Il controllo fisico delle infestanti in agricoltura convenzionale ed integrata: una prospettiva concreta per la tutela dell'ambiente e della salute degli operatori e dei cittadini.....</b>	<b>61</b>
<b>3. La ricerca condotta presso le aziende agricole della bassa Valle del Serchio su pomodoro e cavolo .....</b>	<b>63</b>

<b>3.1. Una doverosa premessa</b> .....	63
<b>3.2. I diversi sistemi di gestione della flora spontanea messi a confronto</b> .....	66
3.2.1. Le strategie innovative .....	67
3.2.2. Le macchine innovative.....	69
3.2.2.1. L'erpice a dischi attivi .....	70
3.2.2.2. L'operatrice per il pirodiserbo a fiamma libera.....	71
3.2.2.3. La sarchiatrice di precisione.....	75
3.2.3. Le strategie aziendali.....	78
3.2.4. I rilievi effettuati.....	79
3.2.5. Le caratteristiche fisiche del terreno delle diverse aziende agricole oggetto di studio .....	81
<b>3.3. I casi di studio</b> .....	82
3.3.1. Il pomodoro da industria .....	83
3.3.1.1. Le strategie e le macchine utilizzate per il controllo delle infestanti .....	85
3.3.1.2. I risultati ottenuti.....	87
3.3.1.2.1. <i>Caratteristiche operative ed impieghi di manodopera</i> .....	88
3.3.1.2.2. <i>Controllo delle infestanti</i> .....	90
3.3.1.2.3. <i>Rese e stime economiche</i> .....	94
3.3.2. Il pomodoro da mensa .....	99
3.3.2.1. Le strategie e le macchine utilizzate per il controllo delle infestanti .....	101
3.3.2.2. I risultati ottenuti.....	102
3.3.2.2.1. <i>Caratteristiche operative ed impieghi di manodopera</i> .....	102
3.3.2.2.2. <i>Controllo delle infestanti</i> .....	107
3.3.2.2.3. <i>Rese e stime economiche</i> .....	109
3.3.3. Il cavolo .....	114
3.3.3.1. Le strategie e le macchine utilizzate per il controllo delle infestanti .....	117
3.3.3.2. I risultati ottenuti.....	119
3.3.3.2.1. <i>Caratteristiche operative ed impieghi di manodopera</i> .....	119
3.3.3.2.2. <i>Controllo delle infestanti</i> .....	122
3.3.3.2.3. <i>Rese e stime economiche</i> .....	125
Conclusioni .....	131
Bibliografia .....	135
Appendice: guida pratica al corretto utilizzo delle macchine e degli utensili.....	147



## PRESENTAZIONE

Il tema del controllo fisico delle infestanti nei sistemi produttivi agricoli italiani è quanto mai attuale, soprattutto in questo momento in cui si fa sempre più forte la presenza, sui mercati internazionali, di Paesi dalle grandi potenzialità in risorse umane e territoriali, che però non percepiscono l'esigenza di ridurre l'impatto ambientale antropico sull'ambiente, basando così l'agricoltura su un impiego massiccio di erbicidi, fungicidi, e fertilizzanti di sintesi.

In un quadro come questo, la nostra agricoltura deve porsi come obiettivo principale il miglioramento della qualità delle produzioni alimentari, che devono essere "valide" dal punto di vista organolettico e da quello delle caratteristiche nutritive e delle proprietà nutraceutiche e devono prevedere l'utilizzo di tecniche colturali capaci di salvaguardare l'ambiente, tutelare il reddito agricolo e rispettare la sicurezza dei lavoratori e dei consumatori.

L'agricoltura sostenibile rappresenta da decenni una concreta prospettiva in tal senso. Vi è infatti una richiesta crescente di prodotti alimentari che offrano sia garanzie di elevata qualità e di salubrità, ma che nel contempo abbiano un forte legame con il territorio di provenienza. Il consumatore ricerca sempre più un rapporto diretto con l'agricoltore locale, ricostruendo così quel legame col territorio che con la grande distribuzione è andato perduto. La filiera corta sta ricostruendo quei circuiti locali, che permettono al consumatore di conoscere direttamente le origini ed i metodi di coltivazione dei prodotti, di risparmiare nell'acquisto rispetto al ricorso alla grande distribuzione, e di offrire all'economia locale un sostegno diretto e reale.

Le esperienze condotte dai ricercatori del Centro Interdipartimentale di Ricerche Agro – Ambientali "E. Avanzi" (CIRAA) e della Sezione di Meccanica Agraria e Meccanizzazione Agricola del Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema (MAMA – DAGA) dell'Università di Pisa in collaborazione con le municipalità di San Giuliano Terme e di Vecchiano confermano la possibilità di adottare strategie valide per il controllo fisico delle infestanti, non solo su colture seminate, come lo spinacio (ricerca effettuata nel precedente quadriennio), ma anche su colture trapiantate come pomodoro e cavolo. A queste ricerche sono senza dubbio riconosciute ricadute positive sulla collettività, tanto da aver ottenuto un prestigioso riconoscimento nell'ambito del premio Toscana Ecoefficiente sia nel 2008 che nel 2010.

In conclusione, questo libro non rappresenta soltanto il traguardo di un percorso condiviso fra le Istituzioni di ricerca e le Amministrazioni locali, focalizzato sulle semplici descrizioni dei risultati ottenuti, ma vuole essere anche uno strumento pratico nelle mani degli agricoltori, che all'interno del volume potranno trovare suggerimenti utili per una coltivazione sostenibile non solo del pomodoro (da mensa e da industria) e del cavolo, ma anche di molte altre colture orticole trapiantate e seminate.

*Prof.ssa Manuela Giovannetti*  
Preside della Facoltà di Agraria  
Università di Pisa

## INTRODUZIONE

Il controllo della flora spontanea rappresenta senz'altro uno degli ostacoli principali ed una delle problematiche più impegnative che gli agricoltori quotidianamente si trovano di fronte, sia nell'ambito delle coltivazioni erbacee che, soprattutto, in quello degli ortaggi, specie solitamente molto remunerative ma allo stesso tempo anche decisamente sensibili e poco competitive.

Al riguardo, negli ultimi anni la ricerca agronomica si è decisamente indirizzata verso lo studio di sistemi agricoli sostenibili dal punto di vista ambientale, economico ed agronomico, tendenza in linea con quella che è la sempre più comune opinione pubblica dei consumatori, che non solo sono sempre più attenti agli aspetti legati alla tutela del loro territorio, ma inoltre, molto spesso, esprimono una “decisa preferenza” per prodotti caratterizzati da elevata qualità, tipicità e soprattutto dall'assenza di residui chimici (come conferma ad esempio la forte richiesta di prodotti “bio”, soprattutto per il comparto ortofrutticolo).

Da ormai venti anni il gruppo di ricerca del Prof. Andrea Peruzzi, assieme ai ricercatori ed ai tecnici del Centro Interdipartimentale di Ricerche Agro-Ambientali “Enrico Avanzi” (CIRAA), lavora attivamente proprio con lo scopo di costruire e mettere a punto macchine innovative per la gestione “non-chimica” delle malerbe, ed in particolare dal 2002 opera nel territorio della Valdisechio, zona orticola di rilevante importanza, sia per la nostra Provincia che a livello regionale.

Lo sviluppo di operatrici per il controllo fisico delle infestanti rappresenta comunque solo uno dei molti settori di ricerca che vengono ordinariamente studiati ed affrontati presso il CIRAA, una realtà unica a livello europeo, ove è possibile realizzare esperienze a carattere multidisciplinare (come ad esempio quella oggetto del presente volume), grazie alle competenze molteplici e complementari del personale tecnico e docente afferente (dall'agricoltura sociale e multifunzionale alle colture biologiche, dall'ingegneria naturalistica alla conservazione della fertilità dei suoli, per un totale di ben 50 settori scientifico-disciplinari coinvolti). Inoltre il CIRAA è anche una vera e propria azienda agricola che vanta una superficie di 1700 ha (produzioni erbacee, colture industriale e da energia, allevamenti bovini da carne e da latte, boschi da frutto e riserve naturali) ed un importante polo didattico, dove gli studenti dell'Ateneo pisano hanno l'opportunità di approfondire da un punto di vista pratico e “toccare con mano” quanto appreso in aula.

Il presente libro rappresenta il decimo “Quaderno” del CIRAA e sarà liberamente “scaricabile” dal portale [www.avanzi.unipi.it](http://www.avanzi.unipi.it). Il volume raccoglie i risultati di una ricerca triennale svolta su pomodoro e su cavolo dal 2006 al 2009, attività che va a completare quella condotta su spinacio dal 2002 al 2005, descritta ampiamente in un volume già disponibile sullo stesso sito web.

Grazie a questo lavoro, dove le nuove attrezzature e tecniche sperimentate sono state valutate da un punto di vista operativo, malerbologico, agronomico ed economico, gli agricoltori della Valle del Serchio potranno senz'altro usufruire di uno strumento utile per una coltivazione più sostenibile, da un punto di vista economico-ambientale, delle due loro principali specie trapiantate.

*Prof. Marco Mazzoncini*  
Direttore del CIRAA “Enrico Avanzi”  
Università di Pisa

## PREFAZIONE

L'agricoltura nella bassa Valle del Serchio è tradizionalmente paesaggio ed economia per le popolazioni locali.

Nonostante importanti cambiamenti dettati dalla riduzione del numero di addetti, da un minore impiego di manodopera familiare, dagli effetti della Politica Agricola Comunitaria e dello sviluppo urbanistico, non possiamo non prendere atto del fatto che nel territorio dei Comuni di San Giuliano Terme e di Vecchiano, l'agricoltura è ancora una delle attività economiche più significative che interagisce con le matrici ambientali e la collettività che vi risiede

Quindi, se da un lato l'agricoltura è paesaggio e come tale riveste un ruolo non indifferente quale "attrattore" di una nuova e potenziale economia indotta (si pensi al turismo), dall'altro può costituire elemento di criticità per la conservazione del suolo, delle falde idriche, della salute delle comunità. In agricoltura, come in altri settori economici, la ricerca, e soprattutto la sua applicazione, è strumento di crescita tecnologica, ma la tecnologia, se non applicata consapevolmente e con professionalità, può determinare effetti indesiderati: contaminazione delle matrici ambientali, rischi per la salute degli operatori, dei consumatori e di coloro che a vario titolo ne subiscono gli effetti (es. intossicazioni per inalazione degli agrofarmaci in condizioni climatiche non idonee alla loro distribuzione).

Tutte queste motivazioni sono alla base di scelte ormai consolidate da parte dei Comuni di San Giuliano Terme e di Vecchiano: finanziare la ricerca ed adoperarsi per il trasferimento dei risultati tra gli addetti in agricoltura. In questo spirito, il Centro Interdipartimentale di Ricerche Agro Ambientali "Enrico Avanzi" dell'Università di Pisa, ha condotto una ricerca pluriennale per il controllo fisico delle infestanti su spinacio in coltivazione biologica ed integrata, giungendo a mettere a punto un sistema di controllo efficace ed economicamente sostenibile per l'azienda. Il progetto, i cui risultati sono stati illustrati in una pubblicazione a disposizione, dal 2006, di tutti gli interessati, ha ricevuto il Premio di eccellenza per azioni in agricoltura nell'Ambito del Premio Toscana Ecoefficiente 2007-2008.

Oggi, perseguendo le stesse finalità generali, l'impegno in ambito tecnico e finanziario dei due Comuni, ha prodotto un ulteriore importante risultato mettendo a disposizione delle aziende agricole, i risultati conseguiti dal Centro Avanzi sopra menzionato, per il controllo fisico delle infestanti su pomodoro e cavolo, altre due colture della tradizione locale. Anche in questo caso i risultati sono trasferiti nella presente pubblicazione ed anche in questo caso, la Regione Toscana ha riconosciuto la validità dell'operato dei due Enti nell'ambito del Premio Toscana Ecoefficiente 2009-2010 (segnalazione per azioni in agricoltura).

*Dott.ssa Elena Fantoni*  
Comune di San Giuliano Terme

*Dott.ssa Paola Angeli*  
Comune di Vecchiano



*“Fatti non foste a viver come bruti, ma per seguir vertute e canoscenza”*  
Dante Alighieri “La divina Commedia, Inferno, Canto XXVI”, 1304/1321

*“O Lupo che ci sarà fuor di Maremma?” “Non lo so...se non si va non si vede”*  
Dal film “Domani accadrà” di Daniele Lucchetti, 1988

*“Dai diamanti non nasce niente, dal letame nascono fior”*  
Fabrizio de Andre’, 1967

*“Vieni a ballare, compare, nei campi di pomodori, dove la mafia schiavizza i lavoratori,  
e se ti ribelli vai fuori. Rumeni ammassati nei bugigattoli come pelati in barattoli. Co-  
stretti a subire i ricatti di uomini grandi ma come coriandoli.”*  
Caparezza, “Vieni a ballare in Puglia” 2008



# 1.

## La bassa Valle del Serchio: un'areale storicamente vocato alla produzione di ortaggi

### **I.1. Ruolo, evoluzione ed importanza delle attività agricole attuate nella bassa Valle del Serchio.**

Il territorio della bassa Valle del fiume Serchio è compreso all'interno dei Comuni di San Giuliano Terme e Vecchiano, per un'estensione complessiva di circa 16.000 ha. Il tratto terminale del fiume Serchio costituisce il confine fra i due Comuni (fig. I.1).

Questa area è caratterizzata dalla "cintura" calcarea dei Monti Pisani, che delimita il confine settentrionale dei due Comuni (fig. I.2) e dalla pianura alluvionale che va dal limitare dei monti fino al mare; da segnalare la presenza di zone paludose e lagunari fino a tempi molto recenti in aree estese circostanti il lago di Massaciuccoli ed il fiume Serchio in molte località di entrambi i Comuni.

Questa zona risulta essere abitata fin da tempi molto antichi da popolazioni di origine ligure ed è in seguito stata conquistata e controllata da genti etrusche e poi romane.

Le testimonianze storiche parlano di un territorio da sempre dedito e vocato all'agricoltura, punteggiato di piccoli insediamenti rurali e sottoposto all'influenza del centro urbano di Pisa.

In epoca romana vengono eseguiti i primi grandi interventi di riassetto territoriale per assicurare le migliori condizioni per lo sfruttamento agricolo,



Fig. I.1. Carta ufficiale dello Stato del Comune di San Giuliano Terme 1:25000 dell'Istituto Geografico Militare (1954).



**Fig. 1.2.** Panoramica della "Cintura" calcarea dei Monti Pisani nel Comune di San Giuliano Terme (a) e nel comune di Vecchiano (b).

(a - Foto di Sergio Sabatini  
b - Foto di Giuseppe Muccioli)



con la centuriazione e la realizzazione di una prima rete di canali per la regimazione delle acque (fig. 1.3).

Un intervento molto importante sul territorio è costituito dalla realizzazione della bonifica delle aree paludose circostanti il lago di Massaciuccoli e di numerose zone lungo il corso del fiume Serchio. A partire dal 1500, sotto il governo dei Medici, si succedono numerosi interventi in questo senso, tuttavia si giunge ad un'effettiva messa all'asciutto di una porzione significativa di terreni solo negli anni '20 del secolo scorso, con la realizzazione di un'estesa canalizzazione e l'installazione di numerose pompe idrovore che permettono la regimazione delle acque in eccesso ed il loro smaltimento in mare.

Nel corso dei secoli, in particolare a partire dal periodo di dominazione medicea (XVI secolo), si afferma l'assetto del territorio che è giunto praticamente immutato fino al XX secolo: piccoli insediamenti accentrati intorno

**Fig. 1.3.** Acquedotto Romano di San Giuliano Terme.

(Foto di Sergio Sabatini)





a strutture ecclesiastiche o a centri amministrativi delle grandi proprietà agricole, generalmente appartenenti a enti ecclesiastici oppure a famiglie aristocratiche ed a ricchi possidenti residenti in città.

Si diffonde la conduzione dei terreni a mezzadria, con la suddivisione delle grandi proprietà in appezzamenti appoderati delle dimensioni di circa 5-6 ha utilizzati per l'ottenimento di diverse produzioni in coltura promiscua: cereali, foraggiere per l'alimentazione del bestiame, leguminose, ortive, vite, olivo, gelso per l'allevamento dei bachi da seta. Nonostante la prevalenza di questa forma di conduzione in questa area più che in altre zone della Toscana resiste la presenza, per quanto minoritaria, di una piccola proprietà coltivatrice, spesso gestita da parte di contadini che avevano la necessità di svolgere anche lavori presso terzi come braccianti o mezzadri per poter mantenere le famiglie (fig. 1.4).

Questo assetto della proprietà fondiaria e questa organizzazione dello sfruttamento agricolo del territorio, caratterizzato da notevole diversificazione, permangono fino alla metà del XX secolo. Infatti, nel secondo dopoguerra iniziano ad affermarsi alcuni fenomeni che cambiano profondamente l'organizzazione economica e sociale, nella bassa Valle del Serchio così come in tutto il territorio nazionale (consistenti nel rilevante spostamento di manodopera dall'agricoltura all'industria e successivamente al settore terziario) e nella diffusione dei mezzi meccanici e tecnici che modificano profondamente le tecniche di coltivazione, con una spinta decisa verso la specializzazione degli ordinamenti produttivi aziendali, la modifica graduale delle reti commerciali nazionali ed internazionali.

A partire dagli anni '50 del secolo scorso si assiste alla progressiva sparizione della mezzadria, sostituita dalla conduzione delle grandi proprietà con l'impiego di salariati e soprattutto dall'affermarsi progressivo di una piccola proprietà di coltivatori diretti, che iniziano a gestire anche appezzamenti non di loro proprietà tramite l'affitto. L'indirizzo delle aziende agricole assume sempre più caratteristiche di specializzazione, con la contrazione delle superfici destinate alle colture legnose permanenti (soprattutto vite, olivo, fruttiferi) ed alle foraggiere avvicendate. Le grandi aziende si dedi-

Fig. 1.4. Panoramica storica della piana della Bassa Valle del Serchio. (Foto di Piero Chicca)



**Fig. 1.5.** Coltivazioni orticole nel Comune di Vecchiano.

(Foto di Roberto Narducci)

cano principalmente alle colture estensive cerealicole ed industriali (mais, frumento, girasole, barbabietola da zucchero), mentre quelle più piccole si indirizzano per lo più verso le produzioni orticole (fig. 1.5).

Queste trasformazioni giungono a compimento con la fine del '900 e i primi anni 2000: i dati dell'Istat evidenziano la costante diminuzione del numero di aziende agricole e della superficie agraria utilizzata (SAU), benché si evidenzi un leggero incremento dal 1990 al 2000, nonché del numero di occupati in agricoltura.

## **1.2. Le interviste agli agricoltori: uno strumento per conoscere l'evoluzione delle attività rurali nella Valdisechio**

Le affermazioni presenti nel paragrafo successivo, in cui si riporta l'opinione dei "protagonisti" sulla storia recente dello sviluppo agricolo della bassa Valle del Serchio, sono basate su ciò che è emerso dalle interviste ad alcuni agricoltori "storici" del territorio effettuate fra dicembre 2009 e febbraio 2010.

Gli agricoltori che hanno dato disponibilità ad essere intervistati hanno sempre lavorato e continuano a svolgere la loro attività nel territorio dei Comuni di Vecchiano e di San Giuliano Terme. Per la maggior parte si dedicano esclusivamente all'orticoltura, con aziende a gestione familiare e aventi superfici comprese tra 5 e 10 ha, di cui 1-2 ha di proprietà e la parte restante gestita in affitto. In alcuni casi gli intervistati affiancano alla produzione di ortaggi la coltivazione di specie erbacee (cerali, girasole) su superfici più ampie e l'attività di contoterzismo (fig. 1.6).

Le interviste hanno avuto uno schema generale comune. Si è chiesto innanzitutto agli agricoltori di andare indietro con la memoria per quanto possibile, attraverso i loro ricordi personali e quelli raccolti dai loro genitori e dai



loro nonni che svolgevano la stessa attività, per parlare delle caratteristiche dell'attività agricola nella prima parte del '900, prima della seconda guerra mondiale e poi nel dopoguerra: le trasformazioni avvenute nella struttura della proprietà fondiaria, le colture presenti sul territorio, le caratteristiche dei metodi di coltivazione, la struttura delle reti commerciali di riferimento. Attraverso il racconto della loro esperienza lavorativa personale è stato possibile seguire il "filo" delle trasformazioni di tutti questi aspetti fino ai giorni nostri, analizzando le motivazioni alla base dei grandi cambiamenti che si osservano rispetto al passato e della situazione difficile che le piccole aziende agricole attraversano negli ultimi anni.

A questo punto è venuto spontaneo passare ad analizzare le alternative che si presentano per il futuro, quelle che gli agricoltori vedono per sé stessi e per i loro familiari che vogliono continuare la stessa attività (quando ce ne sono). Sono state prese in esame in particolare le opinioni degli agricoltori in merito alle opportunità ed alle problematiche presentate da due tendenze relativamente recenti, ossia la diffusione dell'agricoltura biologica e della commercializzazione di filiera corta.

Ciò che è emerso da queste interviste è stato riportato quanto più fedelmente possibile nel testo, operando un lavoro di sintesi e rielaborazione che speriamo rispecchi il pensiero di chi ha collaborato con noi.

Si ringraziano i titolari delle aziende agricole Pardini di Nodica, Grossi di Vecchiano, Catassi di Metato, Facchini di Pontasserchio, Federighi di San Martino Ulmiano per la disponibilità e la cortesia che hanno mostrato, ma soprattutto per l'interesse e la passione che hanno trasmesso nel raccontare la loro esperienza di vita e di lavoro e nel condividere le loro analisi ed opinioni in merito ai fenomeni che hanno riguardato lo sviluppo agricolo del territorio della bassa Valle del Serchio, e quindi loro stessi, le loro famiglie, il loro lavoro.

**Fig. 1.6.** Coltivazioni orticole nel Comune di San Giuliano Terme.

(Foto di Roberto Narducci)



### 1.3. La storia della bassa Valle del Serchio raccontata dai “protagonisti”.

Le aziende agricole “storicamente” presenti e radicate nel territorio dei Comuni di Vecchiano e San Giuliano Terme si sono progressivamente ridotte di numero, soprattutto nell’ambito del settore orticolo (fig. 1.7).



Fig. 1.7. Foto storica del Consorzio Provinciale di Pisa.

(Foto di Roberto Narducci)

I loro proprietari sembrano condividere molti punti di vista riguardo alla storia recente dello sviluppo agricolo di questo territorio ed alle motivazioni della perdita di importanza e redditività dell’attività agricola, in particolare per quanto riguarda le produzioni ortive. Nei loro ricordi personali, oppure legati alla memoria familiare, sono ben chiari i riferimenti temporali ed il progressivo sviluppo dei fenomeni di trasformazione dell’assetto agricolo di questo territorio, che ripercorrono i grandi mutamenti economici e sociali che hanno investito l’intera Italia a partire dal secondo dopoguerra e quindi dagli anni ‘50.

A partire da quegli anni si rende evidente la crisi progressiva del modello di conduzione aziendale a mezzadria, la cui importanza si ridimensiona fortemente fino alla completa sparizione all’inizio degli anni ‘80. I poderi di 5 o 6 ha non riescono a mantenere adeguatamente le famiglie contadine, generalmente molto numerose, e già nei primi anni del dopoguerra i giovani iniziano a trovare occasioni di occupazione soprattutto nel settore dell’industria. A questo spostamento molto consistente di manodopera contribuiscono le condizioni materiali di povertà di molte famiglie contadine, ma anche lo scarso prestigio sociale riconosciuto a chi lavora la terra e la possibilità di “riscatto sociale” attribuita al fatto di allontanarsi dalla propria originale condizione di contadino e/o mezzadro. Inoltre il modello produttivo della coltura promiscua e della coltivazione per l’autosussistenza della famiglia viene sempre più marginalizzato dalla graduale diffusione di nuovi mezzi tecnici che spingono verso la specializzazione dell’indirizzo produttivo aziendale e dall’affermarsi di strutture e reti commerciali su scala nazionale ed internazionale.

Si afferma sempre più sul territorio la piccola proprietà coltivatrice, con una preponderanza molto marcata delle aziende con ridotta superficie (1-2 ha) gestite da coltivatori diretti. Nelle grandi proprietà suddivise in poderi il colono viene spesso assunto come salariato, oppure egli diviene un piccolo proprietario che possiede un'estensione spesso ridottissima di terreno, ma lavora anche appezzamenti di altri tramite accordi spesso di durata stagionale (fig. 1.8).

Gli anni '50 e '60 sono ben presenti nella memoria collettiva del territorio come il periodo in cui le aziende orticole della bassa Valle del Serchio costituiscono un importante riferimento per il commercio con il Nord Italia e con l'estero, in particolare con la Germania. Questi legami sono gestiti



Fig. 1.8. Raccolta di spinaci da parte di stagionali.  
(Foto di Piero Chicca)





nella maggior parte dei casi da commercianti della zona del cascinese e prevedono l'organizzazione della raccolta dei prodotti fra le aziende del territorio e poi il trasporto su rotaia fino ai mercati del Nord, che richiedono soprattutto spinaci, cavolfiori e patate.

In seguito questi legami commerciali si allentano fino a interrompersi: gradualmente con gli anni '70 la richiesta di prodotti freschi e di stagione nei mercati del Nord Europa diminuisce, in seguito alla prima diffusione dei prodotti congelati e delle reti gestite dalle prime forme di grande distribuzione organizzata (GDO) (fig. 1.9).



Fig. 1.9. Fotografia storica dei mezzi di trasporto degli ortaggi.

(Foto di Piero Chicca)

Agli agricoltori resta il riferimento principale dei grandi mercati ortofrutticoli nazionali: Milano, Genova, Bologna, Firenze. Chi ne ha la possibilità si organizza per conto proprio, acquistando un camion per essere indipendente nella gestione dei rapporti con i commercianti di riferimento presso i vari mercati nazionali. A prezzo di un lavoro molto gravoso, che prevede per i coltivatori diretti la gestione del lavoro di coltivazione e raccolta e poi viaggi frequenti fino alle città del Nord Italia per la consegna dei prodotti, molte aziende si sono assicurate guadagni di tutto rispetto, soprattutto negli anni '70 e '80. I mercati ortofrutticoli riescono a garantire un prezzo che remunera in maniera soddisfacente il lavoro degli agricoltori e delle loro famiglie, oltre alla copertura delle spese per la produzione. I prodotti orticoli che sono maggiormente coltivati sono spinaci, bietole e patate, ma anche pomodori, asparagi, carciofi e meloni (fig. 1.10).

Dalla fine degli anni '60 inizia la diffusione capillare nelle aziende di macchine per la lavorazione del terreno e per la semina di alcune colture ortive

come spinacio e bietola, nonché dei prodotti chimici per la concimazione ed il diserbo. Questi mezzi tecnici hanno portato al graduale intensificarsi dello sfruttamento agricolo del territorio ed alla progressiva specializzazione dell'indirizzo produttivo di numerose aziende. In alcuni casi si assiste ad una drastica semplificazione degli avvicendamenti colturali, con la scelta di concentrarsi su due o tre colture per cui è possibile meccanizzare tutti i processi di coltivazione esclusa la raccolta: spinacio, bietola, patata (fig. 1.11 e 1.12). Tuttavia diverse aziende mantengono un certo grado di diversificazione delle produzioni ortive, destinando alcuni prodotti ai mercati locali e mantenendo superfici significative dedicate a pomodori, carciofi, cavolfiori, meloni e da altre colture ortive.

Nei primi decenni successivi al secondo dopoguerra, almeno fino agli anni '80, sono molto numerose nel territorio di Vecchiano e di San Giuliano Terme anche le aziende agricole di piccolissime dimensioni gestite da persone che sono impiegate a titolo principale in un settore diverso (nell'industria o nel terziario), e che portano avanti l'attività agricola come occupazione secondaria (fig 1.13). Queste realtà aziendali fanno in genere riferimento ad altre aziende agricole di maggiori dimensioni per la commercializzazione dei prodotti e permettono per molti anni il mantenimento in produzione



Fig. 1.10. Immagine storica di un campo di ortaggi nel Comune di San Giuliano Terme.  
(Foto di Roberto Narducci)

Fig. 1.11. Immagine storica di un campo di ortaggi nel Comune di Vecchiano.  
(Foto di Roberto Narducci)





Fig. 1.12. Coltivazione (a) e raccolta (b) dello spinacio nella bassa Valle del Serchio.  
(Foto di Giuseppe Muccioli)



di una parte non trascurabile della superficie agraria utilizzabile nella bassa Valle del Serchio. Successivamente agli anni '80, la graduale perdita di redditività delle produzioni ortive, che costituivano le colture principali di questa tipologia aziendale, ne ha determinato la forte riduzione di numero nel corso degli ultimi 30 anni.

Il fabbisogno di manodopera, pur riducendosi nel tempo in seguito all'introduzione del diserbo chimico e della meccanizzazione di semina e trapianto, resta piuttosto consistente per tutte le operazioni di raccolta. Dal dopoguerra fino agli anni '80 resta preponderante la presenza di manodopera locale, soprattutto femminile, che assicura la copertura dei fabbisogni di lavoro stagionale. Gradualmente con gli anni lo spostamento di manodopera dall'agricoltura verso altri settori si fa sentire anche su questa categoria di lavoratori stagionali, quando molte donne trovano occupazione nel settore terziario oppure in altre professioni "umili", ma che garantiscono comunque condizioni migliori rispetto all'impiego stagionale in agricoltura, come ad esempio l'attività di colf presso famiglie cittadine. Dapprima la manodopera necessaria soprattutto per la raccolta dei prodotti orticoli viene richiamata da altre zone della Toscana, come ad esempio dalla Val di Cecina, con cui nei periodi di raccolta erano organizzati collegamenti quotidiani tramite pulmini privati. In seguito, negli anni '90, si assiste al progressivo inserimento in questo ambito di lavoro degli immigrati stranieri, che sono disposti ad accettare le dure condizioni di lavoro e la paga bassa. Ancora oggi resta un piccolo numero di persone del territorio, generalmente piuttosto anziane, che continuano a svolgere questa occupazione e costituiscono un importante punto di riferimento per le aziende orticole locali, che non riescono però a sostituirle se non impiegando appunto manodopera di origine straniera.

A partire dalla fine degli anni '80 si osserva una trasformazione importante

dell'organizzazione delle filiere commerciali dei prodotti agro-alimentari e non solo, con la diffusione delle reti commerciali della GDO. Questo tipo di distribuzione privilegia l'offerta presso un unico punto vendita di grandi dimensioni di molte tipologie di prodotti, in grandi quantità e con un assortimento molto vasto. Perfettamente in accordo con queste esigenze sono l'offerta di prodotti surgelati e di prodotti orticoli provenienti anche da altri Paesi, in modo da non dover sottostare alle esigenze della stagionalità delle produzioni ed offrire una vasta gamma di prodotti non soggetta a variazioni sensibili nel corso dell'anno. L'organizzazione delle filiere commerciali prevede dunque l'entrata nel mercato nazionale di produzioni orticole di altri Paesi spesso più competitivi dal punto di vista dei costi di produzione (Spagna, Grecia, Marocco, in seguito anche altri Paesi come Israele e Cina).

I rapporti commerciali con la GDO non possono essere gestiti dai produttori secondo i canali tradizionali, in quanto le grandi aziende di questo settore aggirano la mediazione degli operatori dei grandi mercati ortofruttili ed esigono accordi commerciali stipulati con le singole aziende agricole. Questo meccanismo penalizza molto i produttori piccoli e medi, la cui forza contrattuale risulta inevitabilmente molto inferiore a quella della grande azienda distributtrice che impone le condizioni di consegna ed i prezzi, generalmente molto bassi.



**Fig. 1.13.** Immagine storica della pulizia degli ortaggi in post-raccolta.

(Foto di Piero Chicca)





Il risultato è che le aziende orticole della bassa Valle del Serchio decidono in genere di non fare riferimento a questo nuovo circuito commerciale che si va imponendo e di conservare i rapporti consolidati con i mercati ortofrutticoli, principalmente con quelli toscani e di regioni limotrofe (Pisa, Viareggio, Firenze, ma anche Genova e Bologna) e sempre più di rado con i mercati del Nord Italia.

Alcune aziende di medie dimensioni tentano la via dell'unione con altri produttori di dimensioni simili tramite l'organizzazione di consorzi e cooperative, in modo da poter operare con maggiore forza e indipendenza nei rapporti commerciali con la GDO (fig. 1.14). In alcuni casi queste iniziative mirano anche a raccogliere maggiori disponibilità di investimenti per cercare di occupare anche altre posizioni nella filiera rispetto alla semplice produzione di prodotti orticoli freschi, ad esempio attraverso la creazione di impianti di trasformazione di alcuni prodotti. Questi "esperimenti" vengono ricordati in genere come sostanzialmente fallimentari, a causa dell'incapacità delle diverse aziende di coordinarsi ed operare contemporaneamente nell'interesse comune per superare le indubbie difficoltà connesse con la gestione di progetti di questo tipo. Il giudizio negativo degli agricoltori resta anche nel caso di realtà tuttora esistenti ed operative, cui non viene riconosciuta la capacità di organizzare efficacemente circuiti commerciali appetibili ed affidabili anche per i produttori di piccole e medie dimensioni.

Anche negli ultimi decenni si osserva dunque un sostanziale mantenimento dei riferimenti commerciali consolidati e dell'organizzazione produttiva che si era già affermata nei decenni precedenti: la maggior parte delle aziende agricole, soprattutto di quelle ad indirizzo orticolo, mantiene la gestione a livello familiare, un certo grado di diversificazione delle produzioni, la coltivazione di produzioni di stagione (non si osservano ad esempio investi-

Fig. 1.14. Panoramica di una azienda agricola collocata nella Valle del Serchio.

(Foto di Michele Paoletti)



menti consistenti in strutture per la coltivazione protetta e forzata).

Tuttavia le trasformazioni del mercato sono profonde e finiscono per mettere in crisi la redditività dell'attività agricola, anche della produzione di ortaggi che aveva garantito invece per molti anni entrate soddisfacenti per molte famiglie.

L'imporsi del modello organizzativo della GDO è accompagnato da un profondo e graduale mutamento dei consumi e degli stili di vita, che porta alla contrazione della spesa alimentare delle famiglie, alla diminuzione della richiesta di prodotti freschi a favore di quelli conservati e surgelati, all'abitudine al consumo di alcune produzioni ortive in tutte le stagioni, disinteressandosi dell'origine del prodotto stesso. Tutto questo comporta una crisi progressiva dei grandi mercati ortofrutticoli, che perdono una quota notevole di volume di affari, ed un sostanziale adeguamento dei prezzi conferiti ai produttori con quelli praticati dalla GDO, in modo da tutelare il più possibile la concorrenzialità del circuito tradizionale in crisi. Nello stesso tempo si assiste ad una crescita pressoché costante dei prezzi di alcuni importanti mezzi tecnici divenuti elementi essenziali per la produzione, quali combustibili e prodotti chimici (fertilizzanti, diserbanti ed altri agrofarmici).

In un contesto di questo tipo la redditività dell'attività agricola si riduce progressivamente fino alle condizioni attuali, nelle quali molte aziende affermano che è molto difficile garantirsi la copertura delle spese di produzione ed una remunerazione sufficiente per il coltivatore diretto ed i suoi familiari impiegati in azienda.

#### **I.4. Produzione di ortaggi biologici, filiera corta e vendita diretta: una concreta possibilità di rilancio delle attività agricole della bassa Valle del Serchio.**

In considerazione di quanto esposto nel precedente paragrafo, la situazione attuale appare ben poco soddisfacente per le aziende agricole ad indirizzo orticolo operanti nella bassa Valle del Serchio (soprattutto per i piccoli produttori) che si trovano di fronte l'esigenza di trovare riferimenti commerciali che garantiscano maggiormente la remunerazione del loro lavoro e permettano in ultima analisi la loro stessa sopravvivenza.

Alcune tendenze presenti nel mercato dei prodotti agro-alimentari, che non sono di recente apparizione, ma che negli ultimi anni si stanno diffondendo e imponendo all'attenzione generale, potrebbero altrimenti costituire importanti opportunità da cogliere per la valorizzazione dei prodotti orticoli di questo territorio.

Si pensi innanzitutto alla richiesta crescente di prodotti alimentari che offrano garanzie di elevata qualità e di salubrità, soprattutto nel caso di pro-





dotti da consumo fresco, e che siano stati ottenuti con metodi di coltivazione rispettosi dell'ambiente. In relazione a questa tendenza i dati nazionali dimostrano una crescita costante e consistente dei consumi di prodotti da agricoltura biologica (Ismea, 2009), con un significativo incremento della quota relativa ai prodotti ortofrutticoli freschi e trasformati.

Allo stesso modo sono in crescita negli ultimi anni i consumi di prodotti caratterizzati per la loro origine e per il legame con il territorio di provenienza. In questo ambito si possono ricordare non solo le denominazioni ufficiali di origine riconosciute a livello comunitario (DOP: Denominazione di Origine Protetta, IGT: Indicazione Geografica Tipica, etc. . .), che offrono già riconoscimento a numerose produzioni tipiche del nostro Paese molto apprezzate sul mercato internazionale, ma anche la richiesta crescente da parte dei consumatori di un rapporto diretto con gli agricoltori locali per l'acquisto di prodotti legati al proprio territorio (Ismea, 2009).

La notevole crescita delle iniziative di "filiera corta" a livello sia nazionale sia locale nella Provincia di Pisa (vendita diretta presso le aziende agricole, mercati di produttori locali, forme di organizzazione dei consumatori in gruppi di acquisto solidale) mostra che un numero sempre maggiore di persone attribuisce un valore aggiunto ai prodotti di cui è possibile conoscere direttamente le "origini" ed i metodi di coltivazione e che permettono inoltre un risparmio nell'acquisto rispetto alla grande distribuzione e offrono un sostegno diretto all'economia locale (fig. 1.15).

Per gli agricoltori della bassa Valle del Serchio le opportunità offerte da queste tendenze in atto possono essere realmente di grande interesse. A tale riguardo, infatti, questo territorio si è dimostrato da sempre particolarmente vocato, per clima e tipologia dei terreni, alla coltivazione di ortaggi

Fig. 1.15. Panoramica della Piana Pisana.

(Foto di Sergio Sabatini)



e potrebbe valorizzare l'ottima "forma" di cui già godono i prodotti locali attraverso scelte tecniche, strategiche e commerciali che vadano maggiormente incontro alle richieste dei consumatori.

L'adesione al sistema di produzione dell'agricoltura biologica o almeno di quella integrata, così come la partecipazione ai circuiti di filiera corta, propongono un modello produttivo e commerciale che non si discosta molto da alcune sensibilità e modalità operative di coltivazione e di gestione già radicate nel territorio.

Ad esempio, alcuni agricoltori hanno già operato scelte di commercializzazione dei propri prodotti in circuiti locali che hanno spesso contribuito loro stessi a mettere in piedi, come ad esempio i mercati di prodotti orticoli locali organizzati da Coldiretti nella città di Pisa due volte la settimana. Inoltre, molti agricoltori operanti nella bassa Valle del Serchio riconoscono l'importanza della riduzione dell'impatto ambientale delle attività agricole. Tutto ciò si concretizza nella riduzione dell'impiego dei prodotti chimici, nell'utilizzo di pratiche che il ricorso alla chimica e che hanno anche un forte legame con la tradizione (concimazione organica, sarchiatura) e, per quanto riguarda la pacciamatura, molto utilizzata in orticoltura, nella sostituzione dei materiali plastici difficilmente smaltibili (quali il PVC) con altri completamente biodegradabili (quali il MaterBi) (fig. I.16).

Ciò nonostante permangono molti dubbi e perplessità sull'effettiva consistenza delle opportunità concrete offerte alle aziende, soprattutto quelle orticole, dalla conversione all'agricoltura biologica e da scelte commerciali decisamente indirizzate verso i circuiti di filiera corta.

Le preoccupazioni maggiori manifestati dagli agricoltori riguardano la prospettiva di un cambiamento forte della loro organizzazione aziendale



Fig. I.16. Campi pacciamati con film plastico nella Piana della bassa Valle del Serchio.

(Foto di Michele Cavaretta)



e dei metodi di coltivazione ormai associati in favore di pratiche che percepiscono come onerose e rischiose per il mantenimento di un soddisfacente livello produttivo.

Nel caso dei circuiti di filiera corta, ad esempio, molti produttori si dimostrano assai preoccupati dalla necessità di dover garantire ai consumatori un assortimento “troppo” più vasto, per la vendita diretta, in qualsiasi contesto essa venga attenuata (presso un punto vendita aziendale, un mercato locale, sia attraverso gli ordini settimanali effettuati da un gruppo di acquisto solidale). A tale riguardo, molte aziende, come descritto nel paragrafo 1.3., hanno modificato nel tempo la loro organizzazione proprio in direzione di un grado maggiore di specializzazione, generalmente consistente nella produzione di 4 o 5 colture su superfici piuttosto vaste in modo da assicurare forniture di una certa consistenza ai grandi mercati ortofrutticoli, da semplificare la meccanizzazione e da gestire in maniera più agevole l'organizzazione del lavoro e quindi la manodopera.

La perplessità maggiore riguarda quindi il rischio di modificare profondamente la propria organizzazione della produzione, “complicandosi la vita”, senza avere la garanzia che i consumatori disposti ad acquistare gli ortaggi direttamente dai produttori, in punti vendita in cui non trovano un assortimento di prodotti di altro tipo, siano in numero tale da poter sostenere la redditività dell'azienda. Molti agricoltori temono che siano ancora troppo pochi i consumatori che si sono affrancati dal “modello” dell'acquisto nei supermercati, in cui si può trovare tutto, inclusi i prodotti da “consumo veloce”, come i cibi surgelati o addirittura pre-cotti.

Per quanto riguarda invece l'adozione di una gestione biologica ciò che maggiormente (e spesso “infondatamente”...) preoccupa gli agricoltori sono le difficoltà all'adeguamento di regolamenti prevista dall'agricoltura biologica, soprattutto nel caso della concimazione e della difesa delle colture. Gli agricoltori (spesso ignorando, o sottovalutando le evidenze ottenute proprio nelle loro aziende nel corso delle ricerche oggetto del presente volume ...) temono di andare incontro a consistenti riduzioni delle rese, tali da “azzerare” i vantaggi derivanti da maggiori prezzi di mercato spuntati dai prodotti “bio” ed inoltre ritengono “più complicata” la gestione “non chimica” della flora infestate (nonostante molti di loro la attuino già in buona parte), che potrebbe mettere a rischio la tempestività delle semine e dei trapianti. Vi sono infine poco giustificabili “paure” relative alla gestione della fertilizzazione, che in continuità con quanto previsto dall'agricoltura convenzionale, dovrebbe prevedere un largo ricorso a prodotti “ammessi” di origine organica, caratterizzati da un costo decisamente elevato.

Appare evidente, come l'adozione della gestione “bio” non possa invece che passare per una reale trasformazione delle strategie di nutrizione, che prevedono l'utilizzo appropriato di colture da copertura e da sovescio in

combinazione con metodi adeguati di lavorazione e di impianto delle specie coltivate.

In definitiva, quindi gli agricoltori della bassa Valle del Serchio si dimostrano fundamentalmente “conservatori” e manifestano uno scetticismo di fondo che impedisce loro di considerare questo mutamento del sistema di produzione come un'effettiva opportunità per valorizzare le proprie produzioni.

Le ragioni di questo scetticismo non possono comunque non essere messe in relazione con la mancanza di qualsiasi forma di promozione e di incentivazione delle tecniche innovative che di fatto risultano “organiche” ad un modello produttivo basato dall'agricoltura biologica e sulla vendita diretta da parte di tutti coloro, che a vario titolo hanno il “potere” di decidere nei fatti la politica e la strategia di gestione del territorio ed in particolare delle attività agricole che in esso vengono praticate.

È ovvio che se gli agricoltori della Valdiserchio non sapranno cogliere le opportunità offerte da questo nuovo “scenario”, le ripercussioni negative non riguarderanno soltanto loro ma l'intera collettività, che correrà gravi rischi “ambientali” dovuti ad una inadeguata gestione del territorio e dovrà rinunciare a forme di commercializzazione di prodotti agricoli in grado di garantire alta qualità, sicurezza alimentare ed economicità ai consumatori. Un'ultima, ma non meno importante considerazione, non può che riguardare il mancato sfruttamento dei rilevanti risultati ottenuti in seguito alle azioni di ricerca condotte nel territorio (quale quelle oggetto del presente volume) negli ultimi 7 anni dall'Università di Pisa con la collaborazione ed il finanziamento dei Comuni di Vecchiano e di San Giuliano Terme.

Se i risultati conseguiti nella messa a punto di strategie e macchine per il controllo fisico della flora spontanea su spinacio hanno meritato importanti riconoscimenti e grande visibilità politica a livello regionale, veramente poche sono state le ricadute sul territorio della Valdiserchio in termini pratici, contribuendo ad alimentare la percezione che in questo Paese i prodotti della ricerca sembrano di fatto inapplicabili ed incapaci di risolvere i problemi reali e rappresentano pertanto uno spreco di denaro pubblico.

Tutto ciò è ovviamente falso, ma riflette una realtà veramente inquietante, che attraverso l'insieme di questi meccanismi, riesce a trasformare un possibile circolo “virtuoso” in un totale fallimento.

Nel caso specifico, comunque, appare sempre assolutamente possibile adottare queste nuove forme di produzione e di commercializzazione dei prodotti orticoli “bio” nella Valdiserchio, sfruttando adeguatamente, non solo i risultati, ma anche le competenze messe a disposizione dall'Università di Pisa.

L'auspicio è che vi sia nel prossimo futuro da parte degli agricoltori, ma anche ovviamente da parte dei politici un maggiore “coraggio” ed una re-





ale volontà di cambiamento in direzione dell'adozione di forme “sostenibili” di gestione del territorio e delle attività agricole che possano garantire adeguati livelli di redditività agli operatori e nel contempo consentano di aumentare in modo consistente la sicurezza ambientale ed alimentare con tangibili benefici per la collettività (fig. 1.17).



Fig. 1.17. Campo coltivato nel Comune di San Giuliano Terme.

(Foto di Sergio Sabatini)

## 2.

# La gestione sostenibile della flora spontanea in orticoltura.

### 2.1. Considerazioni preliminari.

L'agricoltura nel corso dei secoli ha influenzato in modo rilevante la conformazione dei paesaggi europei, che possono attualmente essere definiti "ambienti seminaturali unici", spesso dotati di un'ampia varietà di habitat e di specie, la cui sussistenza dipende dal proseguimento delle attività rurali. L'agricoltore, infatti, è il custode naturale dell'ambiente, il cui mantenimento avviene grazie alla multifunzionalità dell'agricoltura. Lo è stato anche quando ha dovuto intensificare la produzione per sopperire alle esigenze della crescita della popolazione.

Dalla fine del XIX secolo, infatti, l'esplosione demografica e la forte competizione che si è generata sui mercati, hanno progressivamente trasformato l'attività primaria nei Paesi avanzati in un'agricoltura industrializzata, basata su un impiego molto elevato di "agrochimici" (fertilizzanti ed agrofarmaci).

Nel corso del tempo è altresì apparso evidente come il degrado ambientale causato dall'agricoltura condotta con i sistemi convenzionali, producesse e produca danni anche all'ecosistema.

Al riguardo, durante gli ultimi 20 anni il concetto di sviluppo sostenibile è molto cambiato: la Conferenza ONU di Rio de Janeiro (1992) ha aggiunto ad un concetto di sostenibilità, vista prevalentemente in termini economici, la dimensione ambientale, e il Vertice mondiale sui problemi della società (Copenaghen, 1995) vi ha unito quella sociale. Attualmente risulta altresì evidente che se non si garantisce un sufficiente grado di benessere alla collettività (e quindi agli esseri umani che ne fanno parte...), non sussistono le basi per una gestione "ecologica" delle risorse naturali che prevede, tra l'altro, l'adozione di pratiche agricole "sostenibili".

Per agricoltura sostenibile si deve intendere un uso del suolo e delle altre risorse naturali per finalità produttive tale che:

- il paesaggio, gli habitat, la biodiversità ed in genere la qualità di tutte le risorse naturali siano "conservate" e risultino quindi disponibili in futuro (dimensione ecologica) (fig. 2.1);
- le risorse disponibili siano utilizzate in maniera efficiente e tale da rendere il settore competitivo e vitale e contribuire allo sviluppo rurale del



Fig. 2.1. "Garzette" (*Egretta garzetta* L.), uccelli molto legati agli ambienti acquitrinosi (canali, stagni, fiumi, etc.), diffusi in tutto il bacino del mediterraneo ed esempio di biodiversità avifaunistica della Valle del Serchio (foto di Sergio Sabatini).





Fig. 2.2. Trattore Deutz-Fahr Agrottron M 650 Natural Power, alimentata ad olio vegetale di colza grezzo, esempio di impiego efficiente delle risorse agricole (www.deutzfahr.com).



territorio (dimensione economica) (fig. 2.2);

- vi siano adeguate opportunità di lavoro e di accesso alle risorse e ai servizi delle aziende agricole (dimensione sociale).

## 2.2. Che cosa significa “gestione sostenibile”?

La gestione sostenibile delle attività rurali passa necessariamente attraverso il rispetto dei criteri precedentemente elencati, sia nel comparto agricolo che in quello agroalimentare. Questo tipo di gestione comporta quindi l'utilizzo di tecniche agricole in grado di rispettare l'ambiente e la biodiversità. L'agricoltura sostenibile privilegia pertanto quei processi naturali che consentono di preservare la “risorsa ambiente”, evitando il ricorso a pratiche inquinanti ed impattanti ed utilizzando fonti energetiche rinnovabili. Non esiste un unico sistema di gestione sostenibile delle attività agricole. Al riguardo i modelli più diffusi di gestione sostenibile sono riconducibili all'agricoltura integrata, a quella biologica ed a quella biodinamica.

L'agricoltura integrata è un metodo di produzione che prevede l'adozione di tecniche compatibili con la conservazione dell'ambiente e la sicurezza alimentare attraverso la riduzione dell'uso di prodotti chimici di sintesi e il controllo dell'intera “filiera” (fig. 2.3).

L'agricoltura biologica è un metodo di produzione definito dal punto di vista legislativo a livello comunitario con un regolamento, (ex Regolamento CEE 2092/91 ed attuali Regolamenti 834/2007, 889/2008 e 1254/2008), e a livello nazionale con il D.M. 220/95. Il termine “agricoltura biologica” indica un metodo di coltivazione e di allevamento che ammette solo l'impiego di sostanze naturali (presenti cioè in natura) escludendo l'utilizzo di sostan-



Fig. 2.3. Marchio “agri-qualità” della Regione Toscana con cui sono “riconoscibili” i prodotti agricoli derivanti da una gestione integrata (<http://www.arsia.toscana.it/agriqualita>).

ze chimiche di sintesi (fertilizzanti ed agrofarmaci). La gestione biologica prevede quindi di sviluppare un modello di produzione che eviti lo sfruttamento eccessivo delle risorse naturali, in particolare del suolo, dell'acqua e dell'aria, che devono invece essere conservate nel tempo. Ad esempio, per salvaguardare la fertilità naturale di un terreno gli agricoltori biologici utilizzano materiale organico e, ricorrendo ad appropriate tecniche, non lo sfruttano in modo intensivo (fig. 2.4).

L'agricoltura biodinamica si configura come metodo di produzione che consente sia di sanare e di arricchire l'ambiente, sia di migliorare l'alimentazione dell'uomo. Si fonda su una concezione "olistica", in cui tutto è connesso e tutti gli elementi devono essere in equilibrio. L'azienda agricola deve essere considerata come un "organismo" in relazione con l'ambiente circostante, con l'intero pianeta e anche con il cosmo e le costellazioni. Anche il terreno deve essere mantenuto in uno stato di equilibrio con tutti i suoi organismi per ottenere alimenti di alta qualità. Come nell'agricoltura biologica, anche in quella biodinamica non vengono utilizzati prodotti chimici di sintesi e organismi geneticamente modificati.

### **2.3. La gestione sostenibile applicata al comparto orticolo italiano.**

Il regolamento CE 1182/2007, che detta norme specifiche per il settore ortofrutticolo, prevede che tutte le operazioni colturali siano pianificate ed eseguite nel pieno rispetto dell'ambiente, con particolare riguardo alla tutela della qualità delle acque, del suolo ed al mantenimento della biodiversità, attraverso i cosiddetti "programmi operativi". Le normative europee prevedono quindi l'adozione, da parte degli imprenditori agricoli, di un approccio che verte verso sistemi colturali a basso impatto ambientale, non solo per il settore delle coltivazioni erbacee, ma anche per quanto concerne il comparto orticolo, filiera dove i consumatori solitamente pongono particolare attenzione all'origine ed alla salubrità del prodotto.

In questo contesto, il ruolo dell'innovazione tecnologica appare determinante in quanto consente, ad esempio, di poter contare su attrezzature in grado di ridurre sensibilmente l'immissione nell'ambiente di sostanze potenzialmente inquinanti. L'impiego di tecnologie innovative riveste poi un ruolo fondamentale anche nell'ottica di perseguire una qualità elevata del prodotto, con costi sostenibili per gli agricoltori.

Un esempio di applicazione razionale di una tecnologia efficace, a basso costo e rispettosa dell'ambiente è proprio quella della gestione fisica (non-chimica) della flora avventizia, oggetto di questo lavoro, che prevede l'impiego di apposite operatrici per il controllo meccanico e termico delle malerbe, che, se utilizzate in maniera sinergica nell'ambito di una strategia ben



Fig. 2.4. Nuovo logo che contraddistinguerà, a livello comunitario, tutti i prodotti provenienti da agricoltura biologica, a partire dal 1° luglio 2010 ([http://ec.europa.eu/agriculture/organic/eu-policy/logo\\_it](http://ec.europa.eu/agriculture/organic/eu-policy/logo_it)).



studiata e messa a punto, possono risolvere una delle problematiche più importanti riscontrabili nell'ambito dei contesti colturali orticoli, gestiti in modo sia convenzionale che integrato e biologico.

## 2.4. La gestione della flora infestante in orticoltura

La flora avventizia rappresenta una problematica chiave per gli agricoltori in generale e soprattutto per gli orticoltori, che hanno a che fare con specie decisamente molto sensibili alla pressione competitiva causata dalle essenze spontanee (fig. 2.5).

Convenzionalmente le infestanti vengono controllate con i diserbanti (anche se, come vedremo più avanti, anche questo mezzo presenta alcuni limiti...), ma l'impiego di questi deve essere necessariamente limitato o addirittura azzerato nel caso in cui si decida di effettuare una conversione ad un sistema colturale alternativo a basso impatto ambientale, nell'ottica di conferire al prodotto un valore aggiunto legato ad una maggiore salubrità e qualità.

In questo caso, a maggior ragione, la gestione delle malerbe rappresenta un grosso ostacolo, che può essere affrontato grazie all'impiego di nuove attrezzature, che permettono di realizzare, in chiave moderna e tecnologica, le buone pratiche agricole di un tempo.

Nei successivi paragrafi sono descritti sinteticamente i principali sistemi di gestione della flora spontanea adottabili in orticoltura, partendo da quelli tradizionali fino alle possibili alternative attualmente disponibili.

### 2.4.1 La gestione chimica

#### 2.4.1.1. L'impiego di erbicidi "tradizionali"

Gli erbicidi hanno senz'altro contribuito fattivamente all'evoluzione della "moderna agricoltura", grazie all'efficacia ed alla selettività di azione che li

Fig. 2.5. *Cyperus* spp. che si è sviluppato a dispetto della pacciamatura su pomodoro da consumo fresco coltivato nella Valle del Serchio.



contraddistingue.

La gestione chimica delle infestanti presenta però, allo stesso tempo, alcuni limiti rilevanti, tra cui, i principali, riguardano senz'altro l'emissione nell'ambiente di sostanze chimiche di sintesi (spesso molto persistenti), la potenziale presenza di residui nei prodotti, la possibile azione fitotossica che possono esplicare sulle colture, l'induzione e la selezione di specie e/o biotipi resistenti/tolleranti, la scarsa efficacia dell'intervento se a questo fa seguito un fenomeno piovoso oppure se viene condotto su malerbe sviluppate e/o con macchine inefficienti (fig. 2.6 e 2.7).

Inoltre, per quanto concerne in particolare il caso specifico dell'orticoltura, si somma anche una ulteriore problematica, legata alla scarsa disponibilità sul mercato di principi attivi efficaci. Ciò è imputabile essenzialmente all'avvento dell'allegato I alla direttiva europea 91/414/CEE, che ha messo al bando molti erbicidi, ed agli elevati costi di registrazione dei prodotti, che sono difficilmente sostenibili ed ammortizzabili da parte delle multinazionali della chimica, qualora la coltura in questione non interessi superfici molto vaste a livello mondiale. Al riguardo, tutti gli ortaggi, da questo punto di vista, sono considerati "colture minori", in quanto l'area coltivata complessiva che li riguarda risulta decisamente molto inferiore rispetto a quella relativa alle cosiddette "major crops" (frumento, mais, riso, soia, cotone). In altre parole, la ricerca e gli investimenti dell'industria chimica, per il comparto dei diserbanti, sono essenzialmente concentrati nella "progettazione e sviluppo" di molecole destinate alla "cura" delle coltivazioni erbacee da pieno campo.

Indipendentemente dalla composizione della molecola utilizzata e dalla tipologia di coltura, ai fini dell'ottenimento di un'ottima efficacia "erbicida", è importante comunque sottolineare il ruolo chiave rivestito dalle macchine irroratrici, che debbono possedere un adeguato contenuto tecnologico, essere ben tarate, mantenute e funzionanti in ogni loro elemento costituente (tra cui è possibile citare ad esempio regolatore di pressione ed il



Fig. 2.6. Effetto fitotossico del KERB (p.a. Propizamide) su bietola da foglia.



Fig. 2.7. Irroratrice mista della ditta Caffini dotata di manichetta d'aria (<http://www.caffini.com>).



manometro, la pompa, gli ugelli, etc...). È inoltre necessario impiegare sistemi di distribuzione efficienti e tecnologicamente all'avanguardia, in modo da ottenere il massimo effetto con dosi di principio attivo il più possibile ridotte. Per tale scopo sono molto adatte le irroratrici miste, che permettono di limitare al minimo le perdite per deriva e di "aprire" la vegetazione grazie al flusso d'aria generato dal ventilatore. Tali attrezzature permettono di "verniciare" il bersaglio (foglie e suolo) e quindi di aumentare il numero di deposizione pur operando a velocità più elevata rispetto a quelle adottabili con le irroratrici meccaniche, con ovvi vantaggi per quanto concerne la tempestività degli interventi. Un'alternativa più economica è rappresentata dagli ugelli antideriva, che permettono la miscelazione tra "liquido attivo" ed aria, così che dalla polverizzazione scaturiscano gocce più grandi e di conseguenza meno suscettibili all'effetto deriva, che risultano però "instabili" in quanto contengono un elevato numero di "bolle" d'aria e sono pertanto in grado di frantumarsi in goccioline di diametro ridotto quando colpiscono il bersaglio, consentendone una ottima copertura.

2.4.1.2. L'impiego di erbicidi "alternativi" per il controllo delle infestanti, possibile prospettiva futura?

2.4.1.2.1. *Sostanze di origine naturale ad azione erbicida*

Il crescente interesse per le tematiche ambientali ha stimolato il mondo della ricerca scientifica ad individuare sostanze fitotossiche utilizzabili per controllare la flora spontanea, con la finalità di rendere disponibili sul mercato erbicidi naturali ad impatto ambientale molto basso o addirittura nullo.

Lo studio dell'attività fitotossica delle sostanze di origine naturale, quindi, può occupare un ruolo importante, sia nella ricerca di nuove sostanze attive, ma anche nella messa a punto di strategie eco-compatibili per la gestione della flora spontanea.



La maggior parte degli erbicidi attualmente disponibili sono stati scoperti con il metodo “random screening” cioè sintetizzando composti chimici in maniera casuale e valutando in seguito le loro potenzialità come molecole fitotossiche. Tale metodo ha portato negli ultimi 50 anni alla commercializzazione di numerosissime sostanze attive, ma aventi solo 15-20 meccanismi d’azione, con i loro relativi siti specifici di interferenza nei processi metabolici della pianta, fatto che ha contribuito all’insorgere di fenomeni di resistenza acquisita da parte delle infestanti. Infatti, secondo i dati dell’International Survey of Herbicide Resistant Weeds, in 270000 osservazioni, fino al 2006, sono stati accertati 311 biotipi resistenti appartenenti a 183 specie (109 dicotiledoni e 73 monocotiledoni).

Molti organismi viventi, quali batteri, funghi e piante possono fornire composti ad azione erbicida, in generale questi sono metaboliti secondari, che spesso intervengono in meccanismi di competizione intra e/o interspecifica. Quindi, teoricamente, sarebbe ipotizzabile poter allevare questi organismi per poter produrre sostanze ad azione erbicida di origine naturale. Tuttavia ad oggi risulta ancora molto arduo ottenere quantità sufficienti di tale sostanze a costi contenuti. A tale riguardo, infatti, nei casi in cui l’attività fitotossica è espletata da molecole abbastanza semplici, si preferisce sintetizzare chimicamente nuove molecole la cui struttura si ispira a quelle naturali.

#### 2.4.1.2.2. Fitotossine di origine fungina

Molti funghi patogeni di specie vegetali producono metaboliti secondari non enzimatici. La loro funzione principale è quella di penetrare all’interno delle cellule e di interagire con i processi metabolici, provocando in alcuni casi i sintomi della malattia. Tali sostanze sono dotate di un basso peso molecolare, e ciò garantisce un facile ingresso attraverso la parete e la membrana cellulare. Le sostanze ad azione tossica per le piante, prodotte da organismi fungini fitopatogeni, sono indicate come fitotossine.

Queste possono essere suddivise in:

- fitotossine specifiche, che sono prodotte dal patogeno e risultano attive solo nei confronti della specie vegetale ospite, risultando pertanto fondamentali per la patogenicità;
- fitotossine non specifiche, che risultano tossiche anche per le specie non interessate dall’infezione del fungo produttore.

Un esempio di fitotossina specifica è la maculosina, prodotta dal fungo patogeno *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., che risulta altamente fitotossica solo per la specie ospite, la composita *Centaurea maculosa* Lam. e risulta invece inattiva su altre 19 specie vegetali su cui è stata applicata anche a concentrazioni elevate. Lo stesso fungo è in grado di produrre anche la ten-



tossina che è solo parzialmente specifica poiché causa sintomi su un largo numero di specie dicotiledoni e monocotiledoni e che potrebbe trovare applicazione come diserbante di pre-emergenza, per il controllo di numerose infestanti di rilevante importanza nella coltivazione della soia e del mais.

Gli studi relativi a queste tipologie di sostanze sono stati intrapresi inizialmente dai patologi, che miravano a comprendere i meccanismi collegati alla patogenicità dei funghi che infettavano piante di interesse agrario. In particolare la ricerca si è concentrata sulle specie coltivate rientranti nella famiglia delle *poaceae*, vista la grande importanza che rivestono sia per l'alimentazione umana che per quella animale. In seguito si è pensato di effettuare gli studi specifici volti alla scoperta di sostanze che potessero svolgere un'azione erbicida.

Tali ricerche sia pur condotte inizialmente in campo fitopatologico, oggi rappresentano una base di partenza interessante nel campo del controllo delle piante infestanti. Al riguardo, nella **tabella 2.1** sono riportati alcuni esempi tra quelli più significativi.

**Tab. 2.1.** Esempi di fitotossine prodotte da patogeni di specie graminacee e loro meccanismo d'azione (tratto da Fracchiolla e Montemurro, 2007).

TOSSINA	PATOGENO	OSPITE	ATTIVITÀ BIOLOGICA
HV-Tossina (Vittorina)	<i>Cochliobolus victoriae</i>	<i>Avena sativa</i>	Alterazione dell'attività delle membrane citoplasmatiche
PM-Tossina	<i>Phyllosticta maydis</i>	<i>Zea mais</i>	Alterazione dell'attività mitocondriale
Peritossina A e B	<i>Periconia circinata</i>	<i>Sorghum volgare</i>	Perdita di elettroliti, inibizione della mitosi
HC-Tossina	<i>Helminthosporium carbonorum</i>	<i>Zea mais</i>	Alterazione dell'attività delle membrane citoplasmatiche
HS-Tossina	<i>Helminthosporium sacchari</i>	<i>Saccharum officinarum</i>	Alterazione dell'attività delle membrane citoplasmatiche
(Tossina A) L,L-N- (2-amino-2-carbossietil) acido aspartico (Tossina B) anidraspergillomarasma (Tossina C) aspergillomarasma	<i>Pyrenophora teres</i>	<i>Hordeum vulgare</i>	Alterazione del potenziale idrico delle cellule (Tossina C), incremento del tasso di respirazione cellulare (Tossina A e B), senescenza anticipata dei tessuti.

#### 2.4.1.2.3. Sostanze fitotossiche di origine batterica

Alcuni esempi di sostanze ad azione fitotossica prodotte da batteri sono riportate nella **tabella 2.2**. Anche in questo caso ci troviamo di fronte a metaboliti secondari, la cui funzione è assimilabile a quella descritta per le fitotossine prodotte da miceti.

Numerose tossine sono prodotte da batteri appartenenti al genere *Pseudomonas*. Un gruppo di metaboliti isolato dallo *Pseudomonas fluorescens-D7* è risultato nel suo complesso svolgere attività fitotossica nei confronti del *Bro-*



*mus tectorum* L. e l'attività di queste sostanze sembra essere legata all'inibizione della sintesi lipidica ed alla distruzione delle membrane cellulari.

Tab. 2.2. Alcune sostanze ad azione fitotossica prodotte da batteri (da Fracchiolla e Montemurro, 2007)

SOSTANZA	BATTERIO PRODUTTORE	SPECIE OSPITE
Coronatina	<i>Pseudomonas siringae</i> pv. <i>Atropurpurea</i>	<i>Lolium</i> spp.
Rizobiotossina	<i>Rhizobium japonicum</i>	<i>Glicine max</i>
Faseolotossina	<i>Pseudomonas siringae</i> pv. <i>phaseolicola</i>	Diverse leguminose e specie di altre famiglie
Tabtossina	<i>Pseudomonas siringae</i> pv. <i>Tabaci</i>	<i>Nicotiana</i> spp.
Tegetitossina	<i>Pseudomonas siringae</i> pv. <i>tagetis</i>	<i>Tagetis patulo</i> L. <i>Heliopsis</i> spp.

La faseolotossina è un tripeptide prodotto da *Pseudomonas siringae* pv. *phaseolicola*. La sua azione fitotossica è stata ricondotta all'inibizione dei processi coinvolti con la sintesi dell'arginina.

La tabtossina, sintetizzata da *Pseudomonas siringae* pv. *tabaci*, può essere idrolizzata a tabtossina- $\beta$ -lattame. Quest'ultimo composto risulta interferire con i processi metabolici della pianta inibendo direttamente l'enzima glutammino sintetasi.

Il "Bialaphos" è stato il primo erbicida prodotto in fermentatori contenenti il batterio *Streptomyces viridochromogenes*. Questa sostanza viene metabolizzata dalle piante superiori in fosfinotricina, che esplica una attività fitotossica nei confronti di molte specie infestanti sia dicotiledoni che monocotiledoni. Successivamente l'impresa chimica tedesca Hoescht AG<sup>®</sup> è riuscita ad ottenere la fosfinotricina per via sintetica producendo così il *glufosinate*, sostanza attiva presente nel diserbante non selettivo ad azione fogliare commercializzato in Italia dalla Bayer<sup>®</sup> con il nome di BASTA<sup>®</sup>.

#### 2.4.1.2.4. Sostanze ad azione allelopatica

Col termine allelopatica, insieme di fenomeni noti da circa 2500 anni, si indicano i meccanismi chimici del metabolismo secondario, di interferenza tra specie vegetali, che causano un decremento sensibile della vitalità della pianta e/o della germinazione dei semi. Il termine deriva dal greco *Allelo* (uno verso l'altro) e *pathos* (sofferenza) e fu introdotto da *Molish* nel 1937. Sovente l'allelopatica determina decremento della biomassa nella specie che subisce l'effetto. Può riguardare relazioni tra seme e seme, tra pianta e seme oppure tra pianta e pianta e può essere mediata dalle radici, dalle foglie oppure da sostanze volatili emesse da organi epigei o ipogei.

Il fenomeno dell'allelopatica può anche essere ulteriormente definito come un importante meccanismo di interferenza tra le piante dovuto alla produzione ed al rilascio di metaboliti secondari nell'ambiente. Le sostanze



chimiche ad azione allelopatica se rilasciate in quantità sufficienti possono rallentare o impedire la crescita di altre specie presenti nelle vicinanze. I composti allelopatici più importanti sono classificabili in tre categorie distinte: composti volatili, acidi organici e aldeidi e composti fenolici. Il loro rilascio avviene tramite i processi di volatilizzazione (la prima categoria), essudazione radicale, lisciviazione e decomposizione dei residui vegetali (le

Tab. 2.3. Sostanze ad accertata attività allelopatica (tratto da Fracchiolla e Montemurro 2007).

COMPOSTO	PIANTE PRODUTTRICI
2,4-diidrossi-1,4(2H)-benzoxain-3-one 2(3H)-benzoxazolinone; 2,4-diidrossi-7-metossi-1,4-benzoxazin-3-one	<i>Secale cereale, Triticum aestivum, Zea mais, Hordeum spp.</i>
Acido aminolevulinico	<i>Leucaena glauca</i>
Acido cinnamico	<i>Parthenium argentatum</i>
Acido ferulico	<i>Avena sativa</i>
Acido gallico	<i>Euphorbia spp.</i>
Ailantone	<i>Ailanthus altissima</i>
Annuolidi A-E; tambulina; kukulcanina B; eliannone A-C; guaianolidi 1-6; germacranolidi 7 e 15; eliangolidi 8-11 e 13; melampolide 16; cis-Germacradienolide 14	<i>Helianthus annuus</i>
Arbutina	<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>
Artemisina	<i>Artemisia spp.</i>
Ascaridolo; alfa-terpinene; gamma terpinene; limonane	<i>Chenopodium ambrosioides</i>
Caffeina; teobromina	<i>Coffea spp.</i>
C-glicosil flavonoidi	<i>Vigna radiata</i>
Cumarina	<i>Melilotus alba</i>
Durrina	<i>Sorghum spp.</i>
Florizina	<i>Malus spp.</i>
Glucosinolati	<i>Brassica spp.</i>
Gossipiolo	<i>Gossypium hirsutum</i>
Gramina; ordina	<i>Hordeum vulgare</i>
Juglone	<i>Juglans regia</i>
L-3, 4-Diidrossifenil alanina	<i>Mucuna pruriens var. utilis</i>
Lepidimoide	<i>Lepidium sativum</i>
Leptosmermone	<i>Callistemon citrinus</i>
Medicarpina; 4-metossi medicarpina; acido medicagenico; cavatina; saponine; acido clorogenico	<i>Medicago sativa</i>
Mimosina	<i>Mimosa spp.</i>
Ononina; genisteina; biocanina A ed A-7-glucoside; formonoteina	<i>Trifolium pratense</i>
Psoralina	<i>Psoralea spp.</i>
Scopolamina; iosciamina; alcaloidi tropani	<i>Datura stramonium</i>
Scopoletina	<i>Avena sativa, Hordeum vulgare, Triticum aestivum</i>
Sorgoleone	<i>Sorghum spp.</i>
Stesoli Chetosteroidi	<i>Triticum aestivum</i>
Tiocianato	<i>Brassicaceae</i>
Vinblastina, Vincristina	<i>Catharanthus rosea</i>
Xantotossina	<i>Ammi majus, Ruta graveolens</i>



Fig.2.8. Alcune piante erbacee da cui si estraggono sostanze ad azione allelopatica:(a) *Parthenium hysterophorus* L.; (b) *Artemisia annua* L.

altre due categorie). L'interferenza dovuta all'azione di sostanze allelopatiche prodotte da una pianta, si esplica attraverso meccanismi fisici o biochimici che portano alla riduzione della crescita di un'altra pianta sensibile che si trova nelle vicinanze.

Le sostanze allelopatiche che svolgono un effetto inibente nei confronti della crescita e della germinazione di altre specie vegetali sono state oggetto di numerosi studi specifici (tabella 2.3).

Questi composti possono essere estratti da piante erbacee: la partenina estratta da *Parthenium hysterophorus* L. e l'artemisina estratta da *Artemisia* spp (che ha mostrato una spiccata azione selettiva) (fig. 2.8). Nondimeno, la presenza di sostanze ad azione allelopatica è stata riscontrata anche su essenze arboree: la mimosina estratta da *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, oli volatili estratti da *Eucalyptus* spp. e l'ailantone estratto da *Ailantus Altissima* (Mill.) Swingle (fig. 2.9).

Tuttavia, nonostante siano state isolate numerose molecole naturali ad azione allelopatica, la loro applicazione pratica appare ad oggi ancora limitata.

Fig. 2.9. Alcune piante ad habitus arboreo da cui si estraggono sostanze ad azione allelopatica: (a) *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit; (b) *Eucalyptus camaldulensis* Dehn; (c) *Ailantus Altissima* (Mill.) Swingle.





Fig. 2.10. I cinneoli, composti monoterpenici aromatici sono prodotti da molte piante tra cui:

- (a) *Laurus nobilis* L.;
- (b) *Salvia leucophylla* Greene;
- (c) *Rosmarinus officinalis* L.;
- (d) *Eucalyptus polybractea* R. Baker;
- (e) *Artemisia maritima* L.;
- (f) *Piper cubeba* L.

Ciò è dovuto principalmente alla difficoltà ed agli alti costi di produzione dei metaboliti naturali o della loro sintesi ed alla loro ridotta persistenza rispetto agli erbicidi chimici tradizionali.

I risultati, attualmente sono limitati nella pratica alla commercializzazione di erbicidi chimici di sintesi il cui meccanismo d'azione è "ispirato" a quello dei composti naturali, tra cui è possibile ricordare il Cinmethylin (principio attivo dell'erbicida *CINCH* commercializzato dalla Du Pont ®), che rappresenta una nuova classe di erbicidi con struttura chimica simile ai cinneoli, monoterpeni volatili prodotti da diverse specie vegetali (*Laurus nobilis* L., *Salvia leucophylla* Greene, *Rosmarinus officinalis* L., *Eucalyptus polybractea* R. Baker, *Artemisia maritima* L. e *Piper cubeba* L.) (fig. 2.10).

#### 2.4.1.2.5. Il controllo biologico delle infestanti

Il controllo biologico delle infestanti ottenuto per mezzo di organismi antagonisti può essere ottenuto adottando due strategie:

controllo di una pianta spontanea di nuova introduzione, mediante inserimento nell'ecosistema di un organismo antagonista specifico originario dello stesso areale dell'infestante e che quindi si è coevoluto con essa (**metodo inoculativo**);

controllo biologico inondativo, utilizzato per infestanti endemiche, che prevede la produzione massale di organismi antagonisti indigeni della pianta, che verranno poi introdotti nell'ambiente e distribuiti alla stregua di un erbicida classico (**metodo inondativo**).

Il controllo biologico classico, che prevede l'uso di fitopatogeni per controllare specie infestanti invasive accidentalmente neointrodotte è una branca di ricerca relativamente recente, ma in continuo sviluppo. Il primo patogeno utilizzato per le finalità di controllo biologico classico di una pianta infestante invasiva è stato il fungo *Puccinia chondrillina* Bubak rilasciato in Australia nel 1972 per contrastare la pianta *Chondrilla juncea* L., accidentalmente introdotta dall' Europa (fig. 2.11).

In considerazione del fatto che queste "nuove" infestanti hanno un vantag-



d)



e)



f)

gio rispetto alle altre specie spontanee, dovuto all'assenza di antagonisti naturali e che, in condizioni ambientali favorevoli, possono dar luogo ad una vera e propria "invasione incontrollata" del nuovo areale, il controllo biologico classico rappresenta un mezzo idoneo a riequilibrare questo sbilanciamento dell'ecosistema, attraverso l'introduzione di uno o più organismi antagonisti provenienti dalla zona di origine dell'infestante. È comunque opportuno precisare che il rilascio di un organismo estraneo in un nuovo ecosistema appare connesso ad una serie di rischi che devono essere attentamente presi in considerazione. Alcuni esempi recenti di impiego efficace del controllo biologico classico sono rappresentati dall'utilizzo del fungo *Sporisorium ophiuri* (Hemm.) Vánky (*Ustilaginales*) per contrastare l'infestante *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton (fig. 2.12) introdotta accidentalmente dall'Europa in America Latina e del Coelomicete *Phloespora mimosae-pigrae* per effettuare il controllo di *Mimosa pigra* L. (fig. 2.13) introdotta in Messico dall'Australia, con una metodologia che rappresenta un connubio tra quella "inoculativa" e quella "inondativa".

Il controllo biologico inondativo, che prevede l'utilizzo di patogeni indigeni come "bioerbicidi" ha suscitato un concreto interesse soltanto a partire

**Fig. 2.11.** La pianta *Chondrilla juncea* L. è stata accidentalmente introdotta in Australia dall'Europa. Il programma di controllo biologico ha previsto l'uso del fungo patogeno *Puccinia chondrillina* Bubak.

**Fig. 2.12.** La pianta *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton è stata accidentalmente introdotta in America Latina dall'Europa. Per controllarla biologicamente è stato utilizzato il fungo patogeno *Sporisorium ophiuri* (Hemm.) Vánky.

**Fig. 2.13.** La pianta *Mimosa pigra* L. è stata accidentalmente introdotta in Messico dall'Australia. Il fungo patogeno *Phloespora mimosae-pigrae* è stato utilizzato come agente di controllo biologico.





Tab. 2.4. Elenco dei principali patogeni utilizzati come bioerbicidi, relative piante infestanti "target", paese e anno di produzione e stato attuale di disponibilità in commercio nella nazione produttrice (tratto da Belgard, 2007).

PAESE E ANNO DI PRODUZIONE	PRODOTTO E PATOGENO	INFESTANTE "TARGET"	STATO ATTUALE DI DISPONIBILITÀ IN COMMERCIO
USA: 1960	Acremonium diospyri Persimmon	(Diospyros virginiana)	Sconosciuto
Cina: 1963	Lubao: Colletotrichum gloeosporioides f. sp. cuscutae	(Cuscuta spp.) su Soia	Probabilmente ancora disponibile
USA: 1981	DeVine®: Phytophthora palmivora	(Morrenia odorata) su agrumeti	Non più disponibile sul mercato
USA: 1982	Collego™: Colletotrichum gloeosporioides f. sp. aeschynomene	(Aeschynomene virginica) su riso e soia	Non risulta più disponibile dal 2003, ma i produttori di riso mostrano un rinnovato interesse
USA: 1983	CASST™: Alternaria cassiae	(Cassia spp.) su soia e arachidi	Non viene più prodotto a causa del insufficiente ritorno economico
USA: 1987	Dr BioSedge: Puccinia canaliculata	(Cyperus esculentus) in soia, canna da zucchero, mais, patata e cotone	Non viene più prodotto a causa del sistema di produzione antieconomico e dell'insorgere di resistenza in alcuni biotipi di infestanti.
Canada: 1992	BioMal®: Colletotrichum gloeosporioides f. sp. Malvae	(Malva pusilla) su cereali, lenticchie	Non è più disponibile in commercio ma può essere prodotto su richiesta
Sud Africa: 1997	Stumpout™: Cylindrobasidium leave	(Acacia spp.) in contesti naturali.	Ancora disponibile sul mercato, sebbene sia stata osservata un forte riduzione della domanda.
Paesi Bassi: 1997	Biochon™: Chondrostereum purpureum	(Prunus serotina) in silvicoltura	È stato disponibile fino alla fine del 2000. La produzione è terminata a causa dell'insufficiente domanda.
Giappone: 1997	Camperico™: Xanthomonas campestris pv poae	(Poa annua) in tappeti erbosi ad uso sportivo e ricreativo	Ancora in commercio
Sud Africa: 1999	Hakatak: Colletotrichum acutatum	Hakea gummosis & H. sericea in contesti naturali	Non è mai stato registrato, ma viene prodotto su richiesta.
USA: 2002	Woad Warrior: Puccinia thlaspeos	(Isatis tinctoria) su pascoli, aree incolte, e bordi strada.	È stato registrato ma non è mai stato commercializzato a causa della mancanza di sostenitori finanziari.
Canada: 2004	Chontrol™ = Ecoclear™: Chondrostereum purpureum	(Alnus spp), (Populus tremula) e altre infestanti arboree su boschi cedui e margini ferroviari	Disponibile in commercio
Canada: 2004	Mycotech™ paste: Chondrostereum purpureum	Molte specie arboree caducifoglie su boschi cedui e margini ferroviari	Commercially available
USA: 2005	Smolder: Alternaria destruens	(Cuscuta spp.): su varie specie orticole coltivate, e sui vivai ornamentali.	Risulta per ora solo brevettato, la ditta produttrice si riservava di condurre ulteriori prove sperimentali, l'ingresso sul mercato era stato previsto nel 2007
Canada: 2007	Sarritor: Sclerotinia minor	(Taraxacum officinale) su tappeti erbosi	Disponibile in commercio

dai primi anni '70.

Il controllo della flora spontanea, avviene “riproducendo” artificialmente un'epidemia naturale, attraverso una massiccia distribuzione di un organismo fitopatogeno sulle infestanti target.

Questa strategia, che era apparsa inizialmente molto promettente, si è rivelata in seguito problematica a causa di ostacoli non solo di tipo biologico, ma soprattutto di ordine tecnico ed economico. Un elenco dei principali Bioerbicidi prodotti sia a livello sperimentale che commerciale è riportato nella **tabella 2.4**.

Tuttavia tra i bioerbicidi registrati appare opportuno ricordare: *Collego* a base del fungo *Colletotrichum gloesporioides* Penz f.sp. *aeschynomene* impiegato per controllare la leguminosa infestante *Aeschynomene virginica* (L.) Britton Sterus & Pongebb (fig. 2.14), *De Vine* a base di preparato fresco del micete *Phytophthora palmivora* Butler utilizzato per controllare la cucurbitacea *Morrenia odorata* (Hook & Arn.) Cindl. (fig. 2.15), *Dr Biosedge* a



Fig. 2.14. La leguminosa infestante *Aeschynomene virginica* (L.) Britton Sterus & Pongebb viene controllata con un bioerbicida a base del micete *Colletotrichum gloesporioides* Penz f.sp. *aeschynomene*.



Fig. 2.15. La pianta *Morrenia odorata* (Hook & Arn.) Cindl. viene controllata con un bioerbicida a base del patogeno *Phytophthora palmivora* Butler.

Fig. 2.16. Il prodotto *Dr Biosedge* a base di una miscela di propaguli del micete patogeno *Puccinia canaliculata* (Schw.) Lagerh. e una bassa dose di erbicida chimico di sintesi sarebbe dovuto servire per contrastare le infestazioni del temibile infestante *Cyperus esculentus* L.; tuttavia a causa di ostacoli di ordine tecnologico non è stato mai commercializzato.



base di un ceppo di *Puccinia canaliculata* (Schw.) Lagerh. un patogeno specifico e virulento del temibile *Cyperus esculentus* L. (fig. 2.16). Quest'ultimo prodotto era costituito da una miscela di spore del patogeno e una bassa dose di erbicida chimico. Tuttavia la commercializzazione del prodotto è fallita a causa delle difficoltà connesse alla produzione di quantitativi idonei di inoculo del patogeno. Gli altri due prodotti menzionati invece sono stati commercializzati per oltre 15 anni. Nonostante il loro successo tecnologico ed il buon riscontro da parte degli agricoltori, questi prodotti non sono riusciti ad attirare l'interesse delle grandi multinazionali produttrici di agrofarmaci a causa della loro dimensione di mercato molto limitata.

Attualmente i campi d'applicazione più promettenti sono quelli che prevedono l'uso di patogeni polifagi per il trattamento delle ceppaie degli alberi infestanti negli ecosistemi forestali, ed il controllo della *Poa annua* L. in tappeti erbosi di alto pregio (quali quelli dei campi da golf) (fig. 2.17).

A questo riguardo appare opportuno ricordare il CAMPERICO primo erbicida batterico registrato nel 1997 a base di *Xanthomonas campestris* (Pammel) Dowson pv *poae*, un endofita patogeno altamente specifico per la *Poa annua* L.. Questo prodotto viene distribuito sul tappeto erboso subito dopo lo sfalcio, in modo da consentire la penetrazione del micorganismo all'interno dei tessuti della pianta infestante, attraverso le lesioni inevitabilmente prodotte dagli organi di taglio.

In conclusione, in accordo con quanto affermato da Charudattan nel 2005: le piante infestanti con spiccata capacità di rigenerazione sono più difficil-

Fig. 2.17 Il bioerbicida CAMPERICO a base di un isolato del batterio fitopatogeno *Xanthomonas campestris* (Pammel) Dowson pv *poae* viene utilizzato nei campi da golf per contrastare le infestazioni di *Poa annua* L.



mente controllabili con patogeni, rispetto a quelle che non presentano tale caratteristica; l'habitus vegetativo dell'infestante non rappresenta un idoneo criterio di scelta; è più facile controllare specie con una elevata omogeneità genetica; è di fondamentale importanza abbinare la virulenza dell'agente di controllo biologico alla suscettibilità dell'infestante bersaglio; la ricerca sui bioerbicidi dovrebbe essere attuata solo nei casi in cui esiste la prospettiva di un congruo ritorno economico.

#### *2.4.1.2.6. Altre sostanze "naturali" ad azione erbicida*

Tra le diverse sostanze naturali ad effetto erbicida, che potrebbero proficuamente essere utilizzate nella gestione "sostenibile" della flora spontanea, quelle più promettenti sembrano essere la farina di glutine del mais (FGM) e l'acido acetico (aceto).

La farina di glutine di mais (FGM), costituisce un sottoprodotto dell'industria di raffinazione del mais ed è comunemente utilizzata per l'alimentazione animale. L'azione della FGM, brevettata come erbicida negli USA, è quella di inibire la germinazione, impedendo la formazione dell'apparato radicale. Nonostante le difficoltà iniziali dovute alla non solubilità in acqua di questa sostanza, sembrano sussistere attualmente buone prospettive per il suo utilizzo come erbicida naturale.

Le potenzialità dell'uso dell'aceto come erbicida naturale sono state riscontrate da numerosi studi. L'aceto agisce come un erbicida di contatto non selettivo, distruggendo le membrane cellulari e provocando quindi il disseccamento dei tessuti. È opportuno precisare che per avere un'azione erbicida significativa, sono necessarie concentrazioni di acido acetico comprese tra il 10% ed il 20%, di fatto molto più elevate di quelle presenti nell'aceto per uso alimentare (5%). Inoltre, in ottemperanza alle normative in materia di sicurezza, l'acido acetico a concentrazioni superiori del 10% risulta "irritante" e quindi deve essere manipolato con cautela.

### **2.4.2. La gestione "non-chimica"**

#### *2.4.2.1. La gestione "non-chimica": aspetti generali*

La crescente paura da parte dei consumatori di incorrere in alimenti "inquinati dalla chimica", confermato dal "trend" positivo registrato nei consumi di prodotti biologici (con particolare riferimento agli ortaggi), ha portato molti gruppi di ricerca europei a studiare ed a mettere a punto valide alternative all'impiego dei diserbanti.

È interessante inoltre sottolineare che in agricoltura biologica, realtà decisamente affermata sia a livello mondiale che europeo e nazionale, i mezzi "non-chimici" di controllo rappresentano l'unico strumento utilizzabile



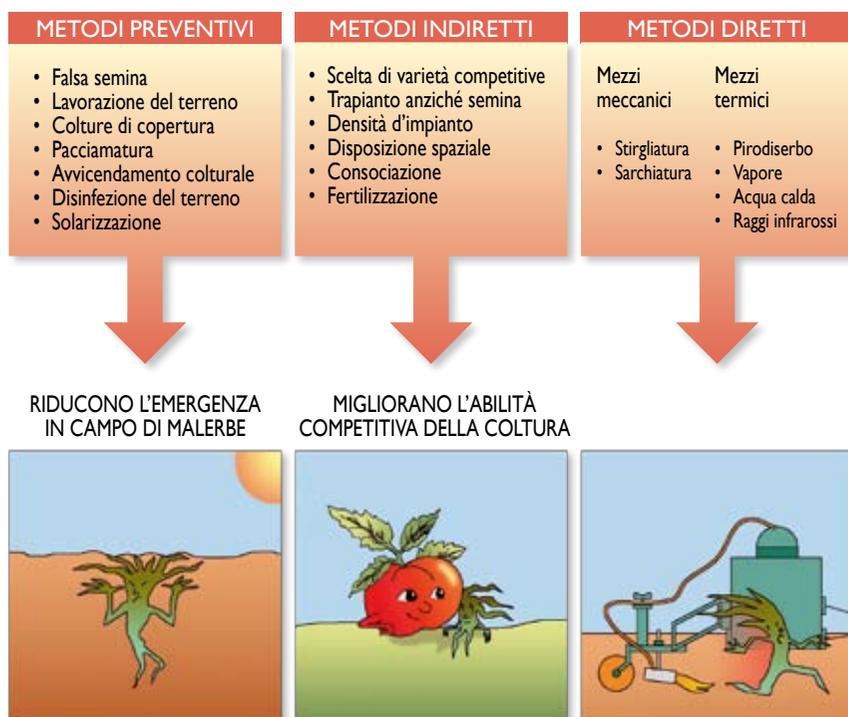


dagli agricoltori per la gestione della flora spontanea, in quanto è severamente proibito l'impiego della chimica di sintesi. Per questo motivo, con particolare riferimento alle specie orticole, gli agricoltori biologici debbono frequentemente far fronte ad elevati ed onerosi impieghi di manodopera per le scerbature e le zappature manuali, operazioni molto spesso inevitabili per eliminare le avventizie presenti sulla fila della coltura.

Una corretta gestione "non-chimica" delle infestanti deve prevedere un approccio di tipo "olistico", che prende quindi in considerazione nel loro insieme tutte le componenti dell'agroecosistema ed i metodi utilizzabili per il controllo della flora infestante. In questo caso (e soprattutto in contesti biologici) è necessario infatti considerare un insieme di aspetti che possono, direttamente o indirettamente, influire sulla dinamica della flora spontanea (avvicendamento colturale, lavorazione principale e secondaria del terreno, epoca di semina, scelta di varietà competitive, densità e disposizione spaziale della coltura, ecc...). Per impostare una corretta strategia di controllo è quindi necessario utilizzare tecniche preventive, indirette e dirette di controllo fisico delle infestanti (fig. 2.18).

Nell'ambito dei metodi diretti, attualmente sono disponibili mezzi fisici molto efficaci che permettono un efficace controllo delle malerbe anche sulla fila della coltura, aspetto che ha rappresentato per molto tempo il grosso limite delle attrezzature di questo tipo.

Fig. 2.18. Schema rappresentante i vari metodi utilizzabili per una corretta gestione "olistica" delle infestanti in agricoltura biologica



#### 2.4.2.2. Metodi preventivi

In agricoltura la prevenzione rappresenta un pilastro della gestione integrata delle avversità. In particolare, il controllo della flora spontanea, specialmente nell'ambito di un contesto colturale a basso impatto ambientale, dovrebbe essere condotto utilizzando tecniche e rispettando norme in grado di ridurre sensibilmente l'emergenza delle avventizie durante lo svolgimento del ciclo colturale. In altre parole lo scopo è quello di mantenere il più possibile sotto controllo la "seed-bank", ossia di cercare di ridurre il numero di semi vitali presenti nel terreno e di conseguenza le emergenze "indesiderate" a seguito di quella della coltura.

Tra questi metodi possiamo ad esempio annoverare l'avvicendamento colturale, la lavorazione del terreno, l'impiego di colture di copertura, argomenti già trattati nell'ambito della parte introduttiva del volume che raccoglie i risultati delle precedenti ricerche, finanziate dai Comuni di San Giuliano Terme e di Vecchiano, sul controllo fisico delle infestanti su spinacio in coltivazione biologica ed integrata nella bassa Valle del Serchio, a cura del Prof. Andrea Peruzzi (disponibile on-line all'indirizzo: [http://www.avanzi.unipi.it/comunicazione/convegni/giornata%20\\_dim\\_spinacio\\_bio/giornata\\_spinacio\\_bio.htm](http://www.avanzi.unipi.it/comunicazione/convegni/giornata%20_dim_spinacio_bio/giornata_spinacio_bio.htm)).

Appare comunque opportuno in questa sede descrivere in maniera esaustiva la tecnica della falsa semina, metodo preventivo di importanza fondamentale ed ampiamente utilizzato nell'ambito delle strategie innovative proposte dall'Università di Pisa descritte nel capitolo 3, dove viene trattata in dettaglio la sperimentazione svolta.

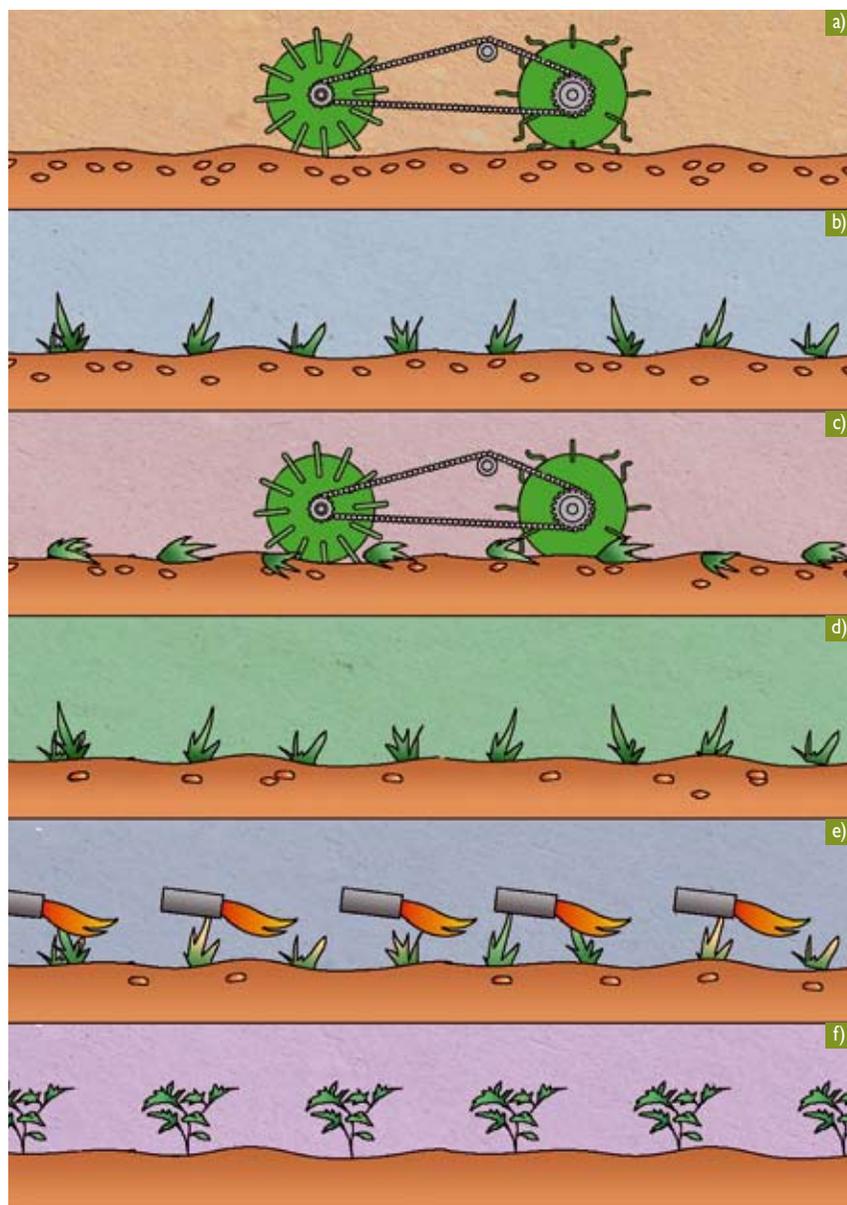
Essa prevede, prima della semina o del trapianto della coltura, una lavorazione del terreno realizzata a profondità molto ridotta che permetta la rottura dell'eventuale crosta superficiale, la "finitura" del letto di semina e l'interruzione della risalita capillare dell'acqua, creando così le condizioni ideali per la germinazione dei semi delle malerbe presenti nei primi centimetri di suolo. Successivamente, dopo l'emergenza in campo delle avventizie (che in genere richiede un periodo di tempo variabile da una a due settimane), viene effettuato un secondo passaggio con una macchina operatrice per il controllo fisico (che può anche essere la stessa del primo intervento) volto all'eliminazione totale delle piante emerse. La falsa semina può essere effettuata anche più volte, se risulta operativamente possibile e conforme alle esigenze colturali, ossia, se le condizioni climatiche lo permettono e l'epoca di semina della coltura non viene eccessivamente ritardata. Lo scopo della falsa semina è quindi quello di ridurre in modo consistente il numero di semi di infestanti germinabili presenti nel suolo (fig. 2.19).

Per condurre tale operazione è possibile impiegare tutte le macchine per la lavorazione secondaria del terreno, ma risulta senz'altro consigliabile





Fig. 2.19. Schema di un esempio applicativo della tecnica della falsa semina con riferimento alla coltivazione del pomodoro: a) semi di infestanti presenti nello strato superficiale di terreno al momento della falsa semina; b) emergenza delle infestanti; c) seconda lavorazione superficiale del terreno per eliminare le infestanti emerse; d) nuova emergenza delle infestanti; e) pirodiserbo in pre-trapianto; f) trapianto.



l'adozione di operatrici specifiche come l'erpice strigliatore (operatrice costituita da telaietti equipaggiati con denti flessibili in acciaio speciale, la cui aggressività può essere regolata variando il grado di inclinazione degli utensili stessi rispetto alla normale al terreno), il rompicrosta (caratterizzato da dischi uncinati in ghisa posti in coppia su telaietti semplici articolati sul telaio portante) oppure l'erpice a dischi attivi. Quest'ultimo è stato brevettato dall'Università di Pisa e consente un elevato affinamento del terreno

ed un'ottima separazione delle radici di plantule infestanti, (impedendo così fenomeni di "riaffrancamento"), grazie alla presenza di dischi a spuntoni posti anteriormente e rulli a gabbia collocati posteriormente (fig. 2.20). Inoltre è opportuno precisare che alcune di queste attrezzature possono lavorare in maniera selettiva in post-emergenza (figure 2.21 e 2.22). Sempre relativamente alle operazioni di falsa semina, risulta fondamentale, specialmente su colture orticole poco competitive, condurre uno o più interventi di pirodiserbo, in pre-semina oppure in pre-emergenza. Al riguardo una delle attrezzature più innovative in ambito sia nazionale che internazionale è quella progettata e costruita presso l'Università di Pisa, equipaggiata con bruciatori a fiamma libera a bacchetta e scambiatore di calore che sfrutta i gas di scarico per mantenere sufficientemente alta la temperatura dei serbatoi di GPL, consentendo quindi di operare anche a pressioni di esercizio elevate per tempi di lavoro prolungati. Altri metodi preventivi più costosi e solitamente destinati a specie orticole e floricole di elevato pregio, coltivate sia in ambiente protetto che in pieno campo, sono quelli che mirano alla devitalizzazione dei semi presenti



**Fig. 2.20.** Erpice a dischi attivi, operatrice messa a punto dall'Università di Pisa, in fase di lavoro durante un intervento di falsa semina presso il Centro Interdipartimentale di Ricerche Agro-Ambientali dell'Università di Pisa.

**Fig. 2.21.** Erpice strigliatore della ditta austriaca Hatzenbichler importato dalla ditta italiana Benati in fase di lavoro su soia.



**Fig. 2.22.** Rompicrosta della ditta Moro Pietro in fase di lavoro su mais.



Fig. 2.23. Operatrice per trattamenti termici “in banda”, mediante uso del vapore, in fase di lavoro prima dell’impianto di carota presso un’azienda biologica in Danimarca.

nel terreno, attraverso un più o meno spinto ed intenso riscaldamento. Tra questi è possibile ricordare la solarizzazione e la disinfezione del terreno mediante vapore.

Nel Nord Europa i trattamenti termici del terreno con vapore, specifici per la gestione delle malerbe, trovano applicazione soprattutto in orticoltura biologica, su specie seminate scarsamente competitive (ad esempio la carota), mediante distribuzione “in banda”, cioè solo in corrispondenza di una fascia posta “a cavallo” della fila della coltura, dove il controllo selettivo delle avventizie risulta più difficoltoso in post-emergenza. Lo scopo è naturalmente quello di ridurre sensibilmente i tempi necessari per la scerbatura e la zappatura manuale, voci di costo importanti, specialmente in contesti orticoli biologici. Con la distribuzione in banda, “localizzando” cioè il trattamento, è inoltre possibile ottenere indubbi vantaggi in termini di aumento della capacità di lavoro e di riduzione dei costi di intervento per unità di superficie. Questo tipo di trattamento può essere inoltre associato a sistemi di precisione che permettono la deposizione del seme esattamente nella striscia di terreno “diserbata” termicamente (fig. 2.23).

Infine, tra i più comuni e diffusi metodi preventivi applicabili in orticoltura, è opportuno ricordare la pacciamatura. In particolare si sta diffondendo in agricoltura sia convenzionale che integrata e biologica l’uso di film plastici biodegradabili a base di amido vegetale, che possono essere incorporati direttamente nel terreno, alla fine del ciclo della coltura, risparmiando così le operazioni di rimozione e smaltimento necessarie per i film classici in polietilene.

Al riguardo, prove specifiche, che avevano come scopo principale quello di valutare l’efficacia di molte tipologie di pacciamature alternative ai teli in



Fig. 2.24. Macchina per il pirodiserbo della ditta Mingozzi in fase di lavoro.

plastica convenzionali, da un punto di vista sia malerbologico che agronomico, sono state recentemente effettuate da un gruppo di ricerca Spagnolo. Risultati degni di nota, oltre al già affermato bio-telo, sono stati attribuiti anche all'impiego di paglia.

#### 2.4.2.3. Metodi colturali o indiretti

I metodi colturali o indiretti hanno come scopo quello di rendere la coltura più competitiva nei confronti delle avventizie.

Un coltura competitiva può essere definita tale se rispetta standard elevati per alcuni parametri morfologici e fisiologici, tra i quali possiamo ad esempio citare la velocità di emergenza, lo sviluppo delle radici, l'altezza, la copertura del terreno, l'indice di area fogliare e la naturale tendenza ad accestire e ramificare.

Al riguardo molte "variabili" possono essere manipolate dall'agricoltore, in quanto tali parametri possono essere correlati a molti fattori, quali ad esempio la scelta della specie e/o della varietà, la qualità del seme, la dose di seme, la tipologia (trapianto o semina) e la densità di impianto, la disposizione spaziale della coltura, la profondità di semina e la fertilizzazione.

Scegliere specie e varietà competitive, adottare, (quando possibile), il trapianto anziché la semina, ritardare l'impianto della coltura e modificarne la densità e la disposizione spaziale affinché le macchine per il controllo fisico esplichino un lavoro più efficiente, ricorrere a consociazioni, fertilizzare in banda, sono ad esempio alcune delle pratiche che possono essere utilizzate al fine di fornire un vantaggio sensibile alle piante coltivate.

Ulteriori informazioni sono disponibili sul volume "Il controllo fisico delle



infestanti su spinacio in coltivazione biologica ed integrata nella bassa Valle del Serchio”, a cura del Prof. Andrea Peruzzi ([http://www.avanzi.unipi.it/comunicazione/convegni/giornata%20\\_dim\\_spinacio\\_bio/giornata\\_spinacio\\_bio.htm](http://www.avanzi.unipi.it/comunicazione/convegni/giornata%20_dim_spinacio_bio/giornata_spinacio_bio.htm)).

#### 2.4.2.4. Metodi diretti

I metodi di controllo diretto delle infestanti, in agricoltura biologica, si basano prevalentemente su mezzi di tipo fisico, i quali possono essere suddivisi sostanzialmente in due grandi gruppi: mezzi meccanici e mezzi termici (fig. 2.24).

I metodi meccanici di controllo diretto sono tutti quelli che si basano sulla rimozione delle malerbe ad opera di utensili che operano una lavorazione del terreno. Il secondo gruppo racchiude tutti quei metodi che eliminano le infestanti causando loro uno “shock” termico mediante l’impiego di vari mezzi, tra cui i più utilizzati sono la fiamma libera, i raggi infrarossi, il vapore e l’acqua calda (fig. 2.25)

Parlando più nello specifico di attrezzature impiegabili in post emergenza – premettendo che alcune delle macchine descritte nell’ambito dei metodi preventivi, per la realizzazione della tecnica della falsa semina, possono in certi casi essere impiegate a tutta superficie, in post-emergenza/trapianto, su colture tolleranti (ad esempio erpice strigliatore su fagiolino oppure pirodiserbo su aglio) – è opportuno sottolineare che sono al momento disponibili sul mercato molte operatrici in grado di effettuare un efficace

Fig. 2.25. Macchina spalleggiata per il pirodiserbo della ditta MAITO, utilizzabile su piccole superfici in contesti sia urbani che agricoli



controllo fisico delle infestanti tra una fila e l'altra della coltura (interfila). Al riguardo, si passa dai comuni coltivatori e dalle ordinarie sarchiatrici – che possono essere equipaggiati con varie tipologie di ancore (rigide oppure vibranti) dotate a loro volta di lame di diversa forma (a zampa d'oca, dritte, ad “L”, etc...) – e le molto diffuse “multifrese” (sarchiatrici azionate dalla presa di potenza con organi simili a quelli di una zappatrice rotativa o di un erpice rotante), ad operatrici più specifiche e “di nicchia”, poco impiegate in Italia, quali ad esempio le spazzolatrici rotative (macchine dotate di spazzole rotanti su asse verticale o orizzontale, dotate di setole realizzate in materiale plastico o metallico, generalmente azionate da motori idraulici, che esplicano un'azione di eradicazione, copertura e lacerazione delle infestanti), coltivatori rotativi (operatrici equipaggiate con dischi dentati di varia tipologia riuniti in ranghi, che ruotano per attrito con il terreno) ed i “basket weeders” (macchine dotate di utensili rotativi a gabbia disposti su due assi paralleli, di cui il primo è motore ed il secondo è condotto). Inoltre anche l'erpice a dischi attivi, sviluppato dall'Università di Pisa, può essere utilizzato come sarchiatrice, in quanto è possibile far operare gli utensili soltanto nell'interfila, rimuovendone alcuni e posizionando *ad hoc* i rimanenti (fig. 2.26).

Queste macchine possono inoltre essere generalmente equipaggiate con sistemi di guida di precisione – che permettono di operare con maggiore velocità e accuratezza e soprattutto riducono sensibilmente il rischio di danneggiare la coltura – sia manuali (caratterizzati generalmente dalla presenza di un postazione di guida con sedile e volante oppure un “timone”

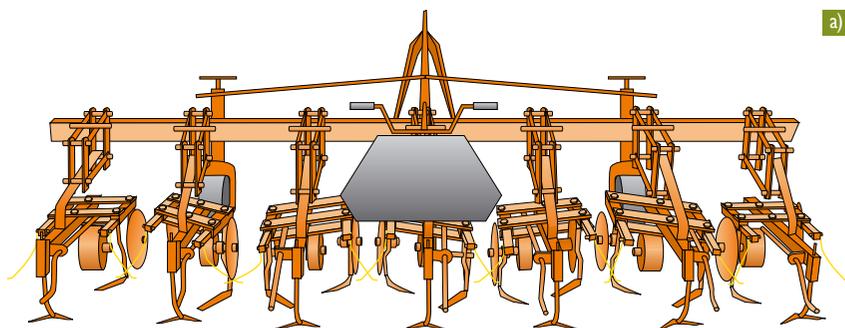


Fig. 2.26. Erpice a dischi attivi realizzato e brevettato dal Centro Interdipartimentale di Ricerche Agro-Ambientali “Enrico Avanzi” dell'Università di Pisa in fase di sarchiatura precoce su spinacio.





Fig. 2.27. Sarchiatrice di precisione dotata di sistema di guida manuale e di utensili elastici per il controllo selettivo delle infestanti sulla fila sviluppate dall'Università di Pisa: a) operatrice per interfila compresi tra 30 e 90 cm; b) operatrice per interfila compresi tra 18 e 30 cm.



con stegole) che elettronici (“row-detection systems”), dove una video-camera riesce ad individuare la coltura “real-time” e di fatto a sostituire l’operatore, comandando un dispositivo che consente alla sarchiatrice di compiere una traslazione laterale.

Un esempio di sarchiatrice dotata di un sistema di guida di precisione manuale è quella sviluppata

dall’Università di Pisa, che, oltre ai classici organi rigidi che lavorano il terreno tra le file, è dotata anche di utensili elastici in grado di agire in maniera selettiva sulla fila della coltura (fig. 2.27).

Fig. 2.28. Finger weeder della ditta tedesca Kress combinato con sarchiatrice equipaggiata con utensili rigidi in fase di lavoro su soia.



Al riguardo, molte soluzioni, sia a basso che ad elevato contenuto tecnologico, sono state inoltre messe a punto al fine di condurre un efficace controllo fisico selettivo delle avventizie in corrispondenza della fila della coltura, grazie al lavoro di numerosi gruppi di ricerca europei.

La selettività può essere basata sulla differenza di ancoraggio, di robustezza e di sviluppo tra coltura e malerbe (in questo caso gli utensili colpiscono coltura e avventizie allo stesso modo e debbono la loro selettività alle peculiari conformazione e proprietà fisico-meccaniche) oppure sulla presenza di complessi sistemi di riconoscimento elettronico che, mediante acquisizione ed elaborazione di immagine “real-time”, consentono agli utensili stessi (di per sé non selettivi) di eliminare solo le malerbe, discriminandole dalle specie coltivate.

Al primo gruppo appartengono una serie di utensili che possono essere implementati sulle comuni sarchiatrici, come ad esempio i “finger weeders” (gli organi lavoranti sono costituiti da coppie di dischi su cui radialmente ed assialmente sono inserite una serie di dita metalliche rivestite in gomma o realizzate in materiale plastico) (figure 2.28 e 2.29), i torsion weeders e i denti vibranti. Questi ultimi sono costituiti da coppie di elementi elastici in acciaio speciale che lavorano in corrispondenza della fila della coltura: i torsion weeders sono montati in posizione orizzontale ed operano come “piccole lame striscianti”, mentre i denti vibranti sono posizionati verticalmente e sono molto simili agli utensili dell’erpice strigliatore. L’aggressività dell’intervento varia a seconda del diametro dei denti della loro distanza dalla coltura e del loro grado di pressione sul terreno (fig. 2.30). In altri casi



Fig. 2.29. Finger weeder della ditta tedesca Kress in fase di lavoro sulla fila di una coltura di pomodoro.



Fig. 2.30. Dettaglio dei torsion weeder e dei denti vibranti in fase di lavoro su spinacio, montati contemporaneamente su una sarchiatrice messa a punto dall'Università di Pisa.



vengono impiegati utensili formati da tre coppie di denti elastici (soluzione ad esempio adottata sull'erpice a dischi attivi per le operazioni di sarchiatura). In questo gruppo di attrezzature troviamo anche una nuova macchina denominata “pneumat weeder”, che riesce a “soffiare via” le infestanti più piccole presenti sulla fila della coltura grazie all'impiego di aria compressa.

Per quanto riguarda il secondo gruppo di attrezzature per il controllo delle infestanti sulla fila, sono attualmente in fase di sviluppo presso gli istituti di ricerca, oppure già presenti in commercio in molti paesi del Nord Europa (come ad esempio Francia, Germania, Regno Unito, Danimarca e Svezia), alcune macchine che con un termine anglosassone vengono definite “intelligent weeders”, in quanto riescono a “indirizzare” gli utensili solo dove effettivamente sono presenti le infestanti, discriminandole dalla coltura per mezzo di videocamere e di un apposito software di gestione. Ciascuna operatrice viene solitamente implementata con una tipologia di utensile peculiare, che può essere caratterizzato da una conformazione semplice (ad esempio un comune elemento rigido di sarchiatrice nel caso di una macchina presente sul mercato Francese), oppure più complessa (come ad esempio i semi-dischi concavi utilizzati su un prototipo sviluppato dalla Cranfield University, UK).

Un altro esempio di elevata tecnologia è rappresentato da “Hortibot”, prototipo sviluppato dal Dipartimento di Ingegneria Agraria dell'Università di Aarhus (DK). Si tratta di una trattrice di piccole dimensioni completamente autonoma ed in grado, grazie ad una videocamera anteriore stereoscopica ed apposito software, sia di individuare la fila della coltura che di discriminare le infestanti dal terreno nello spazio tra le file. Tale robot può



Fig. 2.31. "Hortibot", robot sviluppato dall'Università di Aarhus (DK) per la "cura hi-tech" delle specie orticole (Nørre-mark *et al.*, 2006).

essere quindi implementato con varie tipologie di operatrici per la protezione della coltura ed il controllo delle infestanti (come irroratrici oppure altre tipologie di utensili specifici per la gestione fisica delle avventizie) (fig. 2.31).

#### 2.4.3. Il controllo fisico delle infestanti in agricoltura convenzionale ed integrata: una prospettiva concreta per la tutela dell'ambiente e della salute degli operatori e dei cittadini.

Il controllo della flora spontanea in agricoltura, e così anche in orticoltura, richiede convenzionalmente l'uso di erbicidi, come abbiamo già detto in altre occasioni nell'ambito di questo capitolo, sostanze che rappresentano una percentuale ragguardevole (oltre il 60%) del totale degli agrofarmaci distribuiti.

Abbiamo inoltre parlato di gestione non chimica e soprattutto dei mezzi fisici di controllo delle avventizie, con particolare riferimento ai contesti aziendali biologici, dove naturalmente queste soluzioni risultano al momento le uniche adottabili, in quanto il disciplinare vieta l'uso di tutte le sostanze chimiche di sintesi.

Un dubbio legittimo che possono avere i lettori potrebbe essere il seguente: le macchine per il controllo fisico rappresentano quindi solo una piccola nicchia di attrezzature per gli agricoltori biologici e biodinamici oppure trovano una giustificata applicazione anche in agricoltura convenzionale ed integrata?

Uno degli scopi principali di questa seconda serie di prove sperimentali condotte dai ricercatori del Centro Interdipartimentale di Ricerche Agro-



Fig. 2.32. Trattamento di pirodiserbo effettuato in post-emergenza su mais, con operatrice costruita e messa a punto dal gruppo di ricerca del Prof. Stevan Knezevic, dall'Università del Nebraska (USA), presso l'Haskell Agricultural Laboratory (NE, USA) (Ulloa *et al.*, 2010).



Ambientali “Enrico Avanzi” dell’Università di Pisa è proprio questo. Per tale motivo, infatti, la scelta delle aziende nella bassa Valle del Serchio ha previsto, a differenza di quanto è stato fatto per lo spinacio, l’inserimento di aziende convenzionali, in modo da poter valutare se la gestione fisica risulti perseguibile e sostenibile in tali contesti, da un punto di vista meccanico, operativo, agronomico, “malerbologico” ed economico, dando chiaramente per assodati gli indubbi ed innegabili vantaggi, che non sono di secondaria importanza, legati alla salvaguardia dell’ambiente e della salute dei cittadini.

È infine opportuno considerare che in altri Paesi, alcune tecniche da noi usualmente poco praticate, sono in realtà molto comuni anche in agricoltura convenzionale, come ad esempio la falsa semina negli stati del Nord Europa.

Il controllo fisico delle infestanti ha addirittura “fatto breccia” anche nella “Corn Belt” degli Stati Uniti d’America, zona per antonomasia rappresentativa, a livello mondiale, dell’agricoltura estensiva ed intensiva, dove alcuni gruppi di ricerca molto qualificati stanno mettendo a punto attrezzature per il pirodiserbo da proporre come alternativa al diserbo selettivo di post-emergenza per mais, soia, girasole e sorgo. Tali studi, nati senz’altro inizialmente per applicazioni in agricoltura biologica, stanno però fornendo risultati tali da giustificarne anche l’impiego in agricoltura convenzionale, anche in virtù del costo molto basso del GPL negli USA, che, a seconda della tipologia di intervento, rende la gestione termica della flora spontanea una strategia non solo competitiva ma anche addirittura più economica rispetto a quella tradizionale (fig. 2.32).

### 3.

## La ricerca condotta presso le aziende agricole della bassa Valle del Serchio su pomodoro e cavolo

### 3.1. Una doverosa premessa...

La collaborazione tra il Centro Interdipartimentale di Ricerche Agro-Ambientali (CIRAA) “Enrico Avanzi” dell’Università di Pisa ed i Comuni di San Giuliano Terme e di Vecchiano è iniziata nel 2002, quando alcuni cittadini della bassa Valdisechio mostrarono alle municipalità il loro disagio – maturato probabilmente a seguito di qualche incontro spiacevole e “ravvicinato” con una macchina irroratrice in azione – in merito alla potenziale pericolosità dei trattamenti fitosanitari, in particolare se condotti nelle immediate vicinanze di abitazioni e/o strade pubbliche.

Tale sconcerto è senz’altro una delle tante manifestazioni di un sentimento comune che è andato crescendo sia in Italia che in Europa.

La paura della chimica, l’attenzione alla qualità dell’aria, alla salubrità ed alla qualità degli alimenti ed il rispetto dell’ambiente sono tematiche sempre più nel cuore di tutti e sempre più percepibili nei vari settori commerciali.

Basti pensare alla grande distribuzione organizzata, che propone molte linee di prodotti – alimentari e non – ecologici/biologici; “all’esplosione” dei gruppi di acquisto solidale, organizzazioni che trasmettono sicurezza e tranquillità ai consumatori fornendo loro alimenti locali e biologici; all’incalzante campagna pubblicitaria dell’industria alimentare, che incentra la propria strategia di marketing esclusivamente sulla salubrità e sulla genuinità del prodotto e per quanto riguarda il settore non alimentare, alla promozione della raccolta differenziata, delle energie rinnovabili, di automobili poco inquinanti, di elettrodomestici caratterizzati da elevata efficienza energetica, etc.

Nel 2002, quando ancora non era uscita una direttiva europea che promuoveva l’uso agricolo di mezzi fisici (GU L 309/71 del 24.11.2009), quando ancora non si parlava di “Sovranità alimentare” o di una “Dichiarazione Europea sull’Alimentazione” (Bioagricoltura Notizie, Anno VIII Num. 10 - 19 marzo 2010, settimanale on-line, [www.aiab.it](http://www.aiab.it)), le municipalità di San Giuliano Terme e di Vecchiano pensarono di collaborare con l’Università di Pisa affinché gli agricoltori della zona potessero usufruire di tecniche innovative in grado di controllare la flora spontanea senza l’impiego di erbicidi (i cui consumi nazionali complessivi, proprio in quell’anno, superarono la soglia delle 30000 t di formulati distribuiti, quota più alta raggiunta nel





decennio 1998-2008 – dati ISTAT, 2009) ed allo stesso tempo di valorizzare la produzione locale rafforzandone il legame con il territorio ed incrementandone la qualità (sia “sanitaria” che “commerciale”).

La coltura prescelta fu, in prima battuta, lo spinacio, in quanto produzione tipica della Valdisechio, specie seminata e quindi molto sensibile alla competizione esercitata dalla flora spontanea.

Durante l’attività non solo è stato dato supporto alle aziende del luogo ma sono state realizzati ben quattro anni di prove sperimentali “on-farm” (2002-2005), in cui sono state costruite e/o adeguatamente modificate macchine innovative per la realizzazione di strategie efficaci per la gestione fisica delle avventizie, la cui applicazione è stata confrontata con le ordinarie tecniche aziendali da un punto di vista produttivo, operativo ed economico (fig. 3.1).

Fig.3.1. Sarchiatura dello spinacio (2004)



I risultati conseguiti durante questa prima serie di prove sperimentali sono stati pubblicati in un apposito volume dal titolo “Il controllo fisico delle infestanti su spinacio in coltivazione biologica ed integrata nella bassa Valle del Serchio”, disponibile on-line sul sito internet del CIRAA “Enrico Avanzi”, redatto a cura del Prof. Andrea Peruzzi e scaricabile gratuitamente all’indirizzo [http://www.avanzi.unipi.it/comunicazione/convegni/giornata%20\\_dim\\_spinacio\\_bio/giornata\\_spinacio\\_bio.htm](http://www.avanzi.unipi.it/comunicazione/convegni/giornata%20_dim_spinacio_bio/giornata_spinacio_bio.htm).

Inoltre, al Comune di San Giuliano Terme, proprio grazie a questa iniziativa e al progetto di ricerca di cui tratta questo libro, è stato assegnato dalla Regione Toscana il prestigioso riconoscimento “Toscana eco-efficiente”, unico conferito per le azioni in agricoltura nei bienni 2007-2008 e 2009-2010.



Dopo il primo quadriennio di sperimentazione (2002-2005), che ha di fatto permesso la messa a punto di nuove operatrici e strategie per la gestione fisica della infestanti su spinacio da consumo fresco (in agricoltura biologica ed integrata), l'interesse della ricerca si è spostato verso ortaggi trapiantati per tre ulteriori stagioni produttive (nel triennio 2006-2008).

Gli ottimi risultati precedentemente conseguiti ed i successivi riconoscimenti ottenuti hanno quindi incoraggiato le municipalità di San Giuliano Terme e di Vecchiano a proseguire le attività ed a rinnovare la collaborazione con il CIRAA "Enrico Avanzi" sino al 2009.

In particolare, la seconda serie di prove sperimentali sono state condotte su pomodoro (da industria e da consumo fresco) e cavolo (cavolfiore e cavolo verza), due tra i più importanti ortaggi trapiantati della Valdisechio (figure 3.2 e 3.3).

L'innovazione scientifica consiste nel fatto che sono state prese in esame due tra le principali specie orticole trapiantate della Provincia di Pisa, pomodoro e cavolo, mentre in precedenza la coltura oggetto di studio era lo spinacio, che rappresenta invece uno degli ortaggi più diffusi tra quelli seminati. A questa prima e significativa differenza, che, in quanto connessa al sistema di impianto, incide inevitabilmente sulla strategia adottata, si sommano inoltre aspetti, relativi alla disposizione spaziale ed alla densità della coltura (lo spinacio è seminato a file strette mentre pomodoro e cavolo sono disposti su file spaziate), alla natura stessa delle specie (lo spinacio non si sviluppa molto mentre pomodoro e cavolo raggiungono a maturità dimensioni ragguardevoli), al periodo di coltivazione (lo spinacio ed il cavolo sono ortaggi invernali mentre il pomodoro è estivo), che hanno portato ad utilizzare attrezzature diverse e specifiche per il nuovo contesto applicativo.

Scopo di questa ricerca era inoltre quello di capire se il controllo fisico delle infestanti potesse essere effettivamente una tecnica sostenibile e paragonabile a quella ordinaria aziendale, da un punto di vista meccanico, malerbologico, agronomico ed economico, quando applicata su ortaggi trapiantati anziché seminati.

In questo caso l'attività è proseguita con successo non solo in contesti agri-



Fig. 3.2. Pomodoro da industria coltivato nel Comune di San Giuliano Terme.

Fig. 3.3. Cavolfiore coltivato nel Comune di Vecchiano.



coli integrati e biologici, ma anche presso aziende convenzionali (in particolare su pomodoro da industria coltivato in irriguo su file binate senza pacciamatura), chiaro segnale che le cosiddette “buone pratiche agronomiche” (tanto caldamente propagate dall’attuale PAC...), quali appunto interventi di falsa semina e sarchiatura, possono rivelarsi convenienti anche nella gestione “tradizionale” dell’agricoltura.

### 3.2. I diversi sistemi di gestione della flora spontanea messi a confronto

La sperimentazione sul controllo fisico delle erbe infestanti su pomodoro è stata realizzata presso quattro affermate aziende della Valdisechio dal 2006 al 2008: l’Azienda Catassi di Arena Metato (Comune di San Giuliano Terme) e l’Azienda Massola Taliacarne per il pomodoro da industria e l’Azienda Grossi e Pardini di Nodica (Comune di Vecchiano) per quello da mensa. La prime due sono aziende convenzionali che prevedono una gestione chimica della flora spontanea unita ad interventi meccanici (fig. 3.4). Le seconde adottano invece una gestione esclusivamente meccanica e preventiva delle erbe infestanti, mediante l’impiego di sarchiatrici e teli pacciamanti biodegradabili (fig. 3.5).

Le prove condotte su cavolo (cavolfiore e cavolo verza) dal 2006 al 2009 sono state svolte presso l’Azienda Grossi (cavolfiore), l’Azienda Catassi (cavolo verza), l’Azienda Massola Taliacarne (cavolfiore) e l’Azienda Colombini (cavolfiore). Quest’ultima è l’unica azienda biologica in cui è stata realizzata la sperimentazione ed inoltre è la sola collocata fuori dalla circoscrizione delle due municipalità finanziatrici. Inoltre, mentre la gestione ordinaria delle aziende convenzionali ed integrate prevedeva l’uso di erbicidi (per il solo cavolo verza) e/o l’impiego di mezzi meccanici (sarchiatura “tradizionale” e rincalzatura), per quanto concerne l’Azienda Colombini la coltura è stata trapiantata direttamente su telo pacciamante bio-degradabile, tecnica piuttosto originale e decisamente sintomatica della grossa difficoltà e del-

Fig. 3.4. Azienda agricola Massola Taliacarne del Comune di San Giuliano Terme prima del trapianto del pomodoro da industria.



Fig. 3.5. Azienda Pardini del Comune di Vecchiano prima del trapianto del pomodoro da consumo fresco.



la mancanza di mezzi idonei che alcuni agricoltori biologici, specialmente quando non supportati da organismi preposti oppure da enti di ricerca esperti, possono incontrare nella gestione delle avventizie sugli ortaggi (fig. 3.6).

La sperimentazione ha comunque sempre previsto il confronto tra le tecniche aziendali di controllo delle infestanti e quelle innovative realizzate grazie alle attrezzature appositamente costruite o perfezionate dall'Università di Pisa. La scelta di operare in aziende convenzionali ed integrate è stata dettata dal fatto che molto spesso l'utilizzo delle macchine per il controllo fisico delle infestanti è associato alla sola gestione biologica dell'agroecosistema. Lo scopo di questa nuova ricerca è stato invece quello di porre in evidenza come il controllo delle infestanti con mezzi fisici possa essere decisamente conveniente anche in aziende che seguono protocolli produttivi convenzionali o integrati, contribuendo non solo a diminuire l'impiego di diserbanti, ma anche alla riduzione della manodopera necessaria per gli interventi di scerbatura manuale, alla valorizzazione della qualità del prodotto ed all'adozione di tecniche più rispettose dell'ambiente, del territorio e della salute degli operatori e dei consumatori.

### 3.2.1. Le strategie innovative

Le tecniche innovative proposte sono simili nella loro "struttura" a quelle già impiegate e perfezionate su spinacio, ma naturalmente le nuove condizioni colturali e la scelta di specie trapiantate (ed irrigate nel caso del pomodoro da industria) hanno reso necessario la messa a punto di nuove macchine e la definizione di una nuova "tempistica" degli interventi.

In generale comunque la strategia innovativa di controllo fisico delle infestanti proposta, impiegata e migliorata nel corso delle tre stagioni di prova, ha previsto l'utilizzo della tecnica della falsa semina prima del trapianto e l'adozione di sarchiature di precisione dopo l'affrancamento della coltura stessa.



La tecnica della falsa semina, descritta comunque in dettaglio anche nel volume "Il controllo fisico delle infestanti su spinacio in coltivazione biologica ed integrata nella bassa Valle del Serchio" e nel capitolo 2 di questo libro, è un metodo preventivo che consente di abbattere sensibilmente la quantità di semi vitali presenti nei primi 4-5 cm di terreno, in



Fig. 3.6. Azienda Colombini nel Comune di Crespina: intervento di falsa semina prima del trapianto del cavolfiore.



Fig. 3.7. Erpice a dischi attivi da 1,4 m di fronte di lavoro in fase operativa durante un intervento di falsa semina su spinacio nella Valle del Serchio.



modo da ridurre l'emergenza delle avventizie durante la fase di post-trapianto, quando intervenire risulta senz'altro più difficoltoso e meno efficace. Tale tecnica prevede due o più passaggi, solitamente realizzati a circa una settimana di distanza l'uno dall'altro, di lavorazione molto superficiale del terreno, effettuata con macchine specifiche (come l'erpice a dischi attivi che sarà descritto dettagliatamente in seguito) prima dell'impianto della coltura. Ciascun passaggio ha il duplice effetto di abbattere la flora reale e stimolare l'emergenza di nuove malerbe, per poi eliminarle con l'intervento successivo. Così facendo, di fatto, si ottiene una significativa deplezione della banca-seme nei primi 4-5 cm di terreno, substrato da cui hanno origine la maggior parte delle avventizie che emergono durante le fasi successive al trapianto della coltura (fig. 3.7).

Nell'ambito di questa tecnica preventiva possono essere inseriti anche uno o più trattamenti di pirodiserbo a fiamma libera a pieno fronte di lavoro (la strategia non cambia nome in Italiano ma assume terminologie diverse in lingua Inglese: "stale seedbed technique" e "false seedbed technique" rispettivamente nel caso in cui si adottino o meno interventi termici) prima dell'impianto della coltura (nel caso di semina o trapianto), oppure prima dell'emergenza della stessa (solo nel caso della semina).

L'impiego del pirodiserbo in post-emergenza è riservato alle sole colture tolleranti (alcune possiedono questa caratteristica sin dalle prime fasi di crescita, come aglio e cipolla, altre la sviluppano solo successivamente, suberificando il colletto, come ad esempio il girasole ed il mais) e la cui tecnica di impianto non presenti alcun impedimento fisico alla realizzazione del



Fig. 3.8. Operatrice portata per il pirodiserbo impiegata per gli interventi di controllo fisico delle erbe infestanti su pomodoro coltivato secondo la tecnica alternativa nei Comuni di San Giuliano Terme e di Vecchiano durante l'attività sperimentale del 2006.

trattamento (come per esempio la presenza della manichetta dell'irrigazione a terra nel caso del pomodoro da industria) (fig. 3.8).

La strategia di post-emergenza si è basata essenzialmente sull'impiego di una versatile sarchiatrice di precisione, adattabile a tutti gli ortaggi oggetto di studio, che viene descritta in dettaglio nel paragrafo 3.2.2.3.

In questa ultima serie di prove non è stato necessario cambiare la disposizione spaziale della cultura per nessuna delle specie prescelte (mentre per lo spinacio si era reso necessario adottare una semina di precisione su 5 file/porca al fine di massimizzare l'efficacia rinettante della sarchiatrice) in quanto è stato possibile realizzare un efficiente controllo della flora spontanea mantenendo l'investimento e la distribuzione in campo normalmente adottate dagli agricoltori della Valdisechio.

### 3.2.2. Le macchine innovative

In questa sede è nostra intenzione sottolineare quali sono state le novità nell'ambito delle operatrici per il controllo fisico delle infestanti sviluppate in questi ultimi anni di ricerca e le specifiche applicazioni per cui queste attrezzature sono state recentemente impiegate.

Saranno inoltre descritte in dettaglio tutte le modifiche che sono state effettuate al fine di adattare tali macchine alle nuove colture.

Ulteriori informazioni sulle operatrici per il controllo fisico della flora spontanea possono essere facilmente reperite sui volumi dal titolo "Il controllo fisico delle infestanti su spinacio in coltivazione biologica ed integrata nella



bassa Valle del Serchio”, presentato dalle municipalit  di San Giuliano Terme e di Vecchiano nel 2006 e “La gestione fisica delle infestanti su carota biologica e su altre colture tipiche dell’Altopiano del Fucino” pubblicato in collaborazione con ARSSA Abruzzo nel 2005 (entrambi disponibili gratuitamente on-line all’indirizzo [http://www.avanzi.unipi.it/comunicazione/convegni/giornata%20\\_dim\\_spinacio\\_bio/giornata\\_spinacio\\_bio.htm](http://www.avanzi.unipi.it/comunicazione/convegni/giornata%20_dim_spinacio_bio/giornata_spinacio_bio.htm)).

### 3.2.2.1. L’erpice a dischi attivi

Questa operatrice   stata progettata, realizzata ed in seguito brevettata dal CIRAA “Enrico Avanzi” dell’Universit  di Pisa, come pi  efficiente alternativa all’erpice strigliatore per interventi di falsa semina e di sarchiatura nel territorio della Valdisechio (fig. 3.9).

La macchina   costituita da un telaio in profilato quadro dove sono inseriti due assi paralleli tra loro e perpendicolari alla direzione di marcia, sui quali a loro volta sono flangiati dischi a spuntoni (sull’asse anteriore) e rulli a gabbia (su quello posteriore). I due assi sono collegati mediante un moltiplicatore a pignoni e catena avente  $\tau=2$ , per cui i rulli a gabbia posteriori ruotano ad una velocit  doppia rispetto ai dischi a spuntoni anteriori.

Quest’azione permette di separare efficacemente l’apparato radicale delle plantule di infestanti dal terreno, diminuendo il rischio di “riaffrancamento” delle malerbe stesse (fig. 3.10). La macchina inoltre lavora molto superficialmente (3-4 cm), non generando eccessivo mescolamento del terreno e della banca seme infestante e risulta molto efficace per la “finitura” del letto di semina. L’operatrice impiegata durante le prove sperimentali presenta una larghezza pari a 2 m, ma la semplicit  costruttiva ed il ridottissimo sforzo di trazione che la contraddistinguono non ne limitano assolutamente a livello costruttivo un possibile ampliamento del fronte di lavoro, mediante l’utilizzo contemporaneo di pi  moduli collegati ad un unico telaio (figure 3.11, 3.12 e 3.13).

Rimuovendo ed adattando inoltre gli organi lavoranti a seconda della misu-

Fig. 3.9. Versione perfezionata dell’erpice a dischi attivi, caratterizzata da un fronte di lavoro pari a 2 m, durante un intervento di falsa semina (a) e di sarchiatura su cavolo (b) verza presso l’azienda Catassi (Comune di San Giuliano Terme).





ra dell'interfila (partendo da un minimo di 18 cm), l'operatrice può essere facilmente conformata come sarchiatrice. Per questa applicazione è stato studiato un sistema di guida manuale con sedile e volante, che consente ad un secondo operatore di impartire la giusta direzione alla macchina anche in caso di trattamenti su ortaggi non trapiantati meccanicamente. Inoltre, in quest'ultima versione aggiornata dell'attrezzatura, sono state inserite coppie di denti elastici per il controllo selettivo delle infestanti sulla fila, simili agli utensili già in uso sulla sarchiatrice ad organi statici (figure 3.14 e 3.15).

L'operatrice è molto efficace, oltre che per la realizzazione della tecnica della falsa semina, nel rompere la crosta superficiale, spesso presente anche nei terreni sciolti tipici della Valdisechio, come conseguenza del significativo contenuto in limo, ed è stata ideata e progettata proprio per questo areale, dove, per la coltura di spinacio autunnale, era spesso necessario intervenire in condizioni di elevata umidità e plasticità del suolo.

Durante i primi anni di sperimentazione nella Valdisechio questa macchina è stata utilizzata con fronte di lavoro di 1,4 m (pari alla larghezza delle porche) e senza un sistema di guida di precisione, ed impiegata ugualmente sia a tutta superficie che come sarchiatrice in post-emergenza.

Durante l'attività sperimentale svolta nel periodo 2006-2009, l'operatrice è stata utilizzata per la falsa semina su tutte le colture oggetto di studio e per la sarchiatura di pomodoro da consumo fresco, cavolfiore e cavolo verza.

Fig. 3.10. Effetto di un intervento con erpice a dischi attivi su infestanti allo stadio cotiledonare o di 2 foglie vere.

Fig. 3.11. Versione dell'erpice a dischi attivi utilizzata per la sperimentazione del 2006 su pomodoro e cavolo, caratterizzata da un fronte di lavoro di 2 m, sistema di guida ed elementi elastici per il controllo selettivo delle erbe infestanti sulla fila della coltura.



Fig. 3.12. Intervento di falsa semina prima dell'impianto di pomodoro da industria presso il Comune di San Giuliano Terme.

Fig. 3.13. Intervento di falsa semina prima dell'impianto di pomodoro da consumo fresco presso il Comune di Vecchiano.



Fig. 3.14. Intervento di sarchiatura con erpice a dischi attivi su cavolfiore presso il Comune di Crespina.

Fig. 3.15. Intervento di sarchiatura con erpice a dischi attivi su pomodoro.

Fig. 3.16. Operatrice per il pirodiserbo al lavoro prima dell'impianto del cavolfiore, nel Comune di Vecchiano, nella stagione 2008-2009.



### 3.2.2.2. L'operatrice per il pirodiserbo a fiamma libera

Questa operatrice consente di effettuare trattamenti di controllo termico delle infestanti mediante fiamma libera, sia in pre-semina/pre-emergenza che in post-emergenza su colture tolleranti (ad esempio molte monocotiledoni, quali aglio, cipolla, mais, le colture erbacee se trattate in corrispondenza del colletto dopo la suberificazione, le colture arboree, etc.). In questo caso è stata impiegata, come anche del resto nel caso dello spinacio, solo antecedentemente all'impianto della coltura nell'ambito della tecnica della falsa semina (fig. 3.16).

La morte delle malerbe avviene non per combustione, ma per "lessatura" dell'apparato epigeo della pianta, come conseguenza dell' "esplosione" delle cellule vegetali a seguito dell'esposizione a temperature molto elevate (1000-2000 °C) per poche frazioni di secondo.





Fig. 3.17. Operatrice per il pirodiserbo al lavoro prima dell'impianto del pomodoro, nel Comune di San Giuliano Terme, nella stagione 2008-2009.

Questa operatrice innovativa utilizza come combustibile il GPL, contenuto in comuni bombole commerciali, ed è inoltre dotata di bruciatori a bacchetta di larghezza pari a 25 oppure 50 cm e può raggiungere un fronte di lavoro massimo pari a 2 m (fig. 3.17).

L'operatrice impiegata durante l'attività sperimentale del 2006-2009 è stata caratterizzata da un fronte di lavoro di 1,5 m (pari alla larghezza della carreggiata della trattore), ed è stata equipaggiata con tre bruciatori a bacchetta larghi 50 cm oppure con 6 bruciatori larghi 25 cm. La fiamma prodotta dai bruciatori è piatta e stabile e permette trattamenti efficaci anche ad alte velocità (fino a 7-9 km/h). Tale macchina è stata adottata solo prima del trapianto, su tutte le ortive oggetto di studio, quando l'emergenza delle avventizie registrata in campo ne giustificava l'impiego.

Ciascuna bombola è dotata di un regolatore di pressione e di un manometro che consentono di adeguare il trattamento al contesto operativo, a seconda dello stadio di sviluppo delle avventizie e della sistemazione dell'appezzamento stesso (dimensioni e forma dei campi, presenza o meno di porche rialzate, etc.). E' ad esempio consigliato un trattamento ad elevata velocità (7-9 km/h) con una pressione di esercizio del GPL pari a 0,3-0,4 MPa (circa 3-4 bar) in presenza di specie spontanee emerse molto piccole, in fase cotiledonare oppure di 2-4 foglie vere, al fine di ottenere un'ottima efficacia rinettante ed allo stesso tempo migliorare le prestazioni operative (riduzione dei tempi di lavoro e dei consumi di GPL e di gasolio ed aumento della tempestività).

Inoltre il pirodiserbo consente, nell'ambito della tecnica della falsa semina, di intervenire senza smuovere il terreno e quindi senza stimolare nuova-



Fig.3.18. Operatrice per il pirodiserbo al lavoro prima dell'impianto del cavolfiore, nel Comune di San Giuliano Terme, nella stagione 2008-2009.



mente l'emergenza di avventizie. Da questo punto di vista tale trattamento è in qualche modo assimilabile (ma solo negli effetti!) ad un intervento chimico, senza però avere le controindicazioni negative da un punto di vista ambientale, dato che il residuo lasciato sul terreno è totalmente nullo.

La macchina è inoltre dotata di un particolare e semplice sistema che, utilizzando il calore dei gas di scarico della trattrice, consente di mantenere costante la temperatura delle bombole evitando cali di pressione (dovuti al fatto che il GPL, passando dallo stato liquido a quello gassoso assorbe calore, determinando un progressivo raffreddamento delle bombole che lo contengono) con conseguente perdita di efficacia (fig. 3.18).

Un sistema di sicurezza costituito da termocoppie ed elettrovalvole consente inoltre di arrestare il flusso del gas qualora la fiamma si spenga accidentalmente. Tale evento viene segnalato all'operatore mediante una apposita centralina elettronica, dotata di led luminosi, posta nella cabina di guida, che "percepisce" l'anomalia grazie ad appositi sensori di pressione posti a monte delle elettrovalvole. Dallo stesso quadro comandi l'operatore può inoltre abbassare repentinamente la pressione di esercizio della macchina, mediante apposite levette collegate a valvole di "massima" e di "minima", una per ciascun bruciatore o coppia di bruciatori, in modo tale da poter ridurre il flusso del gas ad un valore minimo, ma tale da mantenere accesa una fiamma "pilota" durante le operazioni di voltata e di trasporto, riducendo così i consumi e rendendo allo stesso tempo il trattamento più sicuro (si evita, ad esempio, qualsiasi rischio legato alla combustione di materiale vegetale secco presente sulle capezzagne).

### 3.2.2.3. La sarchiatrice di precisione

La sarchiatrice di precisione è una macchina ad utensili statici che è stata impiegata per il controllo delle infestanti in post-trapianto sia tra le file (mediante utensili rigidi) che sulla fila della coltura (per mezzo di utensili elastici).

La sarchiatrice di precisione è stato un elemento fondamentale per questa serie di prove condotte su pomodoro e cavolo ed è una macchina, anche se identica nel principio di azione, completamente diversa da quella adottata su spinacio, dove le file molto strette hanno reso necessario impiegare una operatrice a sei elementi in grado di lavorare un'interfila pari a circa 20 cm.

Nel caso invece delle colture trapiantate è stata adottata una operatrice caratterizzata da un telaio largo 3 m, sul quale possono essere inseriti fino ad un massimo di sette elementi sarchianti, ciascuno costituito da un'ancora rigida con puntale a zampa d'oca, una coppia di elementi laterali a squadra ("sweep") ed una coppia di denti elastici per il controllo selettivo delle infestanti sulla fila (utilizzabile come denti vibranti o come diserbatori a torsione o "torsion weeder").

Ogni elemento è dotato di due parallelogrammi articolati, uno per mantenere gli utensili sarchianti alla corretta profondità, e l'altro per regolare la distanza tra i due "sweep" laterali, in modo da poter adattare l'operatrice ad interfila variabili tra i 30 ed i 90 cm.

La macchina è inoltre equipaggiata con un sistema di guida di precisione, costituito da un sedile, due stegole e due ruotini direzionali, grazie al quale



Fig. 3.19. Particolare degli organi lavoranti utilizzati per gli interventi di post-trapianto su pomodoro e cavolo durante le prove sperimentali del 2006, presso i Comuni di San Giuliano Terme e di Vecchiano.

Fig. 3.20. Sarchiatrice di precisione con quattro elementi sarchianti durante un intervento su pomodoro da industria presso l'azienda Grossi (Comune di Vecchiano).

Fig. 3.21. Sarchiatrice di precisione con quattro elementi sarchianti durante un intervento su cavolfiore presso l'azienda Grossi (Comune di Vecchiano).

Fig. 3.22. Sarchiatrice di precisione con quattro elementi sarchianti durante un intervento su cavolo verza presso l'azienda Catassi (Comune di San Giuliano Terme).





**Fig. 3.23.** Sarchiatrice di precisione con cinque elementi sarchianti impiegata su pomodoro a file binate coltivato secondo il sistema innovativo presso l'azienda Catassi (Comune di San Giuliano Terme): operatrice sollevata (a) ed in fase operativa (b).



un secondo operatore può variare leggermente la traiettoria della sarchiatrice affinché l'intervento non arrechi danno alla coltura.

Questa operatrice ha quindi in pratica sostituito la più piccola sarchiatrice di precisione utilizzata per lo spinacio, che era invece caratterizzata da un fronte di lavoro massimo pari a 2 m.

Durante le attività di ricerca condotte dal 2006 al 2009, l'operatrice è stata solitamente utilizzata con quattro moduli sarchianti (in modo da lavorare due interfila) (figure 3.19, 3.20, 3.21, 3.22), ma nel caso del pomodoro da industria coltivato presso il Comune di San Giuliano Terme, la macchina è stata impiegata sia con cinque che con tre elementi, di cui quello centrale veniva impiegato per il controllo delle infestanti all'interno della bina. In questo caso il puntale a zampa d'oca dell'operatrice veniva fatto scorrere al di sotto della manichetta dell'irrigazione durante l'intervento, evitando così di rimuovere e ristendere quest'ultima prima e dopo l'operazione. Naturalmente tale operazione sarebbe impossibile da condurre con una sarchiatrice azionata dalla presa di potenza, che appare in grado di controllare le malerbe solo nello spazio tra una bina e l'altra.

Altra importante modifica applicata a questa macchina è stata l'implementazione di un apposito supporto a "V" che permette di allargare delicatamente la vegetazione di pomodoro durante il passaggio dell'elemento sarchiante all'interno della bina. Con questo accorgimento è stato possibile intervenire su tale coltura anche tardivamente (figure 3.23, 3.24, 3.25, 3.26).

**Fig. 3.24.** Sarchiatrice di precisione con tre elementi sarchianti impiegata su pomodoro a file binate coltivato secondo il sistema innovativo presso l'azienda Catassi (Comune di San Giuliano Terme): operatrice sollevata (a) ed in fase operativa (b).





Fig. 3.25. Particolare dell'elemento centrale della sarchiatrice di precisione che opera sotto la manichetta di irrigazione su pomodoro coltivato a file binate presso l'azienda Catassi (Comune di San Giuliano terme).

La versatilità propria di questa macchina ne ha permesso l'impiego su tutte le colture oggetto di studio senza arrecare danno ed ha garantito un efficace controllo delle avventizie sia nell'interfila che sulla fila.



Fig. 3.26. Supporto a "V" (visibile nel centro della foto), implementato sulla sarchiatrice di precisione, al fine di aprire delicatamente la vegetazione, durante l'intervento tardivo su pomodoro coltivato a file binate presso l'azienda Catassi (Comune di San Giuliano Terme).



### 3.2.3. Le strategie aziendali

Tutte le prove sperimentali realizzate hanno previsto il confronto, per tutte le colture e per quanto concerne la gestione della flora spontanea, di una tecnica innovativa con una aziendale di riferimento. A differenza degli studi condotti su spinacio (dove al fine di incrementare l'efficacia della gestione fisica è stato necessario adottare per il sistema innovativo una semina di precisione su 5 file/porca anziché una semina a righe su 8 file/porca), la disposizione spaziale e l'investimento degli ortaggi non sono mai stati cambiati passando dalla gestione tradizionale a quella proposta dall'Università. La tecnica colturale, gestione delle infestanti a parte, è stata identica per le due tesi a confronto (lavorazione principale e secondaria del terreno, fertilizzazione, raccolta, etc.). L'unica eccezione riguarda l'adozione di diversi sistemi di impianto della coltura tra le due tecniche a confronto, conseguente alla necessità di trapiantare a mano anziché meccanicamente, qualora sia stato utilizzata, a livello aziendale, la pacciamatura.

Riferendoci in particolare al controllo della flora avventizia, le strategie aziendali, che saranno comunque descritte più in dettaglio nella sezione specifica di questo capitolo dedicata ai casi di studio, hanno previsto le tecniche riassunte nelle **tabelle 3.1, 3.2 e 3.3**, dove sono inoltre riportate sinteticamente anche le linee di gestione innovative a confronto.

**Tab. 3.1.** Schema delle strategie di gestione della flora infestante a confronto per l'anno 2006-2007 per le diverse colture trapiantate oggetto di studio.

Coltura	Tecnica aziendale	Tecnica innovativa
Pomodoro da industria (convenzionale)	-Diserbo chimico in pre-trapianto -Interventi meccanici con sarchiatrice azionata ("multifresa") -Scerbatura manuale	-Falsa semina -Sarchiatura di precisione -Scerbatura manuale
Pomodoro da mensa (integrato)	-Pacciamatura con telo biodegradabile -Interventi meccanici con sarchiatrice convenzionale - Scerbatura/zappatura manuale	-Coltivazione su terreno nudo -Falsa semina -Sarchiatura di precisione -Scerbatura/zappatura manuale
Cavolo verza (convenzionale)	-Diserbo di post-trapianto -Interventi meccanici con "multifresa" e sarchiatrice convenzionale	-Falsa semina -Sarchiatura di precisione -Scerbatura/zappatura manuale
Cavolfiore (integrato)	-Interventi meccanici con sarchiatrice convenzionale -Rincalzatura	-Falsa semina -Sarchiatura di precisione -Scerbatura/zappatura manuale -Rincalzatura



**Tab. 3.2.** Schema delle strategie di gestione della flora infestante a confronto per l'anno 2007-2008 per le diverse colture trapiantate oggetto di studio.

Coltura	Tecnica aziendale	Tecnica innovativa
Pomodoro da industria (convenzionale)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diserbo chimico in pre- e post-trapianto</li> <li>- Interventi meccanici con sarchiatrice azionata ("multifresa")</li> <li>- Scerbatura manuale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falsa semina</li> <li>- Sarchiatura di precisione</li> <li>- Scerbatura manuale</li> </ul>
Pomodoro da mensa (integrato)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pacciamatura con telo biodegradabile</li> <li>- Interventi meccanici con sarchiatrice convenzionale</li> <li>- Scerbatura/zappatura manuali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coltivazione su terreno nudo, pacciamato con paglia oppure con schiuma "Fytocell"</li> <li>- Falsa semina</li> <li>- Sarchiatura di precisione</li> <li>- Scerbatura/zappatura manuale</li> </ul>
Cavolfiore (biologico)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pacciamatura con telo biodegradabile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falsa semina</li> <li>- Sarchiatura di precisione</li> <li>- Rincalzatura</li> </ul>

**Tab. 3.3.** Schema delle strategie di gestione della flora infestante a confronto per l'anno 2008-2009 per le diverse colture trapiantate oggetto di studio.

Coltura	Tecnica aziendale	Tecnica innovativa
Pomodoro da industria (convenzionale)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diserbo chimico in pre-trapianto</li> <li>- Interventi meccanici con sarchiatrice azionata ("multifresa")</li> <li>- Scerbatura manuale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falsa semina</li> <li>- Sarchiatura di precisione</li> <li>- Scerbatura manuale</li> </ul>
Pomodoro da mensa (integrato)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pacciamatura con telo biodegradabile</li> <li>- Interventi meccanici con sarchiatrice convenzionale</li> <li>- Scerbature/zappature manuali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coltivazione su terreno nudo e pacciamato con paglia</li> <li>- Falsa semina</li> <li>- Sarchiatura di precisione</li> <li>- Scerbatura/zappatura manuale</li> </ul>
Cavolfiore (convenzionale)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interventi meccanici con sarchiatrice convenzionale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falsa semina</li> <li>- Sarchiatura di precisione</li> </ul>
Cavolfiore (integrato)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interventi meccanici con sarchiatrice convenzionale</li> <li>- Rincalzatura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falsa semina</li> <li>- Rincalzatura</li> </ul>

### 3.2.4. I rilievi effettuati

La tecnica innovativa è stata confrontata con quella aziendale sia da un punto di vista del controllo della flora spontanea che per quanto riguarda la resa.

Lo schema sperimentale adottato è sempre stato un blocco randomizzato con quattro repliche.

L'efficacia delle operatrici innovative per il controllo fisico delle avventizie è stata valutata grazie a numerosi rilievi floristici effettuati prima e dopo ciascun intervento.



La conta è stata realizzata su aree campione rettangolari di dimensioni pari a 25 x 30 cm oppure 50 x 50 cm nel caso del pomodoro da industria. I rilievi sono stati realizzati distinguendo le specie presenti all'interno dell'area campione ed analizzando separatamente, nel caso degli interventi di sarchiatura, lo spazio incluso tra le file e sulla fila della coltura (fig. 3.27).

Alla fine del ciclo colturale sono stati inoltre prelevati campioni per la stima della biomassa secca finale delle infestanti, su aree di saggio di superficie pari ad 1 m<sup>2</sup>.

I campioni per la determinazione delle rese sono stati invece raccolti su aree di saggio di dimensioni variabili, a seconda della tipologia di coltura, e contenenti un numero fisso di piante (4 per il pomodoro da industria, 3 per il pomodoro da mensa, 5 per il cavolfiore).

La raccolta è stata contemporanea per il pomodoro da industria e scalare per tutte le altre colture.

Non sono stati naturalmente inclusi nella stima della resa i prodotti che non soddisfacevano i requisiti minimi per la commercializzazione (ad esempio bacche di pomodoro non virate, recanti ammaccature oppure di pezzatura troppo piccola).

Sono state registrate tutte le principali caratteristiche operative dei cantieri di lavoro innovativi utilizzati per il controllo non-chimico della flora spontanea, quali ad esempio la velocità di lavoro, la profondità di lavoro, la capacità operativa, il tempo operativo, il consumo di combustibile, etc.

Sono stati infine calcolati tutti i principali parametri economici dei sistemi

Fig. 3.27. Rilievo floristico realizzato a seguito dell'intervento di falsa semina aziendale effettuato con erpice rotante presso l'Azienda Pardini nel Comune di Vecchiano.





a confronto (la produzione lorda vendibile, il costo della gestione delle infestanti, ed il reddito lordo).

3.2.5. Le caratteristiche fisiche del terreno delle diverse aziende agricole oggetto di studio

Prima di entrare nel merito delle prove sperimentali effettuate, in questo paragrafo sono riportate le principali caratteristiche chimico-fisiche del terreno delle diverse aziende agricole della Valdisechio che hanno ospitato le attività di ricerca.

Per quanto riguarda l'Azienda Massola Taliacarne (Località Gello, Comune di San Giuliano Terme), che ha ospitato le prove condotte nel 2007 su pomodoro da industria e nel 2008-2009 su cavolfiore, le principali caratteristiche chimico fisiche del terreno sono riportate nella **tabella 3.4**.

**Tab. 3.4.** Caratteristiche chimico-fisiche del terreno dell'Azienda Massola Taliacarne (Località Gello, Comune di San Giuliano Terme).

Caratteristiche	Valori
Sabbia	62%
Limo	28%
Argilla	10%
Sostanza organica	1,6%
pH	6,1

**Tab. 3.5** Caratteristiche chimico-fisiche del terreno dell'Azienda Pardini (località Nodica, Comune di Vecchiano).

Caratteristiche	Valori
Sabbia	41%
Limo	47%
Argilla	12%
Sostanza organica	2,4%
pH	8,3

Secondo la classificazione USDA il terreno risulta essere franco sabbioso. Valori medi delle principali caratteristiche chimico-fisiche del terreno dell'Azienda Pardini (Località Nodica, Comune di Vecchiano), su cui sono state svolte le prove di controllo fisico delle infestanti su pomodoro da mensa nel 2007, sono riportate nella **tabella 3.5**.

Secondo la classificazione USDA il terreno risulta essere franco.

Le caratteristiche chimico-fisiche del terreno che ha ospitato le prove effettuate su pomodoro da industria, nel 2006 e nel 2008, e su cavolo verza nel 2006, presso l'Azienda Catassi (Località Arena Metato, Comune di San Giuliano Terme), sono riportate nella **tabella 3.6**.

Secondo la classificazione USDA il terreno risulta essere franco sabbioso. I valori medi delle principali caratteristiche chimico-fisiche del terreno dell'Azienda Grossi (Località Nodica, Comune di Vecchiano), sul quale sono state svolte le prove di controllo fisico delle infestanti su pomodoro da mensa nel 2006 e nel 2008 e su cavolfiore nel 2006-2007 e nel 2008-2009, sono riportate nelle **tabelle 3.7**.



**Tab. 3.6** Caratteristiche chimico-fisiche del terreno dell'Azienda Catassi (Località Arena Metato, Comune di San Giuliano Terme).

Caratteristiche	Valori
Sabbia	68%
Limo	24%
Argilla	8%
Sostanza organica	1,3%
pH	7,1

**Tab. 3.7.** Caratteristiche chimico-fisiche del terreno dell'Azienda Grossi dove è stato (Località Nodica, Comune di Vecchiano).

Caratteristiche	Valori	
	Pomodoro da mensa	Cavolfiore
Sabbia	60 %	29%
Limo	24 %	41%
Argilla	16 %	30%
Sostanza organica	1,7 %	5,3%
pH	8,2	8,4

Secondo la classificazione USDA il terreno dove è stato coltivato il pomodoro da mensa risulta essere franco sabbioso, mentre quello su cui è stato coltivato il cavolfiore risulta essere franco argilloso.

Le principali caratteristiche fisiche del terreno dell'Azienda Colombini (Comune di Crespina), sul quale sono state svolte le prove di controllo fisico delle infestanti su cavolfiore nel 2007-2008, sono riportate nella **tabella 3.8.**

**Tab. 3.8.** Caratteristiche chimico-fisiche del terreno dell'Azienda Colombini (Comune di Crespina).

Caratteristiche	Valori
Sabbia	71 %
Limo	19 %
Argilla	10 %
Sostanza organica	1,4 %
pH	7,0

Secondo la classificazione USDA il terreno risulta essere franco sabbioso.

### 3.3. I casi di studio

Nel seguente paragrafo saranno descritti i diversi casi di studio affrontati nell'ambito della prova pluriennale condotta su specie trapiantate. Tale argomento sarà sviluppato prendendo in esame singolarmente ciascuna coltura oggetto di studio.



### 3.3.1. Il pomodoro da industria

Il pomodoro da industria è forse tra tutti gli ortaggi presi in esame quello con caratteristiche più particolari. Il fatto che la sua coltivazione sia completamente meccanizzata, che venga raccolto in maniera contemporanea e non scalare, che venga consumato trasformato e non fresco e che il suo prezzo di mercato per unità di massa di prodotto sia mediamente di un ordine di grandezza inferiore a quello degli altri ortaggi, nonché completamente dipendente dagli accordi tra imprese agricole e di trasformazione e dai contributi PAC, lo rende di fatto un “ibrido” (come del resto sono ibride la quasi totalità della varietà commercializzate e coltivate.....) tra un ortaggio vero e proprio ed una coltura erbacea da pieno campo.

Questo senz'altro ha reso tale coltura forse una delle più interessanti tra quelle testate nelle sperimentazioni condotte tra il 2006 ed il 2009, e ha permesso di dare adito ad una nuova applicazione del controllo fisico delle infestanti per quanto riguarda il gruppo di ricerca dell'Università di Pisa, quello degli ortaggi da industria, settore in cui l'adozione di attrezzature efficaci, ma allo stesso tempo anche versatili ed economicamente sostenibili, diventa fondamentale, considerando in primo luogo che tali specie sono contraddistinte da un valore unitario del prodotto non molto elevato, ed in secondo luogo che le spese complessive per i mezzi tecnici sono ragguardevoli e spesso (e purtroppo...) non molto distanti, in valore assoluto, dalla Produzione Lorda Vendibile (fig. 3.28).

Fig.3.28. Impianto di pomodoro da industria, oggetto delle prove sperimentali condotte nel 2007, presso il Comune di San Giuliano Terme.



Fig. 3.29. Trapiantatrice per pomodoro a file binate in irriguo in fase di lavoro (Comune di San Giuliano Terme).



Il pomodoro da industria è stato coltivato seguendo la tecnica convenzionale normalmente adottata nella bassa Valle del Serchio, sia nel caso del sistema innovativo che in quello aziendale, fatta eccezione naturalmente per le strategie e le macchine utilizzate per la gestione della flora spontanea.

Entrando nel merito della prova, nel 2006 la preparazione iniziale del terreno ha previsto un'aratura a circa 40 cm di profondità seguita da una estirpatura. In seguito è stata effettuata la concimazione di fondo utilizzando il fertilizzante organo minerale ternario "Superalba" in formulazione granulata (titolo 9-12-21), distribuito alla dose di 1 t/ha. Successivamente è stata effettuata una erpicatura rotativa alla profondità di 10 cm, che oltre ad affinare ulteriormente il terreno ha contribuito ad interrare il fertilizzante. La coltura è stata trapiantata meccanicamente a file binate (in data 10-05-2006), con operatrice a due file (una bina) in grado di stendere contemporaneamente la manichetta per l'irrigazione, che viene posizionata esattamente a metà dello spazio intra-bina (fig. 3.29).

L'impianto è stato realizzato con distanza interbina pari a 1,10 m, quella intrabina pari a 0,4 m e quella sulla bina pari a 0,4 m (la distanza tra il centro delle due bine è pari a 1,50 m), per un investimento unitario complessivo di circa 33000 piante/ha. Per l'impianto è stata utilizzata la cultivar di pomodoro "Leader", selezionata per la trasformazione industriale, e caratterizzata da bacche tonde e lisce. L'apporto idrico e la concimazione minerale di copertura sono stati garantiti mediante un impianto di fertirrigazione, in cui la concentrazione di fosforo presente nella soluzione è stata progressivamente diminuita nel tempo con l'avvicinarsi della maturazione delle bacche, aumentando invece la concentrazione di potassio (titolo N-P-K iniziale e finale della soluzione rispettivamente 12-61-0 e 13-0-40).

L'azienda ha adottato un avvicendamento quadriennale che prevede la seguente successione colturale: pomodoro, frumento duro, mais (girasole) e frumento duro. Le operazioni colturali elencate in questo paragrafo non hanno differito tra le due diverse tesi a confronto. La raccolta è stata contemporanea e meccanizzata (effettuata in data 23-07-2006).

Nel 2007, il pomodoro da industria nel Comune di San Giuliano Terme è stato sempre coltivato secondo la tecnica tradizionale della zona: impianto su file binate con manichetta dell'irrigazione stesa nel centro della bina e investimento pari a circa 33.000 piante/ha (1,5 m centro bina-centro bina, 0,4 m intra-bina e 0,4 m sulla fila).

L'azienda ha adottato una rotazione quadriennale dove sono inseriti in suc-



cessione mais, girasole, pomodoro e frumento duro.

La lavorazione principale del terreno è stata effettuata mediante aratura a 40 cm, mentre la preparazione del letto di semina è stata eseguita con estirpatore (30 cm di profondità) ed erpice rotante (15 cm di profondità).

La concimazione di fondo è stata realizzata mediante 1,2 t/ha di concime organico “Organagro” (N-P-K 5-5-2) distribuito prima dell’impianto della coltura. La concimazione di copertura è stata invece effettuata mediante fertirrigazione, distribuendo complessivamente 100 kg/ha di fertilizzante azotato (N 41), 150 kg/ha di concime fosfatico (P 30), 100 kg/ha di concime ternario (N-P-K 21-21-21) e 50 kg/ha di fertilizzante a base di potassio (K 50).

La varietà di pomodoro da industria utilizzata è stato l’ibrido “Reflex”, caratterizzato da bacca liscia ovale-prismatica leggermente allungata a maturazione medio-precoce.

Il trapianto della coltura è stato realizzato meccanicamente (in data 4-05-2007) con operatrice semiautomatica con due operatori a bordo, in grado di porre a dimora una bina e stendere contemporaneamente al suo interno la manichetta dell’irrigazione. La raccolta è stata effettuata meccanicamente e in maniera contemporanea su tutto l’appezzamento che ha ospitato le prove sperimentali (in data 10-09-2007).

La resa media aziendale in bacche fresche è normalmente pari a circa 50 t/ha.

Per quanto concerne infine le prove condotte nel 2008, la tecnica colturale è stata pressoché identica a quella adottata nel 2006.

### 3.3.1.1. Le strategie e le macchine utilizzate per il controllo delle infestanti

Nel 2006, la gestione delle erbe infestanti su pomodoro da industria aziendale ha previsto l’integrazione di metodi chimici e meccanici.

In pre-trapianto sono stati realizzati due diversi interventi chimici, il primo con 1 kg/ha di “Stomp” (p.a. Pendimetalin) ed il secondo con 1 kg/ha di “Ronstar” (p.a. Oxadiazon).

In post-emergenza non sono stati utilizzati formulati chimici. Il controllo delle infestanti è stato effettuato grazie a due interventi con sarchiatrice azionata dalla presa di potenza ed equipaggiata con utensili rotanti su asse orizzontale (“multifresa”), che permetteva però solo l’eliminazione delle malerbe presenti tra una bina e l’altra senza poter intervenire all’interno della bina stessa, dove è situata la manichetta dell’irrigazione (fig. 3.30). Le infestanti che si sviluppavano sulla bina venivano periodicamente eliminate grazie ad interventi manuali di scerbatura.

Nel 2007, la gestione della flora spontanea su pomodoro da industria aziendale nel Comune di San Giuliano Terme è stata condotta principalmente con mezzi chimici.



Fig. 3.30. Sarchiatrice ad utensili azionati su asse orizzontale ("multifresa") impiegata per gli interventi di post-trapianto su pomodoro coltivato secondo il sistema convenzionale presso l'azienda "Catassi" (San Giuliano Terme).



Sono stati infatti realizzati tre diversi trattamenti: uno in pre-trapianto, con una miscela di 1 kg/ha di "Oxaryl flow" (p.a. Oxadiazon) ed 1,5 kg/ha di "Disetalin" (p.a. Pendimetalin) e due in post-trapianto, con una miscela di "Sencor" (p.a. Metribuzin), alla dose di 250 g/ha, e di "Titus" (p.a. Rimsulfuron), alla dose di 40 g/ha.

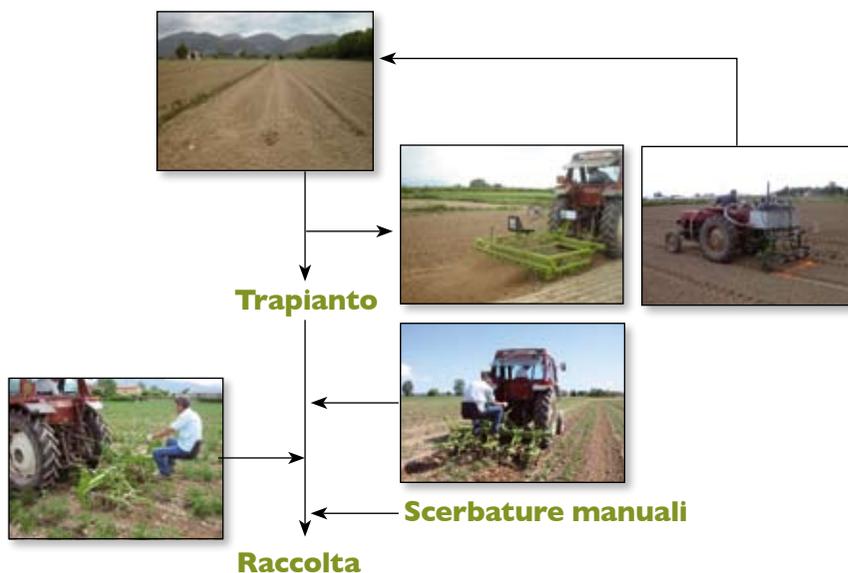
Anche in questo caso però sono stati necessari interventi meccanici inter-bina con multifresa e di scerbatura manuale, in particolare a causa di una sensibile presenza di piante di *Datura stramonium* (stramonio) molto sviluppate e concentrate in alcuni punti dell'appezzamento.

Nel 2008, terzo anno di sperimentazione, la tecnica aziendale di gestione della flora avventizia è stata essenzialmente riconducibile a quanto descritto per il primo anno.

Per quanto riguarda invece la gestione innovativa delle erbe infestanti nel 2006 su pomodoro da industria è stata condotta mediante la realizzazione di un intervento di falsa semina con erpice a dischi attivi (in data 27-04-2006), seguito da un intervento di pirodiserbo a circa due settimane di distanza. Dopo il trapianto della coltura, sono stati realizzati due interventi di sarchiatura con sarchiatrice di precisione dotata di torsion weeder (in data 30-05-2006 e 16-06-2006). La gestione fisica ha previsto inoltre l'effettuazione di due scerbature al fine di eliminare le infestanti molto sviluppate sulla bina (in data 23-06-2006 e 10-07-2006). Tale strategia è stata impiegata anche negli anni successivi di sperimentazione ed è schematizzata nella **figura 3.31**.



Fig. 3.31. Schema della strategia innovativa per il controllo fisico delle infestanti adottata su pomodoro da industria nel Comune di San Giuliano Terme.



### 3.3.1.2. I risultati ottenuti

#### 3.3.1.2.1. Caratteristiche operative ed impieghi di manodopera

Iniziando dalle caratteristiche operative dei cantieri di lavoro innovativi per il controllo delle avventizie registrate nel corso dei tre anni di sperimentazione, è possibile osservare come l'erpatura a dischi attivi, contraddistinta da una capacità operativa di poco inferiore ad 1 ha/h, sia apparsa l'operazione più rapida tra quelle effettuate (velocità di lavoro in media superiore ai 6 km/h), in quanto viene condotta prima dell'impianto della coltura ed è necessario che sia "veloce" affinché gli elementi rotativi possano esplicare al meglio la loro azione di affinamento del terreno e rinettamento delle malerbe (fig. 3.32).



Fig. 3.32. Intervento di falsa semina realizzato con erpice a dischi attivi nel Comune di San Giuliano Terme prima dell'impianto di pomodoro.



Fig. 3.33. Intervento di sarchiatura con sarchiatrice di precisione su pomodoro da industria nel Comune di San Giuliano Terme.



L'operatrice per il pirodiserbo, sempre utilizzata in pre-trapianto, ha fornito una capacità di lavoro pari a circa 0,5 ha/h ed una velocità superiore ai 3 km/h, il consumo di GPL è stato comunque contenuto e pari a circa 25 kg/ha. Per quanto riguarda infine gli interventi di sarchiatura, questi sono stati senz'altro i più onerosi da un punto di vista sia economico che operativo, in quanto caratterizzati dalla presenza contemporanea di due operatori e da velocità di lavoro più contenute e mediamente inferiori ai 2 km/h (fig. 3.33). L'utilizzo di velocità di avanzamento così basse è dovuto alla maggiore "delicatezza" che deve essere necessariamente conferita ad un intervento di post-emergenza affinché questo non arrechi alcun danno alla coltura. Inoltre è necessario specificare che in questo caso tale operazione era resa ancor più complicata dalla presenza della manichetta dell'irrigazione. Inoltre per entrambe le macchine per la lavorazione del terreno, è possibile notare come lo strato di suolo interessato al trattamento sia sempre stato molto

Tab. 3.9. Caratteristiche operative dei cantieri di lavoro utilizzati per il controllo fisico delle infestanti su pomodoro da industria registrate presso il Comune di San Giuliano Terme durante le attività sperimentali condotte nel 2006.

Caratteristiche		Erpice a dischi attivi	Pirodiserbo	Sarchiatrice di precisione (1)	Sarchiatrice di precisione (2)
Larghezza di lavoro	m	1,50	1,50	1,50	1,50
Profondità di lavoro	cm	3,50	-	2,90	4,70
Velocità di lavoro	km/h	6,80	3,40	2,50	1,30
Capacità operativa	ha/h	0,90	0,49	0,33	0,18
Tempo operativo	h/ha	1,11	2,23	3,03	5,48
Numero degli operatori		1,00	1,00	2,00	2,00
Potenza della trattrice	kW	55,00	55,00	55,00	55,00
Consumo di gasolio	kg/ha	3,30	6,50	8,10	14,80
Pressione del GPL	MPa	-	0,25	-	-
Consumo GPL	kg/ha	-	24,75	-	-



contenuto e mediamente compreso tra 3 e 4 cm (tabelle 3.9, 3.10 e 3.11). Gli impieghi di manodopera relativi alle operazioni di controllo delle erbe infestanti (le altre operazioni non hanno di fatto differito tra le tesi a confronto) registrati durante le prove sperimentali condotte nel triennio 2006-2008 su pomodoro da industria presso il Comune di San Giuliano Terme, sono altresì riportati nella tabella 3.12.

**Tab. 3.10.** Caratteristiche operative dei cantieri di lavoro utilizzati per il controllo fisico delle infestanti su pomodoro da industria registrate presso il Comune di San Giuliano Terme durante le attività sperimentali condotte nel 2007.

Caratteristiche		Erpice a dischi attivi	Pirodiserbo	Sarchiatrice di precisione (1)	Sarchiatrice di precisione (2)
Larghezza di lavoro	m	1,50	1,50	1,50	1,50
Profondità di lavoro	cm	2,80	-	2,70	3,50
Velocità di lavoro	km/h	6,40	3,50	1,40	1,20
Capacità operativa	ha/h	0,75	0,48	0,20	0,17
Tempo operativo	h/ha	1,34	2,08	5,11	5,90
Numero degli operatori		1,00	1,00	2,00	2,00
Potenza della trattrice	kW	44,20	44,20	44,20	44,20
Consumo di gasolio	kg/ha	3,10	5,90	13,20	15,30
Pressione del GPL	MPa	-	0,25	-	-
Consumo GPL	kg/ha	-	23,00	-	-

**Tab. 3.11.** Caratteristiche operative dei cantieri di lavoro utilizzati per il controllo fisico delle infestanti su pomodoro da industria registrate presso il Comune di San Giuliano Terme durante le attività sperimentali condotte nel 2008.

Caratteristiche		Erpice a dischi attivi	Pirodiserbo	Sarchiatrice di precisione (1)	Sarchiatrice di precisione (2)
Larghezza di lavoro	m	1,50	1,50	1,50	1,50
Profondità di lavoro	cm	2,80	-	2,70	4,20
Velocità di lavoro	km/h	6,50	3,50	1,90	1,40
Capacità operativa	ha/h	0,85	0,48	0,27	0,20
Tempo operativo	h/ha	1,18	2,08	3,69	5,06
Numero degli operatori		1,00	1,00	2,00	2,00
Potenza della trattrice	kW	58,30	58,30	58,30	58,30
Consumo di gasolio	kg/ha	3,20	6,60	11,50	15,70
Pressione del GPL	MPa	-	0,25	-	-
Consumo GPL	kg/ha	-	23,00	-	-

Al riguardo, nel 2006 è stata osservata una sensibile differenza tra le tecniche a confronto in termini di impiego di manodopera a favore di quella aziendale. Infatti, per quest'ultima strategia sono state necessarie complessivamente solo 5 ore circa per il controllo della flora avventizia con mezzi meccanici ("multifresa") e chimici (diserbo) alle vanno aggiunte 10 ore per le scerbature manuali. Per quanto concerne il sistema innovativo, è stato necessario un maggior numero di ore per le operazioni di controllo sia ef-



Tab. 3.12. Tempi di lavoro registrati per le operazioni di controllo delle infestanti su pomodoro da industria nel Comune di San Giuliano Terme per le due diverse tesi a confronto.

Sistema colturale	Tempi per le operazioni colturali di controllo delle infestanti (ore-uomo/ha)			
	Diserbo meccanico/fisico	Diserbo chimico	Scerbatura manuale	Totale
<b>2006</b>				
Aziendale	4,7	0,3	10,0	15,0
Innovativo	20,0	-	34,0	54,0
<b>2007</b>				
Aziendale	4,7	0,5	5,8	11,0
Innovativo	25,0	-	17,0	42,0
<b>2008</b>				
Aziendale	4,7	0,3	45,0	50,0
Innovativo	21,0	-	50,0	61,0

fettuate con l'ausilio di attrezzature (20 ore-uomo/ha per il controllo fisico) che condotte manualmente (34 ore/ha). Naturalmente ciò è attribuibile all'assenza dell'impiego dei diserbanti, che rende più difficoltosa la gestione della flora spontanea che si sviluppa sulla fila della coltura, non facilmente eliminabile con i mezzi fisici, ed avvantaggiate dall'impiego dell'irrigazione a goccia.

Nel 2007, per quanto riguarda la tecnica aziendale (convenzionale chimico) l'impiego di manodopera per la gestione delle avventizie è stato ancora molto contenuto (circa 11 ore-uomo/ha) e giustificato da due sarchiature (realizzate con multifresa), tre diversi interventi di diserbo chimico (effettuati con una irroratrice mista avente fronte di lavoro pari a 16 m) ed un solo intervento di scerbatura manuale. La tecnica innovativa ha invece presentato valori superiori alle 40 ore-uomo/ha. Sono infatti state registrate 25 ore-uomo/ha attribuibili agli interventi meccanici e circa 17 ore-uomo/ha per le scerbature. L'anno 2007 è stato comunque contraddistinto dai valori di manodopera per il controllo delle infestanti più contenuti, dovuti sia ad un affinamento della tecnica, sia a condizioni più favorevoli da un punto di vista climatico e di banca seme delle infestanti.

L'anno successivo (2008), i tempi di lavoro sono stati decisamente più elevati a causa della necessità di ricorrere ad onerosi interventi di scerbatura manuale sia nel caso del sistema innovativo che di quello convenzionale.

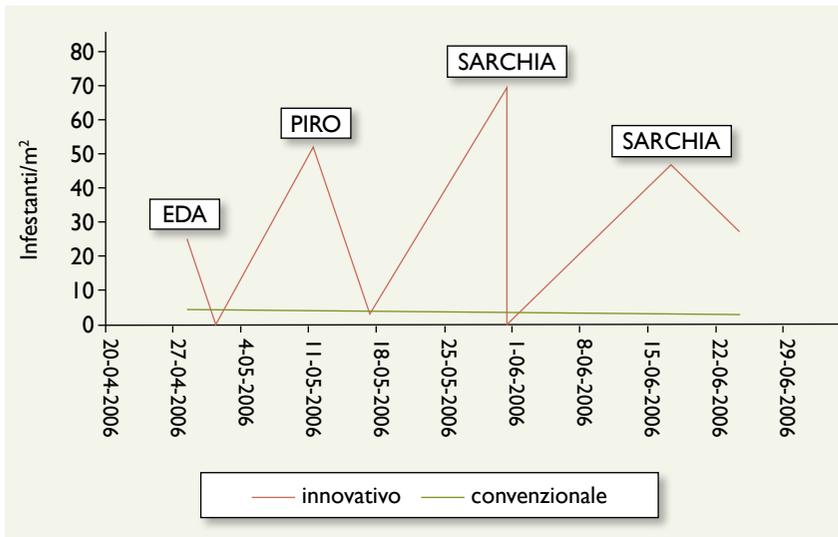
### 3.3.1.2.2. Controllo delle infestanti

Passando alla caratterizzazione ed al controllo della flora spontanea presente in campo, nel 2006, all'inizio delle prove sperimentali, quest'ultima era principalmente costituita da *Solanum nigrum* (60-90%), *Convolvulus arvensis* (3-20%) e da varie specie di graminacee (0-12%). Con l'avanzare della



stagione estiva si è successivamente affermata la *Portulaca oleracea*, specie prettamente macroterma, che si è attestata su una densità di infestazione pari al 30-40%. Il convolvolo, anche se presente in densità inferiore rispetto ad altre specie, si è comunque rivelato una delle infestanti più aggressive, rendendo spesso necessario interventi di scerbatura manuale anche nel sistema aziendale.

L'andamento della densità della flora spontanea, per i due diversi sistemi colturali a confronto, è riportato nella **figura 3.34**. E' possibile osservare come tutte le operazioni di controllo fisico della flora spontanea realizzate nell'ambito del sistema innovativo abbiano portato ad un sensibile abbattimento della popolazione di infestanti presenti in campo ed è inoltre evidente come ciascun intervento sia riuscito a riportare la densità di malerbe su valori del tutto analoghi a quelli registrati su coltivazione convenzionale-aziendale. La grande differenza tra la dinamica delle due diverse tesi a confronto sta nel fatto che il sistema innovativo ha determinato sensibili fluttuazioni del numero di infestanti per unità di superficie, mentre il sistema convenzionale ha permesso il mantenimento di un livello costante di infestazione. Ai fini agronomici comunque il controllo delle infestanti da parte dei due sistemi può considerarsi del tutto paragonabile.



**Fig. 3.34.** Andamento della densità delle infestanti registrato su pomodoro da industria impiegando i due diversi sistemi colturali (innovativo e convenzionale) presso il Comune di San Giuliano Terme durante le attività sperimentali del 2006. (EDA=Erpice a dischi attivi; PIRO=Pirodiserbo; SARCHIA=Sarchiatura di precisione).

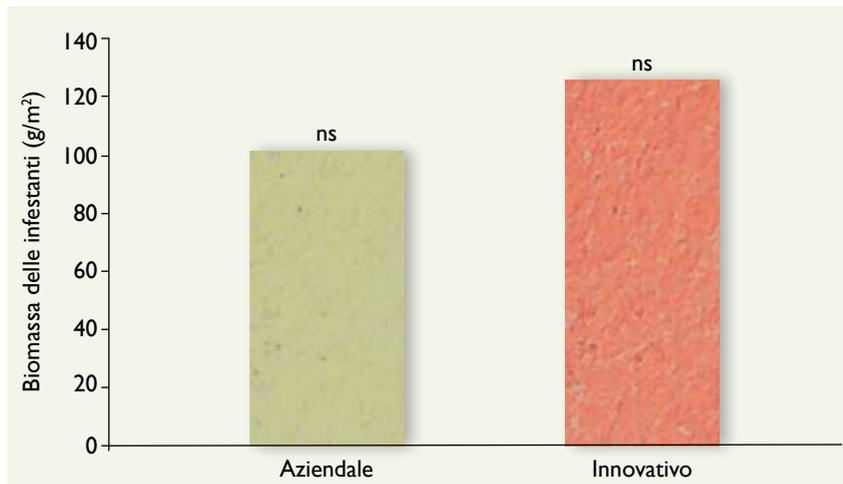
Le operatrici innovative per il controllo fisico delle erbe infestanti hanno raggiunto livelli di efficacia sino al 100% come nel caso dell'erpice a dischi attivi, del pirodiserbo e della prima sarchiatura. La seconda sarchiatura ha invece ottenuto una percentuale di riduzione pari a circa il 50%, valore giustificabile dal fatto che verso la fine del ciclo della coltura possono essere presenti alcune infestanti di dimensioni più elevate, in quanto sfuggite ad



Fig. 3.35. Biomassa delle infestanti registrata a raccolta su pomodoro da industria presso il Comune di San Giuliano Terme, nei due diversi sistemi colturali a confronto nel 2006. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (test LSD).

interventi precedenti, ed inoltre tale passaggio è stato senz'altro più difficoltoso a causa del vigoroso sviluppo fogliare della coltura.

Per quanto riguarda invece la biomassa infestante a raccolta non sono state registrate differenze significative tra i due sistemi (fig. 3.35). Il valore registrato è stato in media pari a circa 110 g/m<sup>2</sup>.



Nel 2007 (secondo anno di prove), non sono mai state registrate densità “preoccupanti” della flora spontanea per entrambi i sistemi a confronto. Al riguardo non è mai stata oltrepassata la soglia delle 40 piante/m<sup>2</sup>. La densità iniziale di infestanti registrata prima dell'intervento di pre-trapianto realizzato con erpice a dischi attivi sul sistema innovativo era pari a solo 4 piante/m<sup>2</sup>. La funzione principale di questo intervento è stata infatti quella di affinare ed arieggiare il terreno (che, per le sue caratteristiche fisiche e per le elevate temperature primaverili-estive, presentava, in corrispondenza di ogni trattamento, una apprezzabile crosta superficiale). Tale passaggio aveva inoltre lo scopo di stimolare l'emergenza di nuove infestanti, in modo che fosse possibile intervenire precocemente e tempestivamente con la sarchiatrice. L'efficacia del passaggio è stata del 100% (infestanti azzerate). La flora spontanea era inizialmente rappresentata da graminacee non identificate (50%) e dal genere *Chenopodium* spp. (oltre 30%).

Successivamente (in precedenza al primo intervento di sarchiatura) la comunità delle infestanti nel sistema innovativo è stata invece rappresentata principalmente dal genere *Cynodon* spp. (49%), *Chenopodium* spp. (13%), *Cyperus* spp. (10%) ed *Amaranthus* spp. (10%).

Prima dell'intervento la densità di malerbe presente era pari a 40 piante/m<sup>2</sup> all'interno della bina ed a 30 piante/m<sup>2</sup> nello spazio inter-bina. La riduzione della densità ottenuta è stata superiore al 70% all'interno della



bina e maggiore del 90% tra le bine. L'ultimo intervento di sarchiatura, nel sistema innovativo, è stato condotto solo nello spazio inter-bina a causa dell'avanzato stadio di sviluppo della coltura. La densità media registrata per il sistema innovativo è stata pari a circa 10 piante/m<sup>2</sup>. L'efficacia dell'intervento nello spazio inter-bina è stata paragonabile a quella già osservata per il trattamento precedente (circa 95%). La densità media di infestanti registrata nel sistema innovativo dopo l'ultima sarchiatura è stata pari a circa 5 piante/m<sup>2</sup>.

Contemporaneamente è stato effettuato un rilievo floristico anche sul sistema aziendale (prima del quale era già stato effettuato un intervento di scerbatura manuale), che ha presentato una densità media pari a 2 piante/m<sup>2</sup>. Per quanto riguarda invece la biomassa totale delle infestanti registrata in corrispondenza della raccolta del prodotto (in data 10-09-2007), il sistema innovativo ha presentato valori piuttosto contenuti, decisamente al di sotto della soglia di danno della coltura, ma comunque superiori a quelli relativi alla tesi aziendale (20 g/m<sup>2</sup> vs 2 g/m<sup>2</sup>) (fig. 3.36). Tale discrepanza non ha comunque influito negativamente sulle rese.

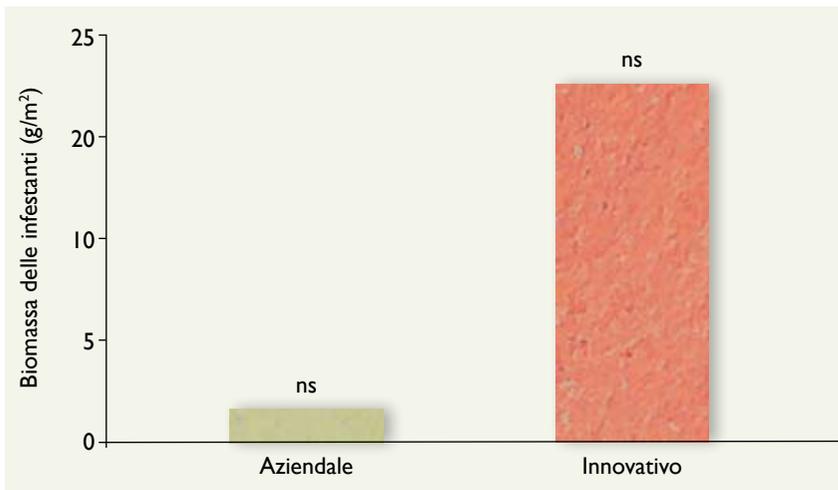


Fig. 3.36. Biomassa delle infestanti registrata a raccolta su pomodoro da industria per i due sistemi di gestione delle malerbe a confronto nel 2007. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (test LSD).

Per quanto concerne le prove condotte nel 2008, la composizione floristica è risultata simile a quella osservata nel 2006. La densità della flora spontanea per il sistema innovativo è apparsa inizialmente pari a circa 300 piante/m<sup>2</sup>. Il passaggio condotto con erpice a dischi attivi ha comunque permesso una percentuale di controllo molto vicina al 100% (05-05-2008). Prima della realizzazione del pirodiserbo (09-05-2008) la densità registrata era pari a circa 20 piante/m<sup>2</sup> per il sistema innovativo ed a circa 10 piante/m<sup>2</sup> per quello aziendale (dove è stato effettuato un rilievo per confronto). Anche il pirodiserbo ha eliminato tutte le malerbe presenti. In antecedenza alla pri-

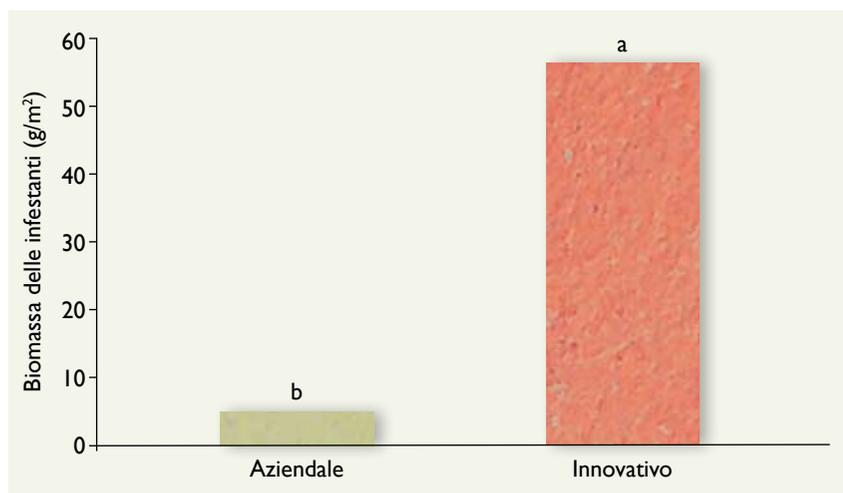


ma sarchiatura di precisione innovativa (28-05-2008), nel sistema innovativo la densità di malerbe era pari a circa 80 e 70 piante/m<sup>2</sup> rispettivamente sulla fila e nell'interfila, mentre in quello aziendale i corrispondenti valori erano pari a 15 ed a 6 piante/m<sup>2</sup>. Prima della seconda sarchiatura (20-06-2008) la densità registrata era pari in media a 50 e 3 piante/m<sup>2</sup> rispettivamente per il sistema innovativo e per quello aziendale, con distribuzione delle piante piuttosto equa tra la fila e l'interfila. L'efficacia delle sarchiature è stata simile a quella già osservata negli anni precedenti.

I trattamenti fisici hanno comunque garantito un buon controllo della flora spontanea lungo tutto il ciclo colturale nella tesi innovativa anche se naturalmente le parcelle diserbate hanno mostrato una densità più contenuta e costante.

Per quanto riguarda la biomassa delle infestanti a raccolta nel 2008 sono state registrate sensibili differenze tra i due sistemi, con valori decisamente a favore della tecnica ordinaria (fig. 3.37).

Fig. 3.37. Biomassa delle infestanti registrata a raccolta su pomodoro da industria per i due sistemi di gestione delle malerbe a confronto nel 2008. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (test LSD).



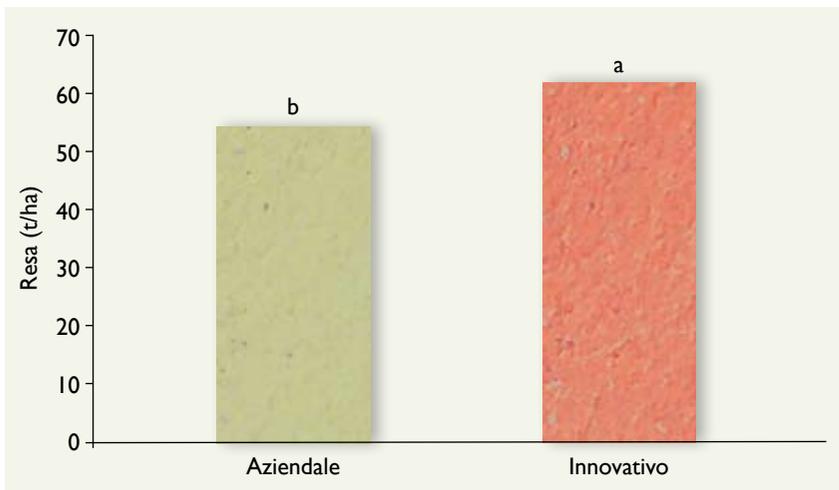
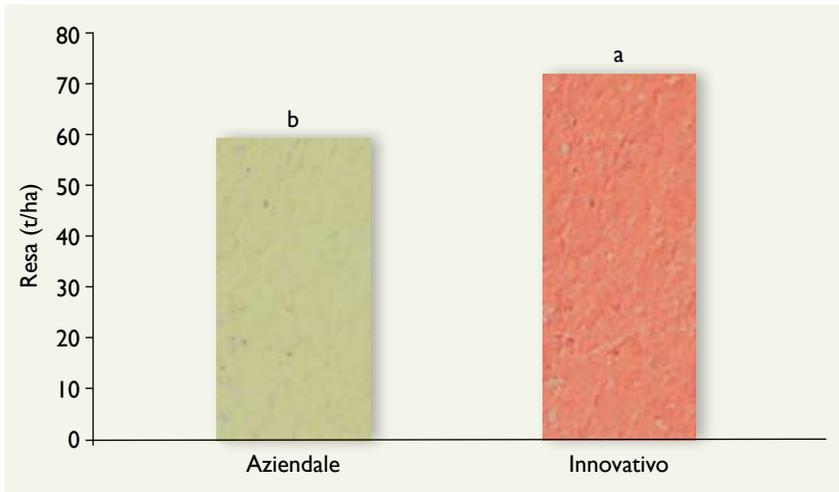
### 3.3.1.2.3. Rese e stime economiche

Le rese ottenute presso il Comune di San Giuliano Terme su pomodoro da industria durante le prove sperimentali del 2006, sono state decisamente incoraggianti per quanto concerne l'applicazione del sistema innovativo (fig. 3.38).

Il controllo fisico della flora spontanea ha infatti permesso di ottenere una resa media pari a 72,1 t/ha, contro le 59,4 t/ha registrate nel sistema convenzionale. L'incremento produttivo è stato quindi rilevante (pari al 21%). L'adozione di una strategia di gestione delle malerbe efficiente ed a basso impatto ambientale, basata nell'attuazione di "buone pratiche agronomi-

che”, ha probabilmente favorito lo sviluppo della coltura influenzando positivamente sia le rese unitarie che la qualità della produzione grazie anche all’arieggiamento del terreno ottenibile all’interno della bina con l’impiego della sarchiatrice di precisione.

Per quanto riguarda i dati produttivi registrati nel 2007, è stato osservato un sensibile incremento della resa della coltura nel caso del sistema innovativo rispetto a quello aziendale (+15% circa) (fig. 3.39).



La resa è stata pari infatti a circa 54 t/ha per la strategia aziendale ed a circa 62 t/ha per quella innovativa.

E’ stato quindi confermato lo stesso “trend” (anche se con una differenza tra le due tesi meno accentuata) che ha contraddistinto la prova sperimentale.



Fig. 3.38. Rese medie rilevate su pomodoro da industria per i due diversi sistemi colturali a confronto presso il Comune di San Giuliano Terme durante le prove sperimentali del 2006. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (test LSD).

Fig. 3.39. Resa del pomodoro da industria coltivato nel Comune di San Giuliano Terme secondo i due diversi sistemi di gestione delle erbe infestanti registrata durante la sperimentazione condotta nel 2007. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (test LSD).

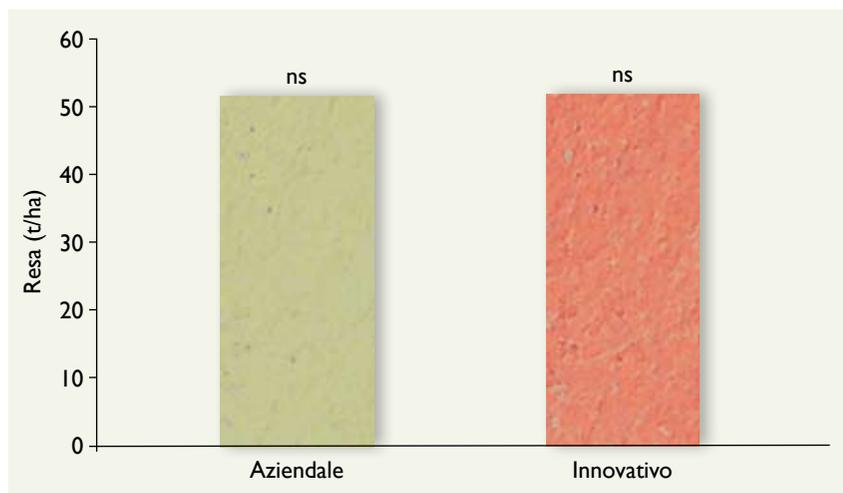


tale realizzata nel 2006 sulla stessa coltura e presso lo stesso Comune. Questo fenomeno può trovare nuovamente spiegazione nell'effetto positivo che la sarchiatura all'interno della bina ha sul contenuto di ossigeno del terreno (grazie alla rottura della crosta) e di conseguenza sullo sviluppo radicale ed ipogeo della coltura. Gli interventi di post-emergenza effettuati con multifresa, adottati nella tecnica aziendale, non sono infatti in grado di lavorare il terreno all'interno della bina e sono inoltre generalmente dannosi per l'apparato radicale della coltura, in quanto effettuati a profondità superiori rispetto ad una sarchiatrice ad utensili statici e molto a ridosso delle piante.

La tecnica innovativa ha quindi permesso l'ottenimento di rese più elevate e di una produzione qualitativamente superiore, anche per quanto concerne la "sicurezza sanitaria" del prodotto.

Nel 2008, probabilmente anche a causa di un andamento meteorologico sfavorevole e caratterizzato da intense precipitazioni nel periodo a cavallo del trapianto, invece le rese dei due sistemi sono risultate del tutto equiparabili (in media circa 52 t/ha) (fig. 3.40).

Fig. 3.40. Resa del pomodoro da industria coltivato nel Comune di San Giuliano Terme secondo i due diversi sistemi di gestione delle erbe infestanti registrata durante la sperimentazione condotta nel 2008. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (test LSD).



Per quanto riguarda invece le stime economiche, prima di passare al commento dei dati, è opportuno precisare che la produzione lorda vendibile è stata calcolata in base al prezzo concordato tra industria ed aziende, al quale è stato sommato il contributo comunitario se presente. I valori presi in esame sono variati da 70 a 80 €/t di prodotto fresco a seconda dell'anno di produzione.

L'osservazione della figura 3.41 rende evidente come nel 2006 i maggiori costi variabili del sistema innovativo, attribuibili naturalmente al maggior numero di ore di manodopera impiegate per le scerbature manuali, siano in

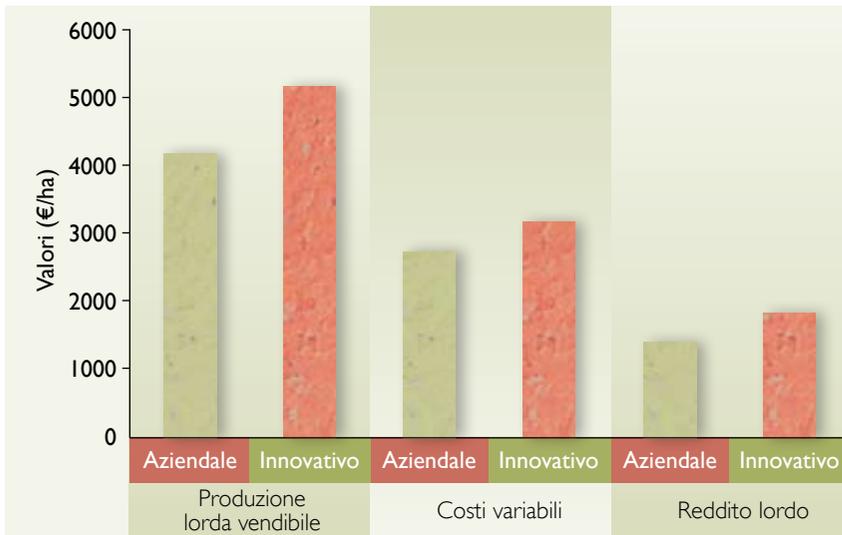


Fig. 3.41. Parametri economici stimati per il pomodoro da industria coltivato nel Comune di San Giuliano Terme secondo i due diversi sistemi di gestione delle erbe infestanti nell'ambito della sperimentazione condotta nel 2006.

realtà ben compensati dal significativo incremento di resa ottenuto. Complessivamente, il beneficio economico apportato dalla strategia proposta dall'Università, in termini di reddito lordo, è stato pari a circa 400 €/ha. Nel 2007, nonostante siano state osservate rese inferiori rispetto all'anno precedente, la produzione lorda vendibile è stata paragonabile a quella del 2006, grazie ad un prezzo unitario del prodotto più elevato (80 €/t anziché 70 €/t). Inoltre il divario tra il reddito lordo dei due sistemi si è ulteriormente ampliato (quasi 700 € a favore della tecnica alternativa) grazie anche ad una leggera contrazione dei costi variabili della strategia innovativa e ad un leggero aumento di quelli relativi alla gestione convenzionale (fig. 3.42).

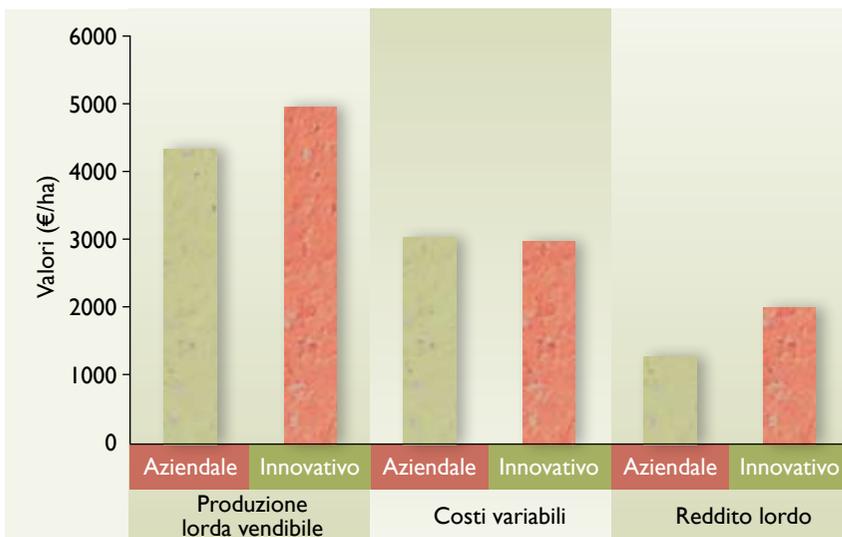
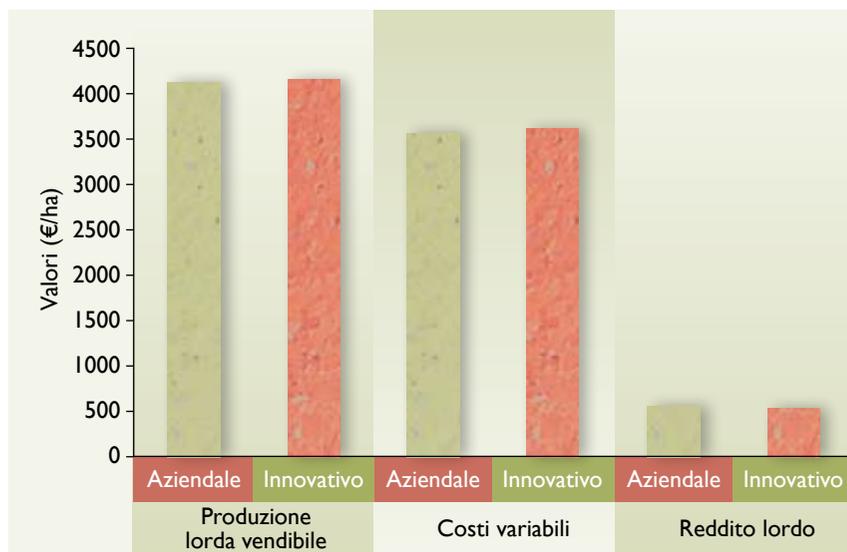


Fig. 3.42. Parametri economici stimati per il pomodoro da industria coltivato nel Comune di San Giuliano Terme secondo i due diversi sistemi di gestione delle erbe infestanti nell'ambito della sperimentazione condotta nel 2007.



**Fig. 3.43.** Parametri economici stimati per il pomodoro da industria coltivato nel Comune di San Giuliano Terme secondo i due diversi sistemi di gestione delle erbe infestanti nell'ambito della sperimentazione condotta nel 2008.



Per quanto concerne infine la prove condotte nel 2008, tutti i parametri economici stimati sono stati praticamente identici per i due sistemi di gestione. Inoltre l'andamento climatico particolarmente avverso è senz'altro complice delle PLV più contenute, degli elevati valori dei costi variabili, e dei livelli di remunerazione lorda decisamente inferiori rispetto ai due anni antecedenti (figure 3.43 e 3.44).

**Fig. 3.44.** Coltura di pomodoro da industria gestita con la tecnica innovativa prima della raccolta presso l'Azienda Catassi (Comune di San Giuliano Terme).





### 3.3.2. Il pomodoro da mensa

Il pomodoro da mensa rappresenta un'altra coltura decisamente importante per l'areale della Valle del Serchio. Questo ortaggio, pur essendo coltivato a terra in pieno campo e pur presentando un habitus decisamente simile a quello del pomodoro da industria (le varietà da mensa descritte in questa sede sono in realtà commercializzate dalle aziende sementiere come ibridi da industria per la produzione di pelati), presenta nella nostra area di studio una destinazione decisamente più "remunerativa" e volta essenzialmente al mercato fresco, dove questo prodotto riscuote grandissimo successo sia consumato "crudo" che trasformato, generalmente in ambito domestico, in sughi o conserve.

Su questa coltura, nel 2006, la preparazione principale del terreno è stata effettuata in maniera analoga rispetto a quella già descritta per l'impianto di pomodoro da industria nel Comune di San Giuliano Terme. Prima del trapianto sono stati interrati circa 700 kg/ha di concime granulare misto minerale-organico "Unimer", con titolo 4-8-16. La tecnica aziendale prevedeva inoltre l'impiego di telo pacciamante nero biodegradabile che aveva la duplice funzione di controllare la flora spontanea e di ridurre l'evaporazione dell'acqua dal terreno, in quanto la coltivazione è stata effettuata senza irrigazione, in virtù della buona disponibilità idrica derivante dalla presenza di una falda superficiale. Per quanto riguarda invece la tecnica innovativa, la coltura non è stata pacciamata per consentire l'intervento con le operatrici per il controllo fisico delle infestanti. Anche in questo caso non è stato previsto alcun intervento irriguo. L'impianto è stato effettuato meccanicamente (con operatrice ad una fila in data 31-05-2006) nel caso della tesi innovativa, mentre la tecnica aziendale, a causa dell'impiego del telo pacciamante, ha previsto un trapianto manuale (circa 10 giorni in anticipo rispetto all'altra tesi).

L'impianto è stato in questo caso meno intensivo (la coltura era in asciutta) e su fila singola anziché binata, per un investimento di circa 10000 piante/ha (sesto di impianto pari a 1,5 m x 0,7 m). È stato utilizzato l'ibrido F1 "Italpeel" e la coltura non è stata concimata in copertura.

La raccolta è stata eseguita in maniera scalare in due diversi giorni (29-08-2006 e 13-09-2006) ed è stata effettuata manualmente (fig. 3.45).

Nel 2007, la coltivazione del pomodoro da consumo fresco nel Comune di Vecchiano, per quanto riguarda la tecnica aziendale, è stata condotta con le stesse modalità di impianto descritte per l'anno precedente. L'avvicendamento aziendale prevedeva, in rotazione con il pomodoro, due altri ortaggi tipici della Valdisechio ed in generale di tutta la Toscana: spinacio e cavolo nero. La lavorazione principale del terreno è stata una discissura effettuata con un "chiesel" alla profondità di 40 cm. La preparazione del letto di



Fig. 3.45. Impianto di pomodoro aziendale a fila singola, in asciutta, pacciamato con bio-telo (Comune di Vecchiano).



semina ha invece previsto un passaggio con erpice rotante alla profondità di 15 cm. La concimazione di fondo è stata effettuata con Nitrophoska blu (N-P-K 8-24-2) distribuito prima dell'impianto della coltura. La concimazione di copertura è stata effettuata mediante fertilizzante fogliare "Nutri-leaf". La varietà di pomodoro utilizzata è stata la "Incas", caratterizzata da un frutto liscio ed allungato ed utilizzabile sia per il consumo fresco che per la trasformazione. Il trapianto è stato effettuato manualmente (in data 19-05-2007) previa improntatura, anch'essa realizzata manualmente. Il telo pacciamante è stato steso mediante apposita operatrice. La raccolta è avvenuta manualmente ed in maniera scalare dalla fine di agosto alla fine di settembre. La resa media generalmente registrata in azienda è pari a circa 30 t/ha.

La tecnica colturale innovativa per il pomodoro da consumo fresco condotta nel Comune di Vecchiano nel 2007 ha previsto quanto già descritto per il metodo aziendale, con la sola differenza che l'impianto è stato effettuato su terreno nudo (in modo da poter operare con le attrezzature per il controllo fisico delle infestanti) con un ritardo di tre giorni (in data 22-05-2007) e la copertura è stata realizzata solo dopo l'ultimo intervento di sarchiatura (in data 11-07-2007) mediante paglia oppure schiuma "Fyocell". Quest'ultima operazione è stata necessaria al fine di preservare il contenuto di acqua del terreno e di garantire risorse sufficienti alla coltura anche nel periodo più caldo del ciclo vegetativo.

Nel 2008 la modalità di impianto e la tecnica colturale adottate sono state del tutto assimilabili a quelle descritte nel caso del primo anno di prove per la gestione aziendale, mentre per la strategia alternativa non è stata utilizza-



ta la schiuma (a causa della scarsa efficacia osservata) ed inoltre la pacciamatura con paglia è stata effettuata pochi giorni dopo il trapianto anziché a seguito della seconda sarchiatura. E' stata inoltre nuovamente realizzata la tecnica che ha previsto la coltivazione su terreno nudo (fig. 3.46).

### 3.3.2.1. Le strategie e le macchine utilizzate per il controllo delle infestanti

La gestione delle infestanti su pomodoro da consumo fresco presso il Comune di Vecchiano è stata realizzata prevalentemente in maniera “preventiva” utilizzando la pacciamatura con telo biodegradabile. Sono stati tuttavia necessari interventi sia meccanici (con una comune sarchiatrice), volti ad eliminare le malerbe che si sviluppavano nello spazio di terreno “scoperto” tra un telo e l'altro ed ai bordi del telo stesso, che manuali, con lo scopo invece di togliere le avventizie che erano riuscite a rompere il film pacciamante oppure che crescevano a stretto contatto con la coltura fuoriuscendo dai fori praticati in occasione delle operazioni di trapianto.

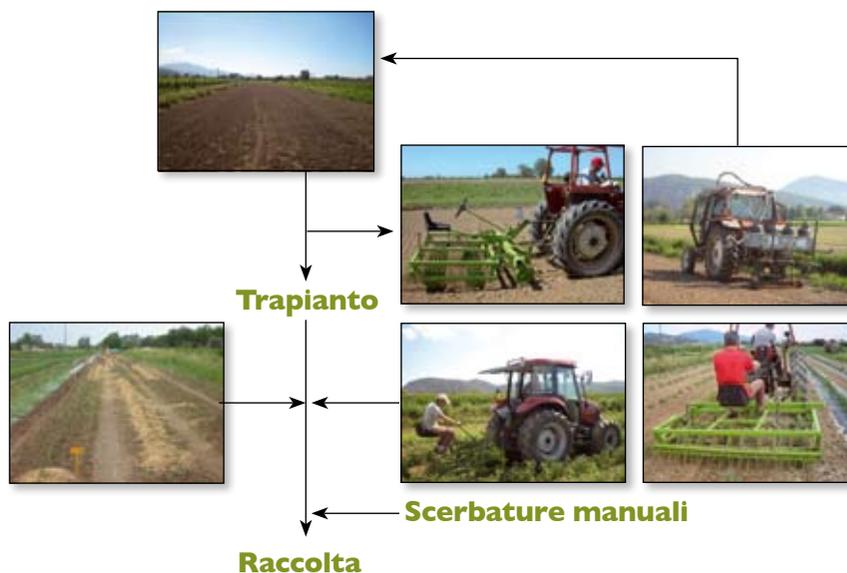
Passando invece alla strategia innovativa, nel 2006 la gestione delle malerbe su pomodoro da mensa è stata effettuata nel modo seguente: passaggio con erpice ad dischi attivi (26-05-2006) seguito da intervento di pirodiserbo in pre-trapianto e da due sarchiature con operatrice di precisione (in data 15-06-2006 e 10-07-2006) in post-trapianto. E' stato inoltre effettuato un veloce intervento di scerbatura manuale. Nel 2007 invece la gestione innovativa della flora spontanea è stata caratterizzata da una falsa semina, condotta con erpice a dischi attivi (due interventi realizzati in data 18-05-2007 e 22-05-2007), da tre interventi di sarchiatura, il primo effettuato con la sarchiatrice a dischi attivi (in data 12-06-2007) e gli altri due con sarchiatrice di precisione (in data 14-06-2007 e 11-07-2007). La testata dell'appezzamento, sensibilmente infestata da *Cyperus* spp. (avventizia comunemente chiamata “quadrello”), è stata trattata con l'operatrice per il pirodiserbo spalleggiata.



Fig. 3.46. Impianto di pomodoro innovativo a fila singola in asciutta (a) e pacciamatura con paglia (b) (Comune di Vecchiano).



Fig. 3.47. Schema della strategia innovativa per il controllo fisico delle infestanti adottata su pomodoro da mensa nel Comune di Vecchiano.



È stato inoltre necessario effettuare un intervento di zappatura manuale, tra la seconda e la terza sarchiatura, per rimuovere le malerbe presenti sulla fila della coltura (in data 28-06-2007). La pacciamatura con paglia o schiuma biodegradabile è stata effettuata immediatamente dopo l'ultima sarchiatura, per cui la sua funzione è stata unicamente quella di impedire l'evaporazione dell'acqua dal terreno. Nel terzo anno di prova sono stati condotti due passaggi con erpice a dischi attivi (6 e 16-05-2008), uno con operatrice per il pirodiserbo (26-05-2008) e due sarchiature di precisione (23-06-2008 e 9-07-2008). In quest'ultimo caso la pacciamatura alternativa ha previsto solo l'impiego di paglia ed è stata effettuata, una prima volta, pochi giorni dopo il trapianto (4-06-2008), ed una seconda volta a seguito delle sarchiature. Inoltre sono state realizzati due interventi di zappatura/scerbatura per eliminare le avventizie più grandi sviluppatesi nelle parcelle coltivate su terreno nudo (fig. 3.47).

### 3.3.2.2. I risultati ottenuti

#### 3.3.2.2.1. Caratteristiche operative ed impieghi di manodopera

Le caratteristiche operative dei cantieri di lavoro innovativi impiegati per il controllo fisico della flora spontanea su pomodoro da mensa nel Comune di Vecchiano sono riportate nelle tabelle 3.13, 3.14 e 3.15. Come già osservato nell'ambito della precedente coltura trattata, le attrezzature messe a punto dall'Università di Pisa hanno fatto registrare velocità più elevate (in media tra i 6 ed i 7 km/h per l'erpice a dischi attivi e tra 3,5 e 6 km/h per il pirodiserbo) e conseguentemente tempi operativi più contenuti per



**Tab. 3.13.** Caratteristiche operative dei cantieri di lavoro utilizzati per il controllo fisico delle infestanti su pomodoro da mensa registrate presso il Comune di Vecchiano durante le attività sperimentali condotte nel 2006.

Caratteristiche		Erpice a dischi attivi	Pirodiserbo	Sarchiatrice di precisione (1)	Sarchiatrice di precisione (2)
Larghezza di lavoro	m	1,50	1,50	1,50	1,50
Profondità di lavoro	cm	3,00	-	2,80	3,10
Velocità di lavoro	km/h	6,60	3,50	1,90	1,80
Capacità operativa	ha/h	0,80	0,50	0,30	0,30
Tempo operativo	h/ha	1,21	2,13	3,94	3,94
Numero degli operatori		1,00	1,00	2,00	2,00
Potenza della trattrice	kW	41,00	41,00	41,00	41,00
Consumo di gasolio	kg/ha	3,20	6,30	10,90	10,90
Pressione del GPL	MPa	-	0,25	-	-
Consumo GPL	kg/ha	-	23,64	-	-

**Tab. 3.14.** Caratteristiche operative dei cantieri di lavoro utilizzati per il controllo fisico delle infestanti su pomodoro da mensa registrate presso il Comune di Vecchiano durante le attività sperimentali condotte nel 2007 (EDA=erpice a dischi attivi).

Caratteristiche		Erpice a dischi attivi (1)	Erpice a dischi attivi (2)	EDA conformato a sarchiatrice	Sarchiatrice di precisione (1)	Sarchiatrice di precisione (2)
Larghezza di lavoro	m	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Profondità di lavoro	cm	3,40	2,93	1,78	4,00	3,00
Velocità di lavoro	km/h	6,25	5,99	3,71	1,44	1,63
Capacità operativa	ha/h	0,76	0,74	0,49	0,20	0,23
Tempo operativo	h/ha	1,31	1,36	2,03	4,92	4,36
Numero degli operatori		1,00	1,00	2,00	2,00	2,00
Potenza della trattrice	kW	41,00	41,00	41,00	41,00	41,00
Consumo di gasolio	kg/ha	2,86	2,96	4,43	10,72	9,50

**Tab. 3.15.** Caratteristiche operative dei cantieri di lavoro utilizzati per il controllo fisico delle infestanti su pomodoro da mensa registrate presso il Comune di Vecchiano durante le attività sperimentali condotte nel 2008.

Caratteristiche		Erpice a dischi attivi (1)	Erpice a dischi attivi (2)	Pirodiserbo	Sarchiatrice di precisione (1)	Sarchiatrice di precisione (2)
Larghezza di lavoro	m	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Profondità di lavoro	cm	3,20	3,40	-	3,50	4,00
Velocità di lavoro	km/h	7,31	7,11	6,00	1,20	1,10
Capacità operativa	ha/h	0,94	0,94	0,72	0,16	0,16
Tempo operativo	h/ha	1,06	1,06	1,38	6,21	6,26
Numero degli operatori		1,00	1,00	1,00	2,00	2,00
Potenza della trattrice	kW	41,00	41,00	41,00	41,00	41,00
Consumo di gasolio	kg/ha	2,33	2,33	3,03	13,60	13,70
Pressione del GPL	MPa	-	-	0,30	-	-
Consumo GPL	kg/ha	-	-	17,88	-	-



**Fig. 3.48.** Intervento di falsa semina condotto presso il Comune di Vecchiano prima dell'impianto di pomodoro da consumo fresco.

quanto concerne gli interventi di pre-trapianto (fig. 3.48). La sarchiatura di precisione è stata invece, come di consueto, molto più “lenta” (generalmente caratterizzata da una velocità di lavoro inferiore a 2 km/h) e quindi decisamente più onerosa in termini di impiego di manodopera e di costi (fig. 3.49).

Appare comunque opportuno evidenziare come nel 2007, anno in cui l'andamento della flora spontanea ha orientato i ricercatori del CIRAA ad effettuare un intervento precoce di sarchiatura con l'erpice a dischi attivi anziché realizzare un trattamento termico in pre-trapianto, la nuova operatrice di precisione ad utensili rotativi abbia consentito di raggiungere una velocità molto vicina ai 4 km/h, valore più che doppio rispetto ai successivi passaggi con macchina di precisione ad utensili statici. Inoltre, per tutte le attrezzature per la lavorazione del terreno testate, la profondità raggiunta non ha mai superato i 4 cm. Questa caratteristica non è solo molto positiva da un punto di vista della conservazione della fertilità complessiva del suolo, ma si rivela preziosa anche per quanto concerne l'interferenza del trattamento con la banca seme del terreno. Al riguardo, infatti, minore è lo strato interessato, minori sono le possibilità che si verifichi una sensibile reinfestazione in seguito. Inoltre, anche per quanto concerne il pomodoro da mensa, i consumi di GPL relativi al trattamento di pirodiserbo sono stati decisamente contenuti e mediamente pari a circa 20 kg/ha.

Per quanto riguarda gli impieghi di manodopera complessivi relativi al controllo delle infestanti durante le prove sperimentali, è possibile osser-



vare nella **tabella 3.16** come i valori siano stati simili tra i due sistemi a confronto, anche se comunque in media leggermente più contenuti per il sistema aziendale. La stagione di crescita ha poi influito sensibilmente, in quanto il 2007 è apparso l'anno in cui è stato necessario il maggior apporto

**Fig. 3.49.** Intervento di sarchiatura realizzato con operatrice di precisione su pomodoro da consumo fresco nel Comune di Vecchiano.

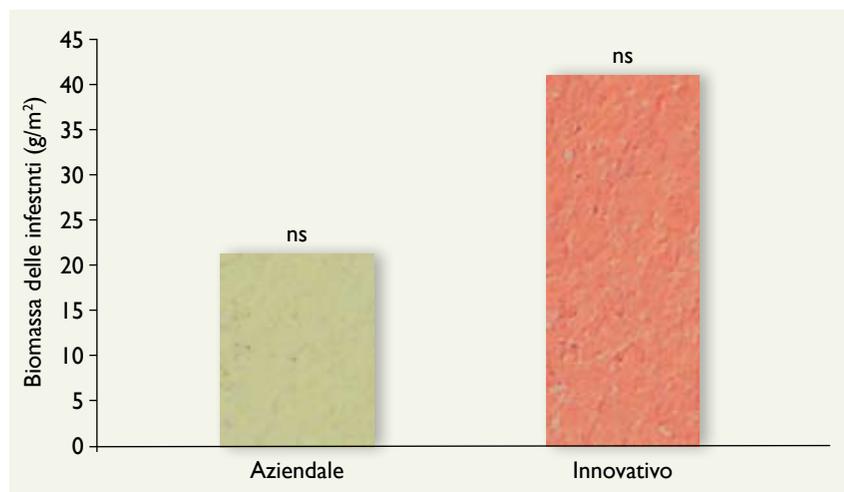
**Tab. 3.16.** Tempi di lavoro registrati per le operazioni di controllo delle infestanti su pomodoro da mensa nel Comune di Vecchiano per le due diverse tesi a confronto.

Sistema colturale	Tempi per le operazioni colturali di controllo delle infestanti (ore-uomo/ha)				
	Diserbo meccanico/fisico	Pacciamatura	Scerbatura manuale	Totale	Trapianto
<b>2006</b>					
Aziendale	8	8	5	21	40#
Innovativo	19	-	7	26	24*
<b>2007</b>					
Aziendale	8	8	20	36	40#
Innovativo	25	8*	12	45	40#
<b>2008</b>					
Aziendale	8	8	10	26	40#
Innovativo con terreno nudo	16	-	6	22	24*
Innovativo con paglia°	16	13	-	29	24*

#Trapianto manuale \*Trapianto meccanico \*Da considerarsi per le tesi innovative che prevedevano l'impiego della pacciamatura °Due interventi di pacciamatura con paglia



Fig. 3.50. Biomassa delle infestanti registrata a raccolta su pomodoro da mensa presso il Comune di Vecchiano, per i due diversi sistemi colturali a confronto nel 2006. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (test LSD).



di lavoro. Inoltre è stata riportata una colonna specifica per il trapianto, volta a sottolineare che nel primo e nell'ultimo anno è stato possibile effettuare il trapianto meccanico anziché manuale nelle tesi non pacciamate con il bio-telo (su cui non è possibile effettuare direttamente l'impianto con una comune trapiantatrice). Nel secondo anno invece, quando le prove sono state realizzate presso l'azienda Pardini anziché l'azienda Grossi, l'imprenditore ha preferito adottare il trapianto manuale per entrambe le tesi.

#### 3.3.2.2.2. Controllo delle infestanti

Per quanto riguarda il controllo delle avventizie, nel 2006 la composizione floristica registrata inizialmente presso l'azienda Grossi vedeva come specie principali *Polygonum* spp. (38%), *Sinapis arvensis* (17%), *Chenopodium album* (14%), *Solanum nigrum* ed *Amaranthus retroflexus* (9%). Successivamente densità relative ragguardevoli sono state raggiunte anche da *Cyperus* spp. (50%) e da *Veronica persica* (14%). Alla fine del ciclo colturale *Cirsium arvense* (50%) e *Convolvulus arvensis* (14%) erano le specie più diffuse. La densità delle infestanti non ha mai raggiunto livelli elevati (mantenendosi sempre al di sotto delle 35 piante/m<sup>2</sup>). Le operazioni di pre-impianto hanno raggiunto il 100% di efficacia e le due sarchiature hanno permesso il mantenimento di un livello di infestazione decisamente contenuto (5-10 piante/m<sup>2</sup>). La presenza della flora spontanea su impianto aziendale, in virtù dell'impiego della pacciamatura, è stata sempre molto ridotta. Per quanto attiene la biomassa delle infestanti a raccolta il sistema aziendale ha fatto registrare un valore di biomassa delle infestanti a raccolta del 50% inferiore rispetto alla tesi innovativa (fig. 3.50).

Nel 2007 invece, la densità iniziale registrata prima dell'intervento di fal-

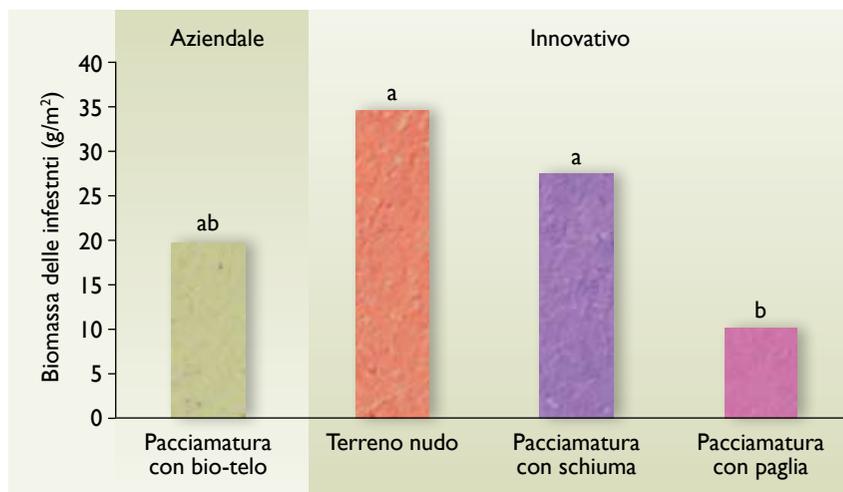


sa semina è stata pari a circa 120 piante/m<sup>2</sup>, principalmente costituite da *Amaranthus* spp. (19%), *Chenopodium* spp (27%), e *Portulaca* spp (19%). Tale intervento ha consentito l'azzeramento della densità di malerbe presenti in campo. Il secondo intervento con erpice a dischi attivi è stato effettuato prima del trapianto della coltura con una densità di infestanti pari a circa 15 piante/m<sup>2</sup>.

La composizione floristica osservata ha presentato percentuali di densità relativa delle specie presenti molto simile a quella del rilievo precedente. Il trattamento ha presentato un'efficacia solo del 60% circa (valore più contenuto rispetto a quello registrato in precedenza), principalmente a causa della presenza di alcune piante di *Convolvulus arvensis* piuttosto sviluppate, specie che, dopo l'intervento, ha raggiunto una densità relativa pari a circa l'80%. Il primo intervento di sarchiatura è stato effettuato con erpice a dischi attivi con un densità di infestanti molto elevata e pari a 750 piante/m<sup>2</sup>, delle quali circa l'80% era costituito da *Portulaca oleracea*, prevalentemente allo stadio cotiledonare. Data l'entità dell'infestazione è stato effettuato a soli due giorni di distanza un secondo intervento con sarchiatrice di precisione, con lo scopo esclusivo di eliminare ulteriormente eventuali piante residue e di "pulire" più efficacemente la fila della coltura. La densità media registrata prima dell'intervento era pari a 140 piante/m<sup>2</sup> (quindi l'efficacia dell'intervento precedente è stata pari all'80% circa), delle quali 6 piante/m<sup>2</sup> presenti nell'interfila e 274 piante/m<sup>2</sup> presenti sulla fila. Dopo questo secondo intervento di sarchiatura mediamente sono state osservate in campo circa 40 piante/m<sup>2</sup> (delle quali circa 3 nell'interfila e circa 70 sulla fila). In questo caso l'efficacia del trattamento è stata pari a circa il 50% nell'interfila e ad oltre il 70% in corrispondenza della fila della coltura. Tra questo ed il terzo passaggio di post-emergenza si ricorda che è stato realizzato un intervento di zappatura manuale sulla fila della coltura. L'ultimo intervento di sarchiatura aveva principalmente lo scopo di areare il terreno, rompere la crosta ed interrompere la capillarità superficiale. La composizione floristica era caratterizzata da una comunità tipicamente estiva, da un numero ridotto di specie rispetto al precedente rilievo (solo 4) e da una forte presenza di *Portulaca oleracea* (75%). Le infestanti presenti erano in media solo 8 piante/m<sup>2</sup>, delle quali circa 15 piante/m<sup>2</sup> presenti sulla fila e solo 1 pianta/m<sup>2</sup> nell'interfila. L'efficacia del trattamento è stata pari a poco meno del 40% sulla fila ed al 100% nello spazio inter-filare. Dopo l'ultimo intervento di sarchiatura alcune parcelle del campo sperimentale sono state pacciamate utilizzando schiuma "Fytocell" e paglia, con lo scopo di ridurre l'evaporazione d'acqua dal terreno e di garantire alla coltura sufficienti risorse idriche (vedi paragrafo 3.2.2.1). Durante la sperimentazione non è stata rilevata la densità delle malerbe presente sul sistema aziendale, in quanto l'impiego del film pacciamante biodegradabile ha ridotto dra-



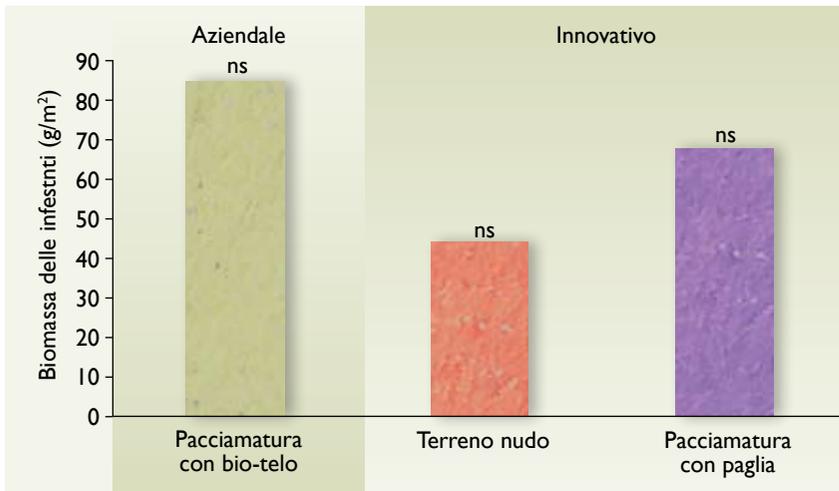
**Fig.3.51.** Biomassa delle infestanti registrata a raccolta su pomodoro da consumo fresco nel Comune di Vecchiano per le diverse tesi dei due sistemi di gestione delle malerbe a confronto nel 2007. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (test LSD).



sticamente l'emergenza delle avventizie durante il ciclo colturale. E' stata comunque campionata la biomassa di infestanti a raccolta su tutte le tesi a confronto, in modo da quantificare con esattezza il peso delle malerbe che eventualmente erano riuscite a rompere il telo oppure che erano fuoriuscite dai bordi o dai buchi per la messa a dimora della coltura realizzati sul film stesso (fig. 3.51).

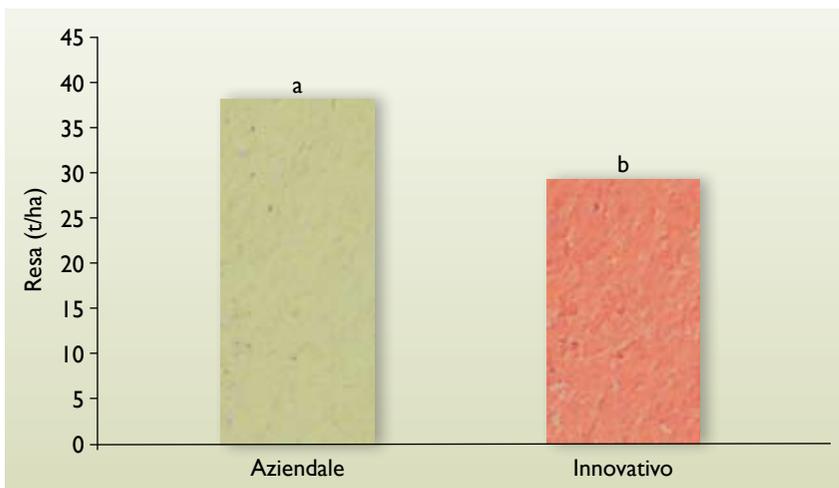
La tecnica innovativa con pacciamatura di paglia è la tesi che è stata comune al valore più contenuto di biomassa di infestanti a raccolta (circa 10 g/m<sup>2</sup>), seguita da quella aziendale (20 g/m<sup>2</sup>), dal sistema innovativo con schiuma biodegradabile (poco inferiore ai 30 g/m<sup>2</sup>) e da quello con terreno nudo (circa 35 g/m<sup>2</sup>). Solo la paglia posta successivamente agli interventi meccanici ha quindi permesso di contenere lo sviluppo delle avventizie in maniera più efficace rispetto al telo biodegradabile. Anche la tecnica innovativa senza pacciamatura ha comunque permesso di ottenere una biomassa di infestanti a raccolta decisamente contenuta.

Nel corso dell'ultimo anno di prove sperimentali condotte è stato osservato un andamento della flora avventizia simile a quello già descritto in precedenza. L'infestazione è in realtà andata di pari passo per le tre tesi testate, con livelli più contenuti, per i due sistemi pacciamati, nella prima fase, e più elevati nella seconda, rispetto alla tecnica innovativa che prevedeva interventi di sarchiatura su terreno nudo. Relativamente alla biomassa delle infestanti monitorata a raccolta, sono stati osservati valori in media più elevati rispetto ai due anni precedenti (probabilmente a causa dell'andamento meteorologico anomalo) e sensibili differenze tra i diversi sistemi. In particolare, valori più contenuti sono stati riscontrati per la strategia innovativa condotta su terreno nudo, grazie soprattutto agli interventi di scerbatura che hanno consentito di completare l'azione della sarchiatrice (fig. 3.52).



### 3.3.2.2.3. Rese e stime economiche

Per quanto riguarda le rese registrate su pomodoro da mensa presso il Comune di Vecchiano nel 2006, dall'osservazione della [figura 3.53](#) è possibile realizzare come il sistema integrato-aziendale abbia prodotto 38,2 t/ha, circa il 30% in più rispetto alle 29,4 t/ha registrate nel caso del sistema innovativo. È importante comunque precisare che tali risultati non sono correlati ad una scarsa efficacia dei mezzi fisici per il controllo delle erbe infestanti, che, come è stato già detto precedentemente, si sono rivelati del tutto idonei per operare anche in questo contesto. La spiegazione di questa sensibile differenza produttiva è principalmente attribuibile alla capacità del bio-telo di ridurre l'evaporazione di acqua dal terreno, e non tanto alla

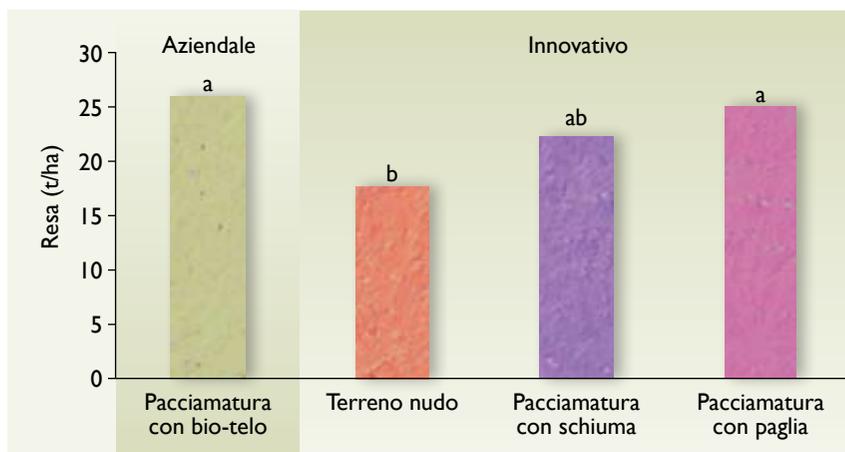


**Fig. 3.52.** Biomassa delle infestanti registrata a raccolta su pomodoro da consumo fresco nel Comune di Vecchiano per le diverse tesi dei due sistemi di gestione delle malerbe a confronto nel 2008. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (test LSD).

**Fig. 3.53.** Rese medie rilevate su pomodoro da industria per i due diversi sistemi culturali a confronto presso il Comune di Vecchiano durante le prove sperimentali del 2006. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (test LSD).



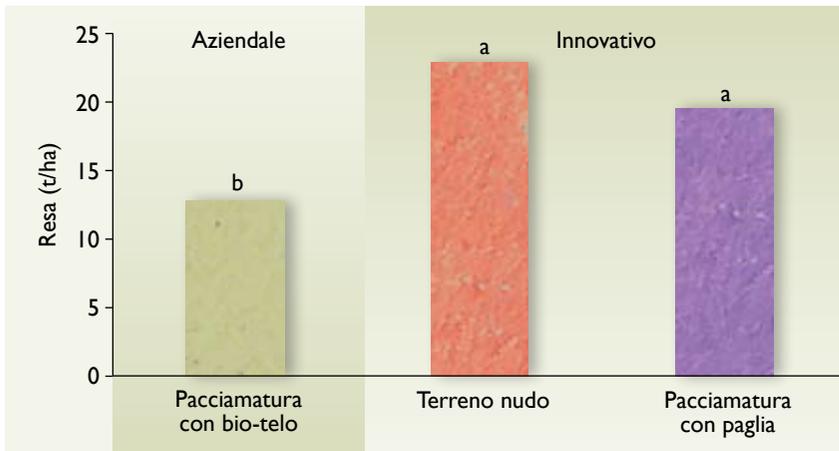
Fig.3.54. Resa del pomodoro da consumo fresco coltivato nel Comune di Vecchiano secondo i diversi sistemi di gestione delle erbe infestanti registrata durante la sperimentazione condotta nel 2007. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (test LSD).



maggior efficacia nel controllo delle erbe infestanti da parte del telo stesso rispetto ai mezzi fisici.

Nella figura 3.54 è possibile osservare l'andamento delle rese registrate su pomodoro da consumo fresco coltivato nel Comune di Vecchiano per le diverse tesi a confronto nel 2007. Valori molto simili sono stati raggiunti dal sistema aziendale pacciamato con film plastico bio-degradabile e dal sistema innovativo pacciamato con paglia (con una produzione in bacche commerciabili fresche rispettivamente pari a 26 t/ha ed a 25 t/ha), tecniche che hanno presentato una resa superiore del 15% e del 40% rispetto alle tesi innovative che prevedevano l'impiego di schiuma biodegradabile e la coltivazione su terreno nudo. L'impiego della pacciamatura (sia con bio-telo che con paglia) si è quindi rivelato durante la sperimentazione del 2007 un requisito indispensabile per ottenere buone rese su pomodoro coltivato in asciutta. L'impiego della paglia, anche se posta in campo solo in corrispondenza dell'ultimo intervento con sarchiatrice, ha garantito rese molto simili a quelle conseguite con bio-telo, per cui sono stati in parte raggiunti gli obiettivi definiti alla fine della sperimentazione condotta nell'anno precedente, che prevedevano l'individuazione di una valida tecnica colturale, che potesse consentire l'impiego delle operatrici innovative per il controllo fisico delle erbe infestanti ed allo stesso tempo garantire una sufficiente riserva idrica alla coltura.

Nel 2008 invece, probabilmente a causa dell'andamento meteorologico contraddistinto da frequenti precipitazioni sia in precedenza che subito dopo il trapianto, è stata proprio la tesi innovativa che prevedeva la coltivazione del pomodoro su terreno nudo a fornire i risultati produttivi migliori, sensibilmente superiori a quelli conseguiti applicando la strategia alternativa con pacciamatura in paglia e quella aziendale (fig. 3.55). Questo risultato rende evidente come in realtà non esista in agricoltura una "ricetta" precisa



e sempre applicabile con successo. A tale riguardo, infatti, per le colture da pieno campo i fattori climatici ed ambientali possono di anno in anno favorire o penalizzare una tecnica piuttosto che un'altra. Quanto osservato sulle rese del pomodoro da mensa ne è un esempio, in quanto la tecnica "peggiore" del 2006 si è rivelata la migliore nel 2008, proprio a causa della stagione avversa che ha caratterizzato questo ultimo anno di prove.

Per la stima dei parametri economici, in generale, come valore unitario del prodotto, è stato considerato il prezzo medio del mercato locale, variabile, a seconda del periodo di riferimento, tra 0,35 €/kg e 0,74 €/kg. Nel 2006 la strategia aziendale ha permesso di ottenere una produzione lorda vendibile (circa 13000 €/ha vs 10000 €/ha) ed un reddito lordo (circa 5000 €/ha vs 3000 €/ha) decisamente più elevati rispetto alla tecnica innovativa, nonostante i costi complessivi più cospicui dovuti all'impiego del telo pacciamante biodegradabile (fig. 3.56).

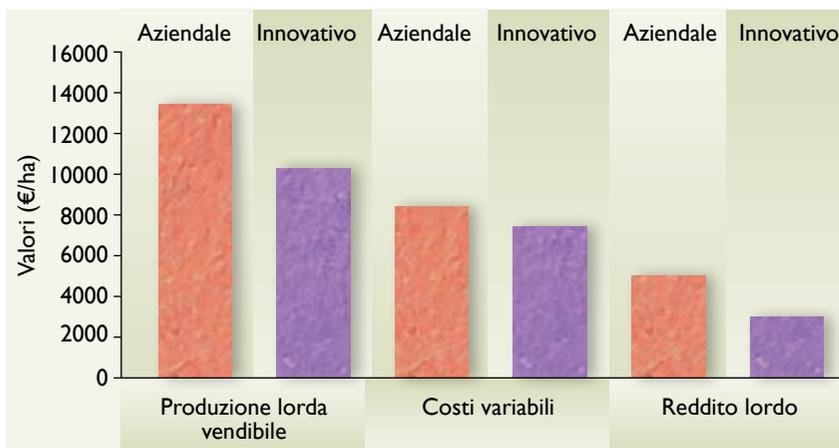
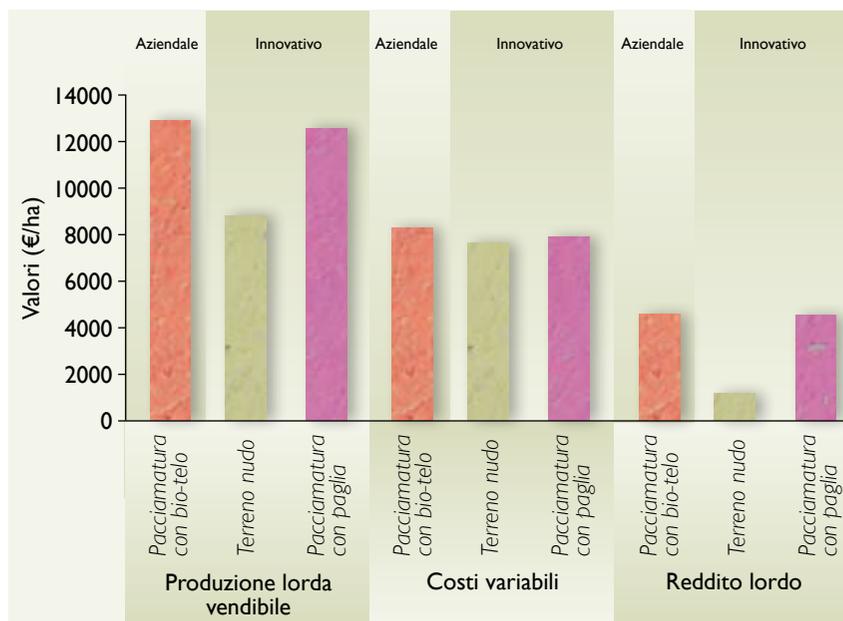


Fig. 3.55. Resa del pomodoro da consumo fresco coltivato nel Comune di Vecchiano secondo i diversi sistemi di gestione delle erbe infestanti registrata durante la sperimentazione condotta nel 2008. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (test LSD).

Fig. 3.56. Parametri economici stimati per il pomodoro da mensa coltivato nel Comune di Vecchiano secondo i due diversi sistemi di gestione delle erbe infestanti nell'ambito della sperimentazione condotta nel 2006.



Fig. 3.57. Parametri economici stimati per il pomodoro da mensa coltivato nel Comune di Vecchiano secondo i diversi sistemi di gestione delle erbe infestanti nell'ambito della sperimentazione condotta nel 2007.



Per quanto riguarda il 2007, sono state effettuate delle stime economiche per il sistema aziendale ed innovativo su terreno nudo e su pacciamatura in paglia, in quanto quest'ultima è stata ritenuta l'alternativa più concreta rispetto all'applicazione della schiuma "Fytocell", anche in virtù dei migliori risultati conseguiti in termini di resa. In termini di reddito lordo, la tecnica aziendale e la innovativa con pacciamatura in paglia si sono rivelate pressoché equivalenti (con valori dell'ordine dei 4500 €/ha), mentre la coltivazione su terreno nudo ha ancora una volta fornito i risultati peggiori (circa 1200 €/ha) (fig. 3.57).

Per quanto concerne le prove condotte nel 2008, coerentemente a quanto già osservato a proposito dei risultati produttivi, la tendenza è stata esattamente opposta a quella osservata nel corso degli anni precedenti: il reddito lordo più elevato è stato comune alla tecnica innovativa che prevedeva la coltivazione su terreno nudo (circa 9000 €/ha), mentre la gestione aziendale ha presentato valori inferiori a 1000 €/ha. Il sistema alternativo che ha previsto la pacciamatura con paglia si è attestato su un livello intermedio e pari a circa 6000 €/ha. E' comunque necessario ancora una volta precisare che l'andamento climatico del 2008 è stato assolutamente anomalo ed ha favorito agronomicamente la tecnica che presentava anche i costi di gestione inferiori. Inoltre, per la stima della produzione lorda vendibile, è stato utilizzato il valore unitario del prodotto più alto dei tre anni (0,74 €/ha), a causa di ovvie ragioni di mercato, che hanno reso la "forbice" tra i sistemi innovativi e quelli aziendale ancora più marcata (figure 3.58 e 3.59).

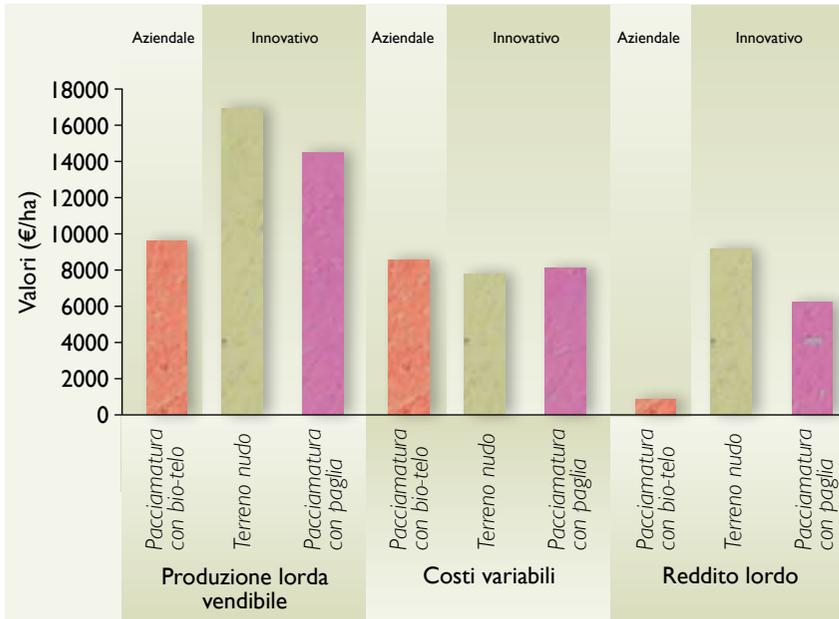


Fig. 3.58. Parametri economici stimati per il pomodoro da mensa coltivato nel Comune di Vecchiano secondo i diversi sistemi di gestione delle erbe infestanti nell'ambito della sperimentazione condotta nel 2008.



Fig.3.59. Pomodoro da mensa coltivato con il sistema innovativo prima della raccolta presso l'Azienda Grossi nel 2006 (Vecchiano).



### 3.3.3. Il cavolo

Il cavolo rappresenta un'altra importante coltura trapiantata tipica della Valle del Serchio. La sua elevata competitività nei confronti delle avventizie e la stagione di crescita che si estende dalla seconda metà di agosto alla fine di febbraio rende il controllo della flora spontanea una operazione fondamentale solo in corrispondenza delle prime fasi di crescita, mentre in seguito l'ortaggio riesce generalmente a soppiantare le sue competitori senza che sia necessario alcun intervento ulteriore (fig. 3.60).

Per quanto riguarda la tecnica colturale, nel 2006 per il cavolo verza coltivato nel Comune di San Giuliano Terme, la preparazione del terreno e del letto di semina sono state realizzate mediante aratura a 40 cm seguita da un passaggio con erpice rotante, grazie al quale sono stati interrati 800 kg/ha di concime granulare "Superalba" (titolo 9-12-21). Il trapianto, meccanizzato, è stato effettuato in data 20-08-2006. L'investimento adottato è stato pari a circa 30000 piante/ha (con sesto di impianto di 0,75 x 0,45 m). Per questa prova è stata impiegata la varietà "Barbosa" a ciclo lungo (120 giorni). La concimazione di copertura è stata effettuata circa venti giorni dopo il trapianto mediante l'interramento di 300 kg/ha di urea (corrispondenti a 130 kg/ha di N). A causa dell'andamento climatico, che ha impedito di poter intervenire in tempo utile dopo la concimazione di copertura, la coltura non è stata rincalzata come normalmente avviene nelle aziende dell'areale. La raccolta è stata effettuata manualmente ed in maniera scalare. Per il cavolfiore coltivato nel 2006 presso il Comune di Vecchiano, la prepara-

Fig. 3.60 Effetto della sarchiatura e della rincalzatura su cavolfiore coltivato secondo la tecnica innovativa presso l'Azienda Grossi (Comune di Vecchiano).





zione del terreno e del letto di semina è stata pressoché identica a quella già descritta per il cavolo verza. Prima dell'impianto è stata effettuata una concimazione di base con fertilizzante misto minerale-organico "Unimer" (titolo 4-8-16), distribuito alla dose di 700 kg/ha. Il trapianto è stato effettuato con apposita operatrice in data 16-08-2006, con un investimento unitario complessivo di circa 22000 piante/ha (sesto di impianto pari a 0,75 x 0,6 m). La varietà impiegata è stata la "Talbot". La concimazione di copertura è stata effettuata circa quindici giorni dopo l'impianto con fertilizzante minerale "Idro" (titolo 11-22-16) alla dose di 250 kg/ha. La coltura è stata rincalzata in corrispondenza della concimazione di copertura. La raccolta, effettuata a mano e scalarmente, è iniziata il 27-12-2006 e si è protratta sino alla seconda decade di gennaio.

Nel 2007, la coltivazione aziendale di cavolo, presso l'azienda biologica Colombini di Crespina, ha previsto un impianto a fila singola su telo biodegradabile. L'investimento è stato pari a circa 35.000 piante/ha (con distanza pari a 0,6 m tra le file ed a 0,45 m sulla fila) (figure 3.61, 3.62 e 3.63). L'avvicendamento aziendale prevede una rotazione in cui sono inseriti spinacio, patata, cavolo e pomodoro. La lavorazione principale del terreno è stata una discissura effettuata con "chiesel" a 7 ancore a 40 cm di profondità, mentre la preparazione del letto di semina è stata realizzata utilizzando una zappatrice rotativa (alla profondità di 15 cm). La concimazione è stata effettuata prima della semina della coltura precedente (patata) distribuendo

**Fig.3.61.** Impianto aziendale di cavolo biologico presso l'Azienda Colombini (Comune di Crespina).



Fig.3.62. Pacciamatrice-aiuolatrice utilizzata per la stesura del bio-telo, nel sistema colturale aziendale, prima dell'impianto del cavolo.



12 t/ha di letame e 10 t/ha di compost. La varietà di cavolfiore utilizzata è stata la “Regata” (ciclo 125 giorni). La stesura del bio-telo è stata realizzata mediante apposita operatrice, mentre l'improntatura ed il trapianto sono stati effettuati manualmente (in data 14-09-2007).

Per quanto concerne invece la coltivazione del cavolfiore nella Valle del Serchio nel 2008, la tecnica è paragonabile a quella già descritta per l'anno precedente.

La tecnica colturale innovativa è sempre stata del tutto analoga a quella aziendale, quest'ultima si è distinta solo, per quanto riguarda il cavolfiore biologico nel 2007, per l'impianto su terreno nudo anziché su bio-telo.

Fig.3.63. Operazione di improntatura e trapianto manuale del cavolo presso l'Azienda Colombini.





### 3.3.3.1. Le strategie e le macchine utilizzate per il controllo delle infestanti

Nel 2006, la gestione aziendale delle infestanti su cavolo verza presso il Comune di San Giuliano Terme ha previsto l'impiego di un trattamento erbicida post-trapianto con 1 kg/ha di "Butisan" (p.a. Metazaclor). Successivamente la coltura è stata sarchiata due volte, la prima per mezzo di una "multifresa" e la seconda con una comune sarchiatrice ad elementi rigidi. Per quanto riguarda invece il cavolfiore coltivato nello stesso anno presso il Comune di Vecchiano, non sono stati impiegati erbicidi per il controllo delle infestanti, ma solo interventi meccanici (una sarchiatura ed una rincalzatura condotte circa quindici giorni dopo l'impianto).

Nel 2007, nel caso di studio che ha coinvolto il cavolfiore biologico aziendale coltivato nel Comune di Crespina la gestione della flora spontanea è stata principalmente effettuata in maniera preventiva utilizzando il film pacciante biodegradabile. Non è stato previsto nessun altro intervento.

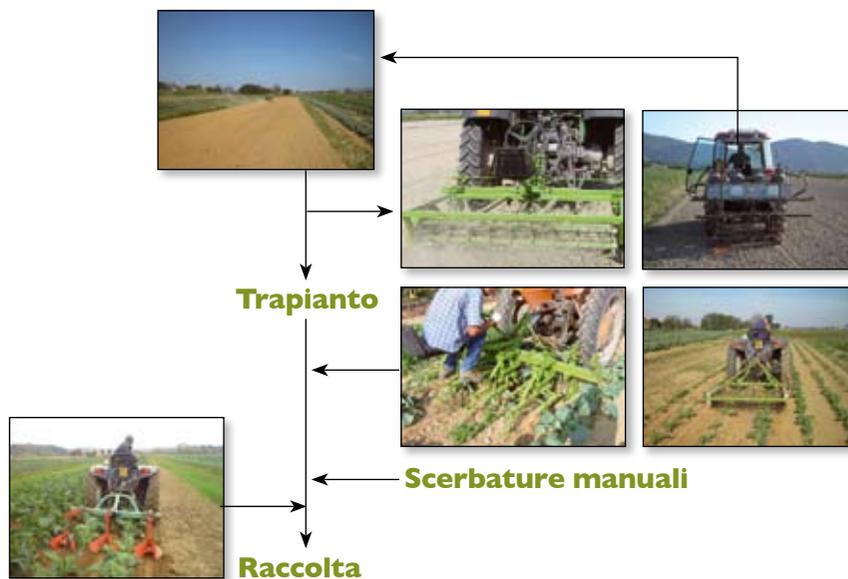
Per quanto riguarda la Valle del Serchio nel 2008, il controllo aziendale della flora spontanea è stato realizzato mediante tradizionali interventi meccanici con comuni sarchiatrici.

Per quanto riguarda invece la tecnica innovativa adottata su cavolfiore e cavolo verza nei tre anni di prove, la strategia ha previsto le stesse operazioni già descritte in precedenza per pomodoro da industria e da mensa. Sono state adottate la tecnica della falsa semina, con e senza ricorso ad un intervento termico in pre-trapianto (in base alla entità di piante spontanee emerse), ed operazioni di post-emergenza con erpice a dischi attivi conformato a sarchiatrice e con sarchiatrice di precisione, macchine entrambe equipaggiate con utensili elastici per il controllo selettivo delle infestanti sulla fila della coltura (fig. 3.64). Nel primo anno sono stati effettuati anche alcuni interventi di scerbatura/zappatura manuale. Anche nel caso della gestione innovativa è stata inoltre realizzata la rincalzatura, con le stesse modalità già descritte relativamente alla tecnica convenzionale.

Più in dettaglio nel 2006 su cavolo verza, data la spiccata competitività della coltura e la ridotta aggressività delle specie infestanti autunnali ed invernali rispetto a quelle estive, è stato deciso di impiegare il solo erpice a dischi attivi per il controllo delle infestanti in pre-trapianto. A questo intervento hanno fatto seguito due sarchiature, la prima con erpice a dischi attivi (05-09-2006) e la seconda con operatrice di precisione (22-09-2006). Gli interventi meccanici sono stati anche in questo caso completati da rifiniture manuali. Per quanto concerne invece la coltivazione di cavolfiore presso il Comune di Vecchiano, le operazioni sono state molto simili a quelle già descritte per il cavolo verza, con la sola differenza che le sarchiature sono state entrambe realizzate con sarchiatrice di precisione (in data 29-08-2006 e 08-09-2006) e la coltura è stata rincalzata utilizzando la stessa operatrice



Fig. 3.64. Schema della strategia innovativa per il controllo fisico delle infestanti adottata su cavolo durante le prove sperimentali realizzate dall'Università di Pisa.



impiegata nella tecnica aziendale. Oltre ai trattamenti meccanici è stato necessario un veloce intervento di zappatura manuale (fig. 3.65).

Nel 2007 la tecnica innovativa per il controllo non-chimico della flora spontanea condotta su cavolfiore nel Comune di Crespina ha previsto la realizzazione di due passaggi con erpice a dischi attivi in pre-trapianto (in data 30-08-2007 e 13-09-2007), tre interventi di sarchiatura (in data 4-10-2007 e 6-11-2007 con sarchiatrice di precisione ed in data 10-10-2007 con sarchiatrice a dischi attivi) ed una finale di rincalzatura (in data 6-11-2007). Nessun intervento di zappatura o scerbatura manuale è stato richiesto.

Nel 2008 presso il Comune di San Giuliano Terme su cavolfiore sono stati condotti due interventi con erpice a dischi attivi (01-08-2008 e 19-08-2008),

Fig. 3.65. Intervento di zappatura su cavolfiore presso l'Azienda Grossi (Comune di Vecchiano).





uno di pirodiserbo in pre-trapianto (27-08-2008) ed uno di sarchiatura in post-trapianto (11-09-2008). Durante lo stesso anno di prove, condotte sulla stessa coltura, ma nel Comune di Vecchiano, sono stati effettuati in pre-trapianto un intervento con erpice a dischi attivi (08-08-2008) ed uno con pirodiserbo (26-08-2008), mentre in post-trapianto è stata sufficiente una ordinaria rincalzatura.

### 3.3.3.2. I risultati ottenuti

#### 3.3.3.2.1. Caratteristiche operative ed impieghi di manodopera

I principali risultati relativi alle caratteristiche operative dei cantieri di lavoro innovativi, sono riportati nelle **tabelle 3.17, 3.18, 3.19, 3.20 e 3.21**. Anche su questa coltura le operatrici si sono mostrate decisamente efficaci e versatili, adattandosi bene al nuovo contesto applicativo. I valori osservati sono assimilabili a quelli descritti precedentemente per gli altri casi di studio (**figure 3.66, 3.67, 3.68 e 3.69**).

**Tab. 3.17.** Caratteristiche operative dei cantieri di lavoro utilizzati per il controllo fisico delle infestanti su cavolo verza registrate presso il Comune di San Giuliano Terme durante le attività sperimentali condotte nel 2006 (EDA=erpice a dischi attivi).

Caratteristiche		Erpice a dischi attivi	EDA conformato a sarchiatrice	Sarchiatrice di precisione
Larghezza di lavoro	m	1,50	1,50	1,50
Profondità di lavoro	cm	3,20	3,10	5,10
Velocità di lavoro	km/h	6,70	5,00	2,40
Capacità operativa	ha/h	0,90	0,70	0,30
Tempo operativo	h/ha	1,10	1,50	3,10
Numero degli operatori		1,00	2,00	2,00
Potenza della trattrice	kW	55,00	55,00	55,00
Consumo di gasolio	kg/ha	3,30	4,40	9,20

**Tab. 3.18.** Caratteristiche operative dei cantieri di lavoro utilizzati per il controllo fisico delle infestanti su cavolfiore registrate presso il Comune di Vecchiano durante le attività sperimentali condotte nel 2006.

Caratteristiche		Erpice a dischi attivi	Sarchiatrice di precisione (1)	Sarchiatrice di precisione (2)
Larghezza di lavoro	m	1,50	1,50	1,50
Profondità di lavoro	cm	3,50	3,40	3,90
Velocità di lavoro	km/h	7,15	2,20	2,50
Capacità operativa	ha/h	0,94	0,30	0,30
Tempo operativo	h/ha	1,06	3,10	3,05
Numero degli operatori		1,00	2,00	2,00
Potenza della trattrice	kW	41,00	55,00	55,00
Consumo di gasolio	kg/ha	2,33	9,20	9,05



**Tab. 3.19.** Caratteristiche operative dei cantieri di lavoro utilizzati per il controllo fisico delle infestanti su cavolfiore biologico presso il Comune di Crespina durante le attività sperimentali condotte nel 2007 (EDA=erpice a dischi attivi).

Caratteristiche		Erpice a dischi attivi (1)	Erpice a dischi attivi (2)	Sarchiatrice di precisione (1)	EDA conformato a sarchiatrice	Sarchiatrice di precisione (2)
Larghezza di lavoro	m	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
Profondità di lavoro	cm	3,52	3,11	3,22	2,10	4,15
Velocità di lavoro	km/h	6,84	10,34	3,53	6,63	3,65
Capacità operativa	ha/h	0,85	1,29	0,46	0,81	0,46
Tempo operativo	h/ha	1,17	0,78	2,20	1,24	2,15
Numero degli operatori		1,00	1,00	2,00	1,00	2,00
Potenza della trattrice	kW	37,40	37,40	37,40	37,40	37,40
Consumo di gasolio	kg/ha	2,37	1,57	4,44	2,50	4,34

**Tab. 3.20.** Caratteristiche operative dei cantieri di lavoro utilizzati per il controllo fisico delle infestanti su cavolfiore registrate presso il Comune di San Giuliano Terme durante le attività sperimentali condotte nel 2008.

Caratteristiche		Erpice a dischi attivi (1)	Erpice a dischi attivi (2)	Pirodiserbo	Sarchiatrice di precisione (1)
Larghezza di lavoro	m	1,50	1,50	1,50	1,50
Profondità di lavoro	cm	3,58	4,56	-	4,83
Velocità di lavoro	km/h	7,93	8,73	6,56	1,56
Capacità operativa	ha/h	1,04	1,13	0,84	0,22
Tempo operativo	h/ha	0,96	0,88	1,18	4,46
Numero degli operatori		1,00	1,00	1,00	2,00
Potenza della trattrice	kW	44,16	44,16	44,16	44,16
Consumo di gasolio	kg/ha	1,86	1,71	2,30	8,66
Pressione del GPL	MPa	-	-	0,40	-
Consumo GPL	kg/ha	-	-	19,75	-

**Tab. 3.21.** Caratteristiche operative dei cantieri di lavoro utilizzati per il controllo fisico delle infestanti su cavolfiore registrate presso il Comune di Vecchiano durante le attività sperimentali condotte nel 2008.

Caratteristiche		Erpice a dischi attivi	Pirodiserbo
Larghezza di lavoro	m	1,50	1,50
Profondità di lavoro	cm	4,08	-
Velocità di lavoro	km/h	8,13	6,87
Capacità operativa	ha/h	1,05	0,87
Tempo operativo	h/ha	0,95	1,15
Numero degli operatori		1,00	1,00
Potenza della trattrice	kW	50,05	50,05
Consumo di gasolio	kg/ha	2,10	2,53
Pressione del GPL	MPa	-	0,40
Consumo GPL	kg/ha	-	19,25

In particolare l'erpice a dischi attivi è apparso legato con i maggiori valori della capacità di lavoro in conseguenza delle elevate velocità del trattamen-



Fig.3.66. Intervento di sarchiatura su cavolo realizzato mediante erpice a dischi attivi.

Fig.3.67. Rincalzatura del cavolfiore condotta presso l'Azienda Colombini di Crespina.

Fig.3.68. Effetto della rincalzatura su cavolfiore coltivato nel Comune di Crespina

Fig. 3.69 Sarchiatura effettuata su cavolfiore presso il Comune di San Giuliano Terme nel 2008.

to (mediamente comprese tra 7 ed 8 km/h in fase di pre-trapianto e tra i 5 ed i 6 km/h in post-trapianto). Anche i trattamenti termici, effettuati solo qualora la densità di infestanti osservata ne giustificasse la realizzazione, hanno comunque presentato tempi operativi piuttosto contenuti (di poco superiori ad 1 h/ha) e connessi ad una velocità di lavoro mediamente pari a circa 7 km/h. Come già osservato nei precedenti casi di studio, i trattamenti di post-emergenza condotti con sarchiatrice di precisione si sono rilevati i più “lenti” ed onerosi da un punto di vista operativo, considerando che la velocità registrata è stata mediamente compresa tra i 2 ed i 4 km/h e che tale macchina richiede comunque la presenza di un secondo operatore. Gli impieghi di manodopera relativi alle operazioni di controllo delle infestanti, sono altresì riportati nella [tabella 3.22](#). Nel 2006, i valori più contenuti sono stati osservati per i sistemi aziendali, in quanto nel caso della strategia alternativa sono stati effettuati interventi di scerbatura manuale, a cui hanno corrisposto tempi di lavoro pari a circa 10 ore/ha, sia per il cavolo verza che per il cavolfiore.



Tab. 3.22. Tempi di lavoro registrati per le operazioni di controllo delle infestanti su cavolo per le due diverse tesi a confronto.

Sistema colturale	Tempi per le operazioni colturali di controllo delle infestanti (ore-uomo/ha)					
	Diserbo meccanico/fisico	Diserbo chimico	Pacciamatura	Scerbatura manuale	Totale	Trapianto
<b>2006 (cavolo verza-San Giuliano Terme)</b>						
Aziendale	5	0,5	-	-	5,5	25*
Innovativo	10	-	-	10	20	25*
<b>2006 (cavolfiore-Vecchiano)</b>						
Aziendale	5	-	-	-	5	25*
Innovativo	13	-	-	12	25	25*
<b>2007 (cavolfiore biologico-Crespina)</b>						
Aziendale	-	-	8	-	8	80#
Innovativo	14	-	-	-	14	25*
<b>2008 (cavolfiore-San Giuliano Terme)</b>						
Aziendale	3	-	-	-	3	25*
Innovativo	15	-	-	-	15	25*
<b>2008 (cavolfiore-Vecchiano)</b>						
Aziendale	3	-	-	-	3	25*
Innovativo	5	-	-	-	5	25*

#Trapianto manuale \*Trapianto meccanico

Nel 2007 i tempi registrati per la pacciamatura del sistema aziendale sono stati inferiori a quelli complessivi impiegati per il controllo fisico. Comunque, allo stesso tempo, i valori degli impieghi di manodopera relativi all'impianto sono decisamente a favore del sistema innovativo, in quanto è stato possibile adottare in questo caso il trapianto meccanico anziché quello manuale.

Nel 2008 i tempi di lavoro relativi al controllo delle infestanti sono stati piuttosto contenuti per entrambi i sistemi a confronto e per tutti e due i casi di studio.

### 3.3.3.2.2. Controllo delle infestanti

Per quanto riguarda il controllo della flora avventizia, la composizione floristica inizialmente rilevata presso l'Azienda Catassi nel 2006 su cavolo verza era rappresentata da specie prettamente estive come *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Solanum aigrum*, *Cyperus* spp. (15-25%), e da graminacee macroterme (fino al 60%).

La sarchiatura ha permesso di ottenere un ottimo controllo delle infestanti nel sistema innovativo, pur partendo da una densità iniziale pari a circa 100 piante/m<sup>2</sup>, facendo registrare valori di efficacia molto prossimi al 100%, sia



sulla fila che nell'interfila. I due interventi hanno permesso di allineare di valori di densità della flora spontanea del sistema innovativo con quelli del sistema convenzionale-aziendale. Non sono stati successivamente registrati valori di densità delle infestanti, poiché il cavolo verza, superate le prime fasi critiche di sviluppo, non necessita di ulteriore controllo grazie alla sua elevata competitività. Per quanto riguarda invece la biomassa delle infestanti registrata durante la prima raccolta, il valore è stato pari a zero sia per il sistema innovativo che per quello aziendale.

Nel caso del cavolfiore, sempre nel 2006, la specie spontanea decisamente dominante durante le prime fasi di sviluppo della coltura presso l'Azienda Grossi è stata senza dubbio la *Portulaca oleracea*, con valori di densità relativa pari all'80% circa. Anche *Polygonum* spp. e *Solanum nigrum* erano presenti in percentuali degne di riguardo, ma mai superiori al 20%.

Per quanto riguarda invece l'efficacia delle macchine testate e l'andamento della densità assoluta in campo della flora spontanea, è stato osservato che la prima sarchiatura ha mediamente ridotto la carica infestante del 70% sulla fila e dell'80% nell'interfila, sebbene le malerbe fossero principalmente "adulte" e non allo stadio di plantula. Con la seconda sarchiatura e la rincalzatura, la densità delle avventizie nel sistema innovativo è stata azzerata e riportata quindi ad una situazione del tutto simile a quella del sistema aziendale. La coltura, grazie a tali interventi, è giunta sino alla raccolta senza bisogno di ulteriori trattamenti, facendo peraltro registrare un valore di biomassa delle infestanti pari a zero per entrambi i sistemi culturali.

Per quanto riguarda il cavolfiore biologico coltivato nel Comune di Crespina nel 2007, la densità di infestanti registrata prima dell'intervento di falsa semina con erpice a dischi attivi è stata molto elevata e pari a circa 1400 piante/m<sup>2</sup>. La principale specie presente era in questo caso la *Portulaca oleracea*, che ha fatto registrare un valore di densità relativa pari ad oltre l'80%. Nessuna delle altre specie presenti superava il 5% di densità relativa.

Il secondo intervento di pre-trapianto con erpice a dischi attivi è stato condotto a circa due settimane di distanza dal primo. In questo caso la densità registrata era pari a circa 18 piante/m<sup>2</sup>, prevalentemente composta in questo caso da *Cyperus* spp. (circa 60% di densità relativa) e *Portulaca oleracea* (20% di densità relativa). L'efficacia dei due interventi di falsa semina è stata comunque prossima al 100% per entrambi i passaggi effettuati. Il primo intervento di sarchiatura è stato realizzato con sarchiatrice di precisione equipaggiata con elementi elastici per il controllo delle malerbe sulla fila. La densità registrata prima dell'intervento è stata ancora una volta molto elevata e superiore alle 800 piante/m<sup>2</sup>. Le specie prevalenti erano *Portulaca oleracea* (circa 40%), *Poa* spp. e *Amaranthus* spp. (circa 20%). L'avvicinarsi dell'inverno e il conseguente calo delle temperature ha infatti causato una

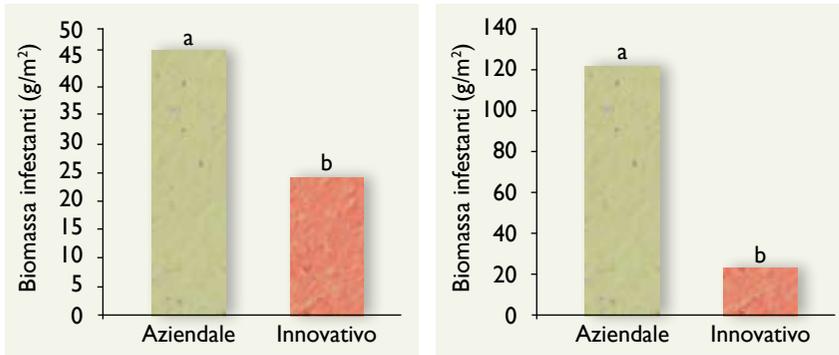


riduzione della presenza delle specie estive (come *Portulaca* spp.) e favorito un incremento di quelle microterme (come ad esempio *Poa* spp.). A pochi giorni di distanza è stato realizzato un secondo intervento di sarchiatura mediante erpice a dischi attivi debitamente conformato, per il quale non sono stati registrati dati relativi al controllo della flora spontanea. A poco meno di un mese di distanza da questo trattamento è stato effettuato un terzo intervento di sarchiatura (con sarchiatrice di precisione) seguito dalla rincalzatura. L'ultimo rilievo floristico è stato realizzato in precedenza a questo passaggio, all'inizio di novembre. La densità in questo caso era molto più contenuta se confrontata a quella relativa al precedente trattamento (circa 120 piante/m<sup>2</sup>). La comunità di malerbe era in questo caso costituita prevalentemente da *Poa* spp. e *Veronica* spp. (entrambe con una densità relativa pari al 35%). *Portulaca oleracea* rappresentava in questo caso invece solo circa il 5% della flora emersa. L'efficacia della strategia fin qui adottata, unita al sopraggiungere della stagione invernale ed alle spiccate capacità competitive della specie coltivata, non ha reso necessario alcun ulteriore intervento né manuale né fisico di controllo delle avventizie. Durante la sperimentazione non è stata rilevata la densità delle malerbe presente sul sistema aziendale, in quanto le parcelle erano state pacciamate con bio-telo. La biomassa delle infestanti registrata a raccolta ha fornito dati decisamente a favore del sistema innovativo, per il quale sono stati osservati valori inferiori del 50% circa rispetto a quelli della gestione aziendale. Tale risultato mette sostanzialmente in luce l'azione di una banca seme del terreno molto aggressiva che ha permesso lo svilupparsi di numerose avventizie al di sotto del telo pacciamante, che ne hanno successivamente causato la rottura (fig. 3.70).

Il telo pacciamante, che solitamente infatti viene impiegato per le colture estive, ha inoltre sensibilmente ostacolato l'evaporazione d'acqua dal terreno, presso appezzamenti con presenza di falda superficiale e inoltre dotati di scarsa capacità drenante. Un eccessivo livello di umidità del terreno ha probabilmente influito negativamente sullo sviluppo della coltura stessa, compromettendone la consueta e spiccata capacità competitiva nei confronti delle malerbe.

I mezzi fisici hanno d'altro canto dimostrato un'ottima efficacia, mantenendo la coltura "pulita" nei primi due mesi di sviluppo (fase del ciclo produttivo più critica e delicata), ed hanno quindi consentito l'ottenimento di un livello di biomassa delle infestanti a raccolta decisamente tollerabile ed al di sotto sicuramente della soglia critica di danno.

Per quanto riguarda invece il Comune di San Giuliano Terme, l'andamento della densità della flora spontanea ha presentato valori simili fino al primo intervento di sarchiatura, in precedenza al quale il livello di infestazione era decisamente più elevato nel caso della gestione innovativa. Tale inter-



vento però si è rivelato decisamente efficace, in quanto in corrispondenza della raccolta la biomassa delle avventizie era sensibilmente più contenuta proprio sulle parcelle gestite secondo la strategia innovativa (fig. 3.71).

Per quanto riguarda invece il cavolfiore coltivato nel Comune di Vecchiano, non sono state osservate infestanti prima dell'intervento con erpice a dischi attivi, mentre prima del passaggio con pirodiserbo il numero medio di avventizie era quattro volte superiore nel sistema innovativo rispetto a quello osservato nella gestione aziendale. Dopodichè non sono stati effettuati ulteriori rilievi in quanto il livello di infestazione non ha reso necessario alcun intervento di post-emergenza se non una rincalzatura, che rientra però nelle pratiche agronomiche ordinarie della zona. La biomassa di infestanti a raccolta era pari a 0.

### 3.3.3.2.3. Rese e stime economiche

Per quanto concerne le produzioni, nel primo anno di prove non sono state registrate differenze statisticamente valide tra i due diversi sistemi di gestione, sia per il cavolo verza che per il cavolfiore (figure 3.72 e 3.73). Riuscire comunque ad ottenere rese comparabili a quelle della strategia ordinaria impiegando tecniche alternative a basso impatto ambientale è da ritenersi

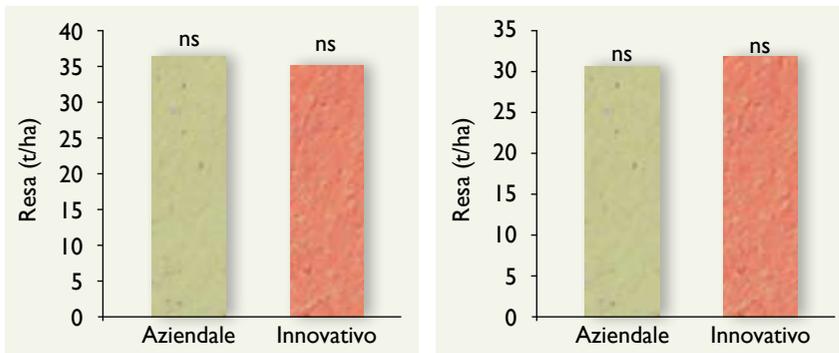


Fig. 3.70. Biomassa delle infestanti a raccolta registrata su cavolfiore biologico presso l'Azienda Colombini nel Comune di Crespina. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (test LSD).

Fig. 3.71. Biomassa delle infestanti a raccolta registrata su cavolfiore presso il Comune di San Giuliano Terme nel 2008. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (test LSD).

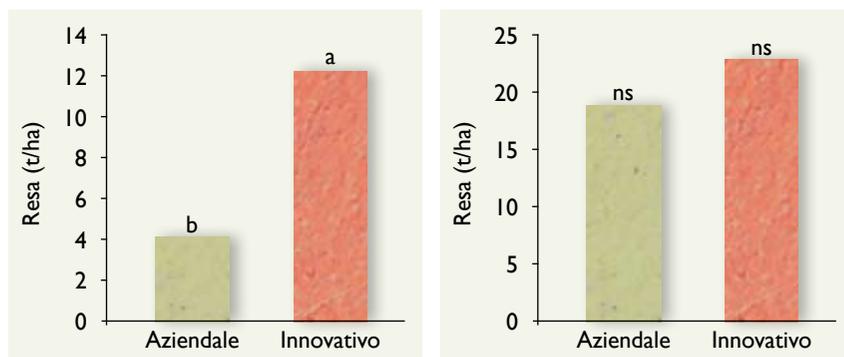
Fig. 3.72. Resa del cavolo verza coltivato nel Comune di San Giuliano Terme secondo i diversi sistemi di gestione delle erbe infestanti registrata durante la sperimentazione condotta nel 2006. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (test LSD).

Fig. 3.73. Resa del cavolfiore coltivato nel Comune di Vecchiano secondo i due diversi sistemi di gestione delle erbe infestanti registrata durante la sperimentazione condotta nel 2006. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (test LSD).



**Fig. 3.74.** Rese del cavolfiore biologico coltivato nel Comune di Crespina ottenute con i due diversi sistemi di gestione delle erbe infestanti a confronto, registrate durante la sperimentazione condotta nel 2007. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (test LSD).

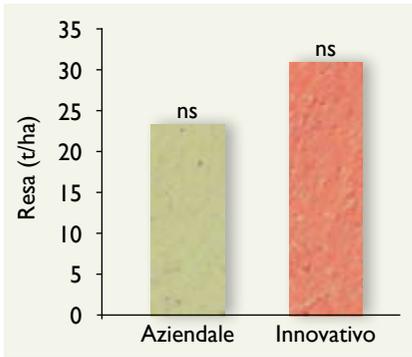
**Fig. 3.75.** Rese del cavolfiore coltivato nel Comune di San Giuliano Terme ottenute con i due diversi sistemi di gestione delle erbe infestanti a confronto, registrate durante la sperimentazione condotta nel 2008. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (test LSD).



un ottimo risultato, in quanto potrebbe essere conferito al prodotto un ulteriore valore aggiunto.

I dati relativi agli aspetti produttivi registrati su cavolfiore biologico nel Comune di Crespina nel 2007 hanno invece messo in luce sensibili differenze in termini di resa tra le due diverse tesi a confronto. La tecnica innovativa ha infatti permesso l'ottenimento di una resa complessiva in corimbi freschi superiore ad 11 t/ha, valore più che doppio rispetto a quello relativo alla tesi aziendale (di poco superiore a 4 t/ha). E' inoltre importante sottolineare come in questo caso i valori produttivi molto bassi (per entrambe le tesi studiate) non dipendano tanto dal sistema colturale biologico, ma soprattutto da un ritardo aziendale nell'operazione di trapianto (effettuata a metà di settembre), posticipazione che ha di fatto causato uno squilibrio nel ciclo vegetativo e riproduttivo del cavolfiore. Lo sviluppo dei corimbi è infatti cominciato quando l'apparato fogliare della crucifera era ancora troppo ridotto e quindi non in grado di fornire risorse sufficienti alle "palle" in piena crescita. In particolare per quanto riguarda invece il sistema aziendale, la presenza del film pacciamante ha causato un eccessivo ristagno idrico in un terreno già "naturalmente asfittico" a causa della presenza di una falda superficiale e di un poco efficace sistema di drenaggio. Questo fenomeno ha senz'altro sensibilmente inficiato la crescita della coltura stessa, compromettendone inoltre le capacità competitive nei confronti delle malerbe che erano riuscite a rompere il telo ed a fuoriuscirne.

L'Azienda Colombini presenta comunque una rete di distribuzione del suo prodotto che, oltre al rifornimento di grossisti, cooperative e mense, prevede anche la vendita diretta aziendale e la commercializzazione tramite gruppi di acquisto solidale (GAS). Tale rete commerciale permette di fatto all'azienda di poter vendere comunque un prodotto caratterizzato da buona qualità e da elevate proprietà organolettiche e sanitarie, che non risponde ai rigidi canoni di mercato imposti dalla grande distribuzione (relativamente ad esempio alle dimensioni minime del prodotto, alle imperfezioni nella forma e nel colore, etc.).



Il sistema innovativo ha quindi in definitiva permesso un notevole incremento della produzione. L'azienda infatti non dispone attualmente di mezzi in grado di gestire le erbe infestanti su cavolfiore, per cui si affida all'impiego del bio-telo per la pacciamatura, applicazione che si è rivelata in questo caso piuttosto efficace nel contenere l'emergenza delle avventizie, ma del tutto inadatta alle

esigenze fisiologiche della coltura, in particolare se inserita nel contesto pedo-climatico di una specie invernale come la crucifera (fig. 3.74).

Per quanto riguarda invece le rese ottenute nella stagione 2008-2009 nel Comune di San Giuliano Terme, è possibile osservare come il sistema innovativo abbia permesso di raggiungere rese pari a 23 t/ha circa (+20% rispetto alla tesi aziendale) (fig. 3.75).

Anche per quanto riguarda le prove realizzate nel Comune di Vecchiano il "trend" osservato è stato simile: il sistema innovativo ha in media apporato un rilevante incremento delle rese (in questo caso pari a circa il 30%), raggiungendo la soglia delle 30 t/ha. (fig. 3.76).

Passando infine alla stima dei parametri economici (per i quali è stato considerato un valore unitario del prodotto variabile da 0,35 a 0,5 €/kg per il cavolo convenzionale ed integrato ed a 1 €/kg per quello biologico) l'osservazione delle figure 3.77 e 3.78 rende evidente come nel 2006 non siano



Fig. 3.76. Rese del cavolfiore coltivato nel Comune di Vecchiano ottenute con i due diversi sistemi di gestione delle erbe infestanti a confronto, registrate durante la sperimentazione condotta nel 2008. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (test LSD).

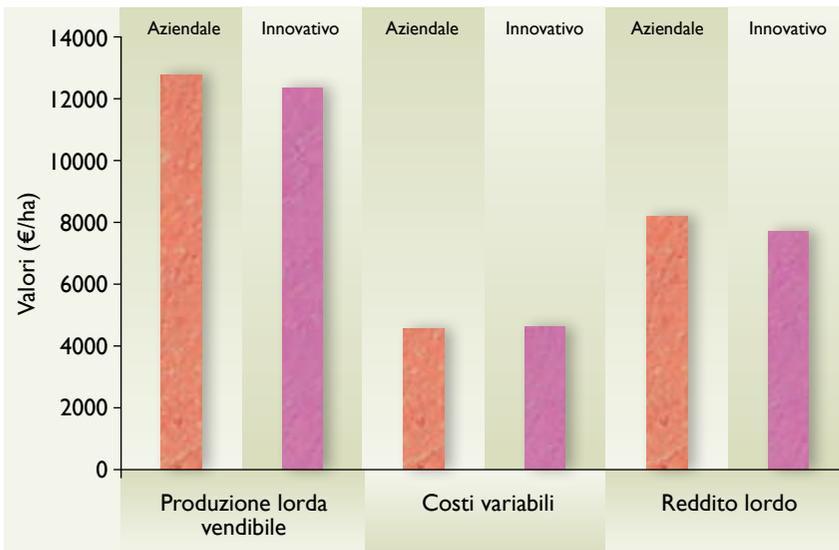
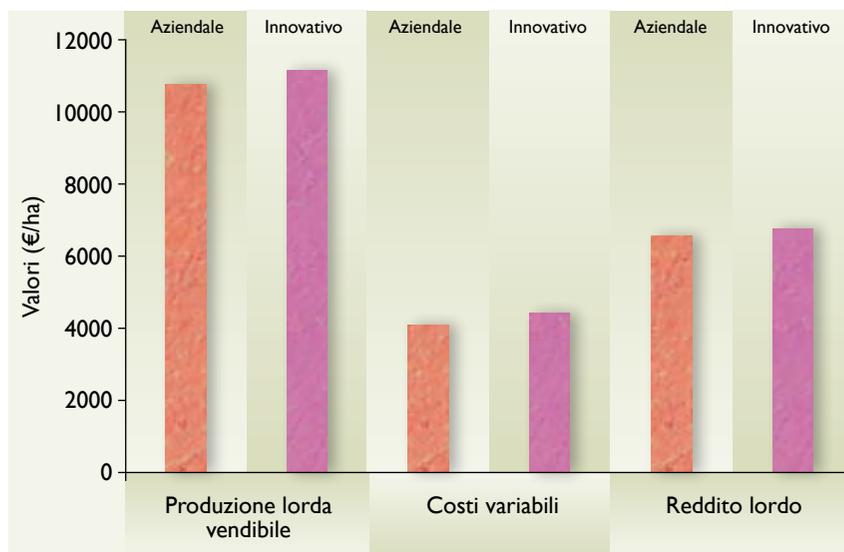


Fig. 3.77. Parametri economici stimati per il cavolo verza coltivato nel Comune di San Giuliano Terme adottando i due diversi sistemi di gestione delle erbe infestanti a confronto nell'ambito della sperimentazione condotta nel 2006.



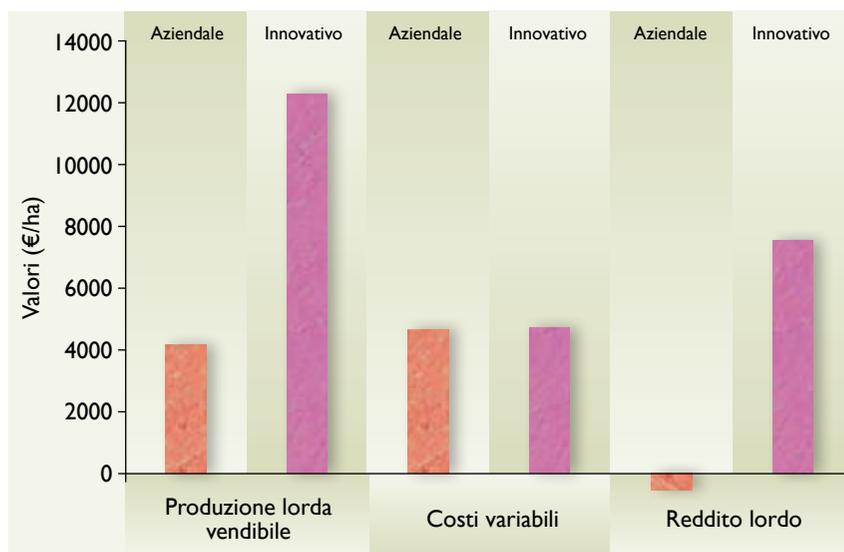
**Fig. 3.78.** Parametri economici stimati per il cavolfiore coltivato nel Comune di Vecchiano adottando i due diversi sistemi di gestione delle erbe infestanti a confronto nell'ambito della sperimentazione condotta nel 2006.



emerse sensibili differenze tra le due strategie a confronto. Naturalmente la produzione lorda vendibile relativa al sistema innovativo, così come per le altre colture oggetto di studio, potrebbe risultare più elevata nell'auspicabile caso in cui si procedesse ad una valorizzazione dei prodotti, come conseguenza dell'impiego di tecniche eco-compatibili.

Relativamente al cavolfiore biologico coltivato nell'anno 2007 presso l'Azienda Colombini, dall'osservazione della figura 3.79, è possibile realizzare come, nonostante gli elevati valori della produzione lorda vendibile in rapporto alla resa ottenuta, il reddito lordo per il sistema aziendale sia

**Fig. 3.79.** Parametri economici stimati per il cavolfiore biologico coltivato nel Comune di Crespina adottando i due diversi sistemi di gestione delle erbe infestanti a confronto nell'ambito della sperimentazione condotta nel 2007.



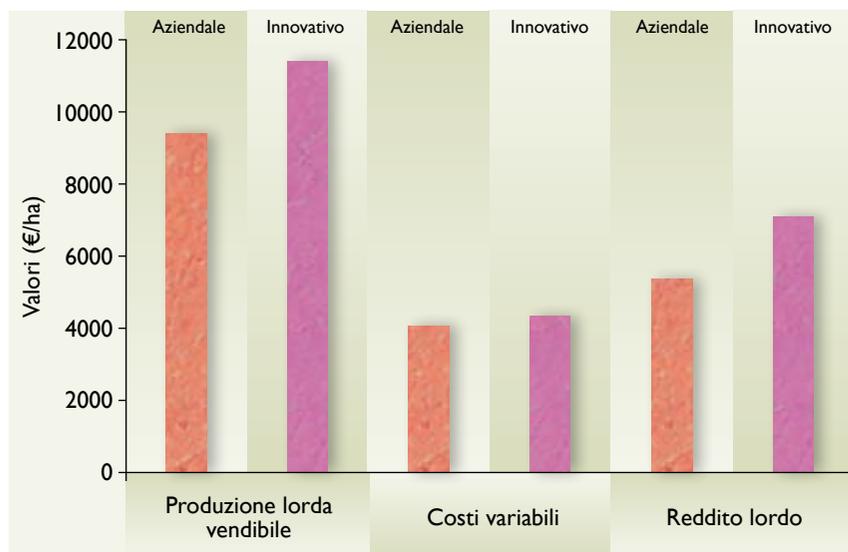


Fig. 3.80. Parametri economici stimati per il cavolfiore coltivato nel Comune di San Giuliano Terme adottando i due diversi sistemi di gestione delle erbe infestanti a confronto nell'ambito della sperimentazione condotta nel 2008.

risultato negativo (circa -500 €/ha). I benefici in termini economici dell'applicazione del sistema innovativo sono quindi apparsi decisamente eclatanti in questo caso.

Nel 2008 i valori economici stimati per il cavolfiore coltivato nei Comuni di San Giuliano Terme e di Vecchiano sono stati ancora una volta favorevoli al sistema innovativo. Gli incrementi in termini di reddito lordo, ancorché inferiori a quelli ottenuti nel 2007 nel caso della coltivazione biologica, appaiono comunque non trascurabili (figure 3.80, 3.81 e 3.82).

In particolare, la gestione innovativa è apparsa in grado di garantire una

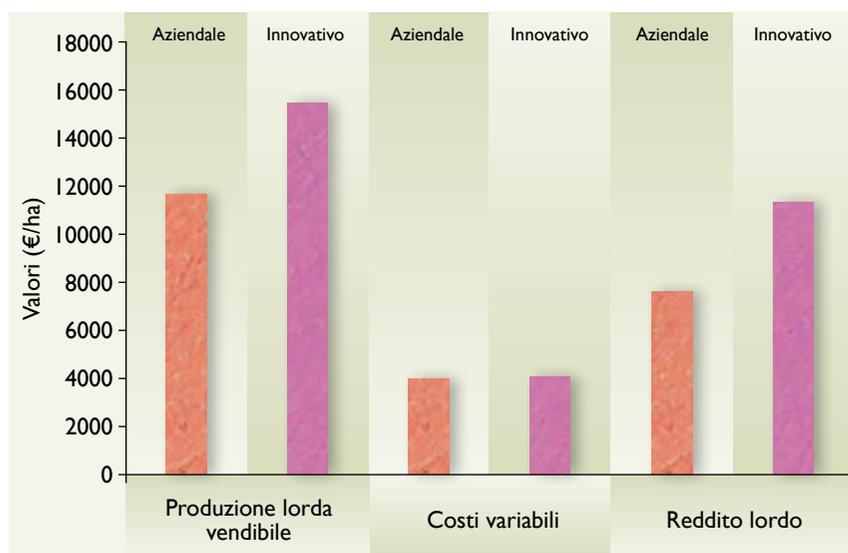


Fig. 3.81. Parametri economici stimati per il cavolfiore coltivato nel Comune di Vecchiano adottando i due diversi sistemi di gestione delle erbe infestanti a confronto nell'ambito della sperimentazione condotta nel 2008.



Fig. 3.82. Cavolfiore coltivato presso il Comune di San Giuliano Terme nell'anno 2008-2009.

redditività del cavolfiore superiore a quella conseguita adottando la tecnica aziendale del 30 % circa nel Comune di San Giuliano Terme e del 40% circa nel Comune di Vecchiano (figure 3.80 e 3.81).

## Conclusioni

I risultati di queste ricerche (frutto della collaborazione tra il Centro Interdipartimentale di Ricerche Agro-Ambientali “Enrico Avanzi” e la sezione Meccanica Agraria e Meccanizzazione Agricola del DAGA dell’Università di Pisa e le Amministrazioni dei Comuni di San Giuliano Terme e di Vecchiano) condotte per un ulteriore triennio (dal 2006 al 2009) nella Valdiserchio, hanno permesso di confermare in modo inequivocabile la possibilità di adottare strategie efficaci ed efficienti di controllo fisico delle infestanti, oltre che su colture seminate come lo spinacio (alla luce delle evidenze ottenute nel precedente quadriennio), anche su pomodoro e cavolo, ossia sulle principali specie orticole trapiantate coltivate in questo areale.

Appare evidente come l’impiego delle macchine operatrici innovative renda possibile la definizione e la successiva applicazione di strategie adattabili a tutte le colture orticole, di fatto piuttosto simili, ma anche caratterizzate da una apprezzabile versatilità relativamente alla tipologia ed alla successione degli interventi previsti.

Al riguardo, risulta sicuramente opportuno ricordare a chi legge questo volume che le tecniche innovative proposte non possono, e non devono, essere inserite in una sorta di protocollo da seguire in maniera rigida, ma devono invece essere interpretate ed adattate in maniera flessibile da chi intraprende la strada del controllo fisico delle infestanti in funzione delle “variabili esterne” (andamento meteorologico, condizioni del terreno, grado di sviluppo delle colture, tipologia ed aggressività della flora spontanea, etc.) relativamente alla scelta delle attrezzature, alle loro modalità di utilizzazione (allestimento e regolazione), nonché alla sequenza ed al numero dei “trattamenti”.

In estrema sintesi, comunque, i risultati ottenuti nella Valdiserchio in questo ultimo triennio su pomodoro e cavolo, considerati non solo insieme a quelli conseguiti nel precedente quadriennio su spinacio, ma anche a quelli relativi a ricerche condotte nel corso di un ventennio su altre specie ed in altre importanti zone di produzione del nostro Paese (Altopiano del Fucino, Valle Aroschia, Piana di Catania, etc.), consentono di affermare che il controllo fisico della flora spontanea è una pratica affidabile, efficace, facile da attuare ed economicamente vantaggiosa che può essere adottata su tutte le specie orticole indipendentemente dal sistema di gestione aziendale (convenzionale, integrato o biologico).





La attuale disponibilità delle macchine operatrici innovative sul mercato, renderebbe inoltre possibile una diffusione concreta e consistente delle tecniche di controllo fisico delle infestanti, non solo nella Valdisechio, ma anche nelle altre aree italiane a prevalente vocazione orticola. Al riguardo, infatti, questo era considerato il principale ostacolo per un auspicato passaggio da una fase embrionale, identificabile con le esperienze realizzate su scala aziendale, ad una fase di diffusione su vaste aree delle strategie innovative, frutto di un percorso virtuoso che doveva coinvolgere Enti di Ricerca, Amministratori locali, imprenditori agricoli, divulgatori, contoterzisti, consumatori, etc., con la finalità di promuovere la qualificazione del territorio e dei suoi prodotti, attraverso l'adozione di forme di gestione delle attività agricole connesse con il massimo grado di tutela dell'ambiente, di sicurezza alimentare e quindi di salvaguardia della salute dei cittadini. Purtroppo, nonostante gli evidenti successi di queste ricerche (ritenute talmente importanti in termini di potenziali positive ricadute sulla collettività, da meritare riconoscimenti prestigiosi quali il Premio Toscana Eco-efficiente) ed i molti tentativi di trasferire i risultati ottenuti al mondo operativo, dobbiamo prendere atto che, al momento, questo percorso virtuoso non si è realizzato a causa di una serie di "sfortunati eventi", in parte già affrontati nel primo capitolo di questo volume, ma che, a nostro avviso, vale la pena ricordare in sintesi proprio nelle conclusioni di un lavoro che riferisce di esperienze di ricerca applicata di lunga durata (ben sette anni!), finanziate con denaro pubblico, che hanno fornito risultati, facilmente convertibili in ricadute concrete in grado di "migliorare" il sistema di produzione degli ortaggi nella Valdisechio.

La prima causa di questo attuale "insuccesso" non può che essere identificata nella mancata definizione ed applicazione di una politica di gestione del territorio che indichi in modo chiaro, rigoroso e trasparente, sia agli imprenditori che a i consumatori finali i disciplinari da adottare per ottenere produzioni caratterizzate da una "qualità totale", perseguendo concretamente e contemporaneamente gli obiettivi della valorizzazione ambientale, della salvaguardia della salute e della tutela del reddito derivante dalle attività agricole. Questo scarso (e spesso assente) interesse degli Enti Territoriali in grado di "prendere decisioni" politiche e di stabilire in concreto norme in merito alla gestione dell'agricoltura (coincidenti nel nostro Paese con le Province e con le Regioni), contrasta in modo evidente con gli encomiabili sforzi fatti dalle Amministrazioni Comunali di San Giuliano Terme e di Vecchiano, che si sono fatte interpreti delle esigenze della collettività e, attraverso il coinvolgimento e la collaborazione dell'Università di Pisa, hanno fatto tutto ciò che era in loro potere per dar visibilità ai risultati acquisiti e per promuovere le tecniche innovative, ritenute a ragione in grado di innescare il già più volte ricordato "percorso virtuoso".

Tutto ciò risulta francamente molto frustrante per chi scrive ed è sicuramente in grado di vanificare il ruolo di motore dei processi di innovazione e di trasformazione delle attività produttive che di fatto il Mondo della Ricerca ha nei Paesi ad economia sviluppata. Purtroppo, appare invece perfettamente coerente con il processo di smantellamento della ricerca (cui stiamo assistendo indignati ed increduli in questi ultimi anni), perseguito in maniera sistematica nel nostro Paese attraverso provvedimenti che, di fatto, privano le strutture pubbliche di adeguate risorse economiche ed umane.

Un altro aspetto, certamente non totalmente “scollegato” da quello appena ricordato, che ostacola la diffusione dell’innovazione, risiede nella totale “latitanza” degli Enti preposti alla divulgazione, che certamente non sono in grado di promuovere ciò che non conoscono. Al riguardo, dispiace dover ricordare che durante questi sette anni, nonostante l’intensa attività divulgativa, i contatti con i “divulgatori” sono stati sporadici e privi di reale consistenza, privando di fatto gli agricoltori di forme di assistenza tecnica pubblica, cosa che in altri Paesi permette di veicolare in modo competente, corretto ed imparziale quelle innovazioni tecnologiche atte, sia a contribuire in modo tangibile alla definizione di strategie efficienti di gestione dell’agricoltura, sia a migliorare la qualità complessiva della vita dei cittadini e dell’ambiente, sia a promuovere e ad incentivare lo sviluppo delle imprese.

Un’ultima considerazione non può che riguardare gli agricoltori della Valdisechio, che hanno potuto osservare i benefici delle strategie innovative e che si trovano a combattere una battaglia sempre più dura con sistemi di produzione economicamente inefficienti e con dinamiche di mercato estremamente penalizzanti il cui esito, alla fine, porterà inevitabilmente a mettere in discussione anche l’esistenza stessa delle loro aziende. Le dinamiche precedentemente descritte, fanno sì che gli agricoltori siano “abbandonati al loro destino”, sottovalutando di fatto il loro ruolo fondamentale nella gestione e nella manutenzione del territorio ed omettendo di indicare e di incentivare in modo chiaro i percorsi virtuosi e di disincentivare quelli non virtuosi. In questo contesto, prevale il conservatorismo degli agricoltori, che non hanno il “coraggio” di abbandonare pratiche consolidate (ancorché legate a risultati economici decisamente negativi) a favore di strategie innovative di cui hanno visto i risvolti positivi, ma che temono non abbiano la capacità di garantire stabilità delle rese e del reddito nel tempo. Analogamente, i mercati locali e le forme di vendita diretta spesso vengono percepiti non tanto come una reale opportunità di svincolarsi da un mercato globale sempre più penalizzante, ma come scelte rischiose e prive di garanzie.

Appare evidente come queste condizioni siano in grado di bloccare, o quantomeno di frenare in modo rilevante qualsiasi tipo di cambiamento,





sia della gestione che della commercializzazione dei prodotti.

Risulta altresì auspicabile (sperare non costa molto ed è tuttora lecito nel nostro Paese...) che nel prossimo futuro la gestione agricola del territorio della Valdisechio possa essere frutto di scelte politiche che perseguono il benessere della collettività e che tali scelte siano il prodotto di una programmazione basata sulla conoscenza approfondita delle migliori soluzioni tecniche adottabili in chiave di tutela ambientale, di conservazione delle risorse naturali, nonché di salvaguardia della salute dei cittadini e del reddito degli agricoltori.

In conclusione, la pubblicazione di questo volume è il nostro modo per affermare che esistiamo e che, nonostante le innumerevoli difficoltà, sappiamo fare il nostro mestiere di ricercatori, ma anche che non possiamo, non sappiamo e soprattutto non vogliamo sostituirci alle altre figure necessarie ad innescare un processo virtuoso di trasformazione delle attività agricole, che consenta di mantenere attiva la produzione orticola nella Valdisechio, adottando forme di gestione alternative a quella “industriale”, caratterizzate da una reale sostenibilità.

# Bibliografia

- AA.VV. (1990) *San Giuliano Terme: la storia, il territorio*. Vol I; Vol II. Ed Giardini.
- AA.VV. (1994) *La pianura di Pisa e i rilievi contermini: La natura e la storia*. Ed. Del Cerro.
- ANGELINI L., LAZZERI L., GALLETTI S., COZZANI A., MACCHIA M., PALMIERI S. (1998) Antigerminative activity of three glucosinolate-derived products generated by mirosinase hydrolysis. *Seed Science and Technology* 26, 771-780.
- ASCARD J. (1988) Thermal weed control in flame treatment. A useful method for row-cultivated crops and haem-killing in potatoes. In: *Proceedings of 29th Swedish Crop Protection Conference "Weeds and weed control"*, Uppsala, 27-28 Gennaio 1988, vol. 1, 194-207.
- ASCARD J. (1988) Thermal weed control. Flaming for weed control and crop defoliation. *Rapport 130*, Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Agricultural Engineering.
- ASCARD J. (1989) Thermal weed control with flaming in onions. In: *Proceedings of 30th Swedish Crop Protection Conference "Weeds and weed control"*, Uppsala, 1-2 Febbraio, (2), 35-50.
- ASCARD J. (1990) Weed control in ecological vegetable farming. *Proceedings of the ecological agriculture, NJF, Seminar 166*, Miljovard, Uppsala, 19-21 Marzo, 178-184.
- ASCARD J. (1994) Dose-response models for flame weeding in relation to plant size and density. *Weed Research*, 34, 377-385.
- ASCARD J., BELLINDER R.R.B. (1996), Mechanical in-row cultivation in row crops. In: *Proceedings of Second International Weed Control Congress*, Copenhagen 1996, 1121-1126.
- ASCARD J. (1997) Flame weeding: effects of fuel pressure and tandem burners. *Weed Research* 37, 77-86.
- ASCARD J., OLSTEDT N. & BENGTTSSON H. (2000) Mechanical weed control using inter-row cultivation and torsion weeders in vining pea. In: *Proceedings 4th Workshop of the EWRS Working Group on Physical and Cultural Weed Control*, Elspeet, Olanda, 41.
- ASCARD J., FOGELBERG F. (2002) Mechanical intra-row weed control in organic onion production. 5<sup>th</sup> EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control, Pisa, 11-13 March 2002, 125.
- BALSARI P., AIROLDI G., FERRERO A., MAGGIORE T. (1989) Lotta integrata alle malerbe del mais. *L'informatore Agrario*, 6, 61-73.
- BALSARI P., AIROLDI G., FERRERO A. (1990) Esperienze sulle tecniche a bassa o nulla chimicizzazione per il controllo delle infestanti del mais. *Atti della seconda conferenza nazionale sul mais*, Grado, 19-21 Settembre.
- BALSARI P., BERRUTO R., FERRERO A. (1990) Prime valutazioni sulle possibilità applicative del pirodiserbo in orticoltura. *L'Informatore Agrario*, 21, 61-64.
- BALSARI P., FERRERO A., AIROLDI G. (1991) Weed control in maize by flaming. In: *Proceedings of Symposium on Crop Protection*, Gand, 661-669.
- BALSARI P., BERRUTO R., FERRERO A. (1994) Flame weed control in lettuce crop. *Acta Horticulture*, 372, 213-222.
- BANTI O., BIAGIOLI G., DUCCI S., GIUSTI M.A., MAZZANTI R., PASQUINUCCI M., REDI F. (1991) *Il fiume, la campagna, Il mare*. Bandecchi & Vivaldi, Pontedera.
- BÀRBERI P., PERUZZI A., SILVESTRI N., MAZZONCINI M. (1996). Finger Harrowing of durum wheat: effect of tine adjustment and number of treatments. Workshop EWRS-MSA "Physical weed control", Einsiedeln (CH), March 1996.
- BÀRBERI P., SILVESTRI N., PERUZZI A., RAFFAELLI M. (2000) Finger harrowing of durum wheat under different tillage systems. *Biological Agriculture and Horticulture* 17, 285-303.
- BÀRBERI P. (2002) Weed management in organic agriculture: are we addressing the right issues? *Weed research* 42, 176-193.
- BÀRBERI P., MOONEN C. (2002). Effetto del vapore e di sostanze a reazione esotermica sul controllo della flora infestante reale e potenziale. *Atti del Convegno "Vapor d'acqua e sostanze a reazione esotermica: una combinazione a ridotto impatto ambien-*

- tale per la disinfezione e disinfestazione del terreno*”, 103-110, Forlì 30.10.2002.
- BÀRBERI P., PERUZZI A., RAFFAELLI M., BELLONI P., GINANNI M., MAINARDI M. (2002) - Soil steaming with an innovative machine – effects on actual weed flora. 5<sup>TH</sup> EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control, Pisa 11-13 March 2002, 238-241.
- BÀRBERI P., BELLONI P., CERRAI D., FONTANELLI M., MOONEN A.C., RAFFAELLI M. (2004) Cultural weed control in organic pigeon bean (*Vicia faba* L. var. *minor*) through optimization of crop spatial arrangement
- BATISH D. R., SINGH H.P., SETIA N., KOHLI R. K., KAUR S. and YADAV S.S. (2006). Alternative control of littleseed canary grass using eucalypt oil. *Agronomy for sustainable development* 27: 171-177.
- BAUMANN D.T., KROPFF M.J., BASTIAANS L. (2000) Intercropping leeks to suppress weeds. *Weed research* 40, 359-374.
- BELGARD S. (2008). The Biological Control Weeds Book, Te Whakapau Taru, *A New Zealand Guide*. Landcare research Manaaki Whenua. Auckland NZ.
- BERTI A., ZANIN G., ONOFRI A., SATTIN M. (2001) Sistema integrato di gestione delle malerbe (IWMS). In: *Malerbologia* (coordinatori: Catizone P. & Zanin G.), 659-711. Patron Editore, Bologna.
- BEVERDIGE L.E., NAYLOR R.E.L. (1999). Options for organic weed control – what farmers do. In: *Proceedings 1999 Brighton Conference – Weeds*, Brighton, UK, 939-944.
- BIANCO V.V., PIMPINI F. (1990) *Orticultura*. Patron editore, Padova.
- BLEEKER P.O., VAN DER SCHANS D.A., VAN DER WEIDE R.Y. (2004) Different strategies to improve mechanical intra-row weed control in bulb onions. 6<sup>th</sup> EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control, Lillehammer, Norway, 8-10 March 2004, 78-81.
- BÖHRNSEN A. (1993). Several years results about mechanical weeding in cereals. *Fourth International Conference I.F.O.A.M.*, Dijon, 5-9/07/1993, 93-99.
- BOND W., GRUNDY A.C. (2001). Non chemical weed management in organic farming systems. *Weed Research*, 2001, 41, 383-405.
- BOND W., TURNER R. J., GRUNDY A. C. (2003). A review of non-chemical weed management. [www.organicweeds.org.uk].
- BOWMAN G (1997) *Steel in the Field: A Farmer's Guide to Weed Management Tools* (ed. G Bowman), Handbook Series no. 2. Sustainable Agriculture Network, Beltsville, USA.
- BOWSER P. H. (1963). Flaming for weed control. *American Vegetable Grower*, 11 (5), 18-36.
- BOZZOLI M., COLORIO G., PAGANO M., PETRICCO C., TOMASONE R., (2002). Tipologie di barre distributrici per ottimizzare l'iniezione del vapore nel terreno: risultati preliminari. *Atti del convegno "vapor d'acqua e sostanze a reazione esotermica: una combinazione a ridotto impatto ambientale per la disinfezione e disinfestazione del terreno"*. Forlì, 30 ottobre 2002, 53-59.
- BRÄUTIGAM V. (1990). Mechanische Beikrautregulierung im Getreide mit Striegel und Netzegge nach verschiedener Grundbodenbearbeitung. *Veröff. Bundesanalt fur Agrarbiologie Linz/Donau*, 20, 65-78.
- CANTELE A., E ZANIN G. (1992). Effetto dell'avvicendamento, dell'irrigazione e della concimazione sulla composizione quali-quantitativa della flora potenziale. *Rivista di Agronomia*, 26, 470-481.
- CASINI P., VECCHIO V., CONTI D. (1990) Contributo sperimentale sulla tecnica del pirodiserbo per il controllo delle malerbe in coltura di mais. *Atti della seconda conferenza nazionale sul mais*, Grado, 19-21 Settembre.
- CASINI P., CALAMAI P., MARTINI A., TEMPESTINI P. (1993) Pirodiserbo in mais e girasole: possibilità di integrazione con la sarchiatura; valutazioni economiche ed energetiche. *L'Informatore Agrario*, 12, 67-74.
- CASINI P. (1994) Prospettive di impiego del pirodiserbo per la gestione delle infestanti nella colture erbacee. *Atti dell'incontro tecnico: "Il controllo delle erbe infestanti con mezzi non chimici"*. Comunità Montana del Gemonese, Gemona del Friuli, 1 dicembre, 32-45.
- CASTILLE C., GHESQUIERRE P. (1985) Flame weeding trials on seeded onions 1983. *Proceedings of the international meeting "Flame cultivation for weed control"*, Namur, 20-22 Novembre 1984, 26-33.
- CATIONE P. e ZANIN G. (2001). Cos'è la malerbologia. *Malerbologia*, pp. 19-20
- CATTABRIGA D. (1965) Pirodiserbo: nuova tecnica culturale. *Macchine e Motori Agricoli*, 5, 93-100.
- CECCATELLI M., PERUZZI A., (1995). Evoluzione delle macchine per il pirodiserbo. *M.& M.A.*, 4, 11-18.
- CERA M. (1976) *Meccanizzazione Agricola*. Ed. Patron, Padova.
- CERA M., PERUZZI A., SARTORI L. (1999). *Aspetti meccanici, energetici, organizzativi ed economici*. Progetto Editoriale PANDA, Vol. n°2 "Le lavorazioni del terreno". Edizioni L'Informatore Agrario, 187-201.
- CERA M., PERUZZI A., SARTORI L. (1999). *Gli attrezzi per la lavorazione del terreno*. Progetto Editoriale PANDA, Vol. n°2 "Le lavorazioni del terreno". Edizioni L'Informatore Agrario, 137-161.
- CERA M., PERUZZI A., SARTORI L. (1999). *Le macchine per l'impianto delle colture*. Progetto Editoriale PANDA, Vol. n°2 "Le lavorazioni del terreno". Edizioni L'Informatore Agrario, 165-184.

- CHADRAN, R.S., STENGER, M., MANDAL, M., (2004). Effect of vinegar on potato weed control. Proceedings of Northeastern Weed Science Society. 58-82
- CHARUDATTAN R. (2005) Ecological, practical, and political inputs into to selection of weed targets: What makes a good biological control target? *Biological Control* 35 183-196
- CHOU C.H. and KUO Y.L., (1986). Allelopathic research of subtropical vegetation in Taiwan. III. Allelopathic exclusion of understory by *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. *Journal of Chemical Ecology* 12: 1431-48.
- CHRISTIANS, N.E., (1991). Preemergence weed control using corn gluten meal. US Patent No. 5030268.
- CHRISTIANS, N.E., (1993). The use of corn gluten meal as a natural preemergence weed Control in turf. In: Carrow RN, Christians NE, Shearman RC (eds) *International Turfgrass Society Research Journal*. Intertec Publishing Corp., Overland Park, 284-290.
- CIRUJEDA A., ANZALONE A., PARDO G., LEON M., & ZARAGOZA C., (2007). Mechanical weed control in processing tomato. Proceedings of 7th EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control, Salem, Germany, March, 2007, 11-14.
- CIRUJEDA A., AIBAR J., FERNÁNDEZ-CAVADA S., ZURIAG P., ANZALONE A. and ZARAGOZA C., (2009). The use of flex-tine harrow, torsion weeder and finger weeder in Mediterranean crops. Proceedings of 8th EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control, Zaragoza, Spain, March, 2009.
- CLARK M.S., FERRIS H., KLONSKY K., LANINI W.T., VAN BRUGGEN A.H.C., ZALOM F.G. (1998). Agronomic, economic and environmental comparison of pest management in conventional and alternative tomato and corn systems in Northern California. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 68: 51-71.
- CLOUTIER D.C., VAN DER WEIDE R.Y., PERUZZI A. & LEBLANC M.L. (2007). Mechanical Weed Management. CAB International. *Non-chemical Weed Management* (eds M.K. Upadhyaya and R.E. Blackshaw).
- COBB A.H., KIRKWOOD R.C. (2000). Challenges for herbicide development. In: *Herbicides and their mechanism of action*, A.H. Cobb & R.C. Kirkwood (eds), 1-24. Sheffield Academic Press, Sheffield UK.
- COFFMAN, C.B., RADHAKRISHNAN, J.R., TEASDALE, J.R., (2004). Vinegar for weed management in corn and soybean. Proceedings of Northeastern Weed Science Society 59-79.
- COHORT SOFTWARE, *Costat manual revision 5.01*, Edition Cohort Software, P.O. Box 19272, (1998), Minneapolis, MN 55419 USA.
- COMIS, D. (2002) Spray weeds with vinegar ? Scaricato nel Giugno del 2008 dal sito internet dell'USDA Agricultural Research Service : <http://www.ars.usda.gov/IS/pr/2002/020515.htm>
- COMUNE DI SAN GIULIANO TERME (1998) *Piano Regolatore Generale. Piano Strutturale*. Quadro conoscitivo.
- COVARELLI G., CANTELE A., CATTIZONE P., SPARACINO CA, TEI F, VAZZANA C & ZANIN G (1983) Le erbe infestanti fattore limitante la produzione agraria. In: *Atti IV Convegno SILM*, Perugia, 11-89.
- COOK R. J., BRUCKART W.L., COULSON J. R., GOETTEL M. S., HUMBER R. A., LUMSDEN R. D., MADDOX J. V., MCMANUS M. L., MOOSE L., MEYER S. F., QUIMBY P. C., STACK J. P. and VAUGHN J. L. (1996). Safety of microorganism intended for pest and plant disease control: a framework for scientific evaluation. *Biological Control* 7 335-351.
- COVARELLI G. (1989). Possibilità e limiti del controllo agronomico delle erbe infestanti. *Atti del VII Convegno della S.I.L.M.: "Il diserbo delle colture agrarie: attualità e prospettive"*, Torino, 9-10 novembre, 85-117.
- COVARELLI G., BONCIARELLI U. (1991). Possibilità e limiti della sarchiatura meccanica del frumento. *Proc. S.I.L.M., Rimini*, 17-18 ottobre, 232-244.
- CURTO G., MOSCHENI E., SANTIRI, MAINARDI M., DALLAVALLE E. (2002). Controllo dei nematodi galligeni su lattuga mediante vapore e sostanze a reazione esotermica: risultati di un biennio di sperimentazione. *Atti del Convegno "Vapor d'acqua e sostanze a reazione esotermica: una combinazione a ridotto impatto ambientale per la disinfezione e disinfestazione del terreno"*, 71-77, Forlì 30.10.2002.
- DE LUCA T.H., DE LUCA D.K. (1997) Composting for feedlot manure management and soil quality. *Journal of Production Agriculture* 10, 235-241.
- D'ERRICO F.P., CAPRIO E., RUSSO G., (2002). Efficacia fitoiatrica del vapore e di sostanze a reazione esotermica sui nematodi. Risultati preliminari. *Atti del convegno "vapor d'acqua e sostanze a reazione esotermica: una combinazione a ridotto impatto ambientale per la disinfezione e disinfestazione del terreno"*. Forlì, 30 ottobre 2002, 67-70.
- DESVAUX R., Le desherbage thermique: une alternative économique et écologique aux herbicides. *Bio-Actuel* (1987), 4, 7-19.
- DI CIOLO S., PERUZZI A. (1988) Proposal for data processing standardization for tillage field test. *Agricoltura Mediterranea* 3, 231-236.
- DI CIOLO S., PERUZZI A. (1995). Pirodiserbo: una tecnica per l'agricoltura biologica. *Mondo Macchina*, 5, 26-28.
- DI TOMASO J.M., (1995) Approaches for improving

- crop competitiveness through the manipulation of fertilization strategies. *Weed Science* 43, 491-497.
- DUKE S.O. (1986) Natural occurring chemical compounds as herbicides. *Review of Weed Science* Vol. 2 WSSA, Champaign IL. 17-44.
- DUKE O.S., DAYAN F.E., RIMANDO A.M., SCHRADER K.K., ALIOTTA G., OLIVA A., ROMAGNI G.J. (2002). Chemicals from nature for weed management. *Weed Science*, 50:138-151.
- ELLISON, C. A. and EVANS, H. C. (1995) Present status of the biological control programme for the graminaceous weed *Rottboelia cochinchinensis*, In: Delfosse, E. S., Scott P. R. (Eds), *Proceeding of the 8<sup>o</sup> International Symposium on Biological Control of Weeds*. DSIR/CSIRO, Melbourne, Australia, 493-500.
- ELLISON C. A. and EVANS H. C. (2001) Biocontrol of weeds using pathogens: Recent advances, *Proceedings of a Symposium on 'Biocontrol Based Pest Management for Quality Crop Protection in the Current Millennium'*, Punjab Agricultural University (PAU), Ludhiana, India 18–19 July (pp. 141–156).
- EVANS H. C. FROHLIC J. SHAMOUN S. F. (2001) Biological control of weeds. In *Pointing S. B. Hyde K. D. (Eds) Bioexploitation of Filameontus Fungi*. Fungal Research Series 6, 349-401.
- FANTONI E. (2005) Il paesaggio rurale nel Comune di San Giuliano Terme. *Relazione*.
- FRACCHIOLLA M., MONTEMURRO P. (2007). Sostanze di origine naturale ad azione erbicida. *Ital. Journ. of Agronomy*, 2, 463-476.
- FENNIMORE S. (2009). Organic – complicant weed management for horticultural crops. *Annual Meeting of the Society for Range Management and Weed Science Society of America* 7-11 February, 2010 Denver, Colorado.
- FERRARI C., BALDONI G., TEI F. (1987). Lo studio della vegetazione infestante le colture agrarie. *Atti VI Convegno Annuale SILM*, Milano 12.11.1987, 84-86.
- FERRERO A. (1989). Necessità del controllo delle erbe infestanti. *Atti del VII Convegno della S.I.L.M.: "Il diserbo delle colture agrarie: attualità e prospettive"*, Torino, 9-10 novembre, 9-83.
- FERRERO A., CASINI P. (2001) Mezzi di lotta non chimici. In: *Malerbologia* (coordinatori: Catizone P. & Zanin G.), 251-296. Patron Editore, Bologna.
- FOGELBERG, F. (1998) Physical weed control-intra-row brush weeding and photocontrol in carrots. *PhD Dissertation, Dept. of Agricultural Engineering*, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp.
- FOGELBERG F. & DOCK GUSTAVSSON A.M., (1998) Resistance against uprooting in carrots (*Daucus carota*) and annual weeds: a basis for selective mechanical weed control. *Weed Research* 38, 183-190.
- FOGELBERG F. (1999) Night-time soil cultivation and intra-row brush weeding for weed control in carrots (*Daucus carota* L.). *Biological Agriculture and Horticulture*, 17, 31-45.
- FOGLIANI G., BASAGLIA R., ROSSI V. (1981) Pirodiserbo. Possibilità e tecniche di applicazione. *Italia Agricola*, 3, 98-101.
- FOGLIANI G. (1987) Una "novità" (ma non troppo), in campo agricolo ed ecologico: il pirodiserbo. *L'Informatore Agrario*, 22, 5.
- FONTANELLI M., FRASCONI C., RAFFAELLI M., SORELLI F., PERUZZI A. (2009). Macchine, le tecnologie innovative al servizio delle colture biologiche. *Terra e vita* n35/2009, pp.42 – 48.
- FRONDONI U. (1994). Tecniche ed attrezzature per la gestione sostenibile delle erbe infestanti. *Atti dell'incontro tecnico: "Il controllo delle erbe infestanti con mezzi non chimici"*. Comunità Montana del Gemonese, Gemona del Friuli, 1 dicembre, 18-31.
- FRONDONI U. (2001). Il controllo delle erbe infestanti con mezzi non chimici. *Atti dell'Incontro Tecnico – Gemona Del Friuli*.
- GÀLI, PUSZTAIP, RADICS L. (2005) Non-chemical weed management in carrot. In: *Proceedings of 13<sup>th</sup> EWRS Symposium*, Bari 19-23 June 2005, 2 pp.
- GARCEA R., VECCHIO V. (1986) Pirodiserbo: mezzo di lotta contro le malerbe nelle colture agrarie. *L'Informatore Agrario*, 50, 83-89.
- GARCEA R. (1987) *Il pirodiserbo*. Demetra, 1, 22-27.
- GASPARETTO E. (1971) La pratica del pirodiserbo. *Rivista di Ingegneria Agraria*, 1, 35-43.
- GEIER B., VOGTMANN H., 1987. The multiple row brush hoe: a new tool for mechanical weed control. *IFOAM*, 1: 4-6.
- GELSOMINO A., MARTELLI G., OLIVA S., BOLIGNANO M. S., CACCO G., (2002) Effetto del vapore e di sostanze a reazione esotermica su alcune caratteristiche microbiche del terreno: risultati preliminari. *Atti del convegno "vapor d'acqua e sostanze a reazione esotermica: una combinazione a ridotto impatto ambientale per la disinfezione e disinfestazione del terreno"*. Forlì, 30 ottobre 2002, 89-94.
- GHESQUIERRE P. (1992), Desherbage mecanique et termique. CRABE, Asbl., Jodoigne (B).
- GOMEZ KA & GOMEZ AA (1984) *Statistical procedures for agricultural research*, 2nd edn, 467-471, J. Wiley & Sons, New York, USA.
- GRUNDY A.C., GREEN J.M., LENNARTSSON M. (1998) The effect of temperature on the viability of weed seeds in compost. *Compost Science and Utilization* 6, 26-33.
- GURUSIDAIAH S., GELAY D.G. (1994). Isolation and characterization of metabolites from *Pseudomas fluorescens-D7* for control of downy brome. *Weed Science*, 42:492-501.
- HASAN S. and WASPHERE A.J. (1973) The biology

- of Puccinia chomdrillina a potential biological control agent of skeleton weed. *Annual of Applied Biology*. 74, 325-332.
- HATCHER P.E., MELANDER B. (2003), Combining physical, cultural and biological methods: prospects for integrated non chemical weed management strategies. *Weed Research* 2003, 43, 303-322.
- HAYMES R., LEE HC (1999) Competition between autumn and spring planted grain intercrops of wheat (*Triticum aestivum*) and spring planted grain intercrops of wheat (*Vicia faba*). *Field Crops Research* 62, 167-176.
- HEISEY R.M., (1996) Identification of an allelopathic compound from *Ailanthus altissima* (Simaroubaceae) and characterization of its herbicidal activity. *American Journal of Botany*. 83(2):192-200
- HEJIL A. M. EINGHELLIG F. A. and RASMUSSEN J. A. (1993) Effects of juglone on growth, photosynthesis and respiration. *Journal of Chemical Ecology* 19, 559-568
- HENNEKE B. R. SEIER M. K. (1998). Combining the classical and the mycoherbicide approaches for *Phloeospora mimosapigrae* as biological control agent for *Mimosa pigra* in Australia. In: Abstracts of 4<sup>o</sup> International Bioherbicide Workshop. University of Strathclyde Glasgow UK.
- HOAGLAND R.E. (1990). Microbes and microbial products as herbicides: an overview. In: Proceedings "American Chemical Society Symposium", Dallas (Texas), April 9-14, 1989, 110-124.
- HOFFMANN M. (1984) Remarks on the stage of development and the future of flame weeding Proceedings of the international meeting "Flame cultivation for weed control", Namur, 20-22 Novembre 1984, 23-25.
- HOFFMANN M. (1985) Flame cultivation. KTBL-Schrift n. 243, 81 PP., Haager Weg 8, 8821, Weidenbach.
- HOUGLAND R. E., BOYETTE C.D., WEAVER M.A., ABBAS H.K. (2007). Bioherbicides: Research and Risk. *Journal of Toxicology Toxin Reviews*, Vol. 16, pp.1-30.
- HUFFAKER, C.B., (1959) Biological control of weeds with insects. *Annual Review of Entomology*. 4, 251-276.
- IKERD J.E. (1993). The need for a system approach to sustainable agriculture. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 46: 147-160.
- INEA (2001) Le produzioni ortofrutticole. *Annuario dell'agricoltura italiana 2001*. INEA, Roma, 413-442.
- IMAZUMI S. e FUJIMORI T. (1998) The bacterium *Xanthomonas Campestris* pv *poae* to control *Poa annua*. Abstract of 4<sup>o</sup> International Bioherbicides Workshop. University of Strathclyde Glasgow UK.
- ISMEA (2005) *L'evoluzione del mercato delle produzioni biologiche, l'andamento dell'offerta, le problematiche della filiera e le dinamiche della domanda*. Studi agricoltura biologica.
- ISMEA (2009) Consumi domestici di prodotti biologici nel primo semestre del 2009. <http://www.ismea.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/1371>.
- ISTAT (1962, 1972, 1981, 1992, 2000) Caratteristiche strutturali delle aziende agricole. Censimento generale dell'agricoltura.
- IVANY J.A. (2002). Physical methods for weed control in potatoes. In *Proceedings of 5<sup>th</sup> EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control*, Pisa, 11-13 March 2002, 129-136.
- JIMENEZ-OSORNIO J.J. & GLEISSMAN S.R., (1987) Allelopathic interference in a wild mustard (*Brassica campestris* L.) and broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) intercrop agro-ecosystem. In: *Allelochemicals, Role in Agriculture and Forestry* (ed. GR Waller), 262-274. *ACS Symposium Series*, Vol. 330. American Chemical Society, Washington DC, USA.
- KATAN J. (1987) Soil solarization. In: *Innovative approaches to plant disease control*, I Chet ed., John Wiley & Sons, New York.
- KEPNER R.A., BAINER R. & BARGER E.L., (1978) *Principles of Farm Machinery*. AVI Publishing Company, Inc., Westport, CT, USA.
- KILROMONOS J.N. (2002) Feedback with soil biota contributes to plant rarity and invasiveness in communities, *Nature* 417, 67-70.
- KOHLI R. K. BATISH D. R. and SINGH H. P. (2001) Allelopathic effects of some volatile substances from tomato plant. *Journal of crop production* volume 4, issue 2, 2001 313-321.
- KRESS W. 1989. La sarchiatrice a spazzole. *Demetra*, 14:39-41.
- KURSTJENS D.A.G., BLEEKER P. (2000) Optimising torsion weeders and finger weeders. In: *Proceedings 4<sup>th</sup> Workshop of the EWRS Working group on Physical and Cultural Weed Control*, Elspeet, Olanda, 30-32.
- KURSTJENS D.A.G., KROPFF M.J. (2001) The impact of uprooting and soil-covering on the effectiveness of weed harrowing. *Weed Research* 41, 211-228.
- KURSTJENS D.A.G., PERDOK U.D., GOENSE D. (2000) Selective uprooting by weed harrowing on sandy soils. *Weed Research* 40, 431-447.
- LALOR W. F., BUCHELE W. F. (1968) In flame weeding: what's new?. *Agricultural Engineering*, 49 (4), 234-235.
- LALOR W. F., BUCHELE W. F. (1969) Field experiments with an air-curtain flame weeder. *Agricultural Engineering*, 50 (6), 358-362.
- LAWSON H.M., TOPHAM P.B. (1985) Competition between annual weeds and vining peas grown at a range of population densities: effects on the weeds.

- Weed Research* 25, 221-229.
- LEMERLE D., VERBEEK B., COUSENS R.D., COOMBES N.E. (1996) The potential for selecting wheat varieties strongly competitive against weeds. *Weed Research* 36, 505-513.
- LIEBMAN, DAVIS A.S. (2000) Integration of soil, crop, and weed management in low-external-input farming systems. *Weed Research* 40, 27-47.
- LITTERICK A.M., REDPATH J., SEEL W., LEIFERT C. (1999) An evaluation of weed control strategies for large-scale organic potato production in the UK. In: *Proceedings 1999 Brighton Conference - Weeds*, Brighton, UK, 951-956.
- LIU D.L., CHRISTIANS N.E., (1994). Isolation and identification of root-inhibiting compounds from corn gluten hydrolysate. *J. Plant Growth Regulat.* 13, 227- 230.
- LIU D.L., CHRISTIANS N.E., (1997). Inhibitory activity of corn gluten hydrolysate on monocotyledonous and dicotyledonous species. *HortScience.* 32, 243-245.
- LIU D.L., CHRISTIANS N.E., GARBUTT J.T., (1994). Herbicidal activity of hydrolyzed corn gluten meal on three grass species under controlled environments. *J. Plant Growth Regulat.* 13, 221-226
- MATERAZZI A., IANDOLO R., TRIOLO E. & VANNACCI G. (1987). La solarizzazione del terreno. Un mezzo di lotta contro il "marciume del colletto" della lattuga. *L'Informatore Agrario* 43, 97-99.
- MAZZONCINI M., BARBERI P. (2002) La gestione della fertilità del terreno. *A.Z. Bio* 10, 58-64.
- MAZZONCINI M., RISALITI R., GINANNI M., MAINARDI M. (2002). Effetto del vapore e di sostanze a reazione esotermica sulle principali caratteristiche chimiche del terreno: risultati di un quadriennio di sperimentazione. *Atti del Convegno "Vapor d'acqua e sostanze a reazione esotermica: una combinazione a ridotto impatto ambientale per la disinfezione e disinfezione del terreno"*, 79-88, Forlì, 30.10.2002.
- MC FAYDEN R. E. C., (1998) Biological Control of weeds. *Annual Review of Entomology.* 43, 369-393
- MCDADE, M.C., (1999). Corn gluten meal and corn gluten hydrolysate for weed control MSc thesis, Iowa State University.
- MCDADE, M.C., CHRISTIANS, N.E., (2000). Corn gluten meal – a natural preemergence herbicide: Effect on vegetable seedling survival and weed cover. *American Journal of Alternative Agriculture* 4, 189-191
- MELANDER B. (1998) Anvedelse af falsk såbed, blindharvning og flammehandling i højtærskgrøder. In: *Proceedings of 1998 15<sup>th</sup> Danish Plant Protection Conference/Weeds*, Nyborg Denmark, 191-201.
- MELANDER B (2000) Mechanical weed control in transplanted sugar beet. In: *Proceedings 4<sup>th</sup> Workshop of the EWRS Working Group on Physical and Cultural Weed Control*, Elspeet, Olanda, 25.
- MELANDER B., RASMUSSEN K. (2000) Reducing intrarow weed numbers in row crops by means of a biennial cultivation system. *Weed Research* 40, 205-218.
- MELANDER B., RASMUSSEN K. (2001), Effects of cultural methods and physical weed control on intrarow weed numbers manual weeding and marketable yield in direct sown leek and bulb onion. *Weed Research* 41, 491-508.
- MOHLER C.L. (1996) Ecological bases for the cultural control of annual weeds. *Journal of Production Agriculture* 9, 468-474.
- MOHLER C.L. (2001) Mechanical management of weeds. In: *Ecological management of agricultural weeds* (ed. Liebman M, Mohler CL & Staver CP), 139-209. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- MOHLER C.L. (2001) Enhancing the competitive ability of crops. In: *Ecological management of agricultural weeds* (ed. Liebman M, Mohler CL & Staver CP), 269-321. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- MOONEN C., BARBERI P., RAFFAELLI M., MAINARDI M., PERUZZI A., MAZZONCINI M. (2002) – Soil steaming with an innovative machine – effects on the weed seedbank. 5<sup>th</sup> EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control, Pisa 11-13 March 2002, 230-236.
- MUGNOZZA G. T. (2001), La sostenibilità è una sfida globale. *Ricerca & futuro* n. 22 Dicembre 2001. Cultural Weed Control, Salem, Germany, 11-14 March, 41-52.
- MULLER C.H. (1969) Allelopathy as a factor in ecological process. *Vegetatio* 18, 348-357.
- MT PLEASANT J., SCHLATER K.J. (1994) Incidence of weed seed in cow (*Bos* spp.) manure and its importance as a weed source for cropland. *Weed Technology* 8, 304-310.
- NEDERPEL L. (1979). Soil sterilization and pasteurization. In: *Soil disinfection*, D. Mulder ed. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- NORRIS R.F., KOGAN M (2000) Interactions between weeds, arthropod pests, and their natural enemies in managed ecosystems. *Weed Science* 48, 94-158.
- PAOLINI R., PRÌNCIPI M., FROUD-WILLIAMS R.J., DEL PUGLIA S., BIANCARDI E. (1999) Competition between sugarbeet and *Sinapis arvensis* and *Chenopodium album*, as affected by timing of nitrogen fertilization. *Weed Research* 39, 425-440.
- PARISH S.(1989) Investigations into thermal techniques for weed control. *Proceedings XI CIGR Congress*, 89-5, 3, 2151.
- PARISH S. (1989) Weed control testing the effects of in-

- frared radiation. *The Agricultural Engineer*, 44 (2), 53.
- PARISH S. (1990) The flame treatment of weed seedlings under controlled conditions. *BCPC*, n. 45, *Organic and low input agriculture*, 193-196.
- PELLIZZI G. (1964) La pratica del pirodiserbo a mezzo del fuoco su colture erbacee seminate a file. *Macchine & Motori Agricoli*, 28 (4), 81-85.
- PELLIZZI G. (1986). Meccanica e Meccanizzazione Agricola. Edagricole, 211-215.
- PERUZZI A., SILVESTRI N., COLI A., GINI N. (1993). Winter cereals weeds control by means of weeding harrows: first experimental results. *Agricoltura Mediterranea*, 3, 236-242.
- PERUZZI A., SILVESTRI N., RISALITI R. (1994). Weed control in maize (*Zea mays L.*) continuous crop: a comparison among some strategies. *5<sup>th</sup> EWRS Mediterrean Symposium "Weed control in sustainable agriculture in the mediterranean area"*, Perugia, 6-9 giugno 1994, 129-136.
- PERUZZI A., BARBERI P., SILVESTRI N. (1995). La strigliatura del terreno. *M.&M.A.*, 5, 29-36.
- PERUZZI A., CECCATELLI M., SILVESTRI N., BARBERI P. (1995). Pirodiserbo, prospettive ed aspetti agronomici. *M.&M.A.*, 5, 11-17.
- PERUZZI A., DI CIOLO S., RAFFAELLI M. (1996). An experimental test bench for the study of flame weeding effects: first experimental results on rape plants (*Sinapis alba L.*). *Proceedings of the AgEng '96 Conference*, Madrid 23-26 September 1996, paper 96-A-122.
- PERUZZI A., SARTORI L. (1997) - *Guida alla scelta ed all'impiego delle attrezzature per la lavorazione del terreno*. 255 pp. Edagricole, Bologna.
- PERUZZI A., RAFFAELLI M., DI CIOLO S. (1997) - Effetti del pirodiserbo su piante di mais e girasole. *Atti VI Convegno Nazionale di Ingegneria Agraria*, Ancona, 10-12 Settembre 1997.
- PERUZZI A., DI CIOLO S., CECCATELLI M., MELCHIORRE L. (1997). Banco prova per lo studio in ambiente controllato degli effetti del pirodiserbo. Primo contributo. *Rivista di Ingegneria Agraria*, 3, 136-149.
- PERUZZI A., DI CIOLO S., CECCATELLI M., MELCHIORRE L. (1997). Banco prova per lo studio degli effetti del pirodiserbo: primi risultati sperimentali su senape (*Sinapis alba L.*) Secondo contributo. *Rivista di Ingegneria Agraria*, 4, 203-215.
- PERUZZI A., BARBERI P., GINANNI M., RAFFAELLI M., SILVESTRI N. (1997) - Prove sperimentali di controllo meccanico delle infestanti del frumento mediante erpice strigliatore. *Atti VI Convegno Nazionale di Ingegneria Agraria*, Ancona, 10-12 Settembre 1997.
- PERUZZI A., DI CIOLO S., RAFFAELLI M. (1998) - Effects of flaming on velvetleaf (*Abutilon theophrasti L.*) common amaranth (*Amaranthus retroflexus*) and cockspur grass (*Echinochloa crus-galli L.*) *Proceedings AgEng '98 International Conference on Agricultural Engineering*, Oslo 24/28 August, 1998, 603-604.
- PERUZZI A., DI CIOLO S., RAFFAELLI M. (1998) - Effects of flaming on soyabean plants. *Proceedings AgEng '98 International Conference on Agricultural Engineering*, Oslo 24/28 August, 1998, 605-606.
- PERUZZI A., RAFFAELLI M., DI CIOLO S. (1998) - Effetti del pirodiserbo su piante di mais e girasole. *Informatore Agrario*, 25, 53-58.
- PERUZZI A., BARBERI P., GINANNI M., NASORRI V., RAFFAELLI M., SILVESTRI N. (1998) - Controllo meccanico delle infestanti del frumento mediante erpice strigliatore su terreno lavorato e sodo. *Informatore Agrario*, 42, 83-89.
- PERUZZI A., RAFFAELLI M. (1999) - Experimental test of selective flame weeding for different spring summer crops in central Italy. *TRENDS IN AGRICULTURAL ENGINEERING - CZECH University of Agriculture - Prague - Technical Faculty*, 254-260.
- PERUZZI A., RAFFAELLI M. (2000) - Experimental test of selective flame weeding for different spring summer crops in central Italy. *Agricoltura Mediterranea*, Vol. 130, n. 2, 85-94.
- PERUZZI A., RAFFAELLI M., DI CIOLO S., MAZZONCINI M., GINANNI M., MAINARDI M., RISALITI R., TRIOLO E., STRINGARI S., CELLI A. (2000) - Messa a punto e valutazioni preliminari di un prototipo per la disinfezione del terreno per mezzo di vapore e di sostanze a reazione esotermica. *Rivista di Ingegneria Agraria*, 4, 236-252.
- PERUZZI A. (2001) - Le macchine per la disinfezione del terreno della ditta Celli: risultati di un biennio di sperimentazione. *Mondo Macchina*, 6, 34-44.
- PERUZZI A., RAFFAELLI M. (2001) - Controllare le infestanti senza i prodotti chimici. *Terra e Vita*, 6, 66-70.
- PERUZZI A., RAFFAELLI M. (2001) - Sarchiatura riscoperta di un'operazione ecologica. *Terra e Vita*, 12, 68-71.
- PERUZZI A., RAFFAELLI M. (2001) - Macchine per il controllo fisico delle infestanti: risultati di dieci anni di sperimentazione. *M.&M.A.*, 9, 45-58.
- PERUZZI A., RAFFAELLI M., DI CIOLO S. (2001) - Controllo meccanico delle infestanti nella coltura del girasole e della soia mediante erpice strigliatore: risultati di due anni di sperimentazione. *Convegno Nazionale A.I.I.A. Ingegneria Agraria per lo sviluppo dei paesi del mediterraneo*. Vieste (FG), 11-14 settembre.
- PERUZZI A., RAFFAELLI M., DI CIOLO S. (2001) - Sviluppo di una nuova macchina per il pirodiserbo: risultati di un biennio di sperimentazione su girasole. *Atti del Convegno Nazionale A.I.I.A. Ingegneria Agraria per lo sviluppo dei paesi del mediterraneo*. Vieste (FG), 11-14 settembre.

- PERUZZI A., et alii (2002) – Risanare il terreno producendo calore. *L'Informatore Agrario*, 44, 59 – 64.
- PERUZZI A., RAFFAELLI M. (2002) – Macchine innovative per la lotta delle malerbe. *AZBIO*, 3, 46 – 49.
- PERUZZI A., RAFFAELLI M. (2002) – Le attrezzature per il Pirodiserbo. *AZBIO*, 4, 24 – 27
- PERUZZI A., RAFFAELLI M., GINANNI M., MAINARDI M. (2002) – Development of innovative machines for soil disinfection by means of steam and substances in exothermic reaction. In: *Proceedings of 5<sup>th</sup> EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control*, Pisa 11-13 March 2002, 220-229.
- PERUZZI A., RAFFAELLI M., GINANNI M., MAINARDI M., DEL SARTO R., BORELLI M. (2002) – Messa a punto del sistema “bioflash” ed evoluzione delle macchine operatrici per la disinfezione e disinfestazione del terreno: risultati di un quadriennio di sperimentazione. *Atti Convegno “Vapor d’acqua e sostanze a reazione esotermica: una combinazione a ridotto impatto ambientale per la disinfezione e la disinfestazione del terreno*, Forlì 30 ottobre 2002.
- PERUZZI A., RAFFAELLI M., GINANNI M., MAINARDI M., DEL SARTO R., BORELLI M., CASACCIA D., RECINELLI E. (2002) – Risultati di un triennio di sperimentazione per il controllo fisico delle infestanti della carota dell’altopiano del Fucino prodotta con il metodo biologico. *Atti 2° Incontro Nazionale sulla carota*, Avezzano, 4 – 5 ottobre 2002.
- PERUZZI A. (2003) – Controllare le infestanti senza ricorrere alla chimica. *Il Divulgatore*, 10, 58 – 67.
- PERUZZI A., (2003) – Il sistema “bioflash” e le macchine operatrici per la disinfezione e disinfestazione del terreno con vapore e sostanze a reazione esotermica. *Atti del Convegno: “Patogeni, fitofagi e piante infestanti delle colture agrarie: le prospettive senza il bromuro di metile”*. Capri, 15 – 17 ottobre.
- PERUZZI A., RAFFAELLI M., GINANNI M., BORELLI M (2003) - Physical weed control in organic carrot in the Fucino Valley (Italy). In: *Proceedings of 7<sup>th</sup> EWRS Mediterranean Symposium*, Adana (Turkey) 6-9 May 2003, 37-38.
- PERUZZI A., RAFFAELLI M., GINANNI M., MAINARDI M., TONIOLO S., MARCHI C. (2003) Le macchine per la disinfezione e disinfestazione termica del terreno. *L'Informatore Agrario*, 46, 51 – 56.
- PERUZZI A., GINANNI M., RAFFAELLI M., DI CIOLO S., DEL SARTO R., BORELLI M., PANNOCCIA A., GRONCHI P. (2003) Il controllo delle infestanti su spinacio in coltivazione biologica. *L'Informatore Agrario*, 32, 40 – 44.
- PERUZZI A., RAFFAELLI M., GINANNI M., MAINARDI M., DEL SARTO R., BORELLI M., CASACCIA D., RECINELLI E. (2003) Il controllo fisico funziona. *Terra e Vita “Speciale Carota”*, 4 suppl., 6 – 12.
- PERUZZI A., RAFFAELLI M., GINANNI M. (2004) – Vapore e esotermia: il sistema Bioflash. *Terra e Vita*, 48, 52 – 56.
- PERUZZI A., GINANNI M., RAFFAELLI M., BORELLI M. (2004) Physical weed control in organic spinach production. *6<sup>th</sup> EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control*, Lillehammer, Norway, 8 – 10 March, 171 – 179.
- PERUZZI A., RAFFAELLI M., GINANNI M., BORELLI M. (2004) Physical weed control in organic carrot production. In: *Proceedings of 6<sup>th</sup> EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control*, Lillehammer, Norway, 8 – 10 March, 24 – 38.
- PERUZZI A., GINANNI M., DI CIOLO S., RAFFAELLI M., FONTANELLI M. (2004) Controllo fisico delle infestanti su carota biologica nell’Altopiano del Fucino: risultati di una sperimentazione quadriennale. *Atti 2° Convegno nazionale sulla difesa delle colture in agricoltura biologica*, Cesena, 23-24 Novembre, 124-136.
- PERUZZI A., BORELLI M., MAZZONCINI M., RAFFAELLI M., GINANNI M., BARBERI P. (2004) Weed seeds control by steam and substances in exothermic reaction. In: *Proceedings of 6<sup>th</sup> EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control*, Lillehammer, Norway, 8 – 10 March, 128 – 138.
- PERUZZI A., GINANNI M., DI CIOLO S., RAFFAELLI M., FONTANELLI M., FANTONI E. (2004) Definizione di strategie per il controllo fisico delle infestanti su spinacio “bio” prodotto nella Valle del Serchio. *Atti 2° Convegno nazionale sulla difesa delle colture in agricoltura biologica*, Cesena, 23-24 Novembre, 137-150.
- PERUZZI A., GINANNI M., RAFFAELLI M., DI CIOLO S. (2005) The rolling harrow: a new implement for physical pre and post emergence weed control. In: *Proceedings of 13<sup>th</sup> EWRS Symposium*, Bari 19-23 June , 2 pp.
- PERUZZI A., RAFFAELLI M., GINANNI M., DI CIOLO S. (2005) Una macchina innovativa per la disinfezione del terreno a basso impatto ambientale. *Atti del VIII Congresso Nazionale AIIA – L'Ingegneria agraria per lo sviluppo sostenibile dell'area mediterranea*, Catania 27 – 30 giugno, lavoro 3019 pp 12.
- PERUZZI A., GINANNI M., RAFFAELLI M., FONTANELLI M. (2005) Physical weed control in organic carrots in the Fucino Valley (Italy). In: *Proceedings of 13<sup>th</sup> EWRS Symposium*, Bari 19-23 June, 2 pp.
- PERUZZI A., GINANNI M., RAFFAELLI M., FONTANELLI M. (2005) Physical weed control in organic spinach in the Serchio Valley (Italy). In: *Proceedings of 13<sup>th</sup> EWRS Symposium*, Bari 19-23 June, 2 pp.

- PERUZZI A., RAFFAELLI M., GINANNI M., DI CIOLO S., FONTANELLI M. (2005) L'erpice a dischi attivi: una nuova operatrice per il controllo fisico delle infestanti. *Atti del VIII Congresso Nazionale AIIA – L'Ingegneria agraria per lo sviluppo sostenibile dell'area mediterranea*, Catania 27 – 30 giugno, lavoro 3017 pp 12.
- PERUZZI A., RAFFAELLI M., GINANNI M., DI CIOLO S., FONTANELLI M. (2005) Strategie e macchine per il controllo fisico delle infestanti su spinacio biologico. *Atti del VIII Congresso Nazionale AIIA – L'Ingegneria agraria per lo sviluppo sostenibile dell'area mediterranea*, Catania 27 – 30 giugno, lavoro 3021 pp 12.
- PERUZZI A., RAFFAELLI M., GINANNI M., DI CIOLO S., FONTANELLI M. (2005) Strategie e macchine per il controllo fisico delle infestanti su carota biologica. *Atti del VIII Congresso Nazionale AIIA – L'Ingegneria agraria per lo sviluppo sostenibile dell'area mediterranea*, Catania 27 – 30 giugno, lavoro 3022 pp 12.
- PERUZZI A., BORELLI M., MAZZONCINI M., RAFFAELLI M., GINANNI M., BARBERI P. (2005) Weed control by steam and compounds causing an exothermic reaction. In: *Proceedings of 13<sup>th</sup> EWRS Symposium*, Bari 19-23 June, 2 pp.
- PERUZZI A., GINANNI M., FONTANELLI M., RAFFAELLI M., DEL SARTO R., PANNOCCHIA A., GRONCHI P., FANTONI E. (2005) – La sarchiatura di precisione fa bene allo spinacio bio. *AZBIO*, 3, 22-26.a
- PERUZZI A., GINANNI M., FONTANELLI M., RAFFAELLI M., DEL SARTO R., TONIOLO S., CASACCIA D., RECINELLI E. (2005) – Il controllo fisico delle infestanti su carota "bio". *AZBIO*, 4/5, 30-35.
- PERUZZI A., GINANNI M., MAZZONCINI M., RAFFAELLI M., FONTANELLI M., DI CIOLO S., FANTONI E., COSTA I., DI COLO M., BOSCHETTI I. (2006). Il controllo fisico delle infestanti su spinacio in coltivazione biologica ed integrata nella bassa Valle del Serchio. Editoriale Pisana.
- PERUZZI A., GINANNI M., FONTANELLI M., RAFFAELLI M., BARBERI P. (2007). Innovative strategies for on-farm weed management in organic carrot. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 22: 246-259.
- PERUZZI A. 2008. Macchine per il biologico in prova alla Marani. *Macchine & Motori Agricoli*, 9:12-17.
- PETERSEN J. (2005) Inter-and intra-species competition for applied nitrogen. In: *Proceedings of 13<sup>th</sup> EWRS Symposium*, Bari, 19-23 June, 2 pp.
- PHILIPSEN P. J. J. (1970) Heat treatment of growing crops. *Power Farming*, 44 (4), 8-9. Piano Strutturale Comunale adottato con delibera consiliare n. ° 63 del 9/12/2005
- POLLARD, J., KIRK, S.F.L., CADE, J.E., (2002). Factors affecting food choice in relation to fruit and vegetable intake: a review. *Nutrition Research Reviews* 15, 373-387.
- PUTNAM A. R. and DUKE W. O. (1974) Biological suppression of weeds: Evidence for allelopathy in accession of cucumber. *Science* 185, 370-372
- PUTNAM A. R. and DUKE W.O. (1978) Allelopathy in agroecosystems. *Annual Reviews of Phytopathology* 16, 431-451.
- PUTNAM A. R. (1986) Can it be managed to benefit horticulture? *HortScience* 21, 411-413
- PUTNAM A. R. and WESTON L. A. (1986) Adverse impact of allelopathy in agricultural systems. In *The Science of Allelopathy*, eds A. R. Putnam and C. S. Tang, John Wiley and Sons, New York, pp 43-56.
- PUTNAM A.R. (1988) Allelochemicals from plants as herbicides. *Weed Technology* 2, 510-518.
- QASEM J. R. and FOY C. L. (2001) Weed allelopathy, its ecological impacts and future prospects: a review. In *Allelopathy in Agroecosystems* eds. R. K. Kohli; H. P. Singh and D. R. Batish. Haworth Press, New York pp 43-119.
- RADHAKRISHNAN, J., TEASDALE, J.R., COFFMAN, C.B., (2003). Agricultural applications of vinegar. *Proceedings of the Northeastern Weed Science Society*, 57: 63-64.
- RADEMACHER B. 1962. Mechanische Unkrautbekämpfung in Getreide. *Landtechnik*, 7-194.
- RADICS, L., GÁL I., PUSZTAI P. (2002) Different combinations of weed management methods in organic carrot. *5<sup>th</sup> EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control*, Pisa 11-13 March 2002, 137-146.
- RAFFAELLI M., PERUZZI A. (1998) - Controllo delle infestanti, le attrezzature "ecologiche". *Terra e Vita*, 4, 32-38.
- RAFFAELLI M., PERUZZI A. (2002) – Sviluppo di una nuova macchina per il pirodiserbo: risultati di un biennio di sperimentazione su girasole. *Rivista di Ingegneria Agraria*, 2, 39-46.
- RAFFAELLI M., BARBERI P., PERUZZI A., GINANNI M. (2002) – Options for mechanical weed control in string bean – effects on weeds. In: *Proceedings of 5<sup>th</sup> EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control*, Pisa 11-13 March 2002, 159-163.
- RAFFAELLI M., BARBERI P., PERUZZI A., GINANNI M. (2002) – Options for mechanical weed control in string bean – work parameters and crop yield. In: *Proceedings of 5<sup>th</sup> EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control*, Pisa 11-13 March

- 2002, 119-124.
- RAFFAELLI M., BARBERI P., PERUZZI A., GINANNI M. (2002) – Options for mechanical weed control in grain maize – effects on weeds. In: *Proceedings of 5<sup>th</sup> EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control*, Pisa 11-13 March 2002, 147-152.
- RAFFAELLI M., BARBERI P., PERUZZI A., GINANNI M. (2002) – Options for mechanical weed control in grain maize – work parameters and crop yield. In: *Proceedings of 5<sup>th</sup> EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control*, Pisa 11-13 March 2002, 153-158.
- RAFFAELLI M., PERUZZI A., GINANNI M., DI CIULO S. (2002) – Mechanical weed control in sunflower and soybean crops using spring-tine harrow: results of two-year trials. *Agricoltura Mediterranea*, 132, 112-121.
- RAFFAELLI M., PERUZZI A., DEL SARTO R., MAINARDI M., PULGA L., PANNOCCHIA A. (2002) – Effetto del vapore e di sostanze a reazione esotermica sul riscaldamento del terreno: risultati di un quadriennio di sperimentazione. *Atti Convegno "Vapor d'acqua e sostanze a reazione esotermica: una combinazione a ridotto impatto ambientale per la disinfezione e la disinfestazione del terreno"*, Forlì 30 ottobre 2002.
- RAFFAELLI M., BARBERI P., PERUZZI A., GINANNI M. (2004) – Options for mechanical weed control in string bean. *Agricoltura Mediterranea*, Vol. 134, 2, 92 – 100.
- RAFFAELLI M., FILIPPI F., PERUZZI A., GRAIFENBERG A. (2004) – Flaming for intra-row weed control in Globe Artichoke. In: *Proceedings of 6<sup>th</sup> EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control*, Lillehammer, Norway, 8 – 10 March 2004, 139 – 142.
- RAFFAELLI M., BARBERI P., PERUZZI A., GINANNI M. (2005) – Mechanical weed control in maize: evaluation of weed harrowing and hoeing systems. *Agricoltura Mediterranea*, Vol. 135, 1, 33-43.
- RAHKONEN J & VANHALA P (1993) Response of a mixed weed stand to flaming and use of temperature measurements in predicting weed control efficiency. In: *Communication of the 4th International Conference IFOAM, Non chemical weed control*. Dijon, France. 167-171.
- RASMUSSEN J. (1991) Optimizing the intensity of harrowing for mechanical weed control in winter wheat. In: *Proceedings Brighton Crop Protection Conference – Weed*, Brighton, UK, 177-184.
- RASMUSSEN J. (1992). Testing harrows for mechanical control of annual weeds in agricultural crops. *Weed Research*, 32, 267-274.
- RASMUSSEN K., RASMUSSEN J (2000) Barley seed vigour and mechanical weed control. *Weed Research* 40, 219-230.
- RASMUSSEN K. (2002) Weed control by a rolling cultivator in potatoes. 5<sup>th</sup> EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control, Pisa, 11-13 March 2002, 111-118.
- RASMUSSEN I.A. (2004) The effect of sowing date, stale seedbed, row width and mechanical weed control on weeds and yields of organic winter wheat. *Weed Research* 44, 12-20.
- RASO E., BASTANZIO L., VAZZANA C. (1997) Gestione delle infestanti del frumento tenero con erpice strigliatore. *L'Informatore Agrario* 31, 27-31.
- REEDER R. H. ELLISON C. A. and THOMAS M. A. (1999) Population dynamics aspects of the interaction between the weed *Rottboellia cochinchinensis* (itch grass) and the potential biological control agent *Sporisorium ophiuri* (head smut). In Moran V.C. Hoffman J. H. (Eds), proceedings of the 9<sup>o</sup> International Symposium on Biological Control of Weeds. University of Cape Town, South Africa, 205-211.
- REGOLAMENTO UE 2092/91 (1991). Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee del 22.07.1991, 1-15.
- REGOLAMENTO UE 730/99 (1999), Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee, L93, 14-19.
- RIBAUDO F. (1996). Costo di esercizio delle macchine agricole, *Macchine & Motori Agricoli* 3, I-XI.
- RICE E. L. (1984) Allelopathy, Academic Press, Orlando FL. 422 pp
- RIFAI N. M., TERRY G. E., GOODYEAR N. S., SAMPSON G. M., Flame and mechanical cultivation for weed control. (1994) *Proceedings of the XII CGIR World Congress and AgEng '94 Conference*, Milano 29 August-1 September 1994.
- ROSSI A., GUIDI F. e INNOCENTI S., "Guida per l'attivazione di forme collettive di vendita diretta", Manuale ARSIA (2008).
- SARTORATO I., ZUIN M.C., ZANIN G. (2001) I refluvi zootecnici come veicolo d'infestazione dei campi coltivati. *L'informatore Agrario* 7, 31-36.
- SARTORI L. (1998). Capitolo V: calcolo del costo di esercizio delle macchine. In: *Dispense di Meccanizzazione Agricola*. Ed. Università degli Studi di Padova.
- SATTIN M., TEI F. (2001) Malerbe componente dannosa degli agroecosistemi. In: *Malerbologia* (coordinatori: Catizone P. & Zanin G.), 171-245. Patron Editore, Bologna.
- SCHEFFER R.P. (1983). Toxins as chemical determinants of plant diseases. In: *Toxins and plant pathogenesis*, J.M. Daly and B.J. Deverall (eds.). Academic Press, NY, 1-40.
- SCHMID O., STEINER N. (1989). *Il controllo meccanico delle infestanti del grano*. Demetra, 3, 14, 35-39.
- SCHMID O., STRASSER F., GILOMEN R., MEILI E., WOLLESEN J. (1991) *Agricoltura Biologica*. Calderini Edagricole, Bologna.

- SENZA A., FOCKER F., MARCHESINI L. E MON-  
TERMINI A. (1991). Agricoltura ecologica e meccanizzazione. *L'Informatore Agrario*, 4, 41-69.
- SINGH H. P., BATISH D. R. and KOHLI R. K. (2001) Allelopathy in agroecosystem: an overview. In Allelopathy in Agroecosystem eds. R. K. Kohli H. P. Singh and D. R. Batish. The Hartworth Press, New York. pp 1-41.
- SØGAARD H.T. (1996). Automatic control of finger weeder with respect to the harrowing intensity at varying soil structures. In: *Proceedings of AgEng Conference*, Madrid 23-26 September 1996, paper 96A-088.
- STEVENSON F.C., LÉGÈRE A., SIMARD R.R., ANGERS D.A., PAGEAU D., LAFOND J. (1998) Manure, tillage, and crop rotation: effects on residual weed interference in spring barley cropping systems. *Agronomy Journal* 90, 496-504.
- STRINGARI S., TRIOLO E. (2002). Vapor d'acqua e reazioni esotermiche per il contenimento dei patogeni tellurici: esperienze su *Sclerotinia minor* Jagger e *Rhizoctonia Solani* Kuhn. *Atti del convegno "vapor d'acqua e sostanze a reazione esotermica: una combinazione a ridotto impatto ambientale per la disinfezione e disinfezione del terreno"*. Forlì, 30 ottobre 2002, 61-66.
- SUGAWARA F., STROBEL G., FISHER L.E., VAN DUYN G.D., CLARDY J. (1985). Bipolaroxin, a selective phytotoxin produced by *Bipolaris cynodontis*. *Proceedings National Academy of Science USA*, 8291-8294.
- SURACI D. (1987). Metodi non chimici contro le erbe infestanti. *L'Informatore Agrario*, 22, 87-92.
- SWANTON C.J., WEISE S.F. (1991). Integrated weed management: the rationale and approach. *Weed Technology*, 5: 657-663.
- TAMIETTI G., VALENTINO D. (2000). Effectiveness of soil solarization against soil-borne plant pathogens and weeds in piedmont (northern Italy). *Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Symposium on Chemical and Non-Chemical Soil and Substrate Disinfection*. *Acta Horticulturae Number 532-ISHS*. Torino, Italy 11-15 September 2000.
- TEI F., STAGNARI F., GRANIER A. (2002). Preliminary results on physical weed control in processing spinach. In *Proceedings 5<sup>th</sup> EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control*, Pisa, 11-13 Marzo 2002, 164-171.
- TEMPLETON G. E., TEBEEST D.O., SMITH R.J. (1979). Biological control with Mycoherbicides. *Annual Review of Phytopathology* 17, 301-310.
- TERPSTRA R. & KOUWENTTOVEN J.W. 1981. Inter-row and intra-row weed control with a hoeridge. *Journal of Agricultural Engineering*, 26:127-134.
- TRIOLO E., MATERAZZI A., VANNACCI G. (1991) Risultati di un decennio di ricerche in Italia. La solarizzazione: un terzo metodo di sterilizzazione parziale del terreno, *Terra e sole*, 46/91, 22-28.
- TRIOLO E., D'ERRICO F.P. (2002) Il vapor d'acqua: un secolo di esperienza per un sistema fitoiatrico attuale, *Atti del convegno "vapor d'acqua e sostanze a reazione esotermica: una combinazione a ridotto impatto ambientale per la disinfezione e disinfezione del terreno"*. Forlì, 30 ottobre 2002, 11-17.
- TURNER R.J., DAVIES G., MOORE H., GROUNDY A.C., MEAD A.(2007). Organic weed management: a review of current UK farmers perspective. *Crop Protection*, 26: 377-382.83
- ULLOA S. M., DATTA A., KNEZEVIC S.Z., BRUNING C., GOGOS G., MALIDZA G., LESKOVSEK R. (2010). Field corn tolerance to broadcast flaming. In: *Proceeding of the Joint Annual meeting of the Society for Range Management and Weed Science Society of America*. Denver, Colorado 7-11 February, 2010
- VAN DER WEIDE R.Y., BLEEKER P.O., LOTZ L.A.P. (2002). Simple innovations to improve the effect of the false seedbed technique. In: *Proceedings of the 5<sup>th</sup> EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control*, Pisa 11-13 March 2002, 3-4.
- VAN DER WEIDE R. Y., BLEEKER P. O., ACHTEN V. T. J. M., LOTZ L. A. P., FOGELBERG F. & MELANDER B. (2008) Innovation in mechanical weed control in crop rows. *Weed Research* 48, 215-224.
- VAN DER WEIDE R.Y., BLEEKER P.O., MOLEMA G. J., LOTZ L.A.P., FOGELBERG F. & MELANDER B. 2005. Innovation in mechanical weed control in crop rows. 13th EWRS Symposium Bari (Italia) 19/23.
- VANHALA P., KURSTJENS D., ASCARD J., BERTRAM A., CLOUTIER D.C., MEAD A., RAFFAELLI M., RASMUSSEN J. (2004). Guidelines for physical weed control research: flame weeding, weed harrowing and intra-row cultivation. 6th EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control Lillehammer, Norway, 8-10 March [http://orgprints.org/2445/1/Guidelines.pdf]. Consultato il 15/09/2009.
- VANNUCCI D., CANNATA F., CAPELLI V. (1989) *Possibilità e limiti di applicazione del pirodiserbo su colture ortive*. Annali ISMA, Roma, vol. XVI.
- VECCHIO V., CASINI P., GARCEA R., CONTI D. (1989) Pirodiserbo: tecnica di lotta alternativa alle infestanti in coltura di soia (*Glycine max. L.*). *Rivista di Agronomia*, 23 (6), 453-459.
- VERNON G. (1985) Recent development in flame cultivation in the U. K. In: *Proceedings of the Symposium on the LPG situation in the EC region 1985-2000*. Madrid, U. N. Ec. Comm. for Europe.
- VESTER J. (1984) New Experience with flame cultivation for weed control. In: *Proceedings of the International Meeting "Flame cultivation for weed control"*, Namur (B), 20-22 Novembre 1984, 10-20.

- VESTER J.(1986) Flame cultivation for weed control - 2 years' results. *In: Proceedings of a meeting of the EC Experts' Group/ Stuttgart: Weed Control in Vegetable Production*, 153-167.
- VIGGIANI P., ANGELINI R. (2002) *Dicotiledoni spontanee e infestanti*. Bayer – Edagricole.
- VIGGIANI P., ANGELINI R. (2002) *Erbe spontanee e infestanti: tecniche di riconoscimento*. Bayer – Edagricole.
- VIGGIANI P., TABACCHI, M., ANGELINI R. (2003) *Vegetazione spontanea di risaie e canali*. Bayer – Edizioni l'Informatore Agrario.
- [www.allergiaturku.com](http://www.allergiaturku.com).
- [www.archegr.unisi.it/repetti/](http://www.archegr.unisi.it/repetti/), *dizionario geografico, fisico e storico della toscana* di E. Repetti, edizione elettronica a cura di Università degli Studi di Siena, Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti.
- [www.arsia.toscana.it/agriqualita](http://www.arsia.toscana.it/agriqualita).
- [www.betaitalia.it](http://www.betaitalia.it).
- [www.fao.org](http://www.fao.org).
- [www.ismea.it](http://www.ismea.it).
- [www.istat.it](http://www.istat.it).
- [www.nobili.com](http://www.nobili.com)
- [www.wildflower2.org](http://www.wildflower2.org).
- WEBBER III, C.L., SHREFLER, J.W., (2006). Vinegar as a burn-down herbicide: Acetic acid concentrations, application volumes, and adjuvants. 2005 Vegetable Weed Control Studies, Oklahoma State University, Division of Agricultural Sciences and Natural Resources, Department of Horticulture and Landscape Architecture. Stillwater, OK. MP-162, 29-30
- WESTON L. A. (1996) Utilization of allelopathy for weed management in agroecosystem. *Agronomy Journal* 88, 860-866.
- WILSON C.L. (1969) use of plant pathogen in weed control. *Annual Review of Phytopathology* 7, 422-434
- YENISH J.P., WORSHAM A.D., CHILTON W.S. (1995) Disappearance of DIBOA-glucoside, DIBOA, and BOA from rye (*Secale cereale* L.) cover crop residue. *Weed Science* 43, 18-20.
- ZANIN G., BERTI A. (1989). Per una sempre migliore razionalizzazione degli interventi chimici. *Atti del VII Convegno della S.I.L.M.: "Il diserbo delle colture agrarie: attualità e prospettive"*, Torino, 9-10 novembre, 119-145.
- ZANIN G., SARTORATO I. (2001), La lotta alle malerbe attraverso un approccio sostenibile. *Ricerca & futuro* n. 22 Dicembre 2001.

## Appendice: guida pratica al corretto utilizzo delle macchine e degli utensili

Le presenti schede sono delle linee guida che gli agricoltori possono usare come esempio.

Le strategie per la gestione delle infestanti possono, infatti, variare in base alle condizioni ambientali, alla natura del terreno, all'andamento climatico, allo sviluppo ed alla tipologia delle infestanti.



# Spinacio

Settimane

da -3 a -2

## falsa semina

da -1 a 0

Semina

Emergenza

circa 1

da 2 a 6

Fino alla raccolta

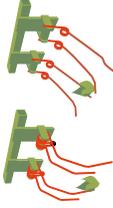
EDA a tutta superficie



Strigliatore



Posizione dei denti vibranti e dei torsion weeder rispetto alla coltivazione: più l'elemento elastico lavora vicino alla fila maggiore sarà l'efficacia del trattamento e la possibilità di danno alla coltura.



Regolazione della pressione sul terreno dei denti vibranti e dei torsion weeder: una pressione più elevata comporta una maggiore aggressività del trattamento ed una maggiore possibilità di danno alla coltura.

La sarciatrice, dotata di sistema di guida, può essere equipaggiata con i seguenti utensili:

- utensili a lama piatta e/o a zampa d'oca** ⇒ lavorazione nell'interfila
- dischi laterali** ⇒ protezione della coltura
- denti vibranti o torsion weeder** ⇒ lavorazione sulla fila (max Ø di 5 - 6 mm)

Pirodiserbo



EDA conformato a sarciatrice



Sarciatrice di precisione



**Dimensioni dei denti elastici:**  
Ø di 6 mm ⇒ azione sul terreno lieve  
Ø di 7/9 mm ⇒ azione sul terreno energica  
Possibilità di impiego di regolazioni aggressive.

È fortemente consigliato un sistema di guida e l'implementazione con denti vibranti o torsion weeder Ø di 5 - 6 mm.

In presenza di infestanti, con regolazione dipendente dal tipo e dall'entità di infestazione. Il trattamento di pre-emergenza della coltura è fondamentale per un controllo efficace delle infestanti.

Scerbatura manuale



# interventi!

# Carota

Settimane

da -3 a -2

da -1 a 0

da 1 a 2

da 2 a 6

Fino alla raccolta

Emergenza

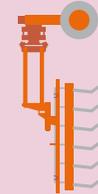
Semina

## falsa semina

EDA a tutta superficie



Strigliatore



Posizione dei denti vibranti e dei torsion weeder rispetto alla coltivazione: più l'elemento elastico lavora vicino alla fila maggiore sarà l'efficacia del trattamento e la possibilità di danno alla coltura.



Regolazione della pressione sul terreno dei denti vibranti e dei torsion weeder: una pressione più elevata comporta una maggiore aggressività del trattamento ed una maggiore possibilità di danno alla coltura.

La sarchiatrice, dotata di sistema di guida, può essere equipaggiata con i seguenti utensili:

- utensili a lama piatta e/o a zampa d'oca  $\Rightarrow$  lavorazione nell'interfila
- dischi laterali  $\Rightarrow$  protezione della coltura
- denti vibranti o torsion weeder  $\Rightarrow$  lavorazione sulla fila (max  $\varnothing$  di 5 - 6 mm)

Pirodiserbo



**Dimensioni dei denti elastici:**

- $\varnothing$  di 6 mm  $\Rightarrow$  azione sul terreno lieve
  - $\varnothing$  di 7/9 mm  $\Rightarrow$  azione sul terreno energica
- Possibilità di impiego di regolazioni aggressive.

È fortemente consigliato un sistema di guida e l'implementazione con denti vibranti o torsion weeder  $\varnothing$  di 5 - 6 mm.

In presenza di infestanti, con regolazione dipendente dal tipo e dall'entità di infestazione, il trattamento di pre-emergenza della coltura è fondamentale per un controllo efficace delle infestanti.

EDA conformato a sarchiatrice



Sarchiatrice di precisione



Scerbatura manuale



# Pomodoro da industria

con o senza manichetta

Settimane

da -3 a -2

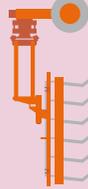
# falsa semina

da -1 a 0

EDA a tutta superficie



Strigliatore



Pirodiserbo



**Dimensioni dei denti elastici:**

Ø di 6 mm ⇒ azione sul terreno lieve

Ø di 7,9 mm ⇒ azione sul terreno energica

Possibilità di impiego di regolazioni aggressive.

In presenza di infestanti, con regolazione dipendente dal tipo e dall'entità di infestazione

Trapianto

da 1 a 10

fino alla raccolta

Posizione dei denti vibranti e dei torsion weeder rispetto alla coltivazione: più l'elemento elastico lavora vicino alla fila maggiore sarà l'efficacia del trattamento e la possibilità di danno alla coltura.



Regolazione della pressione sul terreno dei denti vibranti e dei torsion weeder: una pressione più elevata comporta una maggiore aggressività del trattamento ed una maggiore possibilità di danno alla coltura.

La sarciatrice, dotata di sistema di guida, può essere equipaggiata con i seguenti utensili:

**utensili a lama piatta e/o a zampa d'oca** ⇒ lavorazione nell'interfila

**dischi laterali** ⇒ protezione della coltura

**denti vibranti o torsion weeder** ⇒ lavorazione sulla fila (max Ø di 6 - 9 mm)

Sarciatrice di precisione



Scerbatura manuale



# !interventi!

Pomodoro da mensa a terra

Settimane

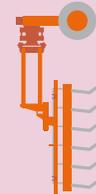
da -3 a -2

# falsa semina

EDA a tutta superficie



Strigliatore



**Dimensioni dei denti elastici:**

Ø di 6 mm ⇒ azione sul terreno lieve  
Ø di 7/9 mm ⇒ azione sul terreno energica  
Possibilità di impiego di regolazioni aggressive.

Pirodiserbo



In presenza di infestanti, con regolazione dipendente dal tipo e dall'entità di infestazione

È fortemente consigliato un sistema di guida e l'implementazione con denti vibranti o torsion weeder Ø di 5 - 6 mm.

EDA conformato a sarchiatrice



Sarchiatrice di precisione



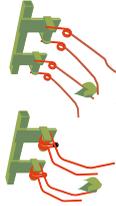
Trapianto

da 1 a 6

da 7 a 10

Fino alla raccolta

Posizione dei denti vibranti e dei torsion weeder rispetto alla coltivazione: più l'elemento elastico lavora vicino alla fila maggiore sarà l'efficacia del trattamento e la possibilità di danno alla coltura.



Regolazione della pressione sul terreno dei denti vibranti e dei torsion weeder: una pressione più elevata comporta una maggiore aggressività del trattamento ed una maggiore possibilità di danno alla coltura.

La sarchiatrice, dotata di sistema di guida, può essere equipaggiata con i seguenti utensili:

**utensili a lama, piastra e/o a zampa d'oca** ⇒ lavorazione nell'interfila  
**dischi laterali** ⇒ protezione della coltura  
**denti vibranti o torsion weeder** ⇒ lavorazione sulla fila (max Ø di 6 - 9 mm)

Scerbatatura manuale



# !interventi!

# Radicchio

Settimane

da -3 a -2

da -1 a 0

Trapianto

da 1 a 2

da 3 a 6

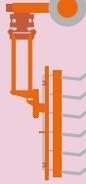
Fino alla raccolta

## falsa semina

EDA a tutta superficie



Strigliatore



**Dimensioni dei denti elastici:**  
Ø di 6 mm ⇒ azione sul terreno lieve  
Ø di 7/9 mm ⇒ azione sul terreno energica  
Possibilità di impiego di regolazioni aggressive.

Pirodiserbo



In presenza di infestanti, con regolazione dipendente dal tipo e dall'entità di infestazione.

È fortemente consigliato un sistema di guida e l'implementazione con denti vibranti o torsion weeder Ø di 5 - 6 mm.

Posizione dei denti vibranti e dei torsion weeder rispetto alla coltivazione: più l'elemento elastico lavora vicino alla fila, maggiore sarà l'efficacia del trattamento e la possibilità di danno alla coltura.



Regolazione della pressione sul terreno dei denti vibranti e dei torsion weeder: una pressione più elevata comporta una maggiore aggressività del trattamento ed una maggiore possibilità di danno alla coltura.

La sarchiatrice, dotata di sistema di guida, può essere equipaggiata con i seguenti utensili:

- utensili a lama piatta e/o a zampa d'oca** ⇒ lavorazione nell'interfila
- dischi laterali** ⇒ protezione della coltura
- denti vibranti o torsion weeder** ⇒ lavorazione sulla fila (max Ø di 5 - 6 mm)

EDA conformato a sarchiatrice



Sarchiatrice di precisione



Scerbatura manuale



Zappature manuali



# Cavolo

Settimane

da -3 a -2

da -1 a 0

## falsa semina

EDA a tutta superficie



Strigliatore



### Dimensioni dei denti elastici:

Ø di 6 mm ⇒ azione sul terreno lieve  
Ø di 7/9 mm ⇒ azione sul terreno energica  
Possibilità di impiego di regolazioni aggressive.

Pirodiserbo



In presenza di infestanti, con regolazione dipendente dal tipo e dall'entità di infestazione.

È fortemente consigliato un sistema di guida e l'implementazione con denti vibranti o torsion weeder Ø di 5 - 6 mm.

Trapianto

da 1 a 10

da 10 a 12

Posizione dei denti vibranti e dei torsion weeder rispetto alla coltivazione: più l'elemento elastico lavora vicino alla fila maggiore sarà l'efficacia del trattamento e la possibilità di danno alla coltura.



Regolazione della pressione sul terreno dei denti vibranti e dei torsion weeder: una pressione più elevata comporta una maggiore aggressività del trattamento ed una maggiore possibilità di danno alla coltura.

La sarchiatrice, dotata di sistema di guida, può essere equipaggiata con i seguenti utensili:

**utensili a lama piatta, elo a zampa d'oca** ⇒ lavorazione nell'interfila

**dischi laterali** ⇒ protezione della coltura

**denti vibranti o torsion weeder** ⇒ lavorazione sulla fila (max Ø di 6 - 9 mm)

EDA conformato a sarchiatrice



Sarchiatrice di precisione



Scerbatura manuale



Rincalzatrice



# interventi!

# Finocchio (trapiantato)

Settimane

da -3 a -2

## falsa semina

da -1 a 0

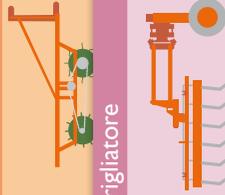
↓  
Trapianto

da 1 a 2

da 3 a 6

Fino alla raccolta

EDA a tutta superficie



Strigliatore

**Dimensioni dei denti elastici:**  
Ø di 6 mm ⇒ azione sul terreno lieve  
Ø di 7/9 mm ⇒ azione sul terreno energica  
Possibilità di impiego di regolazioni aggressive.

Pirodiserbo



In presenza di infestanti, con regolazione dipendente dal tipo e dall'entità di infestazione.

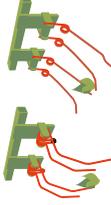
EDA conformato a sarchiatrice



Sarchiatrice di precisione



Posizione dei denti vibranti e dei torsion weeder rispetto alla coltivazione: più l'elemento elastico lavora vicino alla fila maggiore sarà l'efficacia del trattamento e la possibilità di danno alla coltura.



Regolazione della pressione sul terreno dei denti vibranti e dei torsion weeder: una pressione più elevata comporta una maggiore aggressività del trattamento ed una maggiore possibilità di danno alla coltura.

La sarchiatrice, dotata di sistema di guida, può essere equipaggiata con i seguenti utensili:

**utensili a lama piatta e/o a zampa d'oca** ⇒ lavorazione nell'interfila  
**dischi laterali** ⇒ protezione della coltura  
**denti vibranti o torsion weeder** ⇒ lavorazione sulla fila (max Ø di 5 - 6 mm)

È fortemente consigliato un sistema di guida e l'implementazione con denti vibranti o torsion weeder Ø di 5 - 6 mm.

Scerbatura manuale



Zappature manuali



# interventi

# Finocchio (seminato)

Settimane

da -3 a -2

da -1 a 0

circa 1

da 2 a 4

da 4 a 8

Fino alla raccolta

Semina

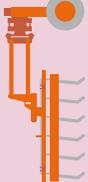
Emergenza

## falsa semina

EDA a tutta superficie



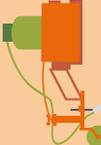
Strigliatore



### Dimensioni dei denti elastici:

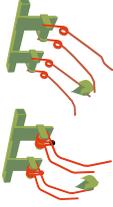
Ø di 6 mm ⇒ azione sul terreno lieve  
Ø di 7/9 mm ⇒ azione sul terreno energica  
Possibilità di impiego di regolazioni aggressive.

Pirodiserbo



In presenza di infestanti, con regolazione dipendente dal tipo e dall'entità di infestazione.

Posizione dei denti vibranti e dei torsion weeder rispetto alla coltivazione; più l'elemento elastico lavora vicino alla fila maggiore sarà l'efficacia del trattamento e la possibilità di danno alla coltura.



Regolazione della pressione sul terreno dei denti vibranti e dei torsion weeder: una pressione più elevata comporta una maggiore aggressività del trattamento ed una maggiore possibilità di danno alla coltura.

La sarchiatrice, dotata di sistema di guida, può essere equipaggiata con i seguenti utensili:

- utensili a lama piatta e/o a zampa d'oca ⇒ lavorazione nell'interfila
- dischi laterali ⇒ protezione della coltura
- denti vibranti o torsion weeder ⇒ lavorazione sulla fila (max Ø di 5 - 6 mm)

EDA conformato a sarchiatrice



Sarchiatriche di precisione



È fortemente consigliato un sistema di guida e l'implementazione con denti vibranti o torsion weeder Ø di 5 - 6 mm.

Scerbatura manuale



Zappature manuali



# interventi!

# Aglio e cipolla

Settimane

da -3 a -2

da -1 a 0

circa 1

da 2 a 10

da 10 a 16

Fino alla raccolta

Emergenza

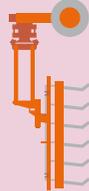
Semina

## falsa semina

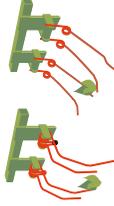
EDA a tutta superficie



Strigliatore



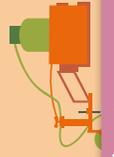
Posizione dei denti vibranti e dei torsion weeder: rispetto alla coltivazione: più l'elemento elastico lavora vicino alla fila maggiore sarà l'efficacia del trattamento e la possibilità di danno alla coltura.



Regolazione della pressione sul terreno dei denti vibranti e dei torsion weeder: una pressione più elevata comporta una maggiore aggressività del trattamento ed una maggiore possibilità di danno alla coltura.

La sarchiatrice, dotata di sistema di guida, può essere equipaggiata con i seguenti utensili:  
**utensili a lama piatta e/o a zampa d'oca** ⇒ lavorazione nell'interfila  
**dischi laterali** ⇒ protezione della coltura  
**denti vibranti o torsion weeder** ⇒ lavorazione sulla fila (max Ø di 5 - 6 mm)

Pirodiserbo



**Denti elastici:**

Ø di 6 mm ⇒ azione sul terreno lieve  
Ø di 7/9 mm ⇒ azione sul terreno energica  
Possibilità di impiego di regolazioni aggressive.

In presenza di infestanti, con regolazione dipendente dal tipo e dall'entità di infestazione.

È fortemente consigliato un sistema di guida e l'implementazione con denti vibranti o torsion weeder Ø di 5 - 6 mm.

EDA conformato a sarchiatrice



Sarchiatrice di precisione



Scerbatura manuale



# !interventi

# interventi

**Bietola  
da foglie**

Settimane

da -3 a -2

## falsa semina

da -1 a 0

Semina

circa 1

Emergenza

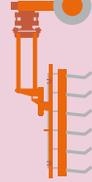
da 2 a 6

Fino alla raccolta

EDA a tutta superficie



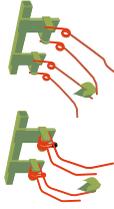
Strigliatore



Pirodiserbo



Posizione dei denti vibranti e dei torsion weeder rispetto alla coltivazione: più l'elemento elastico lavora vicino alla fila maggiore sarà l'efficacia del trattamento e la possibilità di danno alla coltura.



Regolazione della pressione: sul terreno dei denti vibranti e dei torsion weeder: una pressione più elevata comporta una maggiore aggressività del trattamento ed una maggiore possibilità di danno alla coltura.

La sarchiatrice, dotata di sistema di guida, può essere equipaggiata con i seguenti utensili:

**utensili a lama piatta e/o a zampa d'oca** ⇒ lavorazione nell'interfila  
**dischi laterali** ⇒ protezione della coltura  
**denti vibranti o torsion weeder** ⇒ lavorazione sulla fila (max Ø di 5 - 6 mm)

EDA conformato a sarchiatrice



Sarchiatrice di precisione



È fortemente consigliato un sistema di guida e l'implementazione con denti vibranti o torsion weeder Ø di 5 - 6 mm.

**Denti elastici:**  
Ø di 6 mm ⇒ azione sul terreno lieve  
Ø di 7/9 mm ⇒ azione sul terreno energica  
Possibilità di impiego di regolazioni aggressive.

In presenza di infestanti, con regolazione dipendente dal tipo e dall'entità di infestazione. Il trattamento di pre-emergenza della coltura è fondamentale per un controllo efficace delle infestanti.

Scerbatura manuale









In questo libro sono illustrati in modo dettagliato i risultati ottenuti nel corso di un triennio (2006-2009) di sperimentazione condotta nella Valdisechio (che segue l'esperienza quadriennale svolta su spinacio dal 2002 al 2005, oggetto di una precedente pubblicazione), dai ricercatori del Centro "E. Avanzi" e della Sezione MAMA del DAGA dell'Università di Pisa in collaborazione e con il finanziamento dei Comuni di San Giuliano Terme e di Vecchiano, sull'applicazione di strategie per il controllo fisico delle infestanti sulle

principali specie trapiantate della zona, pomodoro e cavolo.

Le esperienze sono state condotte utilizzando macchine operatrici innovative, appositamente realizzate ed adattate per lavorare nelle condizioni ambientali e colturali della Valdisechio, al fine di poter realizzare strategie efficaci, "versatili" (poiché non devono seguire un "protocollo rigido") ed idonee alle nuove colture oggetto di studio. Gli ultimi risultati ottenuti nella Valdisechio, uniti a quelli conseguiti nell'ambito delle precedenti esperienze di questo gruppo di ricerca, consentono di affermare che il controllo fisico della flora spontanea è una pratica affidabile, efficace, facile da attuare ed economicamente vantaggiosa, che può essere adottata su tutte le specie orticole indipendentemente dal sistema di gestione aziendale (convenzionale, integrato o biologico).

Purtroppo, nonostante gli evidenti successi di queste ricerche (vincitrici del Premio Toscana Eco-efficiente sia nel 2008 che nel 2010) ed i molti tentativi di trasferire i risultati ottenuti al mondo operativo (adesso le operatrici sono in commercio), dobbiamo prendere atto che, al momento, questo percorso virtuoso non si è realizzato a causa di una serie di "sfortunati eventi", come la mancata definizione ed applicazione, da parte degli Enti Territoriali (Province e Regioni), di una politica di "amministrazione" del territorio basata su disciplinari definiti per ottenere produzioni caratterizzate da una "qualità totale" (valorizzazione ambientale, salvaguardia della salute, tutela del reddito, etc.). A questo scarso interesse deve essere aggiunta la scarsa partecipazione degli Enti preposti alla divulgazione che ha privato di fatto gli agricoltori del supporto necessario ad una piena comprensione e quindi ad un capillare trasferimento delle innovazioni tecnologiche. In questo contesto, ha prevalso il conservatorismo degli agricoltori, che sono stati "abbandonati al loro destino", sottovalutando di fatto il loro ruolo fondamentale nella gestione e nella manutenzione del territorio ed omettendo di indicare e di incentivare in modo chiaro i percorsi virtuosi e di disincentivare quelli non virtuosi. Risulta comunque auspicabile che nel prossimo futuro la gestione agricola del territorio della Valdisechio possa essere frutto di scelte politiche che perseguono il benessere della collettività, basate sulla conoscenza approfondita delle migliori soluzioni tecniche adottabili in chiave di tutela ambientale, di conservazione delle risorse naturali, nonché di salvaguardia della salute dei cittadini e del reddito degli agricoltori.

In conclusione, la pubblicazione di questo volume è il nostro modo per affermare che esistiamo e che, nonostante le innumerevoli difficoltà, sappiamo fare il nostro mestiere di ricercatori, ma anche che non possiamo, non sappiamo e soprattutto non vogliamo sostituirci alle altre figure necessarie ad innescare un processo virtuoso di trasformazione delle attività agricole, che consenta di mantenere vitale e redditizia la produzione orticola nella Valdisechio, adottando forme di gestione alternative a quella "industriale", che siano caratterizzate da una reale sostenibilità.

**Andrea Peruzzi**, curatore di questo volume, è Professore Ordinario di Meccanica Agraria e Meccanizzazione Agricola presso la Facoltà di Agraria dell'Università di Pisa, città dove è nato il 01/01/1960 e dove ha cominciato a svolgere lavoro di ricerca ed attività didattica sotto varie forme a partire dal 1984. Coordina da anni alcuni gruppi di ricerca su tematiche inerenti lo studio e la messa a punto di soluzioni innovative per la realizzazione di tecniche di lavorazione del terreno, di controllo fisico delle infestanti in aree agricole, urbane e periurbane e di disinfezione e disinfestazione del suolo, organiche ad una gestione sostenibile sia dal punto di vista economico che da quello della salvaguardia dell'ambiente e della tutela della salute dei cittadini. Il suo lavoro è documentato da più di 300 pubblicazioni scientifiche.