

**SOCIETÀ ITALIANA PER LA RICERCA SULLA FLORA INFESTANTE  
S.I.R.F.I.**

**atti**

**Colture minori:  
strategie per il corretto contenimento  
della flora infestante**

LODI, 27 OTTOBRE 2015

Convegno organizzato in collaborazione con le “Giornate Fitopatologiche”

**SOCIETÀ ITALIANA PER LA RICERCA SULLA FLORA INFESTANTE  
S.I.R.F.I.**

**atti**

**Colture minori:  
strategie per il corretto contenimento  
della flora infestante**

*a cura di*

**FRANCESCO VIDOTTO, FERNANDO DE PALO e ALDO FERRERO**

**LODI, 27 OTTOBRE 2015**

Convegno organizzato in collaborazione con le “Giornate Fitopatologiche”

Citazione suggerita:

Vidotto F, De Palo F, Ferrero A. editors 2015. Atti del XX convegno S.I.R.F.I. “Colture minori: strategie per il corretto contenimento della flora infestante”, 27 ottobre 2015, Lodi, Italy. 277 p.

Stampato da:

Tipografia Fiordo s.r.l., Galliate (NO), Italy

ISBN 978-88-95616-06-3

ISBN editor: SIRFI

**ATTI DEL XX CONVEGNO S.I.R.F.I.**  
**“Colture minori: strategie per il corretto contenimento della flora infestante”**  
**Lodi, 27 ottobre 2015**

**INDICE**

**Presentazioni Orali**

Le colture minori in Italia: diffusione e loro impatto sull'attività sementiera <i>Lipparini A., Ferretti M.</i> .....	1
Situazione malerbologica nelle colture minori in Italia settentrionale <i>Zanin G.P., Milan M., Nicoletto C., Zanin G.</i> .....	13
Colture minori e resistenza delle malerbe agli erbicidi <i>Fogliatto S., Vidotto F., Ferrero A.</i> .....	33
Situazione malerbologica nelle colture minori nell'Italia centro-meridionale <i>Montemurro P., Cazzato E., Destefani G., Guastamacchia F.</i> .....	47
Gestione integrata delle malerbe con l'attuale disponibilità di molecole <i>Campagna G.</i> .....	61
Caratterizzazione delle molecole disponibili e loro spettro d'azione <i>Capella A., Romanini M.</i> .....	97
Colture minori ed usi minori, strategie attuali e future: recenti acquisizioni sperimentali <i>Bartolini D.</i> .....	107
Pluriennali esperienze sperimentali di strategie per il controllo chimico delle infestanti delle colture minori <i>Fabbri M.</i> .....	119
Gestione delle malerbe nelle colture minori con mezzi non chimici <i>Pannacci E., Tei F.</i> .....	163
Dinamica di infestazione e gestione agronomica di colture medicinali in sistemi colturali biologici <i>Benvenuti S.</i> .....	195

**Interventi**

Caso studio dell'infestante parassita <i>Orobanche crenata</i> Forsk. nelle leguminose dell'area murgiana <i>Montemurro P., Vurro M., Boari A., Cazzato E.</i> .....	213
Gestione delle malerbe nelle colture destinate alla IV gamma alla luce del Reg. (UE) 752/2014 <i>D'Ilario P., Facchetti M., Salvà M., Sana A., Vitali A.</i> .....	233
Problematiche nel diserbo e nella difesa fitosanitaria del luppolo <i>Olivero G., Ganino T.</i> .....	243

Il controllo chimico delle malerbe in quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.), coltivazione emergente in europa <i>Bertoglio M., Moretti S., Negri M., Pennucci C., Bocchi S.</i> .....	255
Il tavolo tecnico COPA-COGECA "minor uses": opportunità per le colture ornamentali <i>Minuto G., Tinivella F., Minuto A.</i> .....	261
Basilico e moltiplicazione vivaistica di fragola: evoluzione della difesa tra usi emergenziali ed estensioni di etichetta <i>Minuto A., Leis M., Bogliolo A., Vinotti P., Minuto G.</i> .....	267
Fumiganti del terreno: deroghe necessarie in attesa che termini il processo di inclusione in "Allegato 1" <i>Spotti C.</i> .....	273

# LE COLTURE MINORI IN ITALIA: DIFFUSIONE E LORO IMPATTO SULL'ATTIVITÀ SEMENTIERA

LIPPARINI A., FERRETTI M.

*Assosementi – Associazione Italiana Sementi, Bologna*

*E-mail: info@sementi.it*

## **Riassunto**

La sicurezza per l'ambiente e per gli operatori professionali e la sanità dei prodotti a beneficio degli utilizzatori sono obiettivi al centro di tutti provvedimenti e dei regolamenti che vengono adottati a livello europeo e nazionale. Uno dei settori dove viene mantenuta alta l'attenzione da parte delle istituzioni europee e dei governi nazionali è quello della difesa delle produzioni vegetali ed animali per la sanità delle produzioni a tutela degli utilizzatori, nonché dell'uso corretto dei prodotti di sintesi per la salvaguardia dell'ambiente.

Nel settore delle produzioni vegetali il Parlamento Europeo ed il Consiglio sono intervenuti anche relativamente di recente con l'emanazione del Regolamento (CE) n. 1107/2009 del 21 ottobre 2009, che ha aggiornato la precedente normativa in vigore.

Con questo lavoro si vuole evidenziare in particolare le problematiche legate ai cosiddetti "usi minori", la possibilità cioè di utilizzare prodotti fitosanitari per la difesa di colture la cui coltivazione interessa superfici contenute, ovvero riguarda malattie di importanza secondaria, oppure ancora utilizzazioni specifiche, quali il trattamento del seme.

## **Parole chiave**

Usi minori; Sementi; Reciproco riconoscimento; Estensione d'uso.

## **Summary**

Regulation (EC) No 1107/2009 has updated the framework for the placing of plant protection products (PPPs) on EC market. It puts emphasis on the so called "minor uses", meaning the use of PPPs on crops whose acreages are so limited that agrochemical industries do not find profitable to support their registrations. Indeed, "minor uses" refer to use of PPPs in "niche" sectors for industry, despite their high economic value for producers: it is estimated that minor uses value at €70 billion per year across the EU, i.e. 22% of the total EU plant production value. Minor uses include most minor crops, as well as most seed productions. The review of active substances with Directive 91/414/EEC has further reduced the availability of plant products to protect minor crops and, generally, minor uses. This paper focuses on the development of the legislation at National and EU level, and on the initiatives supported by Assosementi to find applicable solutions to face the poor availability of PPPs for minor uses.

## **Keywords**

Minor uses, Crop seeds, Mutual recognition, Extent of Use.

## **Il contesto normativo**

La problematica della difesa fitosanitaria legata ai cosiddetti “usi minori” era ben nota da tempo, quando la direttiva 91/414/CEE relativa all'immissione in commercio dei prodotti fitosanitari ha istituito il primo quadro normativo dell'Unione Europea sui prodotti fitosanitari.

Il dispositivo normativo della Dir. 91/414/CEE, poi abrogata dal Reg. n. 1107/2009, prevedeva già alcune misure volte ad aumentare la disponibilità dei prodotti fitosanitari per i produttori oltre che migliorare l'armonizzazione del settore a livello comunitario.

In particolare, la direttiva introduceva:

- il concetto del reciproco riconoscimento fra gli Stati membri;
- il principio dell'estensione dell'autorizzazione all'uso di un prodotto per utilizzazioni minori.

Di fatto, gli obiettivi che avevano suggerito l'adozione di tali misure sono stati disattesi nel tempo per motivi diversi. Fra questi, in primo luogo, la notevole riduzione di sostanze attive in precedenza approvate a livello comunitario che ha ridimensionato sensibilmente la disponibilità di prodotti utilizzabili: basti pensare che la revisione delle sostanze attive operata dal 1993 al 2009 ha portato al ritiro di circa il 70% delle di quelle disponibili sul mercato prima di tale azione di revisione. Nello stesso periodo, inoltre, è stato registrato un modesto ricorso agli strumenti di semplificazione previsti dalla Direttiva 91/414/CEE (reciproco riconoscimento ed estensione d'uso). Infine, non va dimenticata la mancanza di misure di supporto per l'industria per stimolare la presentazione di dossier per l'autorizzazione agli usi minori, se si considera che la predisposizione dei fascicoli necessari ad ottenere l'autorizzazione ad un uso minore può costare all'industria anche più di 200.000 euro.

Mancando sino ad oggi una visione d'insieme, a livello europeo, degli usi minori esistenti, nonché non disponendo di un coordinamento generale in grado di elencare le autorizzazioni per usi minori rilasciate dai singoli Stati membri, diventa difficile valutare le reali dimensioni della problematica degli usi minori in ambito UE. Diversi sono comunque gli studi che quantificano in alcune migliaia le combinazioni ‘coltura/organismo nocivo’ per i quali non sono disponibili prodotti fitosanitari autorizzati.

La mancanza di soluzioni autorizzate determina gravi conseguenze per le produzioni sostenibili di elevata qualità e ad alto valore (la maggior parte delle DOP e dell'IGP rientra nelle colture minori), così come incide negativamente sulla competitività dell'agricoltura comunitaria. Non va dimenticato poi che potrebbero esserci ripercussioni negative anche sull'ambiente e sulla salute umana per via dell'utilizzo illecito di prodotti fitosanitari nei casi ove non si disponga di soluzioni

autorizzate. Da tutto ciò discende la grande attenzione posta sull'argomento dalle istituzioni responsabili.

In Italia, la Dir. 91/414/CEE è stata recepita con decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 194, che riprendendo il disposto comunitario mantiene all'art. 9 la possibilità di ottenere l'estensione dell'autorizzazione di un prodotto per un utilizzo minore.

Successivamente, con il decreto ministeriale 16 settembre 1999 è stata fornita una prima definizione delle *“utilizzazioni minori di interesse agricolo, quali l'impiego di prodotti fitosanitari per usi di piccola scala o che rivestono un'importanza economica minore rispetto agli usi per i quali il prodotto fitosanitario risulta già autorizzato”*, intendendo *“l'impiego sulle colture minori, sui materiali di moltiplicazione, i trattamenti localizzati su porzioni di pianta che richiedono quantità limitate di un prodotto fitosanitario rispetto ai suoi usi abituali ed i trattamenti occasionali e su aree limitate per controllare le avversità che si manifestano su colture diverse da quelle già autorizzate”*.

Con tale decreto l'Italia ha anche provveduto, fra i primi in Paesi in Europa, a stilare l'elenco delle colture minori. La Tabella 1 riporta un estratto della classificazione delle colture identificate dal decreto. Il loro classamento è stato definito sulla base di parametri destinati alla valutazione ed alla fissazione dei residui di prodotti fitosanitari (contributo giornaliero nella dieta alimentare inferiore a 7,5 g per un uomo di 60 kg, un'estensione di coltivazione minore di 10.000 ha e una produzione inferiore a 100.000 tonnellate per anno).

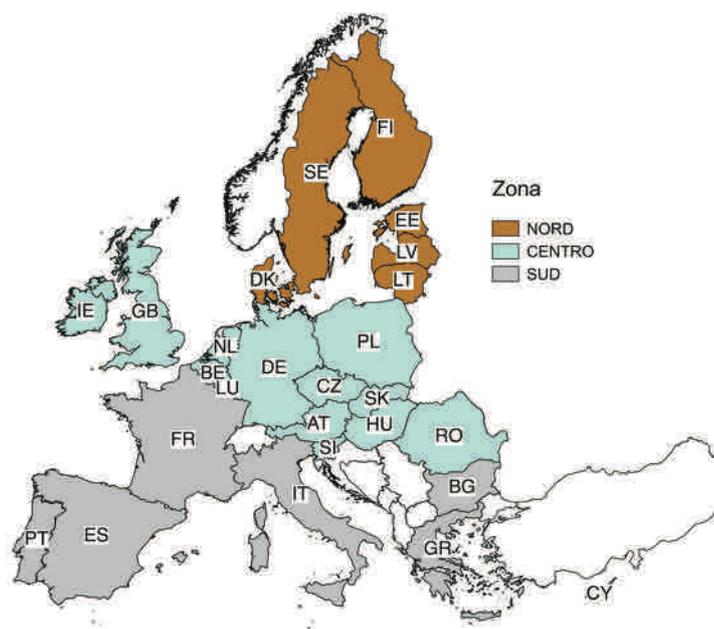
A livello comunitario, con il documento *“Lundehn” (Guidelines on comparability, extrapolation, group tolerances and data requirements for setting MRLs” - SANCO 7525/VI/95 rev. 9, March 2011)* sono state ridefinite le colture *“maggiori”*, identificando tutto il resto come *“minore”* o *“molto minore”* (very minor crops) per esclusione. I parametri utilizzati differiscono da quelli utilizzati nel D.M. 16/09/99: in particolare, le colture minori devono ricoprire una superficie coltivata non superiore ai 20.000 ettari, avere una produzione massima non superiore alle 400.000 tonnellate per anno ed, infine, entrare nella dieta alimentare con un apporto non superiore a 0,125 g/kg al giorno. Per colture *“molto minori”* si intendono quelle il cui contributo alla dieta (inferiore ad 1,5 g/uomo di 60 kg di peso) e l'area di coltivazione (minore di 600 ettari) sono veramente molto esigui. A questa categoria appartengono il gruppo delle erbe aromatiche, delle spezie, l'aglio, ecc.

**Tabella 1. Esempio di classificazione delle colture minori (estratto dal D.M. 16/09/99)<sup>1</sup>.**

Gruppi di prodotti /colture	Colture	Nome latino	Classe
Ortaggi a radice e a tubero	Carota	<i>Daucus carota</i>	Maggiore
	Rapa	<i>Brassica rapa</i>	Minore
	Ravanello	<i>Raphanus raphanistrum</i>	Minore
	Altre		Minore
Ortaggi a bulbo	Cipolla	<i>Allium cepa</i>	Maggiore
	Aglio	<i>Allium sativum</i>	Minore
	Altre		Minore
Ortaggi a frutto	Pomodoro	<i>Lycopersicum esculentum</i>	Maggiore
	Peperone	<i>Capsicum annuum</i>	Maggiore
	Melanzana	<i>Solanum melongena</i>	Minore
	Zucchini	<i>Cucurbita pepo</i>	Maggiore (*)
	Cetriolo	<i>Cucumis sativus</i>	Minore (*)
	Melone	<i>Cucumis melo</i>	Maggiore
	Cocomero	<i>Citrullus lanatus</i>	Maggiore (*)
	Zucca	<i>Cucurbita maxima</i>	Minore
Cavoli	Altre		Minore
	Cavolfiore	<i>Brassica oleracea botrytis</i>	Maggiore (*)
	Cavolo broccolo	<i>Brassica oleracea cymosa</i>	Minore
	Cavolo verza	<i>Brassica oleracea sabauda</i>	Minore
	Cavolo cappuccio	<i>Brassica oleracea capitata</i>	Minore
	Cavolo di Bruxelles	<i>Brassica oleracea gemmifera</i>	Minore
Ortaggi a foglia	Altre		Minore
	Lattuga	<i>Lactuca sativa</i>	Maggiore
	Cicoria, radicchio	<i>Cichorium intybus</i>	Minore
	Indivia, scarola	<i>Cichorium endivia</i>	Minore
	Rucola	<i>Eruca sativa / Diplotaxis m.</i>	Minore
	Spinacio	<i>Spinacea oleracea</i>	Minore
	Bietola da coste	<i>Beta vulgaris vulgaris</i>	Minore
Erbe fresche e aromatiche	Altre		Minore
	Basilico	<i>Ocimum basilicum</i>	Minore
	Cerfoglio	<i>Anthriscus cerefolium</i>	Minore
	Erba cipollina	<i>Allium schoenoprasum</i>	Minore
Legumi	Altre		Minore
	Fagiolo e fagiolino	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Maggiore
	Pisello	<i>Pisum sativum</i>	Maggiore (*)
Ortaggi a stelo	Altre		Minore
	Carciofo	<i>Cynara scolymus</i>	Minore
	Asparago	<i>Asparagus officinalis</i>	Minore
Oleaginose	Altre		Minore
	Giragole	<i>Helianthus annuus</i>	Maggiore
	Soia	<i>Glycine max</i>	Maggiore
	Colza	<i>Brassica napus oleifera</i>	Maggiore (*)
Cereali	Altre		Minore
	Patata	<i>Solanum tuberosum</i>	Maggiore
	Barbabietola zucch.	<i>Beta vulgaris saccharifera</i>	Maggiore
	Fruento	<i>Triticum spp.</i>	Maggiore
	Orzo	<i>Ordeum vulgare</i>	Maggiore
	Avena	<i>Avena sativa</i>	Maggiore
	Mais	<i>Zea mays</i>	Maggiore
Riso	<i>Oryza sativa</i>	Maggiore	
Spezie	Altre		Minore
	Coriandolo	<i>Coriandrum sativum</i>	Minore
	Aneto	<i>Anethum graveolens</i>	Minore
Foraggi	Altre		Minore
	Erbai	Varie specie	Maggiore
	Prati	Varie specie	Maggiore
	Pascoli	Varie specie	Maggiore

<sup>1</sup>specie riclassificate a livello europeo con l'adozione del documento Lundehn.

L'entrata in vigore del Regolamento (CE) n° 1107/2009, che ha abrogato la Dir 91/414/CEE, ha introdotto diversi principi per evitare che settori altamente qualificati e specializzati dell'agricoltura europea (ortofrutta su tutti) potessero patire della ridotta disponibilità di prodotti autorizzati. Il Regolamento pone in effetti grande attenzione alla problematica degli "usi minori", inquadrandolo in modo più generale come *"l'uso di un prodotto fitosanitario in uno specifico Stato membro su vegetali o prodotti vegetali che non sono ampiamente diffusi in tale Stato membro; o sono ampiamente diffusi, per far fronte ad un'esigenza eccezionale in materia di protezione dei vegetali"* (articolo 3). Il nuovo dispositivo mantiene inoltre fermi i concetti già previsti dalla Dir. 91/414/CEE del riconoscimento reciproco e dell'estensione d'uso per utilizzi minori, introducendo poi un meccanismo di valutazione dei prodotti fitosanitari 'per zone' (settentrionale, centrale e meridionale - Figura 1), ritenute comparabili per quanto riguarda le pratiche agricole applicate. Nell'ambito di ciascuna zona gli Stati membri sono tenuti al riconoscimento reciproco delle valutazioni e delle autorizzazioni di un prodotto fitosanitario rilasciate da un altro Stato della stessa zona.



**Figura 1. Ripartizione in zone del territorio UE (Reg. n. 1107/2009).**

Tale impianto, oltre che garantire una maggiore armonizzazione delle disponibilità dei prodotti fitosanitari autorizzati per usi minori, assicura anche un accesso più rapido al mercato, prevedendo obbligatoriamente tempi relativamente brevi per la concessione del reciproco riconoscimento da parte degli Stati membri. Va poi sottolineato che per determinate utilizzazioni minori di particolare interesse per il settore produttivo, quali ad esempio le produzioni in serra, il trattamento delle

sementi o i trattamenti post-raccolta, il sistema zonale non viene applicato in quanto l'autorizzazione rilasciata da uno Stato membro può essere fatta valere sull'intero territorio comunitario. Unica deroga al principio del mutuo riconoscimento resta la possibilità da parte di uno Stato membro di non concedere l'autorizzazione nel caso venga valutato che il prodotto comporti rischi inaccettabili per la salute umana, degli animali o dell'ambiente.

Nonostante tale impianto normativo sembri favorire il superamento delle difficoltà incontrate sino ad oggi, la disponibilità di prodotti fitosanitari per usi minori non è migliorata: il sistema sconta ancora in effetti un mancato coordinamento a livello sia comunitario che nazionale.

### **Il ruolo di Assosementi: valutazioni e prospettive sugli usi minori**

L'importanza della tematica degli usi minori per l'attività sementiera appare evidente se si tiene conto che la maggior parte delle colture portaseme rientra negli usi minori. L'attenzione verso questa tematica da parte della nostra Associazione è legata alla necessità di preservare la competitività, la qualità e la sostenibilità delle produzioni sementiere "*Made in Italy*", eccellenza in Europa con quasi 220.000 ettari moltiplicati complessivamente ogni anno. Fra i diversi comparti è indubbiamente quello orticolo a soffrire di più la mancanza di prodotti fitosanitari autorizzati in quanto tali specie rivestono in generale un interesse marginale per le industrie agro-chimiche. Inoltre, in molti casi, le produzioni sementiere orticole presentano cicli spesso diversi, più lunghi, a volte biennali, rispetto a quelli delle coltivazioni 'mercantili', per cui possono risultare esposte a malattie non considerate nei normali cicli produttivi della coltura (Figura 2).



**Figura 2. Coltivazione di porro portaseme in fioritura (fonte Assosementi).**

L'interesse dell'industria agro-chimica per tali produzioni è molto limitato trattandosi di produzioni di nicchia che non giustificano l'oneroso investimento per la realizzazione dei dossier autorizzativi. Ben diversa è invece la valutazione da parte delle ditte sementiere e dei produttori per i quali le sementi orticole rappresentano un mercato molto interessante, di elevata specializzazione e con un significativo valore commerciale.

Secondo gli ultimi dati dell'Istat, nel 2014 il valore delle esportazioni dall'Italia di sementi da orto ha toccato i 96 milioni di euro. Sul fronte delle superfici investite, le stime di Assosementi, che rappresentano l'unica fonte di dati attualmente disponibile, hanno fatto registrare nello stesso periodo più di 26.000 ha destinati alla produzione di sementi da orto (Tabella 2), un risultato ragguardevole che dimostra la dinamicità del settore, se si pensa che agli inizi degli anni 2000 le produzioni sementiere orticole coprivano poco più di 10.000 ettari.

**Tabella 2. Moltiplicazione sementi da orto in Italia nel 2014. Suddivisione per specie.**

Specie o gruppo di specie	Superficie (ha)	Specie o gruppo di specie	Superficie (ha)
Cipolla	1.747	Sedano	67
Ravanello	1.651	Prezzemolo	60
Cavoli	1.223	Zucchini	69
Pisello	1.185	Finocchio	40
Carota	936	Zucca	29
Lattuga	743	Peperone	10
Cicoria	726	Cardo	6
Bietole	586	Melanzana	3
Cime di rapa	454	Melone	2
Fava	388	Altre orticole	53
Rapa	364	Coriandolo	13.002
Bunching onion	362	Rucola	509
Spinacio	361	Aneto	270
Fagiolo	328	Basilico	193
Cece	303	Crescione	168
Porro	266	Roscano	62
Cetriolo	206	Erba cipollina	2
Pomodoro	146	Altre aromatiche	36
Brassiche	125	Fiori	4
Indivie	77	<i>Totale</i>	26.753

Fonte: Assosementi.

Per tale settore sarebbe quindi vitale poter garantire la piena attivazione degli strumenti messi a disposizione dalle norme in vigore: in particolare, il reciproco riconoscimento e l'estensione delle autorizzazioni per usi minori. Come Associazione di categoria, Assosementi non può pertanto che essere favorevole all'attivazione di strumenti ed iniziative in grado di superare gli impedimenti di ordine burocratico ed organizzativo che ne hanno rallentato l'applicazione negli anni passati.

A livello comunitario, un limite all'applicazione di tali strumenti è stato senz'altro rappresentato dalla mancanza di coordinamento e dalla carenza di informazioni disponibili.

Per superare tale situazione a livello UE gli Stati membri hanno di recente condiviso la necessità di attivare una piattaforma comune di esperti per raccogliere e coordinare le informazioni necessarie sugli usi minori e per cercare di ottimizzare l'impiego delle risorse disponibili ed evitare di ripetere iniziative analoghe in paesi diversi.

La piattaforma comune, definita 'Segretariato tecnico', è stata attivata nel 2015 ed ha sede a Parigi, ospite degli uffici dell'EPPO (Organizzazione europea per la protezione delle piante). Il Segretariato tecnico è sostenuto in parti eguali (350.000 euro/anno) dalla Commissione UE e da alcuni Stati membri (Germania, Francia e Olanda) e durante i primi anni di attività sarà vigilato dalla stessa Commissione. Dallo scorso 1° settembre, con la nomina di Jeroen Meeussen quale responsabile del Segretariato, la struttura è diventata operativa.

Sempre a livello comunitario, oltre al Segretariato tecnico, la Commissione supporta anche l'iniziativa IPM-ERANET (*European Research Area Network on Integrated Pest Management*) per

la gestione integrata degli organismi nocivi, con specifico riferimento agli usi minori. Iniziative di questo tipo consentono agli Stati membri di coordinare le attività nazionali di ricerca e di finanziare progetti comuni.

A livello italiano negli anni passati si è cercato di affrontare la problematica degli usi minori attivando uno specifico progetto (Studio delle colture minori) realizzato dal CRA-PAV tra il 2005 e il 2010, con il supporto del Ministero delle politiche agricole ed il coinvolgimento del Ministero della Salute, del mondo agricolo, dell'industria agro-chimica e delle regioni. Il progetto ha portato all'autorizzazione con procedura accelerata di circa 70 prodotti fitosanitari, dimostrando una buona capacità di fare sistema, utilizzando gli strumenti previsti dalla normativa in vigore.

Purtroppo, l'assenza di un coordinamento nazionale sugli usi minori e la mancanza di ulteriori incentivi economici hanno compromesso il proseguimento dell'iniziativa e l'attivazione di analoghi progetti.

Nonostante ciò, sempre a livello nazionale, come Assosementi continuiamo a collaborare con altre istituzioni ed organismi (COAMS, il Consorzio delle Organizzazioni di agricoltori moltiplicatori di sementi ed il CRPV, il Centro ricerche produzioni vegetali di Cesena) ad un programma finalizzato all'individuazione di situazioni particolari (binomio pianta-patogeno) per le quali richiedere l'attivazione dell'art. 53 del Reg. 1107/2009 (usi eccezionali per un limitato periodo di tempo – 120 gg.) per consentire di superare, nel breve periodo, la scarsa disponibilità di prodotti fitosanitari autorizzati e salvaguardare per lo meno le colture sementiere più rappresentative.

L'obiettivo di Assosementi è quello di riuscire a “fare sistema” e stimolare l'adozione di quegli strumenti previsti dall'attuale normativa in grado di accelerare le procedure autorizzative per gli usi minori. L'impianto del Reg. 1107/2009, accanto alle disposizioni di semplificazione già previste dalle precedenti normative, ha introdotto elementi di flessibilità quali, ad esempio, procedure accelerate per la valutazione delle domande di estensione, l'istituzione di un regime di diritti ridotti, sistemi di sensibilizzazione per le parti interessate, di cui possono godere gli Stati membri che intendono fare attivare in maniera efficace le norme che disciplinano le estensioni d'uso. Limitandoci al settore di nostra diretta competenza, quello sementiero, vorremmo ad esempio che trovasse applicazione il Reg. 395/2006 il quale prevede di limitare la procedura di estensione alle sole prove di efficacia e selettività, velocizzando l'iter procedurale e contenendo significativamente i relativi costi. Purtroppo su tale aspetto manca ancora un chiarimento ufficiale da parte del Ministero della Salute.

Assosementi continua inoltre a garantire il proprio supporto alla problematica degli usi minori anche a livello europeo, partecipando attivamente al dibattito sugli usi minori sviluppato all'interno del gruppo di lavoro sugli usi minori istituito in seno ad ESA (*European Seed Association*),

l'organizzazione comunitaria di riferimento per il settore delle sementi. Tale gruppo sin dalla sua attivazione si è posto obiettivi ambiziosi, a partire dal censimento delle problematiche di difesa delle colture portaseme e delle sementi, la condivisione e scambio delle informazioni tra i diversi Stati membri e il tentativo di promuovere procedure semplificate che agevolino le registrazioni sugli usi minori, incentivando peraltro le aziende agro-chimiche a sostenere tale percorso.

In prima battuta, sono stati predisposti gli elenchi delle carenze del settore sementiero in relazione agli usi minori (binomio coltura/organismo nocivo) e le eventuali soluzioni che potrebbero essere messe in campo. Ad oggi, sono disponibili elenchi per Francia, Germania, Danimarca, Olanda, Inghilterra, Belgio e Italia. Questi elenchi saranno portati all'attenzione del Segretariato tecnico europeo ed inseriti in un apposito database comunitario sugli usi minori, "EUMUDA" (<http://www.eumuda.eu>). In Tabella 3 sono richiamate le principali problematiche rilevate da Assosementi nel corso di tale attività.

**Tabella 3. Problematiche specifiche prioritarie rilevate da Assosementi.**

	<b>Coltura</b>	<b>Avversità</b>
Concia delle sementi	<i>Cucurbita pepo</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>
	<i>Petroselinum crispum</i>	<i>Alternaria spp.</i>
	<i>Pisum sativum</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>
	<i>Raphanus sativus</i>	<i>Alternaria spp.</i>
Trattamento delle colture portaseme		<i>Phoma betae</i>
	<i>Beta vulgaris</i> (sugaribeeet)	<i>Pytium spp.</i>
		<i>Alternaria spp.</i>
		<i>Cercospora bieticola</i>
	<i>Brassica spp.</i>	Erbe infestanti
	<i>Cichorium intybus</i>	Erbe infestanti
<i>Coriandrum sativum</i>	Erbe infestanti	
	<i>Raphanus sativus</i>	Erbe infestanti

Fonte: Indagine di Assosementi

L'auspicio per il settore sementiero è che l'attivazione del Segretariato tecnico sugli usi minori possa contribuire a garantire una maggiore circolazione e disponibilità di prodotti fitosanitari tra gli Stati membri anche per gli usi "minori" e rimuovere gli ostacoli esistenti, in termini di maggiore cooperazione tra gli Stati membri e semplificazione delle procedure.

## **Bibliografia**

Regolamento (CE) 1107/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 21 ottobre 2009, relativo all'immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari.

Relazione della Commissione al Parlamento europeo e al Consiglio, del 18 febbraio 2014, concernente l'istituzione di un fondo europeo per gli usi minori nel campo dei prodotti fitosanitari – COM(2014) 82 final.

Guidelines on comparability, extrapolation, group tolerances and data requirements for setting MRLs - SANCO 7525/VI/95 rev. 9, March 2011.

Regolamento (CE) n. 396/2005 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 febbraio 2005, in materia di livelli massimi di residui (LMR).

Decreto Ministeriale 16 settembre 99, Utilizzazioni minori di interesse agricolo.

Direttiva del Consiglio 91/414 del 15 luglio 1991 relativa all'immissione in commercio dei prodotti fitosanitari.



## SITUAZIONE MALERBOLOGICA NELLE COLTURE MINORI IN ITALIA SETTENTRIONALE

ZANIN G.P.<sup>1</sup>, MILAN M.<sup>2</sup>, NICOLETTO C.<sup>1</sup>, ZANIN G.<sup>1</sup>

1. Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e Ambiente – Università di Padova.

2. Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari – Università di Torino.

E-mail: paolo.zanin@unipd.it

### Riassunto

Le comunità di malerbe delle colture minori nel Nord Italia sono sostanzialmente le stesse che interessano le grandi colture con cui sono avvicendate. Si sono scelti alcuni “casi studio”, tipici del Veneto e del Piemonte: patata dolce, fagiolo, zucca e basilico, per le colture annuali a ciclo primaverile-estivo, aglio e porro per quelle a ciclo autunno-primaverile. Tra le colture poliennali si sono prese in esame menta e asparago. Alcune malerbe sono state segnalate in ampia diffusione come *Cyperus esculentus*, *Galinsoga ciliata*, *G. parviflora* e *Acalypha virginica*, e altre in fase di inizio espansione come *Apios americana*.

### Parole chiave

Colture minori; Aglio; Porro; Patata dolce; Fagiolo; Zucca; Basilico; Menta; Asparago; Comunità di malerbe.

### Summary

In Northern Italy, weed communities of minor crops do not differ from those found in the major crops of the rotation. Some case studies, typical of the Veneto and Piemonte region, were selected: sweet potato, bean, pumpkin and basil among the annual crops with spring-summer cycle, and garlic and leek, among the annual crops with autumn-spring cycle. Mint and asparagus were selected among the multi-annual crops. Some weeds were observed increasing their abundance such as *Cyperus esculentus*, *Galinsoga ciliata*, *G. parviflora*, and *Acalypha virginica*, some others are becoming naturalised in the western Po Valley, such as *Apios americana*.

### Keywords

Minor crops, Garlic, Leek, Sweet potato, Bean, Pumpkin, Basil, Mint, Asparagus, Weed communities.

## Introduzione

Le colture minori occupano superfici limitate ma svolgono un ruolo molto importante all'interno della filiera agroalimentare nazionale. La variabilità dell'offerta gastronomica nazionale si basa infatti anche sulla presenza di queste colture, che spesso danno origine a prodotti IGP e DOP. Legame col territorio e chilometro zero sono le suggestioni che sostengono queste colture le quali consentono agli agricoltori, anche con superfici non elevate, di ottenere un reddito adeguato. È curioso poi che molti prodotti liquidati come “*el magnar dei poareti*” (il mangiare dei poveri), apparentemente di poco significato anche gastronomico, stiano vivendo una riscoperta grazie ai *media* che amplificano le notizie sulle loro proprietà nutraceutiche.

Spesso poi queste colture sono associate alla coltivazione biologica che garantisce un ulteriore *appeal* nel mercato; le superfici limitate favoriscono indubbiamente questo tipo di gestione. Sono comunque colture da considerarsi intensive, dove la richiesta di manodopera può risultare molto importante. Le colture minori, non bisogna dimenticare, occupano un importante ruolo anche in settori completamente diversi come quelli delle produzioni di IV gamma o quelli dell'agricoltura convenzionale. In sostanza permeano tutti i diversi sistemi agricoli del nostro paese.

In tutte le colture il controllo delle malerbe rappresenta un segmento agronomico di grande importanza: la scelta della modalità di gestione definisce anche il sistema agricolo di riferimento, convenzionale, biologico, fuori suolo. Qualunque sia il sistema adottato, la conoscenza delle malerbe che interessano il ciclo culturale delle diverse colture è di assoluta importanza per poter organizzare programmi di controllo efficaci, integrati e sostenibili dal punto di vista ambientale, economico e sociale.

In Italia è da tempo che non si eseguono, su vasta scala, monitoraggi per seguire l'evoluzione delle comunità di malerbe e quelli eseguiti si riferiscono alle grandi colture *in primis* mais, bietola, pomodoro da industria (Lorenzoni, 1963; Bugiani e Dal Bianco, 1971; Caniglia e Marchi, 1978; Cantele et al., 1984; Zanin et al., 1988; Zanin et al., 1991; Zanin et al., 1992; Montemurro e Tei, 1998; Viggiani et al., 1998; Saglia et al., 2005). Il monitoraggio dovrebbe essere la base per organizzare efficacemente, a livello territoriale, il controllo delle malerbe sia meccanico che chimico o integrato. Con il monitoraggio, infatti, si riuscirebbe ad individuare le nuove malerbe in diffusione, la presenza di popolazioni resistenti, la densità media delle infestazioni, l'epoca di emergenza, il legame tra gli inerbimenti e i sistemi di produzione. Purtroppo, rispetto a qualche decennio fa, questo tipo di ricerca ha perso di importanza: mancano specifici finanziamenti e mancano, rispetto al passato, anche i ricercatori, soprattutto accademici, che si occupano di malerbe e i pochi rimasti sono presi dai problemi attuali di maggiore impatto pratico (es. resistenze, gestione delle malerbe nell'agricoltura conservativa e adeguamento alla nuova Direttiva 2009/128/CE).

In mancanza di un monitoraggio, per le colture minori bisogna far riferimento agli inerbimenti che si sviluppano nei vari periodi di coltivazione mutuando le conoscenze da altre colture, integrate dove possibile da informazioni puntiformi provenienti dal territorio.

Si sono quindi scelte alcune colture annuali presenti nel Veneto e in Piemonte rappresentative dei diversi periodi di coltivazione: patata dolce, fagiolo, zucca e basilico del periodo primaverile estivo, aglio e porro del periodo autunno-primaverile. Si sono poi inserite menta e asparago come rappresentanti delle colture poliennali. Di seguito si daranno alcune notizie generali sulla tecnica di coltivazione con particolare attenzioni a quelli interventi che potrebbero avere rilevanza ai fini della gestione delle malerbe.

### **Patata dolce (*Ipomoea batatas* L.)**

La patata dolce (sin. patata americana, batata), in Italia è una coltura minore, ma nel mondo è la settima più coltivata con una produzione 110 milioni di tonnellate. La patata dolce occupa nel Veneto circa 300 ettari, il 75% della superficie coltivata in Italia.

L'avvio in campo della coltura avviene a maggio con l'interramento di talee erbacee, della lunghezza di 30cm circa, ottenute in azienda dagli stessi agricoltori che, a marzo, mettono a germogliare i tuberi (più correttamente radici tuberose) in *conserva*, letti caldi rudimentali. L'impianto avviene a mano, o con l'ausilio di macchine operatrici, direttamente sul colmo del terreno sistemato a prose. Le file vengono distanziate di 70-90cm, per una densità tra 4 e 7 piante a metro quadrato. Dopo circa un mese si opera una rincalzatura/aggiustamento della prosa con cui si eliminano le infestanti emerse lungo la fila e quelle sull'interfila; secondo il decorso stagionale può rendersi necessaria una seconda rincalzatura. A queste operazioni segue un accrescimento rapido che porta in 3-4 settimane alla copertura completa del terreno (Figura 1).

La patata dolce risente molto della competizione con le malerbe e la perdita di resa può superare il 90% (Nedunchezhiyan et al., 2013). Il ciclo dura 130-150 giorni. Il Periodo Critico (PC) nelle condizioni delle Indie Occidentali è compreso tra la 3<sup>a</sup> e la 9<sup>a</sup> settimana dal trapianto (Kassasian e Seeyave, 1967) e in quelle dell'India tra la 4<sup>a</sup> e la 7<sup>a</sup> settimana (Nedunzhiyan et al., 1998); la prima rincalzatura si pone quindi prima dell'inizio del PC, mentre l'eventuale seconda verso la fine del PC. Dette pratiche, utili per l'ingrossamento delle radici di riserva e la raccolta, riducono fortemente le malerbe presenti; a questo punto la coltura ha un notevole vantaggio competitivo sulle infestanti che comunque possono ancora emergere, in particolare le specie vivaci. La rincalzatura è quindi l'intervento che più incide sulla flora infestante ed il cui corretto posizionamento temporale può essere decisivo ai fini di un buon controllo. Va evidenziato, che le pratiche agronomiche di controllo delle infestanti sono di fondamentale importanza dato che in Italia, per questa coltura, non

è registrato alcun principio attivo (ad esclusione di diquat e glifosate, in pre-trapianto), seppure clomazone, flumioxazin, S-metolachlor, carfentrazone-ethyl, fluazifop, sethoxydim, clethodim lo siano in altri Paesi.



**Figura 1. Campo di patate dolci.**

La patata dolce (*Ipomoea batatas*) appartiene alla famiglia delle convolvulacee cui afferiscono anche importanti malerbe quali *Convolvulus arvensis*, *Calystegia sepium* e *Cuscuta* spp.

L'infestazione è quella tipica dei terreni sciolti, fertili, con un buon contenuto di sostanza organica, ed è caratterizzata dalle specie primaverili-estive (Figura 2). Tra le graminacee nella fase antecedente la rincalzatura predominano *Echinochloa crus-galli*, *Sorghum halepense* da seme e *Setaria* spp; dopo la rincalzatura compaiono *Digitaria sanguinalis* e *Sorghum halepense* da rizoma. Tra le graminacee vivaci si ricorda anche il *Cynodon dactylon* che, assieme a *S. halepense*, può talora perforare i tuberi causando un deprezzamento ed aprendo la strada ad infestazione batteriche o fungine. Tra le dicotiledoni annuali si ricordano, in pre-rincalzatura, *Polygonum persicaria*, *Chenopodium album* e *Abutilon theophrasti*, mentre dopo la rincalzatura compaiono *Solanum nigrum*, *Amaranthus* spp., *Xanthium strumarium*, *Datura stramonium*, *Portulaca oleracea* e *Acalypha virginica*. In sostanza sono le malerbe comunemente presenti nelle colture in avvicendamento soia, mais, ecc. Ultimamente si sta diffondendo il *Cyperus esculentus*, specie di difficilissimo controllo e specie che può mettere in seria difficoltà la coltivazione della patata dolce e non solo. La scelta dell'avvicendamento è di primaria importanza per contenere la sua diffusione.



**Figura 2. Campo di patate dolci infestato da *Portulaca oleracea*, *Abutilon theophrasti*, *Polygonum persicaria* e *Solanum nigrum*.**

### **Fagiolo (*Phaseolus vulgaris* L.)**

Specie originaria del continente americano, il fagiolo è oggi coltivato in buona parte del mondo e rappresenta la seconda leguminosa più coltivata dopo la soia, e la prima per uso diretto umano. Nel 2011 il fagiolo da granella secca occupava in Italia una superficie di circa 6200 ha (ISTAT, 2011), in forte diminuzione rispetto ai 500.000 ha degli anni 50 o i 71.000 ha del 1975. La superficie destinata al prodotto fresco vanta ancora oggi una superficie rilevante oltre 15.000 ha (ISTAT, 2015). In Italia la coltivazione di questa leguminosa per la granella secca è concentrata prevalentemente in Piemonte, in particolare nella provincia di Cuneo, quindi in Campania e nel Lazio (Bianco, 1990; Parisi et al., 2009), per il consumo fresco, invece, in Emilia Romagna (Figura 3).

Le diverse cultivar di fagiolo possono presentare uno sviluppo determinato con portamento eretto, o indeterminato, in questo caso con *habitus* semi-eretto, volubile-procumbente o volubile. Le cultivar volubili necessitano, durante la fase di coltivazione, di apposite strutture di sostegno, rappresentate generalmente da tutori di materiali diversi (canne, pali) sistemati a capannina/piramide e riuniti all'altezza di circa 2m (Parisi et al., 2009). Le cultivar rampicanti stanno perdendo nel tempo importanza a favore di quelle nane. Nel nostro paese sono individuabili le seguenti tipologie varietali: borlotto (nano e rampicante), cannellino e a seme bianco (nano e rampicante). Alcune cultivar si possono fregiare oggi dei marchi di qualità europea IGP (Fagiolo di Lamon, di Sarconi, di Sorana e di Cuneo) e DOP (Bianco di Rotonda e Poverello bianco); oltre a queste esistono tuttavia numerose altre varietà diffuse in diverse aree del territorio nazionale (Parisi e Campion, 2009; Perrone e Campion, 2009).



**Figura 3. Campo di fagioli.**

Il fagiolo è una coltura a ciclo primaverile-estivo. I sesti di impianto sono compresi tra i 40 ed i 60cm nelle cultivar nane, ai 90-110cm delle cultivar rampicanti di media altezza e fino ai 150-180cm della cultivar di taglia più elevata (Bianco, 1990; Piccinini et al., 2005). La distanza sulla fila si attesta sui 5-7cm nelle cultivar nane e 35-55cm in quelle rampicanti seminate a postarelle. L'investimento totale può essere quindi compreso tra i 280.000 ed i 400.000 semi ad ettaro. La durata del ciclo biologico risulta compresa tra i 65-70 giorni delle cultivar a sviluppo determinato nane a 200 giorni nelle cultivar rampicanti coltivate in ambienti collinari-montani (Parisi e Dal Re, 2009). Il periodo critico è, indicativamente, compreso tra la 5<sup>a</sup> e la 9<sup>a</sup> settimana dopo l'emergenza (Dawson, 1964).

La gestione delle malerbe nella coltura del fagiolo richiede una particolare attenzione soprattutto nelle prime fasi vegetative, quando la competizione esercitata dalle infestanti può seriamente interferire con l'ottimale crescita della coltura. Il fagiolo (*F. vulgaris*), appartiene alla famiglia delle fabacee (leguminose) cui afferiscono anche malerbe quali *Medicago lupulina*, *Vicia* spp, *Lathyrus tuberosus*, *Apios americana* Medicus, è una leguminosa, introdotta in Italia come ornamentale, che si sta naturalizzando nella pianura padana occidentale, divenendo infestante. Particolarità di questa specie è che, nei nostri ambienti, si propaga solo vegetativamente (Campagna e Rapparini, 2006). Le malerbe che più facilmente possono essere riscontrate negli areali di coltivazione del fagiolo sono generalmente quelle tipiche delle colture a ciclo primaverile-estivo. Quelle che potrebbero risultare più problematiche nella coltivazione di questa leguminosa sono *Solanum nigrum*, *Galinsoga ciliata*, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Amaranthus* spp., *Setaria viridis* e

*Digitaria sanguinalis*. Un'infestante che sta destando particolare preoccupazione è il *Cyperus esculentus*, ciperacea caratterizzata da elevato potere invasivo, poliennalità e scalarità germinativa. In alcune zone del cuneese negli ultimi anni è inoltre stata segnalata la presenza di *Solanum carolinense*, solanacea esotica perennante caratterizzata da un apparato fogliare diffusamente spinoso.

Il controllo della flora infestante può avvenire mediante mezzi chimici e/o meccanici. Merita comunque ricordare l'importante ruolo svolto dalla rotazione colturale, che permette di mantenere un'infestazione dalla composizione floristica più equilibrata. Gli interventi meccanici sono sostanzialmente rappresentati dalla sarchiatura, pratica che può essere applicata agevolmente nelle prime fasi di coltivazione (fino ad 1 mese dalla semina) e che manifesta una buona efficacia se eseguita su infestanti ai primi stadi di sviluppo. Il diserbo chimico rappresenta la soluzione ottimale in presenza di realtà aziendali di una certa estensione e dove la raccolta meccanizzata impone una certa "pulizia" del campo in fase di raccolta.

### **Zucca (*Cucurbita moscata* Duch., *C. maxima* Duch.)**

Le informazioni circa la diffusione in pieno campo della coltura di zucca sono scarse. Alla fine degli anni '70 l'ISTAT censiva circa 3000 ha, mentre le informazioni reperibili ora indicano produzioni di circa 11000 t che, ipotizzando rese medie di 27 t/ha, corrispondono a poco più 400 ha. La zucca è una pianta monoica dicline, annuale a fusto strisciante o rampicante, originaria del centro – sud America, necessita di temperature elevate durante la coltivazione. Le specie più diffuse sono la *Cucurbita moschata* con frutto molto lungo, di forma cilindrica, ingrossato all'estremità e leggermente ricurvo con buccia gialla e la *Cucurbita maxima* con frutti rotondi, anche di notevoli dimensioni, schiacciati ai poli di colore generalmente verde. La semina diretta avviene tra aprile e maggio con un sesto di impianto molto ampio che varia in funzione del tipo: per le zucche tipo "Delica" l'investimento è di 0,5 piante/mq con file distanziate di 2m e 1m sulla fila; per zucche tipo "Violina" e "Marina di Chioggia" la distanza tra le file sale a 2,5m e quella lungo la fila ad 1,2m per una densità di 0,33 piante/mq.

La zucca copre il terreno in 60 giorni circa; il Periodo Richiesto di Assenza dalle Malerbe (PRAM) è compreso tra le prime 4 e le 6 settimane dalla semina (Guzmán-Pérez, 1986).

Per i sestri di impianto molto ampi, alcuni produttori impiegano la pacciamatura con la sola funzione di controllare le malerbe. La sarchiatura è praticata normalmente sia nella coltura pacciamata che non, e comunque prima che le ramificazioni ricoprano il terreno. Il comportamento prostrato della pianta rende difficile la gestione delle malerbe che, sfuggite alle strategie di controllo, possono emergere dalla coltura sovrastandola.

La coltura esige un clima temperato caldo, tra i 18 e 30°C, e le semine di fine primavera risultano le migliori per produzioni di qualità a scapito di quelle estive, in quanto gli abbassamenti termici autunnali rallentano la crescita. Preferisce terreni fertili, drenati con pH compreso tra 5,5 e 7. I terreni dove vengono coltivate le zucche sono molto fertili e quindi adatti a tutte le malerbe che sono avvantaggiate verso la fine del ciclo colturale dai forti attacchi di oidio che compromettono l'apparato fogliare della coltura e ne anticipano la senescenza. La zucca segue nell'avvicendamento generalmente il frumento, mentre se ne sconsiglia la successione con fagiolo, solanacee o altre cucurbitacee.

La zucca appartiene alla famiglia delle cucurbitacee a cui afferiscono poche malerbe come *Bryonia dioica*, *Ecballium elaterium* e *Sycios angulatus*. *Bryonia* e *Sycios* si comportano nel nord Italia come specie ruderali, anche se la seconda inizia ad interessare i terreni coltivati. L'*Ecballium* è invece una tipica malerba del sud Italia.

Le malerbe che interessano il ciclo colturale della zucca sono le stesse delle colture primaverili-estive, già elencate per la patata dolce e fagiolo (Figura 4). In particolare sono favorite le malerbe nitrofile che sono avvantaggiate dall'alto contenuto in sostanza organica anche non completamente umificata dei terreni dove viene coltivata la zucca. La difficoltà di controllo delle malerbe è anche legata alla assenza di principi attivi registrati per questa coltura, se non per il diquat in presemina.



**Figura 4. Campo di zucca fortemente infestato in prossimità della raccolta.**

### **Basilico (*Ocimum basilicum* L.)**

Il basilico (*Ocimum basilicum*) è una pianta aromatica originaria dell'Asia e dell'Africa tropicale introdotta in Europa sin dall'antichità (Siviero e Enzo, 1998). Nonostante le numerose cultivar, solamente la 'Genovese' ha un interesse commerciale di rilievo.

Nell'ultimo ventennio la coltivazione del basilico ha subito diversi cambiamenti. La coltivazione del basilico da strappo, per il consumo fresco, realizzata in modo prevalente in serra, si è spostata dalla zona tipica (costiera tra Albenga e Imperia) verso altri areali. Nel 2015 (dati ISTAT) in serra si coltivano poco più di 170 ha e le regioni maggiormente interessate sono Campania (37 ha), Emilia Romagna (32 ha) e Lombardia (22 ha), seguite da Lazio, Liguria, Veneto e Piemonte. In anni più recenti, inoltre, si è assistito alla diffusione della coltivazione di questa specie a pieno campo (Figura 5), ad uso industriale. Non ci sono informazioni attendibili sull'estensione di questo tipo di coltivazione, ma si stimano investiti in Italia circa 100 ha. Al Basilico Genovese è stata riconosciuta la DOP sia per il prodotto per il consumo fresco, che per quello destinato alla trasformazione.



**Figura 5. Basilico coltivato in pieno campo.**

Il basilico, per l'industria, si semina direttamente in pieno campo da aprile a luglio; la distanza tra le piantine varia da 2-3cm sulla fila e 10-20cm tra le file in relazione allo sviluppo vegetativo dei diversi tipi; con tali distanze si avranno pertanto circa 150-250 piante per mq. La coltura si avvantaggia della semina su aiuole baulate. Il suo ciclo ha una estensione di 130-150 giorni per le semine precoci nelle quali si effettuano 3 tagli, talora 4, e di 90-120 giorni per le semine tardive che prevedono solitamente due tagli. Copre il terreno in 35-45 giorni. Nell'avvicendamento in pieno campo prende il posto di una coltura da rinnovo. Preferisce terreni di medio impasto, freschi, ben

drenati, dotati di sostanza organica, situazione quindi molto favorevole anche per le malerbe. La preparazione del letto di semina deve essere molto accurata con anche due erpicature per giungere, a fine inverno, ad avere un letto di semina livellato e sminuzzato.

Il basilico appartiene alla famiglia delle lamiacee (ex labiate) cui afferiscono anche alcune malerbe importanti tra cui *Lamium purpureum* e *Lamium amplexicaule*, annuali indifferenti, che comunque si presentano con densità non molto elevate.

Le infestanti che interessano la coltura afferiscono ai gruppi ecofisiologici delle specie primaverili ed estive; tra le dicotiledoni si ricordano *Chenopodium album*, *Amaranthus* spp., *Abutilon theophrasti*, *Solanum nigrum*, *Portulaca oleracea* e tra le graminacee *Echinochloa crus-galli*, *Sorghum halepense*, *Digitaria sanguinalis*, *Setaria viridis* e *Setaria glauca*. Ultimamente è in grande diffusione il *Cyperus esculentus*, particolarmente pericoloso per la sua aggressività dovuta all'alta densità e scalarità di emergenza e per la persistenza dei tubercoli nel terreno. Parte della difficoltà nel controllo delle malerbe deriva dallo stretto sesto di impianto che non permette il controllo meccanico, e dalle frequenti irrigazioni richieste dalla coltura che facilitano la germinazione e l'accrescimento delle malerbe ancor prima della coltura. La possibilità di controllo chimico è limitata al solo diquat in presemina e al piridate in post emergenza. Quest'ultimo, per altro, può causare danni alla stessa coltura.

### **Aglione (*Allium sativum* L.)**

L'aglio è un ortaggio da condimento largamente diffuso in tutto il mondo. Con oltre 3.200 ha, in Europa, l'Italia è seconda solo alla Spagna in termini di superfici coltivate. Le regioni con le maggiori superfici convertite ad aglio sono Campania, Emilia Romagna e Veneto (ISTAT, 2012).

L'Italia vanta due DOP (Aglio di Voghiera, Aglio Bianco Polesano), due presidi Slowfood (Aglio di Vessalico, Aglio Rosso di Nubia), e diversi consorzi di tutela.

Nel Veneto è l'area geografica del Polesine (circa 400 ha) che, per tipologia dei terreni e per le condizioni climatiche tipicamente temperato-asciutte, risulta molto favorevole. Il particolare ambiente pedoclimatico è sicuramente uno dei fattori responsabili delle peculiarità e della qualità di questo prodotto a cui è stata riconosciuta la DOP di Aglio Bianco Polesano. Grazie alla presenza dei fiumi Po e Adige, che delimitano rispettivamente a sud e a nord la zona del Polesine e che prima delle odierne arginature hanno più volte, nel corso dei secoli, alluvionato la pianura, i suoli si presentano di medio impasto, argilloso-limosi, ben drenati, porosi e particolarmente fertili. Determinante è anche la composizione mineralogica di questi terreni: l'elevato contenuto di fosforo e potassio è responsabile del tipico colore bianco e della buona conservabilità del prodotto, mentre il calcio e il magnesio contribuiscono a migliorare la qualità dei bulbi. Tipicamente, i bulbilli di

Aglio Bianco Polesano DOP vengono “seminati” a metà ottobre (ciclo autunno-primaverile) e raccolti a partire da giugno. I bulbilli possono comunque essere seminati anche a febbraio (ciclo primaverile). Le file sono distanziate di 40-50cm per poter intervenire con i mezzi meccanici e la densità è di 20-30 piante mq. L'intervallo semina-emergenza può arrivare anche a quasi un mese. Durante la coltivazione, in primavera, vengono eseguite una o due sarchiature. La coltura non riesce a coprire il terreno con il proprio apparato fogliare neanche a fine ciclo, per questo è molto sensibile alla competizione delle malerbe in particolare nel periodo iniziale; la perdita di resa può variare dal 30 al 60% (Baloch, 1994). Nell'aglio è stato determinato un PRAM di circa 12 settimane (William e Warren, 1975; Zimdahl, 2004). Non ci sono studi in Italia sulla determinazione del PC, ma nelle aree irrigate della valle del Giordano è stato stimato essere compreso tra la 3<sup>a</sup> e la 7<sup>a</sup> settimana dall'emergenza della coltura (Qasem, 1996).

L'aglio appartiene alla famiglia delle liliacee, cui afferiscono alcune specie infestanti come il *Colchicum autumnale* e l'*Ornithogalum umbellatum* che interessano, però, soprattutto i pascoli alpini.

Stante il lungo ciclo colturale (150-240 giorni) tutti i gruppi ecofisiologici di malerbe possono interessare l'aglio sia seminato in autunno che a fine inverno. Le semine autunnali sono interessate inizialmente da numerose dicotiledoni e graminacee indifferenti ed autunnali (*Capsella bursa-pastoris*, *Sonchus oleraceus*, *Matricaria chamomilla*, *Lamium amplexicaule*, *Stellaria media*, *Arabidopsis thaliana*, *Lolium multiflorum*, *Avena ludoviciana* e *Alopecurus myosuroides*) e da alcune specie invernali quali *Papaver* spp, e *Veronica hederifolia*. Nelle semine di fine inverno prevalgono inizialmente *Anagallis arvensis*, *Polygonum aviculare*, *Ammi majus*, *Picris echioides*, *Fallopia convolvulus*, e poi tutte le primaverili prolungate e le estive classiche (*Solanum nigrum*, *Abutilon theophrasti*, *Hibiscus trionum*, *Chenopodium album*, *Amaranthus* spp., *Echinochloa crus-galli*, *Sorghum halepense*, *Digitaria sanguinalis*, *Portulaca oleracea*). Per la grande varietà di specie potenzialmente infestanti, per la sovrapposizione delle emergenze nel corso del ciclo colturale e per la mancanza di una vera interruzione di queste conseguente alla copertura del terreno da parte della coltura, il contenimento delle infestanti risulta, nella coltura dell'aglio, difficoltoso.

### **Porro (*Allium porrum* L.)**

Il porro è coltivato, in Italia, su una superficie di 338 ha, con una produzione di quasi 9.000 t. Nel Veneto, regione maggiormente produttrice, si coltivano poco più di 100 ha, seguono Marche e Toscana con poco più di 50 ha (ISTAT, 2016). Questa coltura si trapianta da marzo ad ottobre, impiegando cultivar a diversa precocità, e la raccolta avviene da settembre ad aprile. Le cultivar più precoci svolgono quindi il proprio ciclo colturale nel periodo primaverile-autunnale, le più tardive

in quello autunno-primaverile. Viene coltivato a file distanziate di 30-50cm (fino anche a 75cm) con una densità di 15-25 piante a mq. Il suo ciclo è di 5-9 mesi e come l'aglio non riesce a coprire il terreno neanche in prossimità della raccolta, per cui è estremamente esposto alla competizione delle malerbe.

Nelle condizioni della Turchia, il PC è stato stimato essere compreso tra la 1<sup>a</sup> e la 12<sup>a</sup> settimana (Tursun et al., 2007). Vengono praticate 2 rincalzature per favorire l'imbianchimento, una dopo 50 giorni dal trapianto ed una seconda 25-30 giorno prima della raccolta (Figura 6). Quando coltivato in terreni sabbiosi, la rincalzatura può essere praticata anche dopo ogni evento piovoso intenso. Il porro appartiene, come l'aglio, alla famiglia delle liliacee e quindi nel nostro ambiente non ci sono malerbe vicine sistematicamente ad esso. Le infestanti sono le stesse dell'aglio, ciò anche perché i terreni su cui viene coltivato hanno grosso modo le stesse caratteristiche: franco-sabbiosi, profondi, freschi, permeabili, fertili, irrigui e con un pH neutro o leggermente sub-acido. Come l'aglio, il porro è considerato una coltura di rinnovo come il mais e, di conseguenza, può seguire un cereale autunno-vernino tipo grano, orzo, segale, avena. La coltura soffre il ristoppio in particolare per lo sviluppo di malattie crittogamiche e fisiopatie.



**Figura 6. Campo di porri dopo la prima rincalzatura, in cui è evidente la limitata copertura del suolo.**

## **Menta (*Mentha* spp.)**

Il genere *Mentha* è rappresentato da numerose specie e varietà (circa un centinaio) di piante a portamento erbaceo, in genere poliennali, stolonifere.

In Italia la coltivazione della menta interessa una superficie di 253 ha (ISMEA, 2013), per oltre il 90% concentrata in Piemonte, tra le provincie di Torino e Cuneo (Vender, 2001). La zona di Pancalieri nel torinese rappresenta inequivocabilmente il distretto italiano della menta, contando oggi una superficie investita di 100 ha (Figura 7). La menta piperita è un ibrido naturale di *M. aquatica* e *M. spicata*; quella coltivata in Piemonte è *Mentha*×*piperita* L. var. *officinalis* forma *rubescens* Camus, anche chiamata "Menta Italo-Mitcham" o "Mentha di Mitcham", ed è oggi riconosciuta come Prodotto Agroalimentare tradizionale.



**Figura 7. Coltivazione di menta a Pancalieri (TO).**

La menta è una specie che si adatta bene a differenti tipologie di suoli, anche se ai fini produttivi sono da preferirsi suoli profondi, sciolti, dotati di una buona fertilità. La menta è specie poliennale, pertanto il menteto può avere una durata superiore all'anno. Occorre quindi considerare che in caso di impianti poliennali la resa può subire forti ripercussioni qualora non si riesca a controllare efficacemente la vegetazione spontanea. A partire dal secondo anno anche lo sviluppo degli steli può manifestare delle riduzioni dovute all'elevato numero di stoloni che progressivamente si sviluppano; l'orientamento attuale è, quindi, quello di mantenere la coltura per uno-due anni. Il menteto richiede un'adeguata preparazione del terreno al fine di garantire un buon insediamento della coltura nelle fasi iniziali. Inoltre nella menta risultano fondamentali le concimazioni azotate necessarie a garantire un'adeguata produzione di foglie ed un buon tenore in olio. Il menteto viene

costituito a partire da stoloni ed insediato in primavera o in autunno. Gli stoloni vengono posti in file alla profondità di circa 10-15cm e ad una distanza di 30-35cm. Comunemente si eseguono uno o due tagli in funzione dell'andamento stagionale. La biomassa raccolta al primo taglio è generalmente destinata all'estrazione, mentre quella del secondo viene più spesso inviata all'industria tisaniera in quanto l'olio essenziale risulta di minore qualità.

La lotta alle malerbe costituisce la tecnica colturale più importante nella coltivazione della menta. In assenza di un adeguato controllo della vegetazione infestante, le ripercussioni produttive possono essere notevoli, anche in considerazione della poliennalità che può caratterizzare la coltura e che la rende particolarmente esposta alla competizione esercitata da alcune specie infestanti perennanti. Non ci sono informazioni specifiche, per questa specie, sul PC.

La menta, come il basilico, afferisce alla famiglia delle lamiacee (ex labiate) cui appartengono anche malerbe, oltre alle già citate *Lamium purpureum* e *L. amplexicaule*, anche *Ajuga reptans*, *Stachys* spp., *Galeopsis* spp. *Glecoma* spp. Le specie infestanti che più facilmente possono riscontrarsi nei menteti sono quelle tipiche del periodo primaverile-estivo, sia graminacee (*Poa* spp., *Echinochloa crus-galli*, *Digitaria sanguinalis*, *Sorghum halepense*) che dicotiledoni (*Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum*, *Portulaca oleracea*), annuali e perenni (Mucci, 1990). Attraverso un'indagine condotta presso la Cooperativa Erbe Aromatiche di Pancalieri è stato possibile evidenziare che le infestanti più problematiche nell'areale torinese sono *Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum*, *Poa annua*, *Portulaca oleracea* tra le annuali, *Sorghum halepense* e *Convolvulus arvensis* tra le poliennali. Infestazioni di *Cyperus esculentus* risultano al momento ancora limitate ad alcuni appezzamenti di alcune aziende. La gestione della flora infestante nella menta costituisce una pratica fondamentale al fine di garantire un adeguato livello produttivo e qualitativo. In fase di preparazione del terreno, in pre-semina o in pre-trapianto può essere fondamentale un intervento di pulizia con prodotti a base di glifosate o di diquat. Quest'ultimo può essere utilizzato efficacemente anche in post raccolta non esplicando un'azione sistemica.

Gli interventi di lotta in presenza della coltura si basano sull'impiego di pochissimi prodotti selettivi e soprattutto sul ricorso al pirodiserbo e agli interventi meccanici rappresentati dalle fresature interfilari e dalle sarchiature. Nelle realtà in cui si applichino metodi di produzione biologica e/o biodinamica, il controllo della flora infestante può risultare ancora più difficoltoso per l'assenza del mezzo di lotta chimico (Nicola et al., 2003).

Nel controllo della flora infestante dei menteti, la maggiore criticità è quindi rappresentata oggi dalla carenza di erbicidi registrati per l'utilizzo su tale coltura, in particolare in post-emergenza. Uno dei prodotti attualmente autorizzati, il terbacile, ha infatti avuto un'autorizzazione eccezionale nel 2014 e nel 2015, peraltro valida sul solo territorio della Regione Piemonte (DD 02/03/2015).

L'unica altra sostanza attiva ammessa in post-emergenza precoce è il piridate, una molecola caratterizzata da una buona efficacia nei confronti delle malerbe a foglia larga. Tale situazione potrebbe indurre, in certe condizioni, i produttori convenzionali all'impiego di prodotti non ufficialmente registrati per l'utilizzazione sulla menta. E' quindi auspicabile, sia da parte delle aziende che delle istituzioni e delle associazioni di produttori, una maggiore pressione sulle aziende di prodotti fitosanitari al fine di garantire un più consistente portfolio di prodotti registrati per il controllo delle infestanti nella menta.

### **Asparago (*Asparagus officinalis* L.)**

L'asparago è una liliacea di antichissima utilizzazione, conosciuta sino dal periodo egizio. Sono coltivate, oltre ad *A. officinalis*, anche *A. tenuifolius* e *A. acutifolius*, caratterizzate dalla produzione di turioni di dimensione e qualità inferiori rispetto alla prima (Pimpini, 1990). L'Italia è il secondo produttore europeo dopo la Spagna con una superficie di 5.560 ha ed una produzione di oltre 26.000 tonnellate. L'80% delle coltivazioni fornisce turioni verdi, il restante 20% bianco (Falavigna, 2014). I dati ISTAT del 2015 riportano superfici investite di 6.312 ha, di cui 1147 ha in serra. In generale l'asparago si coltiva principalmente in Puglia (1.540 ha), Veneto (1.371 ha) e Campania (1.278 ha); considerando il solo pieno campo, in Puglia (1.540 ha), in Veneto (1.334 ha) e in Emilia Romagna (672 ha). La coltivazione in serra è concentrata in Campania (1.068 ha). La produzione di turioni bianchi è localizzata in prevalenza nel triveneto (Falavigna, 2014).

L'asparago è una specie erbacea dioica, monocotiledone ad *habitus* vivace. Presenta un ammasso di rizomi e radici carnose ai quali viene solitamente attribuito il nome di zampe.

L'asparago è una coltura rustica, capace di resistere bene sia a periodi di freddo intenso, che di siccità; tollera bene anche condizioni di salinità elevata. L'aspetto ambientale da tenere maggiormente in considerazione nella coltivazione dell'asparago è il tipo di suolo. Questo deve essere preferibilmente sciolto, ben drenato, non eccessivamente ricco di sostanza organica, a pH neutro. La natura grossolana del terreno è importante per favorire un buon sviluppo dei turioni ed evitare pericolosi ristagni idrici.

Oggigiorno l'impianto avviene a partire da plantule allevate in semenzaio oppure utilizzando le zampe. Mediante attrezzature specifiche vengono quindi realizzate trincee profonde 30-40cm e distanti 150-250cm nelle quali verranno deposte le zampe. L'impianto avviene generalmente in primavera (per giovani piantine e zampe) o anche in autunno (per le zampe) (Tesi, 2010; Falavigna, 2014). La durata dell'asparagiaia varia dai 4-6 anni negli impianti in coltura protetta e tra i 7-10 anni in pieno campo (Figura 8). La tendenza attuale fa tuttavia riferimento alle esigenze di protezione della coltura da parte degli attacchi delle malattie fungine (ruggine, fusariosi, stemfiliosi)

preferendo, a tal scopo, sesti più ampi (220-250cm per turioni bianchi, 150-180cm per turioni verdi) pur mantenendo inalterata la distanza sulla fila (30cm) (Falavigna, 2006). La tecnica di produzione dell'asparago bianco prevede, da febbraio, la rincalzatura delle piante con la realizzazione di baulature importanti che, con la pacciamatura con film nero, permettono l'ottenimento dei turioni eziolati (bianchi).



**Figura 8. Impianto di asparagi verdi alla fine del secondo anno. Si evidenzia l'assenza di infestanti nell'interfila.**

La lotta alle malerbe costituisce nella coltura dell'asparago uno dei principali interventi colturali. Un controllo non adeguato delle infestanti può, infatti, avere una forte influenza negativa sulla produzione, sia in termini di qualità che di quantità, oltre che rallentare di molto le operazioni di raccolta, sia essa manuale che meccanica. La particolare sistemazione che caratterizza le asparagiaie favorisce lo sviluppo delle infestanti, in particolare nei primi anni; inoltre la copertura offerta dalla coltura è per buona parte della stagione assente o minima e questo lascia ampi spazi liberi allo sviluppo delle infestanti. Inoltre l'asparagiaia è un impianto di lunga durata e tale caratteristica può favorire l'insediamento e la diffusione delle infestanti perennanti (Figura 9). Non ci sono informazioni sul PC.



**Figura 9. Impianto di asparagi al termine dell'ottavo anno.  
Si evidenzia la notevole infestazione.**

L'asparago, come aglio e porro, appartiene alla famiglia delle liliacee cui afferiscono anche specie potenzialmente infestanti come i già citati *Colchicum autumnale* e *Ornithogalum umbellatum*, ma anche *Muscari* spp.

Le infestanti più problematiche nella coltura dell'asparago risultano essere *Calystegia sepium*, *Convolvulus arvensis*, *Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum* e *Chenopodium album*. Nei primi anni di impianto possono determinare problemi anche specie dicotiledoni minori, quali *Stellaria media*, *Veronica* spp., e *Lamium* spp. Su asparagiaie in produzione da molti anni le infestanti più temibili sono le specie perennanti, in particolare *Cynodon dactylon*, *Cirsium arvensis*, i già citati *Calystegia sepium*, *Convolvulus arvensis*, nonché *Equisetum* spp., *Sorghum halepense*, *Artemisia vulgaris* (Rapparini et al., 1998). In uno studio condotto in Friuli Venezia Giulia, oltre a molte delle specie indicate sopra, sono segnalati problemi in fase di raccolta dovuti alla presenza di *Rubus fruticosus* (Danielis e Della Donna, 2002).

Gli interventi di gestione della flora infestante devono necessariamente tenere conto dell'età dell'asparagiaia. Questa viene generalmente considerata giovane fino al II anno di impianto, affrancata dal III anno in poi. Nelle asparagiaie affrancate gli interventi di diserbo possono essere eseguiti a fine inverno prima dell'emergenza dei turioni, in post ricaccio con dispositivi schermanti, subito dopo la raccolta giornaliera, a raccolta ultimata e infine in autunno al termine della stagione colturale (Pimpini, 1990; Rapparini et al., 1998). Il controllo delle malerbe è più semplice nel caso dell'asparago bianco in quanto, a fine raccolta, le baulature vengono spianate con la conseguente eliminazione delle malerbe.

Gli interventi di diserbo da svolgersi in pre-impianto e pre-ricaccio possono essere eseguiti con glifosate, cicloxidim e diquat. In pre e post-trapianto i prodotti disponibili sono numerosi.

### **Considerazioni conclusive**

- 1) Le comunità di malerbe delle colture minori sono spesso simili a quelle delle colture maggiori in avvicendamento.
- 2) Le colture minori “subiscono” l’evoluzione negativa che ha contraddistinto negli ultimi anni le colture maggiori.
- 3) Il loro inserimento in avvicendamento non è in grado di migliorare la gestione delle malerbe a livello aziendale, vuoi per le superfici non ampie occupate, vuoi per la mancanza di erbicidi, vuoi per la ridotta capacità competitiva di alcune di esse.
- 4) Alcune malerbe sono state segnalate in diffusione come *Cyperus esculentus*, *Galinsoga parviflora* e *G. ciliata* e *Acalypha virginica*. L’aumento delle superfici coltivate a soia a scapito del mais, sempre più in difficoltà per la contaminazione da micotossine, favorirà verosimilmente la diffusione di queste malerbe.

Il controllo delle malerbe è uno dei problemi principali nelle colture minori. Il ricorso al mezzo chimico è limitato per la scarsità di prodotti registrati; spesso anche quando esistono la situazione rimane critica poiché quelli registrati sono efficaci contro specifici gruppi di malerbe (es. graminacee) ma non verso altri (dicotiledoni, malerbe perenni).

Le colture minori sono spesso colture intensive e ad elevato reddito. Nelle piccole aziende, a conduzione familiare, la scerbatura manuale continua ad essere praticata e le colture sono mantenute pulite in modo quasi maniacale. Nelle aziende più grandi, visto l’alto costo della manodopera, il controllo manuale delle infestanti è invece spesso trascurato.

Viste le criticità sopra indicate, appare importante scegliere, se possibile, terreni caratterizzati da una ridotta infestazione, sfruttando intelligentemente l’avvicendamento colturale e le pratiche agronomiche al fine di ridurre la densità delle malerbe (es. falsa semina) o la diffusione delle piante perenni (es. lotta alle perenni nei periodi di intercoltura o nelle colture avvicendate, ecc.). In questa logica il *timing* dei diversi interventi è fondamentale ma per renderlo efficace bisogna conoscere la dinamica delle emergenze e la composizione delle comunità di malerbe, aspetti che però sono ancora molto poco conosciuti.

## Bibliografia

- Baloch AF (1994). Vegetable Crops. In: Bashir E, Bantel R, editor. Horticulture. National Book Foundation, Islamabad Pakistan., pp. 502-503.
- Bianco VV (1990). Fagiolo da sgusciare del tipo borlotto. In: Bianco VV, Pimpini F editor. *Orticultura*, Patron Editore, Bologna, 664-671.
- Bugiani A, Dal Bianco B (1971). Comunità delle malerbe nella coltura del mais in Italia. in: Convegno Nazionale sugli aspetti e problemi della Maiscoltura Italiana. Pisa 20-22 settembre, 3-85.
- Campagna G, Rapparini G (2006). *Apios americana* Medicus (= *Apios tuberosa* Moench: *Glycine apios*) Glicine tuberoso. *L'informatore Agrario* 11: 75.
- Caniglia G, Marchi A (1978). La vegetazione infestante delle colture di barbabietola nel delta del Po, Bollettino Museo Civico Storia Naturale – Venezia- Volume XXIX, 125-137.
- Cantele A, Zanin G, Zuin MC (1984). Evolution de la flore adventice du mais en Frioul (Italie Nord-Orientale) et role de la monoculture. *7ème Coll. Intern. Biol. Ecol. et System. Mauvaises Herbes*, EWRS-Columa, 437-447.
- Danielis R, Della Donna E (2002). Efficacia di diverse strategie di diserbo dell'asparago. *Notiziario ERSA*, 27-35.
- Dawson JH (1964). Competition between irrigated field beans and annual weeds. *Weeds* 12: 206-208.
- DD 02/03/2015, 2015. Decreto dirigenziale del Ministero della salute recante l'autorizzazione in deroga per situazioni di emergenza fitosanitaria per l'impiego sulla coltura della menta come diserbante, ai sensi dell'art. 53, paragrafo 1, del regolamento (CE) n. 1107/2009, del prodotto fitosanitario SINBAR DG registrato al n.16342, contenente la sostanza attiva terbacile.
- Falavigna A (2006). I punti critici dell'asparago in campo e nel post-raccolta. *L'informatore Agrario* 1: 52-56.
- Falavigna A (2014). Coltivare l'asparago in Italia, prospettive e redditività. *L'informatore Agrario* 47: 46-49.
- Guzmán-Pérez CD (1986). Períodos críticos de competición y efectos alelopáticos de algunas malezas en calabaza y benenjena. M.S. Thesis. Universidad de Puerto Rico Mayagüez Campus.
- Kassasian L, Seeyave J (1967). Weed control in root crops grown in the West Indies, In: *Proceedings of first International Symposium on Tropical Root Crops*, Trinidad, Vol. 2: 20-35
- Lorenzoni GG (1963). La vegetazione infestante del mais nel Friuli, nel Veneto e in Lombardia. *Quaderno 2 di Maydica*, 3-54.
- Montemurro P, Tei F (1998). Il controllo della flora infestante nelle colture orticole: problematiche agronomiche. *Atti SIRFI*, 1-62.
- Mucci F (1990). Menta. In: Bianco VV, Pimpini F editor. *Orticultura*, Patron Editore, Bologna, 739-746.
- Nedunchezhiyan M, Ravindran CS, Ravi V (2013). Weed Management in root and tuber crops in India: critical analysis. *Journal of Root Crops* 39: 13-20.
- Nedunzhiyan M, Varma SP, Ray RC (1998). Estimation of critical period of crop-weed competition in sweet potato (*Ipomea batatas* L.). *Advances in Horticultural Science* 12: 101-104.
- Nicola S, Saglietti D, Hoeberechts J, Fontana E (2003). La coltivazione di piante officinali in Piemonte. Situazione attuale e prospettive. *Quaderni della Regione Piemonte, Agricoltura*, 22-25.

- Parisi B, Campion B (2009). Il panorama varietale italiano per ambiente di coltivazione e destinazione del prodotto. In: Parisi B, Campion B. *Il fagiolo*. CRA, 22-23.
- Parisi B, Carboni A, Ranalli P (2009). Sistematica, evoluzione della specie e morfologia della pianta. In: Parisi B, Campion B. *Il fagiolo*. CRA, 9-14.
- Parisi B, Dal Re L (2009). Avvicendamento, esigenze nutrizionali ed irrigue. Parisi B, Campion B. *Il fagiolo*. CRA, 17-19.
- Perrone D, Campion B (2009). Marchi di qualità IGP e DOP in fagiolo. In: Parisi B, Campion B. *Il fagiolo*. CRA, 22-23.
- Piccinini M, Petrini A, Fuselli D, Antonelli M (2005). Fagioli, Progetto di sperimentazione e recupero di produzioni agricole ed agroalimentari. CERMIS (Centro ricerche e sperimentazione per il miglioramento Vegetale "N. Strampelli"), Tolentino (MC), 3-48.
- Pimpini F (1990). Asparago. In: Bianco VV, Pimpini F editor. *Orticoltura*, Patron Editore, Bologna, 42-76.
- Qasem JR (1996). Weed competition in garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of Horticultural Science* 71: 41-48.
- Rapparini G, Tallevi G, Campagna G (1998). Il diserbo chimico dell'asparago. Aggiornamenti su questa importante pratica colturale, *L'informatore Agrario* 41: 61-73.
- Saglia A, Viggiani P, Zanin G (2005). Le novità nell'evoluzione della flora infestante del mais. *Atti SIRFI*, 43-69.
- Siviero P, Enzo M (1998). Il basilico, condimento mediterraneo da reddito. *L'Informatore Agrario* 17: 65-74.
- Tesi R (2010). *Orticoltura mediterranea sostenibile*. Patron Editore, Bologna.
- Tursun N, Bukun B, Karacan SC, Ngouajio M, Mennan H (2007). Critical period for weed control in leek (*Allium porrum* L.). *HortScience* 42: 106–109.
- Vender C (2001). Indagine sulla consistenza e sulle caratteristiche della produzione di piante officinali in Italia (dati 1999). Comunicazioni di ricerca ISAFa, Villanzano (TN), 7-73.
- Viggiani P, Baldoni G, Montemurro P (1998). Indagine sulla flora infestante il pomodoro da industria in alcuni ambienti tipici italiani. *Atti SIRFI*, 241-251.
- William RD, Warren GF (1975). Competition between purple nutsedge and vegetables. *Weed Science* 23: 317-323.
- Zanin G, Mosca G, Catizone P (1988). La vegetazione infestante del mais (*Zea mays* L.) nella pianura padano-veneta. Risultati di un 'indagine. Nota I. Aspetti qualitativi. *L'Informatore Agrario* 195-205.
- Zanin G, Mosca G, Catizone P (1991). La vegetazione infestante del mais (*Zea mays* L.) nella pianura padano-veneta. Nota II: aspetti fitosociologici e organizzazione strutturale. *Rivista di Agronomia*, 35-48.
- Zanin G, Mosca G, Catizone P (1992). A profile of the potential flora in maize fields of the Po valley. *Weed Research* 32: 407-418.
- Zimdahl RL (2004). *Weed Crop Competition: A Review*, 2nd ed. pp 220. Blackwell Publishing Ames, Iowa.

## **COLTURE MINORI E RESISTENZA DELLE MALERBE AGLI ERBICIDI**

**FOGLIATTO S., VIDOTTO F., FERRERO A.**

*Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari - Università di Torino  
E-mail: [silvia.fogliatto@unito.it](mailto:silvia.fogliatto@unito.it)*

### **Riassunto**

La ridotta disponibilità di erbicidi per il controllo delle malerbe nelle colture minori favorisce l'utilizzo dello stesso erbicida o di un numero limitato di erbicidi spesso con lo stesso meccanismo di azione, con un forte rischio di induzione dello sviluppo di malerbe resistenti anche nelle colture minori. Attualmente, la resistenza nelle colture minori rappresenta un problema secondario, anche se si ritiene non debba essere sottovalutato allo scopo di prevenirne la comparsa. Il rischio di sviluppo di malerbe resistenti è stato valutato in alcuni gruppi di colture minori, quali quelle tipiche degli ambienti acquatici, delle colture cerealicole ed oleaginose a ciclo autunno-vernino e primaverile-estivo, delle orticole, delle aromatiche ed officinali e delle arboree. L'introduzione delle colture minori nella rotazione può rappresentare un'opportunità per prevenire e arrestare la diffusione di malerbe resistenti sviluppatesi nelle colture maggiori a seguito della necessità di ricorrere all'impiego di diversi mezzi di lotta per il controllo delle malerbe.

### **Parole chiave**

Colture minori; erbicidi; resistenze; meccanismo di azione.

### **Summary**

Low herbicide availability for weed control in minor crops favors the use of the same herbicide or of few herbicides with the same mode of action, inducing the appearance of resistant weeds even in minor crops. Currently, weed resistance in minor crops is a secondary issue; however, the risk of the appearance and spreading of such phenomenon has to be taken into account in order to prevent it. The risk of appearance of herbicide resistant weeds was evaluated in some groups of minor crops, such as those typical of humid environments, of winter and summer cereal and oilseed crops, of vegetable, medicinal and aromatic crops, and of tree crops. The introduction of a minor crop in a rotational system may represent an opportunity to contain the spreading of weeds become resistant in major crops, because of the need of an integrated use of different weed management tools.

### **Keywords**

Minor crops; Herbicides; Weed resistance; Mode of action.

## **Introduzione**

Le colture minori vengono definite tali dalla legislazione italiana se sono coltivate su superfici inferiori ai 10.000 ettari per singola specie, se la produzione media annua è inferiore alle 200.000 tonnellate e se il consumo medio giornaliero è inferiore a 7,5 g di prodotto per persona (Aiello, 2010). In ambito regionale e locale alcune produzioni orto-frutticole e officinali di notevole importanza economica per l'industria alimentare e di trasformazione, per i consumatori e per gli agricoltori sono invece considerate, a livello nazionale, delle colture minori (Antoniacci e Gengotti, 2003).

In queste colture, la difesa dalle avversità è particolarmente problematica a causa di una generalizzata limitata disponibilità di prodotti fitosanitari specificamente autorizzati su di esse. Questa particolare situazione è legata, da un lato, ad un ridotto interesse dell'industria produttrice di agrofarmaci ad impegnare risorse finanziarie per la messa a punto di prodotti specifici e, dall'altro, dall'uscita dal mercato di formulati a seguito dell'introduzione di normative comunitarie che ne regolano l'autorizzazione (Antoniacci e Gengotti, 2003; Agrofarma, 2015). L'introduzione di prodotti sostitutivi di quelli precedentemente disponibili è venuta meno soprattutto per le colture minori. Per sopperire alla scarsità di prodotti autorizzati su tali colture, l'Unione Europea ha stabilito che un prodotto fitosanitario possa essere registrato per "uso minore" nel caso in cui si chieda l'estensione dell'impiego dalle colture maggiori a quelle ritenute minori o nel caso di un uso eccezionale per un'emergenza fitosanitaria (Antoniacci e Gengotti, 2003).

La scarsità di prodotti fitosanitari disponibili può determinare nelle colture minori il rischio di induzione della comparsa di fenomeni di resistenza. Nel caso del controllo delle malerbe in tali colture, la resistenza è stimolata dalla ridotta disponibilità di erbicidi con il conseguente ripetuto utilizzo dello stesso erbicida o di erbicidi caratterizzati da uno stesso meccanismo di azione. (GIRE, 2015).

La resistenza nelle malerbe è infatti la capacità naturale ed ereditabile di alcuni individui presenti in una popolazione di sopravvivere alla dose di erbicida normalmente utilizzata per il loro controllo (Sattin, 2006; Follis et al., 2011). I meccanismi di resistenza presenti nelle malerbe possono essere di diversa natura e sono dovuti a modificazioni che avvengono a livello genetico, oppure ad adattamenti di carattere fisiologico.

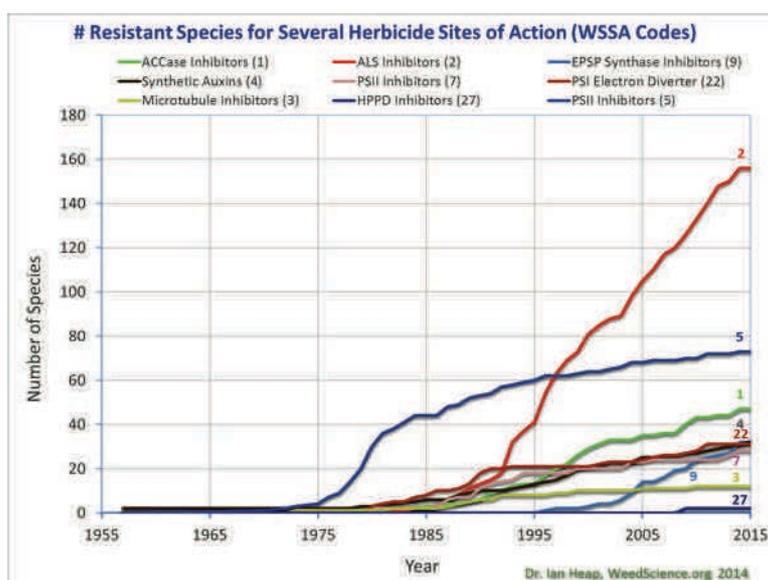
I fenomeni di resistenza insorgono spesso a seguito di mutazioni che provocano cambiamenti nella struttura del sito attivo su cui, in condizioni normali, agisce la molecola erbicida. Queste mutazioni possono ridurre l'efficienza con cui l'erbicida si lega al sito o impedire la formazione del legame stesso. Vi sono poi altri fenomeni, che coinvolgono il metabolismo della pianta, in grado di alterare il processo di assorbimento o di traslocazione degli erbicidi all'interno dell'infestante. In alcuni

casi, ad esempio, la pianta può acquisire una maggiore capacità di detossificare il principio attivo attraverso la sua trasformazione in composti non dannosi (Follis et al., 2011).

Le piante hanno la possibilità di sviluppare diversi meccanismi di resistenza, quali la resistenza semplice, incrociata o multipla. La resistenza semplice si manifesta nei confronti di una determinata molecola erbicida, mentre la resistenza incrociata si esprime nei confronti di erbicidi appartenenti a classi chimiche diverse ma aventi lo stesso meccanismo di azione. La resistenza multipla, infine, è la resistenza contemporanea nello stesso individuo (o nella stessa popolazione) ad erbicidi aventi diversi meccanismi di azione (Follis et al., 2011; HRAC, 2015).

La comparsa di malerbe resistenti determina, quindi, costi aggiuntivi e/o danni economici sia alle società agrochimiche, sia agli agricoltori. Le prime vedono ridursi il mercato dei loro prodotti diventati inefficaci e devono investire nello sviluppo di nuovi diserbanti. Gli agricoltori, oltre a dover sopportare perdite di produzione dovute ad un più ridotto controllo delle malerbe, devono ricorrere ad ulteriori trattamenti di lotta spesso con risultati aleatori e con relativi costi addizionali. Negli USA è stato stimato un costo aggiuntivo per gli agricoltori di circa 64 \$/ha per il controllo di giavoni divenuti resistenti a due diserbanti comunemente utilizzati in risaia, quinclorac e propanile (Norsworthy et al., 2012).

Ad oggi, a livello mondiale, risultano aver sviluppato resistenza agli erbicidi 246 specie infestanti (143 dicotiledoni e 103 monocotiledoni), 22 delle quali presenti anche in Italia (GIRE, 2015; Heap, 2105). Attualmente, la classe chimica che conta il maggior numero di specie infestanti divenute resistenti è quella degli ALS-inibitori (Acetolattato sintetasi), seguita dal gruppo degli inibitori del PSII e dagli inibitori dell'ACCasi (Acetil coenzima A carbossilasi) (Heap, 2015) (Figura 1).



**Figura 1. Numero di specie di malerbe divenute resistenti negli anni ad alcuni meccanismi di azione degli erbicidi (fonte: Heap, I. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Online. Internet. Thursday, October 22, 2015 . Available [www.weedscience.org](http://www.weedscience.org)).**

In Italia il fenomeno della resistenza è comparso inizialmente in aree dove da tempo si praticava la monosuccessione e il diserbo era basato sull'utilizzo di un solo prodotto erbicida: ad esempio l'atrazina nel mais nella pianura Pianura Padana, le solfoniluree nel riso nel Novarese, gli arilossifenossipropionati nel grano duro in Puglia (Campagna et al., 2008).

Dalla prima metà degli anni '90, dopo l'introduzione sul mercato di famiglie di erbicidi estremamente efficaci con sito d'azione molto specifico, le resistenze sono aumentate in modo quasi esponenziale. Le prime segnalazioni di resistenza agli inibitori dell'ALS sono comparse nelle risaie tra Piemonte e Lombardia ed hanno riguardato *Alisma plantago-aquatica* e *Schoenoplectus mucronatus*, contemporaneamente nel Centro-Sud Italia venivano segnalate popolazioni di *Lolium* spp., *Avena sterilis* e *Phalaris paradoxa* resistenti agli arilossifenossipropionati (GIRE, 2015). Attualmente, i fenomeni di resistenza si stanno diffondendo in diversi ambienti e colture ma rappresentano un grave problema in particolare nell'areale risicolo (Sattin et al., 2006).

La resistenza delle malerbe agli erbicidi nelle colture minori rappresenta attualmente un problema secondario; tuttavia, il rischio della comparsa e della diffusione di tale fenomeno va considerato al momento della scelta della strategia di gestione delle malerbe da adottare.

Di seguito verranno riportate alcune considerazioni relative al rischio per alcuni gruppi di malerbe di sviluppare resistenze nelle colture minori, anche in relazione alla loro comparsa nelle colture principali in Italia.

### **Infestanti tipiche degli ambienti acquatici**

Le colture minori coltivate in ambienti acquatici hanno attualmente un interesse limitato, in particolare nel nostro paese; per tale motivo il rischio di comparsa di popolazioni di infestanti resistenti agli erbicidi è piuttosto moderato. Una delle specie molto minori, coltivate in ambiente acquatico, è il calamo aromatico (*Acorus calamus*), coltivato soprattutto per le foglie e i rizomi aromatici utilizzati in erboristeria, nell'industria dolciaria e in medicina (Catizone et al., 1986). Le superfici interessate da questa coltura sono dell'ordine di qualche ettaro e si trovano in Piemonte e Lombardia (Vender, 2001). L'insorgenza di popolazioni di malerbe resistenti nel calamo potrebbe essere reale nel caso della sua coltivazione in areali risicoli. In tal caso, eventuali malerbe divenute resistenti nel riso potrebbero svilupparsi nella coltivazione del calamo e l'assenza di erbicidi registrati per tale coltura renderebbe la lotta ancora più problematica, anche in considerazione del fatto che il calamo è una coltura poliennale. Infestazioni di malerbe appartenenti alle famiglie delle Alismataceae, Ciperaceae e Poaceae potrebbero presentare maggiori problematiche. Infatti, alcune specie appartenenti a queste famiglie botaniche sono risultate resistenti agli erbicidi più comunemente applicati in risaia, quali gli inibitori dell'enzima ALS e dell'ACCasi. In particolare,

*Alisma plantago-aquatica* ha manifestato una resistenza incrociata a due sulfoniluree, bensulfuron-metile e cinosulfuron, e ad una triazolo pirimidina, metosulam. Tra le Ciperacee, in Italia sono stati rinvenuti casi di resistenza in *Schoenoplectus mucronatus* e *Cyperus difformis*. In particolare, *S. mucronatus* è l'infestante nella quale sono state individuate il maggior numero di popolazioni resistenti agli inibitori dell'ALS (Vidotto et al., 2003; Busi et al., 2006; Scarabel et al., 2010).

Nel calamo aromatico come in altre colture minori con simili esigenze ecologiche potrebbero comparire popolazioni di riso crodo (*Oryza sativa*) e di giavone (*Echinochloa crus-galli* ed *E. erecta*) resistenti agli erbicidi inibitori dell'ALS. Infatti, recentemente (2010), alcune popolazioni di riso crodo sono divenute resistenti agli erbicidi appartenenti alla classe chimica degli imidazolinoni, attraverso il trasferimento di materiale genetico tra le varietà di riso Clearfield, tolleranti all'imazamox, e il riso crodo (Busconi et al., 2012). I fenomeni di resistenza si sono particolarmente diffusi nei giavoni. I primi casi sono stati registrati a partire dal 2000 nei confronti di propanile e più recentemente in molte popolazioni anche nei confronti di inibitori dell'ALS e dell'ACCasi (Heap, 2015). In Italia, non sono attualmente di interesse altre colture minori coltivate in sommersione. Possibili problemi di resistenza sarebbero ipotizzabili in tali condizioni nel caso della coltivazione anche nel nostro paese, come in altre aree del mondo, della *Zizania palustris*, il cosiddetto riso selvatico. In passato alcuni tentativi di introduzione del riso selvatico come coltura erano stati condotti anche nel nostro paese; tuttavia, il rischio che questa specie potesse diventare un'infestante del riso e la scarsa produttività ottenuta nei nostri ambienti, ne hanno scoraggiato la coltivazione (Bocchi, 2002).

### **Infestanti delle colture autunno-vernine**

Tra le colture minori a ciclo autunno-vernino troviamo a titolo esemplificativo la segale, il triticale, il farro e il lino, quest'ultimo seminato sia in autunno, sia in primavera. Alcuni erbicidi autorizzati sulla segale e sul triticale, come ad esempio alcuni erbicidi ormonici (2,4-D, MCPA, dicamba) e alcuni inibitori dell'ALS (metsulfuron-metile e tibensulfuron-metile), ampiamente impiegati nel frumento hanno determinato la comparsa di malerbe resistenti (GIRE, 2015). Poiché queste colture minori possono essere infestate dalle stesse specie presenti nel frumento, il rischio di comparsa di resistenza risulta reale in particolare in presenza di malerbe con fecondazione incrociata. Le specie a fecondazione incrociata infatti sembrano essere quelle maggiormente predisposte allo sviluppo della resistenza, tuttavia l'elevata pressione di selezione esercitata da trattamenti ripetuti con gli stessi prodotti e la mancanza di efficaci erbicidi residuali ha portato allo sviluppo di popolazioni resistenti anche in specie prevalentemente autogame come *Avena sterilis* (Campagna e Geminiani, 2014). Tale specie ha manifestato prima la resistenza nei confronti di erbicidi inibitori dell'ACCasi

(clodinafop-propargyl, diclofop-metile, pinoxaden e setossidim) in frumento e successivamente anche nei riguardi degli inibitori dell'ALS (iodosulfuron-metile-sodio e mesosulfuron-metile); alcune popolazioni hanno mostrato inoltre resistenza multipla ad entrambi i meccanismi di azione (GIRE, 2015; Heap, 2015). Un'evoluzione analoga della resistenza è stata riscontrata anche in alcune popolazioni di *Lolium* spp. nel frumento duro. Tra le Poacee divenute resistenti agli erbicidi, *Phalaris paradoxa* prima e *P. brachystachys* successivamente, hanno fatto rilevare popolazioni resistenti agli inibitori dell'ACCasi e, in particolare, agli stessi principi attivi a cui sono resistenti *A. sterilis* e *Lolium* spp. Nel 2009 hanno manifestato in Puglia resistenza ai principali erbicidi inibitori dell'ACCasi utilizzati nel frumento duro anche popolazioni di *Alopecurus myosuroides* (Collavo et al., 2011; Heap, 2015).



**Figura 2. L'impiego ripetuto di erbicidi con lo stesso meccanismo d'azione ha determinato la comparsa di popolazioni di *Avena* spp. resistenti agli inibitori dell'ALS e dell'ACCasi nel frumento.**

In segale e triticale potrebbero essere problematiche anche infestazioni di *Papaver rhoeas*; sono state, infatti, riscontrate nel frumento duro popolazioni resistenti agli inibitori dell'ALS (florasulam, iodosulfuron-metile-sodio e tribenuron-metile) e ad un erbicida ormonico, il 2,4-D. Alcune popolazioni inoltre hanno manifestato una resistenza multipla agli inibitori dell'ALS e agli ormonici. Un'altra specie a rischio di sviluppo di resistenza è *Sinapis arvensis*; in Toscana e in Sicilia sono state infatti identificate popolazioni resistenti ad alcuni inibitori dell'ALS. Altre malerbe quali *Apera spica-venti*, *Poa* spp., *Stellaria media* e *Matricaria chamomilla* potrebbero in futuro sviluppare resistenza ai gramincidi e alle sulfoniluree che vengono impiegati per il controllo di queste malerbe (Campagna e Geminiani, 2014). Nelle colture di segale o triticale in presenza di

infestazioni di *P. rhoeas*, *S. arvensis*, *Lolium* spp. e *A. sterilis*, specie che hanno sviluppato casi di resistenza nel frumento, è opportuno ricorrere a mezzi di lotta alternativi al diserbo chimico, e in particolare alla rotazione con colture in cui è possibile utilizzare prodotti con diverso meccanismo di azione. Nel Sud Italia, il rischio di ritrovare nelle colture minori malerbe divenute resistenti nel frumento duro risulta attualmente piuttosto limitato in quanto tali colture non entrano solitamente in rotazione col frumento e vengono coltivate spesso in monosuccessione in aree non destinate alla coltivazione dei cereali maggiori. In qualche caso, il frumento duro è posto in rotazione con la sulla e la lupinella, leguminose per le quali si utilizzano erbicidi diversi da quelli del frumento e che quindi dovrebbero permettere di controllare le eventuali malerbe divenute resistenti nel frumento. In questi ambienti va soltanto rilevata la diffusione di *Centaurea napifolia* nel frumento duro, prevalentemente dovuta all'impiego di semente di sulla di importazione contaminata da semi della malerba. La ridotta efficacia degli erbicidi su tale infestante non è però da imputarsi alla comparsa di fenomeni di resistenza, bensì alla sua affermazione come flora di sostituzione negli ordinamenti colturali frumento-leguminosa del Sud Italia.

Il farro presenta in generale minori rischi di comparsa di malerbe resistenti, non essendo tale coltura solitamente interessata dal diserbo chimico a causa della sua elevata competitività. Al contrario, il lino risulta poco competitivo nei confronti delle malerbe a causa della crescita lenta e del ridotto sviluppo vegetativo e per tale ragione necessita di interventi di diserbo (Covarelli e Onofri, 1998). Il rischio di comparsa di malerbe resistenti in questa coltura è da considerarsi piuttosto limitato essendo possibile impiegare in essa soltanto bromoxinil, un inibitore del PSII, per il quale in Italia non sono stati registrati casi di resistenza (Pestidoc, 2015); con riferimento a quest'ultimo prodotto, va però osservato che in Canada e negli Stati Uniti sono comparse popolazioni resistenti di *Amaranthus retroflexus* nel mais e di *Senecio vulgaris* nella menta (Heap, 2105).

### **Infestanti delle colture primaverili-estive**

Le colture minori a ciclo primaverile-estivo includono alcuni cereali, quali miglio e panico, il grano saraceno e alcune oleaginose, come arachide, sesamo, senape e ricino. Altre colture minori sono rappresentate dalle orticole e dalle officinali, che verranno trattate in un'apposita sezione, dal cotone e dal luppolo (DM 16 settembre 1999). Per il diserbo di cereali minori a ciclo estivo come il miglio e il panico sono disponibili erbicidi quali diflufenican, un inibitore della biosintesi dei carotenoidi, clortoluron, un inibitore del fotosistema II e MCPP (Pestidoc, 2015). Questi erbicidi esplicano però un'attività erbicida principalmente su malerbe a ciclo autunno-vernino, il cui rischio di comparsa di malerbe resistenti è già stato trattato nel precedente paragrafo. Nell'ambito delle oleaginose minori solo l'arachide dispone di prodotti autorizzati, benfluralin e pendimetalin,

quest'ultimo utilizzabile anche nel cotone. Questi erbicidi hanno un meccanismo di azione comune, l'inibizione della formazione dei microtubuli, e presentano un rischio di comparsa di resistenza nelle malerbe piuttosto limitato essendo tali prodotti applicati in pre-emergenza. Nel caso di questo diserbante non sono noti fenomeni di resistenza nel nostro paese, mentre sono stati riportati casi di popolazioni resistenti di *Sorghum halepense* nel cotone negli Stati Uniti ed *E. crus-galli* nei frutteti bulgari (Heap, 2015). Nella coltura del cotone è possibile utilizzare il prodotto a base di ciclossidim, un inibitore dell'ACCasi e di clomazone, un inibitore della biosintesi dei carotenoidi. L'utilizzo di ciclossidim comporta un relativo rischio di induzione della resistenza, essendo già state riscontrate anche in Italia alcune popolazioni di *Digitaria sanguinalis* nella soia a tale molecola e a fluazifop-butile; casi di resistenza agli inibitori dell'Accasi sono stati rinvenuti anche in *S. halepense* nella soia (GIRE, 2015).



**Figura 3. I giavoni (*Echinochloa* spp.) costituiscono un gruppo di graminacee molto eterogeneo, all'interno del quale sono sempre più frequenti popolazioni resistenti agli erbicidi, in particolare nei confronti di inibitori dell'ALS e dell'ACCasi.**

Alcune infestanti che hanno manifestato resistenza nelle colture principali, quali ad esempio mais e soia, potrebbero anche essere presenti nelle colture minori a ciclo primaverile-estivo. Il rischio di evoluzione di popolazioni resistenti agli ALS inibitori risulta piuttosto basso in quanto attualmente non vi sono prodotti autorizzati per le colture minori a ciclo estivo con questo meccanismo di azione. Nel mais in particolare sono state individuate popolazioni di *A. retroflexus*, *E. crus-galli* e *S. halepense* resistenti a questa classe di erbicidi; tuttavia, anche nel caso dell'avvicendamento di mais o soia con una coltura minore con lo stesso ciclo, la comparsa di popolazioni resistenti agli inibitori

dell'ALS potrebbe essere gestita con l'applicazione degli erbicidi registrati sulle colture minori, limitati nel numero, ma nella quasi totalità dei casi caratterizzati da un meccanismo di azione differente. Analoghe considerazioni possono essere fatte per le popolazioni resistenti alle triazine, prodotti non autorizzati sulle colture minori considerate.

### **Infestanti delle colture orticole ed officinali**

Le colture orticole considerate minori includono alcuni ortaggi a radice e tubero (ad esempio, rapa, ravanello, rafano, sedano rapa, patata dolce, topinambur...), ortaggi a bulbo (aglio e scalogno), ortaggi a frutto (melanzana, cetriolo, cocomero, zucca, cavoli...), ortaggi a foglia (cicoria, radicchio, rucola, valerianella, spinacio, bietole...), ortaggi a stelo (asparago, cardo, finocchio, porro...) e legumi da granella (fava, cece, lupino...) (DM 16 settembre 1999). Data l'ampia gamma di specie, il numero di formulati erbicidi autorizzati per l'insieme di queste colture è relativamente ampio, mentre è estremamente limitato quello di prodotti disponibili per le singole colture e soprattutto quello dei principi attivi che li compongono.

In Italia non sono stati riportati fino ad oggi casi di malerbe resistenti in colture orticole minori, mentre in quelle maggiori solo nel pomodoro e nel melone sono state rinvenute popolazioni di *S. halepense* resistenti agli erbicidi inibitori dell'ACCasi (Heap, 2015). Va a questo riguardo tenuto presente che alcuni erbicidi con questo meccanismo di azione sono registrati anche nelle orticole minori; ne è un esempio il ciclossidim registrato per differenti colture quali ad esempio pisello, asparago, finocchio, porro e insalate. Il rischio di comparsa di malerbe resistenti nei confronti di questa classe di erbicidi appare quindi reale nelle colture orticole minori in presenza di infestazioni di graminacee.

Le due molecole maggiormente utilizzate nel diserbo delle colture orticole, comprese quelle minori, pendimetalin e clomazone, non hanno fino ad oggi fatto registrare la comparsa di resistenze nelle infestanti tipiche di queste colture. A livello mondiale, una delle colture orticole minori in cui sono stati registrati più casi di infestanti resistenti è il pisello, in particolare in Nord America e in Australia. In queste aree alcune infestanti, soprattutto graminacee, sono risultate resistenti agli inibitori dell'Accasi e dell'ALS (Heap, 2105).

Il problema della limitata disponibilità di prodotti fitosanitari, e in particolare di erbicidi, è soprattutto importante nel caso delle colture aromatiche ed officinali, per le quali sono attualmente autorizzate due molecole erbicide, glifosate e piridate. La menta coltivata in Piemonte rappresenta un'eccezione disponendo oltre al piridate del terbacile, autorizzato in usi di emergenza nelle campagne 2014 e 2015. Attualmente, non sono stati segnalati casi di malerbe resistenti nelle colture

officinali in Italia; tuttavia, alcuni agricoltori in Piemonte segnalano una riduzione generale di efficacia del piridate su molte malerbe delle colture officinali.

I formulati a base di glifosate in queste colture vengono utilizzati in abbinamento con la falsa semina prima del trapianto in tutte le colture aromatiche e per tale ragione potrebbero svilupparsi nel tempo malerbe resistenti a tale molecola.

### **Infestanti delle colture arboree**

Le colture arboree minori comprendono alcuni agrumi, ad esempio cedro, pompelmo e chinotto, specie con frutta a guscio, come noce, castagno e nocciolo, le pomacee quali cotogno e nespolo, alcune drupacee, come ciliegio e susino, fruttiferi minori, come mora e lampone, e altri fruttiferi come fico, kaki e melograno (DM 16 settembre 1999). Gli erbicidi autorizzati per le colture arboree minori appartengono a diverse famiglie chimiche e comprendono glifosate, amitrol, ciclossidim e alcuni contatticidi tra cui carfentrazone-etile e diquat (Pestidoc, 2015). Anche in questo caso come già osservato in precedenza, l'erbicida che sembra essere maggiormente a rischio di comparsa di resistenze nelle arboree minori è glifosate. In Italia, per questa molecola si sono già rinvenuti casi di resistenza in *Lolium* spp. nei vigneti e negli oliveti del Piemonte e della Puglia; anche in una coltura minore, il nocciolo in Piemonte sono state riscontrate piante di *Lolium* spp. resistenti. Popolazioni di *Conyza canadensis* resistenti a questo erbicida sono state segnalate anche negli uliveti pugliesi (GIRE, 2015). A livello mondiale il maggior numero di resistenze riscontrate nelle colture arboree è quello nei confronti della simazina, un erbicida appartenente agli inibitori del fotosistema II, il cui uso è stato revocato nel 2004 (Pestidoc, 2015). Gli erbicidi ad azione di contatto, diquat e carfentrazone-etile, non hanno fatto finora registrare in Italia la comparsa di malerbe resistenti; casi di resistenza sono stati però rinvenuti in graminacee in altri paesi, in particolare in Australia (Heap, 2105). Tra i prodotti attualmente disponibili, quindi, il rischio di comparsa di malerbe resistenti nelle colture arboree minori appare più probabile solo per i formulati a base di glifosate.

### **Fattori predisponenti la comparsa di resistenza nelle colture minori**

Il rischio di comparsa di fenomeni di resistenza nelle colture minori è da porre in relazione alle peculiarità di queste colture, quali la durata del ciclo, la scarsa disponibilità di prodotti registrati per questi impieghi e la frammentazione delle aree coltivate. I sistemi colturali maggiormente a rischio di resistenza sono quelli caratterizzati da monoculture e monosuccessioni, realtà nelle quali è consuetudine adottare un ridotto numero di erbicidi (Dinelli et al., 2006). Le colture orticole in Italia sono spesso coltivate in specifici areali caratterizzati da peculiari condizioni pedo-climatiche, in cui si succedono nel tempo sempre un determinato numero di specie, che includono talvolta anche

alcune colture orticole minori. Le rotazioni strette, quali quelle effettuate in molti sistemi colturali orticoli, sono generalmente una causa predisponente la resistenza; va però osservato che, nonostante il numero di erbicidi disponibili per tali colture sia limitato, in molti casi la brevità del ciclo colturale e la possibilità di utilizzare mezzi alternativi al diserbo chimico, tendono a limitare significativamente il rischio di comparsa di resistenze in tali colture. In altri sistemi colturali che includono colture cerealicole o industriali minori, tale rischio risulta elevato soprattutto se tali colture succedono a se stesse o se sono poste in rotazioni con colture maggiori sulle quali vengono impiegate le stesse molecole erbicide.

Un altro fattore in grado di favorire l'induzione della resistenza agli erbicidi è rappresentato, come già accennato, dall'uso ripetuto degli stessi erbicidi o di erbicidi aventi il medesimo meccanismo di azione (Heap, 1994; GIRE, 2015). Le colture minori, da questo punto di vista, sembrano essere svantaggiate e quindi maggiormente esposte ai rischi di resistenza nelle malerbe che le caratterizzano a causa della scarsità di erbicidi registrati per queste colture e del conseguente utilizzo ripetuto degli stessi. In relazione a questo aspetto, come già osservato, particolarmente a rischio appare il ricorso ad erbicidi con un meccanismo di azione molto specifico, come gli inibitori dell'ALS e dell'ACCasi (Sattin, 2006). Va a questo riguardo però anche osservato che per le colture minori sono disponibili pochi erbicidi con questi meccanismi di azione; si utilizzano infatti maggiormente prodotti caratterizzati da un sito di azione meno specifico e meno esposti al rischio di induzione di resistenze, quali ad esempio clortoluron, pendimetalin, clomazone e diflufenican (Campagna e Geminiani, 2014).

Nelle condizioni attuali, il rischio dell'insorgenza di fenomeni di resistenza può essere considerato relativamente limitato nelle colture minori. Va, però, osservato che anche in queste potrebbero determinarsi condizioni favorevoli allo sviluppo di tali fenomeni in analogia con quanto si è verificato nelle colture maggiori. L'introduzione di colture minori nei sistemi colturali potrebbe anche essere considerata come un'opportunità per arrestare la diffusione di malerbe resistenti agli erbicidi. Infatti, dato il numero ridotto di erbicidi disponibili per le colture minori, la gestione della flora infestante è di fatto basata sull'impiego integrato di diversi mezzi di lotta. In tali condizioni, il ricorso a mezzi di lotta meccanici e fisici permette non solo di prevenire ma anche di contenere il fenomeno della resistenza nelle diverse situazioni in cui questo si è sviluppato.

## **Bibliografia**

Agrofarma, 2015. Il ruolo di alcune colture minori nel contesto dell'agricoltura mediterranea. Federchimica Agrofarma, pp 101.

Disponibile on line: <http://agrofarma.federchimica.it/docs/default-source/da-leggere/manuale-tecnico-coltiva-il-tuo-futuroFFAF09C6069CB61BA57EE303.pdf?sfvrsn=2>

- Aiello N (2010). Sostanze attive e agrofarmaci impiegabili sulle piante officinali in Italia. *Erboristeria Domani* 6: 37-40.
- Antoniacci L, Gengotti S (2003). Sempre meno sostanze attive per la difesa delle orticole. *Rivista Agricoltura* 41: 58-60.
- Bocchi S (2002). La *Zizania palustris* L. dalle origini ad oggi. Est Sesia 108, XLVII:7-25. Disponibile on line: <http://users.unimi.it/agroecol/pdf/bocchi/corsi2014/zizania.pdf>
- Busconi M, Rossi D, Lorenzoni C, Baldi G, Fogher C (2012). Spread of herbicide-resistant weedy rice (red rice, *Oryza sativa* L.) after 5 years of Clearfield rice cultivation in Italy. *Plant Biology* 14: 751–759.
- Busi R, Vidotto F, Fischer AJ, Osuna MD, De Prado R, Ferrero A (2006). Patterns of resistance to ALS herbicides in smallflower umbrella sedge (*Cyperus difformis*) and rice field bulrush (*Schoenoplectus mucronatus*). *Weed Technology* 20:1004–1014.
- Campagna G, Geminiani E, Rapparini G (2008). Diserbo integrato per limitare la resistenza delle infestanti. *L'Informatore Agrario* 38: 71-73.
- Campagna G, Geminiani E (2014). Strategie integrate per prevenire la resistenza agli erbicidi. *L'Informatore Agrario* (Supplemento) 9: 24-26.
- Catizone P, Marotti M, Toderi G, Tétényi P (1986). Coltivazione delle piante medicinali e aromatiche. Pàtron Editore, Bologna, pp 399.
- Collavo A, Panozzo S, Lucchesi G, Scarabel L, Sattin M (2011). Characterisation and management of *Phalaris paradoxa* resistant to ACCase-inhibitors. *Crop Protection* 30: 293-299.
- Covarelli L, Onofri A (1998). Diserbo in pre e post-emergenza del lino da olio (*Linum usitatissimum*) in semina primaverile. *Informatore Fitopatologico* 5: 71-75.
- Dinelli G, Marotti I, Bonetti A, Busi S, Bosi S, Catizone P (2006). Resistenza agli erbicidi, nuove strategie per contrastarla. *L'informatore Agrario* (Supplemento) 20: 17-19.
- DM 16 Settembre 1999 - definizione di "Utilizzazioni minori di interesse agricolo" (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 26 novembre 1999, n. 278)
- Follis F, Tesio F, Saglia AA, Vidotto F, Ferrero A (2011). La resistenza agli erbicidi ALS inibitori in risaia. *Informatore fitopatologico* 52: 24-27.
- GIRE (2015). Gruppo Italiano di Lavoro sulla Resistenza agli Erbicidi. <http://gire.mlib.cnr.it/index.php>
- Heap I (1994). Identification and documentation of herbicide resistance. *Phytoprotection* (Supplement) 75: 85-90.
- Heap I (2015). The international survey of herbicide resistant weeds. <http://weeds-science.org>
- HRAC (2015). Herbicide Resistance Action Committee. <http://www.hracglobal.com>
- Norsworthy JK, Ward SM, Shaw DR, Llewellyn RS, Nichols RL, Webster TM, Bradley KW, Frisvold G, Powles SB, Burgos NR, Witt WW, Barret M (2012). Reducing the risks of herbicide resistance: best management practices and recommendations. *Weed Science* (Special Issue): 31-62.
- Pestidoc, 2015. Banca dati on line dei prodotti fitosanitari del Centro Internazionale per gli Antiparassitari e la Prevenzione Sanitaria (ICPS). [http://www.icps.it/pestidoc/icps\\_login.asp?action=0](http://www.icps.it/pestidoc/icps_login.asp?action=0)
- Sattin M (2006). Preservare l'efficacia degli erbicidi. *L'Informatore Agrario* (Supplemento) 20: 19-21.

Scarabel L, Locascio A, Furini A, Sattin M, Varotto S (2010). Characterisation of ALS genes in the polyploid species *Schoenoplectus mucronatus* and implications for resistance management. *Pest Management Science* 66: 337 - 344.

Vender C (2001). Indagine sulla consistenza e sulle caratteristiche della produzione di piante officinali in Italia (dati 1999). ISAFSA Comunicazioni di ricerca 2001/3, pp 72. Disponibile on line: [http://mpf.entecra.it/sites/default/files/pub\\_interne/2001-3.pdf](http://mpf.entecra.it/sites/default/files/pub_interne/2001-3.pdf)

Vidotto F, Busi R, Ferrero A (2003). *Schoenoplectus mucronatus* (L.) Palla and *Cyperus difformis* L. accessions resistant to ALS-inhibitors in Italian rice fields. In *Proceedings 3rd International Temperate Rice Conference*, Punta del Este, Uruguay, su CD.



## SITUAZIONE MALERBOLOGICA NELLE COLTURE MINORI NELL'ITALIA CENTRO-MERIDIONALE

MONTEMURRO P.<sup>1</sup>, CAZZATO E.<sup>1</sup>, DESTEFANI G.<sup>2</sup>, GUASTAMACCHIA F.<sup>3</sup>

*1 Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali - Università degli Studi di Bari "Aldo Moro"*

*2 Dow Agrosciences Italia*

*3 Sipcam Italia*

*E-mail: pasquale.montemurro@uniba.it*

### **Riassunto**

Lo scopo del lavoro è quello di descrivere la situazione floristica di alcune colture minori dell'Italia Centrale e Meridionale appartenenti alla famiglia delle Apiaceae (finocchio, carota, aneto, coriandolo), Asteraceae (carciofo, lattuga, endivia, scarola, radicchio), Leguminosae (fava, favino, lenticchia, cece, cicerchia). Data l'assenza di studi specifici sulla flora di queste colture, sono stati utilizzati i dati riportati da articoli scientifici riguardanti anche altre colture coltivate nelle stesse zone. Altri dati si riferiscono alle rilevazioni effettuate nei testimoni non trattati di prove di diserbo condotte da Dow Agro Sciences e Sipcam Italia dal 2000 in poi.

Sono state individuate un totale di 65 specie infestanti, appartenenti a 22 famiglie botaniche. La flora più ampia è risultata quella delle insalate con 20 specie dicotiledoni e due Poaceae, mentre quella più povera è apparsa quella della carota, con solo 5 specie.

### **Parole chiave**

Colture minori; Apiaceae; Asteraceae; Leguminosae; Infestanti.

### **Summary**

The aim of the paper is to describe weed flora of some minor crops of Central and Southern Italy belonging to the families of Apiaceae (fennel, carrot, aneth, coriander), Asteraceae (artichoke, lettuce, endive, escarole, radicchio), Leguminosae (broad bean, horse bean, lentil, chickpea, grass pea). Given the absence of specific studies about the flora of these crops, the paper reports data found in scientific papers regarding also other crops grown in the same areas. Other data refer to surveys done in no-treated tests of weed control trials conducted by Dow Agro Sciences and Sipcam Italia since 2000. A total number of 65 species were found belonging to 22 botanical families. The largest flora were in salad crop with 20 dicot species and 2 Poaceae, whereas in the carrot only 5 species were found.

### **Key words**

Minor crops; Apiaceae; Asteraceae; Leguminosae; Weeds.

## **Introduzione**

L'Italia è indubbiamente una delle nazioni con la maggior presenza di specie coltivate, molte delle quali presenti in ambiti territoriali ristretti e su superfici per niente grandi, tanto da essere state ufficialmente “battezzate” come “colture minori” mediante il decreto 16 settembre 1999 del Ministro della Sanità; tale decreto definisce come “coltura minore” quella la cui superficie coltivata è al di sotto di 10.000 ettari, o la cui produzione in tutto il territorio nazionale non supera le 100.000 tonnellate annue, o se il suo consumo medio pro capite è inferiore a 7,5 g/die. Vi rientrano, ad esempio, specie erbacee come il cece, le lenticchia, orticole quali il carciofo, la cicoria, la rucola, l'asparago, la cipolla e così via. Anche se definite “minori”, queste colture costituiscono, però, un'importante percentuale del comparto orto-frutticolo italiano, risultando anche economicamente considerevoli a livello locale, in quanto parecchie di queste colture sono ad alto reddito, costituendo una parte consistente delle produzioni nazionali, o rientrando nei prodotti tipici italiani (DOP, IGP). La Dieta Mediterranea ha anch'essa spinto molti di questi prodotti sotto il profilo promozionale. L'elenco delle colture minori è abbastanza esteso, tanto che assomma un totale di 180 specie arboree ed erbacee, tra cui vi sono specie colturali molto importanti non solo per le tradizioni alimentari italiane, ma anche a livello ambientale e paesaggistico. Si può affermare che in ogni regione si ritrovano colture minori, diverse fra loro come epoca, zone e sistemi di produzione, adattate alle condizioni climatiche e pedologiche del territorio, fatto che contribuisce anche alla salvaguardia ed alla valorizzazione della biodiversità; non ultimo, le colture minori riescono a rappresentare una delle maniere per differenziare le produzioni da proporre ai mercati sia nazionali sia esteri. Un'importante parte delle colture minori è concentrata nell'Italia centro-meridionale, soprattutto per il comparto orticolo.

Com'è noto, la gestione del diserbo costituisce per tutte le colture, non solo minori, una problematica di notevole importanza, per la cui risoluzione è di fondamentale importanza la conoscenza della flora infestante; migliori sono le conoscenze di tale flora, altrettanto migliori diventano le possibilità per poter gestire gli inerbimenti in modo razionale. Per conoscere al meglio possibile la composizione della flora infestante, fondamentali risultano gli studi di recenti monitoraggi, i soli che possono consentire di individuare non solo le specie di malerbe prevalenti nell'immediato, ma anche per prevedere quelle che potrebbero diventarlo in futuro. Per quanto concerne l'Italia centro-meridionale, vi sono stati alcuni studi condotti tra gli anni '70 e '90 che hanno riguardato l'acquisizione di informazioni riguardanti la flora infestante del frumento duro effettuati da Bianco e Pace, (1972), Montemurro (1992), Montemurro et al. (1993), Montemurro (1995), Montemurro e Viggiani (1998), Montemurro et al. (2000), Montemurro (2000a), Montemurro (2009 a), Montemurro (2009b), quella del pomodoro da industria da Viggiani et al.

(1998), Montemurro et al. (1999), Viggiani e Montemurro (2000), Montemuro (2000b), di colture differenti eseguiti da Montemurro (1995), Viggiani et al. (1998) e Montemurro (2000c). Pochissimi sono, invece, i contributi disponibili dal 2000 in poi, limitati al frumento duro, Montemurro e Viggiani (2004), Montemurro (2009a) e Montemurro (2009b) ed al pomodoro.

Scopo del presente lavoro è stato quello di delineare la flora infestante attualmente presente nelle colture minori dell'Italia centro-meridionale rientranti nelle *Apiaceae*, come il finocchio e la carota, nelle *Asteraceae*, quali il carciofo, la lattuga, l'indivia, la scarola ed il radicchio, e nelle *Leguminosae*, in particolare fava, favino, lenticchia, cece e cicerchia. Considerata l'assoluta mancanza di studi specifici sulla flora dei territori in cui sono attualmente coltivate queste colture minori, sono state utilizzate tutte le informazioni disponibili, come i monitoraggi, pubblicati e non, effettuati dal 2000 in poi, anche in colture diverse da quelle oggetto della presente pubblicazione, ma localizzate nelle zone in cui tali specie minori hanno trovato posto, nonché dai dati floristici dei rilievi eseguiti nei testimoni inerbiti delle pubblicazioni disponibili nella letteratura scientifica e di quelli rilevati nelle prove di diserbo effettuate negli ultimi anni dalle società Dow AgroSciences Italia e Sipcam Italia. Al fine di tentare di interpretare in qualche modo le eventuali variazioni floristiche nel tempo, sono stati reperiti anche i dati dei controlli inerbiti pubblicati tra il 1971 ed il 2003, per prove di diserbo chimico riguardanti il favino (Covarelli et al., 1979), la fava (Miccolis et al., 1982), Miccolis e Bianco (1984), la lenticchia (Paolini et al., 2003), le insalate (Dellacecca e Bianco, 1971) ed il finocchio (Damato et al., 1984).

### Apiaceae

#### **Carota**

La carota coltivata, *Daucus carota* L., è una specie biennale. Le regioni maggiormente interessate a questo tipo di coltivazione, per forte vocazionalità ed adattabilità della specie al territorio caratterizzato da terreni piuttosto tendenzialmente sabbiosi, sono l'Abruzzo, dove si coltiva una superficie di poco più di 1.900 ettari, con una produzione di 145.000 tonnellate, la Sicilia, in cui da 2.900 ettari si raccolgono 112.000 tonnellate, ed il Lazio dove da 2.120 ettari si estraggono 96.500 tonnellate di radici. In particolare, i principali bacini produttivi dell'Italia Centro Meridionale sono quello di Fiumicino e Latina nel Lazio, Fucino in Abruzzo e Ragusa in Sicilia. In particolare, in Sicilia ed in Abruzzo sono coltivate rispettivamente la "Carota Novella di Ispica IGP" e la "Carota dell'Altopiano del Fucino IGP". Nel Lazio la carota si semina in luglio-agosto e si raccoglie in dicembre-gennaio, in Abruzzo da marzo ad aprile con raccolta da luglio a dicembre, in Sicilia si impianta in settembre-ottobre e si raccoglie tra luglio e dicembre.

In due prove (Sipcam) eseguite in Abruzzo sono prevalse *Amaranthus retroflexus* L., *Polygonum aviculare* L. ed *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv., con presenze limitate di *Datura stramonium* L. e *Senecio vulgaris* L. È inoltre necessario ipotizzare la presenza, durante le semine estive eseguite nel laziale, delle specie *Solanum nigrum* L., *Chenopodium album* L., *Portulaca oleracea* L. e *Setaria* spp., mentre in quelle autunnali effettuate in Sicilia la presenza delle specie *Diplotaxis erucooides* L. (DC.), *Sinapis arvensis* L., *Avena sterilis* L. e *Lolium rigidum* Gaudin.

## **Finocchio**

Il finocchio, *Foeniculum vulgare* Mill., è una pianta biennale che vegeta bene soprattutto nelle aree caratterizzate da clima mite. La coltura è principalmente diffusa al Sud, con oltre il 90 % della superficie, in cui la Puglia, dove si avvicenda con molte piante orticole, e può essere anche consociata all'olivo, è la prima regione con più di 5.000 ettari, concentrati soprattutto nella provincia di Foggia. La Campania è seconda con 4.000 ha, raggruppati nella provincia di Salerno (Piana del Sele).

Il terreno che deve ospitare la coltura di finocchio deve essere preparato con la massima cura, ed arato almeno a 30 cm, per potere permettere il trapianto che generalmente avviene in settembre-ottobre. La rincalzatura del finocchio è una normale pratica che consente, tra l'altro, di controllare parzialmente le erbe infestanti. La durata colturale varia da circa 80 giorni fino a 180 giorni per le cultivar tardive.

In tre prove eseguite in Puglia tra il 2012 ed il 2014 nel barese, due dalla Sipcam ed una da Montemurro et al. (2010), *Urtica urens* L., *C. album*, *P. oleracea*, *A. retroflexus* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. e *S. verticillata* occupavano fortemente i campi, *D. erucooides*, *Euphorbia maculata* L., *Calendula arvensis* L., *Setaria verticillata* (L.) P., *Chrysanthemum segetum* li infestavano in modo moderato, mentre erano sporadiche *Medicago polymorpha* L. Beauv., *Sonchus oleraceus* L., *A. sterilis*, *Bromus sterilis* L. e *Galium aparine* L.

In tre esperienze abruzzesi della Sipcam, l'infestazione maggiore risultava rappresentata da *A. retroflexus*, *C. album*, *D. erucooides*, *Solanum luteum* Mill. e *Polygonum persicaria* L.; inferiore era la presenza della *D. stramonium*, del *S. vulgaris* e dello *Xanthium spinosum* L., mentre *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Convolvulus arvensis* L., *Fumaria officinalis* L., *P. aviculare*, *P. oleracea*, *S. arvensis*, *S. oleraceus* e *Veronica* sp. occupavano solo in misura minima gli appezzamenti.

## Asteraceae

### **Carciofo**

La coltivazione del carciofo è concentrata prevalentemente in Puglia (15.600 ha e 148.000 tonnellate), Sicilia (14.800 ha e 165.000 tonnellate) e Sardegna (13.500 ha e 114.000 tonnellate), che complessivamente rappresentano quasi il 90% della superficie e l'85% della produzione nazionale. Territori ridotti si registrano anche in Campania (1.900 ha e 32.000 tonnellate) e Lazio (1.100 ha e 22.700 tonnellate).

La flora infestante presenta in genere delle caratteristiche quali-quantitative alquanto mutevoli, principalmente in funzione delle aree di coltivazione; infatti, Puglia, Sicilia, Sardegna e Lazio, le regioni più importanti per questo ortaggio, si differenziano tra loro per l'andamento climatico, per le caratteristiche chimico-fisiche del terreno e per le pratiche agronomiche con le quali vengono condotte le coltivazioni, tra le quali in particolar modo quella dall'impiego o meno dell'irrigazione. Nelle regioni meridionali, inoltre, la diversificazione della composizione della flora delle malerbe è anche conseguenza della durata della coltivazione della carciofaia, che può essere annuale, come accade generalmente in diverse zone della Sicilia e della Sardegna, oppure poliennale come per la Puglia. Ancora, limitatamente alla coltivazione attuata per più anni, la diversità nella flora infestante dipende dalla tipologia di gestione della carciofaia; quest'ultima, infatti, può essere praticata in coltura normale, allorché la ripresa della vegetazione ha luogo, dopo la pausa estiva, in modo naturale con l'arrivo delle piogge autunnali, o in coltivazione forzata, cioè risvegliata artificialmente mediante irrigazioni eseguite in genere a partire tra la prima e la seconda decade del mese di luglio, allo scopo di anticiparne l'epoca di raccolta.

Generalmente, nella coltura precoce, a motivo delle irrigazioni effettuate per risvegliare anticipatamente la coltivazione, si insediano inizialmente le malerbe classiche della stagione estiva, come l'*A. retroflexus*, il *C. album*, la *P. oleracea*, il *S. nigrum*, tra le dicotiledoni, e la *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., l'*E. crus-galli* e la *S. verticillata* tra le graminacee; successivamente tendono ad emergere specie autunno-vernine, capaci di invadere anche le coltivazioni non precocizzate, come l'*A. sterilis*, la *Poa annua* L. ed il *L. rigidum*, tra quelle a foglia stretta, e la *Stellaria media* L. (Mill.), la *D. eruroides*, la *S. arvensis*, *Sonchus* spp., la *Matricaria chamomilla* L., la *F. officinalis*, la *Calendula officinalis* L., la *Veronica hederifolia* L., il *G. aparine*, la *C. bursa-pastoris*, il *Lamium purpureum* L. e soprattutto l'*Oxalis pes-caprae* L. Quest'ultima specie è diffusissima in modo particolare nelle carciofaie siciliane, in quelle del sud-Barese e del Brindisino, ed è in forte espansione anche nel Metapontino e nel Foggiano; le motivazioni risiedono nel fatto che è molto invasiva, in virtù della sua capacità di riprodursi non solo tramite i semi, ma soprattutto agamicamente, formando bulbilli che posseggono la potenzialità di germogliare praticamente in

tutte le stagioni dell'anno. Essa è inoltre di difficile eliminazione nelle carciofaie, come pure nei vigneti, negli oliveti, negli agrumeti e nelle insalate (Montemurro, 2009). Da notare che i rilievi eseguiti in 3 prove della Dow confermano la predominanza di *O. acetosella* nel Catanese (Belpasso), nel barese (Noicattaro) e nel Brindisino (Mesagne), località quest'ultima in cui è anche presente *Cyperus* spp. Considerando anche i dati di due prove Sipcam eseguite a Foggia e San Ferdinando di Puglia, emergono differenze molto rilevanti, dovute appunto alle diverse tipologie di conduzione delle carciofaie. Infatti, nelle carciofaie di Foggia e San Ferdinando di Puglia, dove sono frequenti gli impianti forzati con l'irrigazione per l'anticipo della produzione, consistenti sono le infestazioni di specie a nascita estiva come *A. retroflexus*, *C. album*, *Polygonum convolvulus* e *P. oleracea*, sporadiche *Rumex acetosa* L. e *Veronica persica* L.; al contrario, nelle prove siciliane sono risultate predominanti malerbe ad emergenza autunno-vernina, quali l'*Avena* spp., la *Scandix pecten-veneris* L., la *S. arvensis*, la *S. media*, la *Malva sylvestris* L., la *S. media* e la *Brassica nigra* (L.) W.D.J. Koch, e con minore densità *S. oleraceus*, *S. arvensis*, *Trifolium* spp. ed *E. maculata*. Di identica tipologia sono le associazioni floristiche rilevate in altre due carciofaie monitorate dalla Sipcam, non sottoposte a forzatura; in particolare, in quella situata nel brindisino sono state ritrovate in abbondanza *A. sterilis*, *Chrysanthemum segetum* L., *C. officinalis*, *D. eruroides*, *L. rigidum*, mentre in quella del foggiano *B. nigra*, *E. maculata*, *M. sylvestris*, *S. arvensis*, *S. media*. In una sperimentazione Dow effettuata nell'areale di Sezze Latina, sono state individuate soprattutto *A. retroflexus* L., *P. oleracea* e *V. persica*.

### **Insalate (lattuga, indivia, radicchio)**

Nella presente trattazione ci si riferisce principalmente ad alcune specie di insalate, cioè alle lattughe (*Lactuca sativa* L. subsp. *crispa* e *capitata*), al radicchio (*Cichorium intybus* L.) ed all'indivia (*Cichorium endivia* L. var. *crispus* Hegi), particolarmente coltivate specialmente nel Sud, con circa 18.500 ha, ed a seguire nel centro Italia con quasi 4.500 ha. La Puglia è la più importante in fatto di coltivazione e produzione di indivia e di lattuga, con un numero di ettari pari ad oltre 3.000 per la prima e poco più di 4.500 per la seconda, con produzioni, per entrambe le insalate, vicine al 30 % della produzione totale nazionale (ISTAT, 2013).

La flora infestante che in Italia può inerbire le coltivazioni di insalate si presenta, generalmente, costituita da un certo numero di specie che sono più o meno comuni in tutta la penisola, insieme con altre che, invece, si trovano quasi esclusivamente in certi areali. Tra le cause di questa conformazione della flora vi sono le differenti tipologie di specie di insalate utilizzate che, tra l'altro, sono coltivate in epoche ed in aree diverse tra loro sia per l'andamento climatico sia per alcune delle pratiche agronomiche adottate. Infatti, la lattuga risulta concentrata in Puglia,

Campania, Lazio, Sicilia e Calabria; per le endemie le zone di maggiore importanza sono localizzate in Puglia e in Abruzzo ed in minor misura in Campania, in Sicilia ed in Basilicata. La coltivazione del radicchio, poi, è concentrata nella Puglia e in misura minore in Abruzzo.

Nell'ambito delle specie di malerbe che sono frequentemente reperibili un po' in tutti i territori coltivati ad insalate, vi sono dicotiledoni come il *S. nigrum*, la *P. oleracea*, l'*A. retroflexus*, il *C. album*, il *P. aviculare*, la *C. bursa-pastoris*, il papavero comune *Papaver rhoeas* L., il *Coronopus squamatus* (Forssk.) Asch., la *S. media*, il *S. vulgaris*, la *F. officinalis*, il *S. oleraceus*, il *G. aparine*, la *M. chamomilla*, la *S. arvensis* ed il *Raphanus raphanistrum* L., e graminacee quali l'*A. sterilis*, l'*Alopecurus myosuroides*, *Setaria* spp. e *Poa* spp.

Per quanto concerne la specificità territoriale, nel centro Italia si rinvencono prevalentemente graminacee quali il *Lolium multiflorum* Lam., l'*E. crus-galli*, la *D. sanguinalis* ed il *Sorghum halepense* (L.) Pers., mentre come specie a foglia stretta si trovano la *Thlaspi arvense* L., il *Picris echioides* (L.) Holub., l'*Abutilon theophrasti* Medic., l'*Heliotropium europaeum* L., il *P. persicaria*, la *Fallopia convolvulus* (L.) Holub., la *Galinsoga parviflora* Cav., la *Mercurialis annua* L., l'*Amaranthus albus* L., l'*Amaranthus lividus* L., l'*Amaranthus blitoides* L., l'*Amaranthus graecizans* L., la *V. hederifolia* e la *V. persica*. Si ritrovano, invece, quasi esclusivamente negli areali meridionali, specie a foglia stretta come il *L. rigidum*, *Phalaris* spp., mentre nell'ambito di quelle a foglia larga il *Silybum marianum* (L.) Gaertn., l'*O. pes-caprae*, la *D. erucoides* e la *C. arvensis*; in particolare, le ultime due si sono particolarmente diffuse e mostrano un'alta densità di infestazione da un paio di decenni a questa parte, a causa dell'indisponibilità di erbicidi efficaci e selettivi sia per le insalate sia per le altre colture orticole praticate (Montemurro, 2012).

I rilievi delle prove Dow, condotti in 13 appezzamenti di lattuga ed in 3 di indivia, denotano in quasi tutte le località la forte onnipresenza di *A. retroflexus*, *C. album*, *P. oleracea* e *C. bursa-pastoris*. Per quanto concerne alcune specie infestanti che si sono distinte nelle località sedi delle sperimentazioni sulla lattuga, sono da segnalare:

- a) nel laziale (5 prove a Latina, 1 a Tarquinia ed 1 a Sezze, ambedue in provincia di Latina) il *P. echioides*, il *Taraxacum officinalis* Weber e la *V. persica* L., il *L. multiflorum*, *Sinapis* spp., l'*Amaranthus hybridus* L. Medik., *Galinsoga* sp., *Lamium aplexicaule* L.;
- b) in Puglia, nelle 3 prove eseguite a Zapponeta (Foggia), il *Chenopodium polyspermum* L., il *S. vulgaris*, la *D. erucoides*, il *L. purpureum*, il *S. vulgaris* ed il *S. oleraceus*, nell'unica effettuata in agro di Foggia l'*A. deflexus*, la *Setaria viridis* (L.) Beauv. ed il *S. nigrum*; nelle 2 a Casamassima (Bari) *Coronopus* spp., il *S. vulgaris* ed il *S. oleraceus*; nelle due sperimentazioni fatte ad Oria (Brindisi) il *L. purpureum*, il *Convolvulus arvensis* L. ed il *S.*

*nigrum*, in quella di Bisceglie il *C. segetum*, il *C. arvensis*, l'*O. pes-caprae*, la *Sinapis alba* L. e la *S. media*.

### Fabaceae

#### **Fava e Favino**

Fava e favino (*Vicia faba* L. var. *major* e *minor*) vengono coltivati nella misura di circa 17.000 ha al Centro Italia (274.000 quintali) e di 16.000 ha (374.000 quintali) nel Sud Italia.

Nelle uniche 3 prove, due della Sipcam ed una della Dow, sono state identificate *Avena* spp., *F. officinalis*, *G. aparine*, *Lamium* spp., *L. rigidum* e *M. chamomilla* in località Minervino Murge (Bari), *Bifora radians* M. Bieb., *F. officinalis*, *G. aparine*, *L. rigidum*, *P. rhoeas* e *S. pectin-veneris* nell'appezzamento di Bari ed *A. sterilis*, *G. aparine*, *L. rigidum*, *P. rhoeas* e *V. hederifolia* nella prova eseguita a Matera. Ovviamente molte delle specie ritrovate sono le stesse che normalmente si ritrovano nei seminati di frumento, specialmente per il fatto che le leguminose ormai entrano in rotazione "obbligatoria", in quanto indicata nei dettami della nuova PAC. Ad eccezione di *Asperula arvensis* L. e *Chondrilla juncea* Gaudin, infatti, le specie monitorate nelle 3 prove sono tutte state segnalate nei lavori di Montemurro e Viggiani (2004), Montemurro e Frabboni (2005), Montemurro e Caramia (2008), Montemurro et al. (2008), Montemurro e Fracchiolla (2009).

#### **Cece, lenticchia e cicerchia**

Il cece, *Cicer arietinum* L., è coltivato su circa 3.000 ha (40.000 quintali) al Sud e 1.500 ha (26.000 quintali) nel Centro Italia (Dati ISTAT, 2011). La lenticchia, *Lens esculenta* Medik., occupa all'incirca 1.200 ha (11300 quintali) nel Centro Italia e 482 ha (4.300 quintali) nel meridione. Per la cicerchia, *Lathyrus sativus* L., quasi scomparsa in Italia, sono state stimate di recente superfici intorno a qualche centinaio di ettari, localizzati soprattutto in Puglia e in Abruzzo. Naturalmente, anche per queste tre specie sono ipotizzabili infestazioni simili a quelle che si insediano normalmente nei seminati di cereali.

#### **Conclusioni**

I dati forniti dalle società Dow Agrosiences e Sipcam Italia, concernenti rispettivamente 25 e 15 sperimentazioni in 6 regioni e 20 località (Tabella 1), hanno consentito di conteggiare nelle colture minori un totale di 65 specie infestanti, appartenenti a 22 famiglie botaniche, elencate nella Tabella 2, la maggior parte delle quali rientranti tra le Terofite (45), seguite da Emicriptofite (7) e Geofite (5). La famiglia botanica più rappresentata è stata quella delle *Asteraceae* con 12 specie, mentre ben 7 erano formate da una sola specie. La flora più ampia è risultata quella delle insalate con 20 specie,

delle quali solo due appartenenti alle *Poaceae*, mentre quella più povera è apparsa quella della carota.

Volendo tentare, pur nella consapevolezza della scarsità delle informazioni, di confrontare la flora odierna con quella delle poche prove di diserbo del passato, emerge che sembrano attualmente assenti: nel finocchio la *Conyza Canadensis* (L.) Cronq., la *Cardaria draba* (L.) Desv., la *Mercurialis annua* L., *Medicago* spp., *Malva* spp., *H. eropaeum*, *Matricaria recutita* L., *Melilotus* spp., *Tribulus terrestris* L. ed *Ammi majus* L., ritrovate in due sperimentazioni di Damato (1984); nella fava, *l'U. urens*, il *Lolium temulentum* L. e la *Phalaris minor* Redz. monitorati da Bianco (1981) in una prova di diserbo eseguita nel 1981, la *Spergula arvensis* L. e la *Medicago hispida* Gaertn. rilevate da Miccolis (1982 e 198); sempre nella fava, la *Stachys annua* L. ed il *Rumex acetosa* in un'esperienza effettuata da Covarelli nel 1979. Per la lenticchia il confronto è con i dati più recenti pubblicati da Paolini et al. (2003), grazie ai quali è possibile verificare l'assenza attuale dello *Xanthium strumarium* L. e del *Geranium dissectum* L.

**Tabella 1. Sede delle prove effettuate dalla Dow Agrosciences Italia e della Sipcam Italia.**

<b>Regioni</b>	<b>Comuni</b>
<u>Lazio</u>	Latina, Sezze, Tarquinia
<u>Abruzzo</u>	Celano
<u>Campania</u>	Salerno
<u>Puglia</u>	Andria, Bari, Bisceglie, Brindisi, Casamassima, Foggia, Ginosola Marina, Manfredonia, Mesagne, Minervino Murge, Noicattaro, Oria, Palagiano, Zapponeta
<u>Basilicata</u>	Matera
<u>Sicilia</u>	Belgrasso

**Tabella 2. Specie infestanti con relative famiglie botaniche monitorate nelle prove.**

<b>Famiglie botaniche</b>	<b>Specie infestanti</b>
<i>Amaranthaceae</i>	<i>Amaranthus deflexus</i> L. <i>Amaranthus retroflexus</i> L. <i>Amaranthus</i> spp.
<i>Apiaceae</i>	<i>Bifora radians</i> M. Bieb. <i>Scandix pecten-veneris</i> L.
<i>Asteraceae</i>	<i>Chondrilla juncea</i> Gaudin. <i>Chrysanthemum</i> spp. <i>Chrysanthemum segetum</i> L. <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop. <i>Matricaria</i> spp. <i>Picris echioides</i> L. <i>Senecio vulgaris</i> L. <i>Sonchus oleraceus</i> L. <i>Taraxacum officinalis</i> Weber. <i>Xanthium spinosum</i> L. <i>Calendula arvensis</i> (Vaill.) L. <i>Calendula officinalis</i> L.
<i>Brassicaceae</i>	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik. <i>Brassica nigra</i> (L.) W.D.J. Koch. <i>Coronopus</i> spp. <i>Coronopus squamatus</i> (Forssk.) Asch. <i>Diplotaxis eruroides</i> (L.) DC <i>Sinapis alba</i> L. <i>Sinapis arvensis</i> L. <i>Sinapis</i> spp.
<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.
<i>Chenopodiaceae</i>	<i>Chenopodium album</i> L. <i>Chenopodium polyspermum</i> L. <i>Beta vulgaris</i> L.
<i>Convolvulaceae</i>	<i>Convolvulus arvensis</i> L. <i>Convolvulus</i> spp.
<i>Cyperaceae</i>	<i>Cyperus</i> spp.
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia maculata</i> L.
<i>Labiatae</i>	<i>Veronica hederifolia</i> L. <i>Veronica persica</i> L. <i>Veronica</i> spp.
<i>Lamiaceae</i>	<i>Lamium amplexicaule</i> L. <i>Lamium purpureum</i> L. <i>Lamium</i> spp.

**Tabella 2. Specie infestanti con relative famiglie botaniche monitorate nelle prove.**

<b>Famiglie botaniche</b>	<b>Specie infestanti</b>
<i>Fabaceae</i>	<i>Medicago polymorpha</i> L. <i>Trifolium</i> spp. <i>Vicia</i> spp.
<i>Malvaceae</i>	<i>Malva sylvestris</i> L.
<i>Oxalidaceae</i>	<i>Oxalis acetosella</i> L. <i>Oxalis pes-caprae</i> L.
<i>Papaveraceae</i>	<i>Fumaria officinalis</i> L. <i>Papaver rhoeas</i> L.
<i>Poaceae</i>	<i>Avena sativa</i> L. <i>Avena sterilis</i> L. <i>Bromus sterilis</i> L. <i>Echinochloa crus galli</i> (L.) P. Beauv. <i>Lolium multiflorum</i> Lam. <i>Lolium rigidum</i> Gaudin. <i>Setaria verticillata</i> (L.) P. Beauv. <i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv.
<i>Polygonaceae</i>	<i>Polygonum aviculare</i> L. <i>Polygonum convolvulus</i> L. <i>Polygonum persicaria</i> L. <i>Rumex acetosa</i> L.
<i>Portulacaceae</i>	<i>Portulaca oleracea</i> L.
<i>Rubiaceae</i>	<i>Asperula arvensis</i> L.
<i>Rubiaceae</i>	<i>Galium aparine</i> L.
<i>Solanaceae</i>	<i>Datura stramonium</i> L. <i>Solanum nigrum</i> L.
<i>Urticaceae</i>	<i>Urtica urens</i> L.

## **Bibliografia**

Bianco VV, Pace MS (1972). Rilievi sulla flora infestante del Frumento in Puglia e Basilicata. *Riv Agron* 6:1-15.

Covarelli G, Bianchi AA (1979). Risultati di prove di favino. *Riv Agron.* XII, 1:231-236.

Damato G, Pellegrino P, Bianco VV (1984a). Primi risultati del diserbo chimico e della sarchiatra nella coltura del finocchio (*Foeniculum vulgare* Mill. var. *azoricum* (Mill) Thell.). *La difesa delle piante* 4: 245-264.

- Miccolis V, Bianco VV (1984). Ulteriori ricerche sugli effetti dei diserbanti e della sarchiatura nella coltura della fava da consumo fresco. In: *ATTI Giornate Fitopatologiche*, 1984, 3,121-134. Sorrento 26-29 marzo 1984.
- Miccolis V, Damato G, Bianco VV (1982). Influenza del diserbo chimico e della sarchiatura nell coltura della fava da consumo fresco. In: *ATTI Giornate Fitopatologiche*, 1982, 3, 468-478. Sanremo 16-19 marzo 1982.
- Montemurro P (1992). Stato attuale della flora infestante del frumento in Puglia e in Basilicata. *Orizzonte Verde* 4(3):17-20.
- Montemurro P (1995). Geografia delle infestanti. *Terra e Vita* 36(34):74-79.
- Montemurro P (2000). L'identikit della flora infestante. *Terra e Vita* 36:45-49.
- Montemurro P (2000). Orobanche ramosa in espansione al Sud. *Terra e Vita* 41 (27 suppl.):39-40.
- Montemurro P (2005). Con le infestanti del carciofo gli erbicidi non bastano. *Terra e vita* 36:69-73.
- Montemurro P (2005). Pochi gli erbicidi ammessi per il diserbo delle insalate. *Terra e Vita* 31:67-71.
- Montemurro P (2008). *Conyza canadensis* negli oliveti, un'espansione da contrastare. *Terra e Vita* 27:68-70.
- Montemurro P (2008). Pomodoro, malerbe sporadiche che tendono ad allargarsi. *Terra e Vita* 21:62-66.
- Montemurro P (2009). Gestione delle malerbe (del carciofo). In "Il carciofo", 266-283. Coordinatore: Angelini R., ART Servizi Editoriali S.p.A. (ITALY).
- Montemurro P (2011). Gestione delle malerbe (nelle insalate). In "Le insalate", 370-383, Coordinatore: Angelini R., ART Servizi Editoriali S.p.A. (ITALY).
- Montemurro P, Blanco A, Fracchiolla M, Frabboni L, Di Gesù AM (2008). Erbicidi efficaci su grano duro migliorano resa e qualità. *L'Inform. Agrario*. 7, 57-60.
- Montemurro P, Caramia D (2008). Hussar Maxx, selettività e ampio spettro d'azione. *Terra e Vita* 5:89-90.
- Montemurro P, D'amico FS, Sarli G (1993). Indagine sulla flora dei terreni set aside annuale in Puglia e Basilicata. *Atti Conv. SILM, "Gestione della vegetazione nel contesto della nuova politica agraria comunitaria"*, Bari, 19-20 Ottobre 1993, 167-178.
- Montemurro P, Frabboni L (2005). Prove di diserbo del frumento duro in Italia: in Puglia e Basilicata. *Terra e vita*, vol. suppl. al n. 41:34-40.
- Montemurro P, Frabboni L, Fracchiolla M, Caramia D (2006). Diserbo con iodosulfuron-methyl+mesosulfuron methyl+mefenpyr-diethyl (Atlantis WG) nel frumento duro. *Atti Giornate Fitopatologiche 2006*. Giornate Fitopatologiche 2006. 27-29 marzo 2006. 1, 337-344.
- Montemurro P, Fracchiolla M (2009). Frumento duro, efficacia avenicida alla prova in Puglia e Basilicata. *Terra e Vita* 21:40-42.
- Montemurro P, Fracchiolla M, Olivieri D, Caramia D, Lasorella C (2010). Primi risultati di prove di diserbo chimico con clomazone nella coltura del finocchio (*Foeniculum vulgare*). In: *ATTI Giornate Fitopatologiche*, 2010, 1, 455-460. Cervia (RA), 9-12 marzo 2010.
- Montemurro P, Fracchiolla M, Viggiani P (1999). Pomodoro al sud, le nuove infestanti. *Terra e Vita* 40(14):99-101.
- Montemurro P, Viggiani P (1998). Tutte le malerbe del frumento al Sud. *Terra e Vita* 39(4): 55-60.

- Montemurro P, Viggiani P (2004). Le nuove specie infestanti delle colture a ciclo autunno-vernino e le modalità per il loro controllo. *Atti XIV Convegno Biennale S.I.R.F.I.*, Cremona, 30 gennaio, 1-45.
- Montemurro P, Viggiani P, Fracchiolla M (2000). La flora di sostituzione nei cereali autunno-vernini: la situazione in Italia. *Inf. Fitopat.* 50(7/8):5-16.
- Montemurro P. (2009). “Nuove” infestanti del grano duro in Puglia ed in Basilicata. *Terra e Vita* 2:52-53.
- Montemurro P. (2009). Le variazioni nella flora infestante del grano duro in Basilicata e Puglia. *Inf. Fitopat.* suppl. n. 3, *Terra e Vita* 8-13.
- Paolini R, Colla G, Saccardo F, Campiglia E (2003). The influence of crop plant density on the efficacy of mechanical and reduced-rate chemical weed control in lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Ital. J. Agron.* 7:2 85-94.
- Tei F., Montemurro P., Baumann D.T. Dobrzanski A., Giovinazzo R., Kleifeld Y., Rocha F., Rzozi S.B., Sanseovic T., Simon A., Zaragoza C., 2003. Weeds and Weed Management in Processing Tomato. *Acta Hort.*, ISHS, 613:111-121.
- Viggiani P, Baldoni G, Montemurro P (1998). Indagine sulla flora infestante il pomodoro da industria in alcuni ambienti italiani. *Atti Conv. SIRFI*, Bari, 12-13 Novembre 1998, 241-261.
- Viggiani P, Montemurro P (1998). Analisi fitosociologiche di comunità di erbe infestanti. *Riv. Agr.* 32:161-171.
- Viggiani P, Montemurro P (2000). La vegetazione infestante nel pomodoro da industria in alcune aree italiane. *Inf. Fitopat.* 50(5):9-16.



## GESTIONE INTEGRATA DELLE MALERBE CON L'ATTUALE DISPONIBILITÀ DI MOLECOLE

CAMPAGNA G.

*Collaboratore presso il Centro di Fitofarmacia – Università di Bologna  
E-mail: giovanni.campagna@coprob.com*

### **Riassunto**

Le colture minori interessano complessivamente in Italia una superficie rilevante e rappresentano un'importante realtà economica in particolare a livello locale, costituendo un considerevole indotto per tutta la filiera agroalimentare. Le infestanti rendono spesso difficoltosa la coltivazione in particolare per la competizione che possono esercitare e per i deprezzamenti delle produzioni.

La gestione delle malerbe è spesso problematica per la limitata disponibilità di sostanze attive e di formulati commerciali autorizzati, in particolare a seguito della revisione europea. Il possibile aggravarsi della situazione rende ancor più preoccupante la gestione di alcune colture. Inoltre la possibile presenza di flora di sostituzione o di popolazioni di malerbe resistenti, può aggravare ulteriormente il contenimento delle infestanti.

La messa a punto delle migliori strategie di lotta integrata con tutti i mezzi a disposizione, compresi quelli meccanici e agronomici, risultano quanto mai determinanti nell'attuale gestione delle malerbe.

Nell'ambito delle strategie di intervento, la scelta degli erbicidi caratterizzati da differenti meccanismi d'azione, o meglio di miscele degli stessi a dosi ridotte, permette di assicurare il miglior grado di efficacia nel rispetto della selettività colturale e delle problematiche di fitotossicità per le colture in successione. La scelta delle dosi di impiego in funzione delle condizioni pedoclimatiche deve essere rivolta in particolare all'eliminazione delle infestanti di più difficile contenimento.

In questo contributo si analizzano le attuali disponibilità di molecole erbicide per ciascuna coltura minore nell'ambito di una gestione integrata delle malerbe.

### **Parole chiave**

Erbicidi; Malerbe; Colture minori; Meccanismi d'azione; Gestione integrata.

### **Summary**

Minor crops affect a relevant surface globally in Italy, representing at the local level an important monetary source, overall creating a sizeable economic activity induced by the agro industrial system.

Weed management on minor crops results quite complex due to the limited availability of authorized active substances and formulated products, particularly after European review process, still ongoing. Besides the possible presence of substitution flora and/or resistant weed populations may further exacerbate the weed control. The best integrated weed management strategies, involving all available means, agronomical and mechanical included, are more than ever crucial in the up-to-date weed management. About the chemical weed control strategies, the choice of herbicides characterized by different mechanism of action, or better mix of these at reduced rates, allow to ensure the best control respecting crop selectivity and avoiding phytotoxicity issues for the

succeeding crops. In this paper the available herbicide molecules for each minor crop has been analyzed, under the integrated weed management guidelines.

### **Keywords**

Herbicides; Weeds; Minor crops; MoA; Integrated management.

### **Introduzione**

Il diserbo delle colture minori in Italia è una reale problematica, in particolare a livello locale dove la caratteristica specie coltivata risulta apprezzata e assume una particolare rilevanza economica, magari fregiata di pregiati marchi (DOP, IGP, ecc.). Le colture si considerano minori qualora la superficie coltivata sia inferiore a 10.000 ettari, oppure la produzione complessiva non superi le 100.000 tonnellate annue o il consumo medio per persona risulti inferiore a 7,5 g al giorno.

Numerose sono queste specie in particolare nel comparto orto-frutticolo, ma anche aromatico, ecc. Per semplicità in questo contributo vengono raggruppate mediante criteri botanici:

#### Classificazione botanica delle colture minori trattate in questo contributo

- Chenopodiacee: bietola da costa (*Beta vulgaris* var. *cycla*), bietola da foglia o da taglio (*Beta vulgaris* var. *conditiva*), bietola rossa o da orto (*Beta vulgaris* var. *esculenta*), barbabietola da zucchero (*Beta vulgaris* var. *saccharifera*), spinacio (*Spinacia oleracea*);
- Composite: lattughe simili o insalate = lattuga (*Lactuca sativa*), endivia (*Cichorium endivia* var. *crispum*), scarola (*Cichorium endivia* var. *latifolium*), ecc.; carciofo (*Cynara scolymus*), cardo (*Cynara cardunculus*);
- Crucifere: cavolfiore (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), cavolo broccolo (*B. o.* var. *italica*) e altri cavoli, colza (*Brassica napus*), ravanello da seme (*Raphanus sativus*), rucola (*Eruca sativa*);
- Cucurbitacee: cetriolo (*Cucumis sativus*), cocomero (*Citrullus lanatus*), melone (*Cucumis melo*), zucca (*Cucurbita maxima* e *C. moschata*) e zucchino (*Cucurbita pepo*);
- Graminacee: mais dolce (*Zea mays* var. *saccharata*);
- Leguminose: cece (*Cicer arietinum*), fagiolo e fagiolino (*Phaseolus vulgaris*), fava e favino (*Vicia faba*), lenticchia (*Lens culinaris*), lupino (*Lupinus* spp.), lupinella (*Onobrychis viciifolia*);
- Liliacee: asparago (*Asparagus officinalis*), aglio (*Allium sativum*), cipolla (*Allium cepa*), porro (*Allium ampeloprasum*), scalogno (*Allium ascalonicum*);
- Ombrellifere: carota (*Daucus carota*), coriandolo (*Coriandrum sativum*), finocchio (*Foeniculum vulgare*), sedano (*Apium graveolens*), prezzemolo (*Petroselinum sativum*);
- Solanacee: peperone (*Capsicum annuum*).

Sono costituite prevalentemente da orticole da consumo fresco, ma anche per la trasformazione industriale, tra cui spinacio, mais dolce, fagiolo e fagiolino (Rapparini et al., 2008). Altre orticole come asparago e carciofo (Rapparini et al., 1998) presentano problematiche più simili alle coltivazioni pluriennali; cece, lenticchia e fagiolo per la produzione di semi secchi vengono trattate tra le leguminose da granella. Le colture per la produzione del seme (Rapparini et al., 2002) differiscono solo per l'utilizzazione del prodotto finale con finalità non alimentari. Alcune specie minori come lupino, scalogno, ecc., in genere non vengono prese in considerazione tra le orticole da consumo fresco, per le esigue superfici di coltivazione o l'assenza di erbicidi registrati per tali impieghi. Le colture destinate all'industria di trasformazione sono scarsamente diffuse nell'ambito orticolo, e ricadono in limitate aree di comprensori relativamente ristretti (Alfonsi e Brinchi, 1994). Sono inserite nella rotazione principalmente come colture intercalari nell'ambito di aziende ben organizzate e con possibilità irrigue a costi limitati (Dal Re, 2006). Tra le specie più comunemente coltivate vi sono fagiolo e fagiolino, zucca e zucchini, sedano e carota, peperone, ecc. La frammentata realtà delle numerose specie da industria, anche se complessivamente rappresenta una superficie di oltre 100.000 ettari distribuiti in innumerevoli aziende, presenta spesso notevoli problematiche di diserbo, difficili da risolvere per la mancanza di un sufficiente interesse da parte dell'industria chimica, tale da giustificare la produzione o lo sviluppo di fitofarmaci specifici.

La ristretta gamma di prodotti efficaci e selettivi comporta spesso il ripetuto ricorso ai medesimi erbicidi, causando la selezione di una flora infestante di compensazione molto affine alle specie coltivate, con insorgenza di specifiche problematiche: *Solanum nigrum* e *Datura stramonium* nelle solanacee, composite nelle insalate e nelle carciofaie, crucifere nei cavoli, ecc. Ne deriva la necessità di integrare e valorizzare tutte le tecniche a disposizione, come la pratica della falsa semina, il trapianto, la solarizzazione, la pacciamatura, la sarchiatura, ecc., che tra l'altro suscitano maggior interesse nell'ambito della riscoperta delle produzioni biologiche. Ciò risulta talvolta giustificato per la produzione di parti eduli fresche consumate crude o con blandi processi di cottura, con richiesta a maggior ragione di tempi di carenza assai brevi, che nell'ambito di una breve ciclicità colturale (intorno a 1 mese per ravanella e insalate, circa 2 mesi per spinacio, fagiolino, cavolfiori, ecc.), escludono spesso dall'impiego molti principi attivi, soprattutto in post-emergenza, come nel caso più frequente dei gramincidi specifici.

L'intensità colturale e la stretta successione di queste coltivazioni spesso comporta l'esclusione degli erbicidi più persistenti, onde scongiurare danni da fitotossicità da residui attivi (Rapparini et al., 1997). Inoltre va considerato che le aree orticole più vocate si trovano spesso su terreni sciolti, i quali richiedono frequenti e abbondanti apporti irrigui, con conseguenti problematiche di lisciviazione e danni da fitotossicità che riducono o impediscono talvolta l'apporto degli erbicidi

meno selettivi. A tale riguardo, la selettività risulta spesso influenzata dall'eterogeneità delle condizioni dettate dalla tecnica di coltivazione: semina diretta o trapianto, ambiente di coltivazione in piena aria, sotto film plastico, tunnel o serra, ecc., ma soprattutto dalle varietà, visto il rapido ricambio del panorama varietale, anche se le esperienze in merito sono spesso limitate. Risulta pertanto propedeutico approfondire alcuni aspetti riguardanti la conoscenza della gestione integrata delle malerbe, per inquadrare le casistiche dei vari problemi di diserbo entro i singoli gruppi di coltivazioni allo scopo di individuare le strategie di intervento più adatte, nell'ambito della salvaguardia della selettività, dei tempi di sicurezza, del rispetto ambientale e delle esigenze agronomiche delle colture in un contesto di rotazioni poste in stretta successione (Covarelli, 2007). A maggior ragione ciò è necessario vista la scarsa competitività, sia per la limitata densità di investimento che per le ridotte dimensioni e la lenta crescita iniziale di molte colture minori. Di conseguenza, malerbe notoriamente poco aggressive nelle coltivazioni estensive possono divenire temibili in queste colture caratterizzate in genere da elevata redditività, tanto da giustificare soglie di intervento minime mediante un accurato ricorso alla scerbatura.

In questo contributo si analizzano le attuali disponibilità di molecole erbicide per ciascuna coltura minore nell'ambito di una gestione integrata delle malerbe.

### **La flora infestante**

Le infestanti dicotiledoni annuali che si possono prevedere nelle colture minori nel periodo autunno-invernale sono *Veronica*, *Stellaria*, *Fumaria*, *Papaver*, *Matricaria*, *Anthemis*, *Chrysanthemum*, *Sinapis*, *Raphanus*, *Rapistrum*, *Myagrimum*, *Diploaxis*, *Thlaspi*, *Calepina*, *Capsella*, *Ranunculus*, *Galium*, *Galinsoga*, ecc. Alcune di queste specie possono protrarre la loro germinazione fino a tarda primavera. A partire dai mesi primaverili fanno la loro comparsa le malerbe maggiormente concorrenziali per la maggior parte delle colture a ciclo estivo, tra cui poligonacee, chenopodiacee e amarantacee, oltre a labiate, *Euphorbia*, *Mercurialis*, *Datura*, *Solanum*, *Abutilon*, *Portulaca*, *Heliotropium*, ecc.

Presenti nelle colture minori sono anche alcune infestanti perenni, tra cui *Convolvulus*, *Calystegia*, *Cirsium*, *Rumex*, ecc., molto dannose a causa dell'elevata competizione che possono esercitare e per le difficoltà di contenimento con colture in atto.

Tuttavia le principali e più problematiche malerbe spesso sono rappresentate da un minor numero di specie che si caratterizzano oltre che per la competizione che sono in grado di esercitare (Montemurro e Tei, 1998), anche per le problematiche riscontrabili in fase di lavorazione industriale. Tra queste le difficoltà di separazione delle sementi o dei prodotti in lavorazione (es. bacche di *Solanum nigrum*, capsule di *Papaver* e capolini di *Matricaria* o di altre composite per il

fagiolo, fusti di *Portulaca oleracea* e anche di *Amaranthus* o di *Digitaria sanguinalis* per il fagiolino, specie a portamento prostrato per le orticole a foglia, tra cui in particolare lo spinacio) o la tossicità che possono presentare (es. *Datura stramonium*, ma anche lo stesso *Solanum nigrum*). Talvolta in molte colture minori scarsamente poco concorrenziali, molte malerbe ritenute poco dannose (*Capsella bursa-pastoris*, *Euphorbia* spp., *Lamium* spp., *Veronica* spp., *Fumaria officinalis*, *Senecio vulgaris*, ecc.), possono arrecare considerevoli danni.

La flora di sostituzione più dannosa risulta *Solanum nigrum* nelle solanacee, spesso accompagnato da *Datura stramonium*; *Senecio vulgaris*, *Sonchus asper*, *Xanthium italicum*, *Matricaria chamomilla*, *Anthemis arvensis*, *Galinsoga parviflora* e *G. ciliata* nelle insalate, ma anche altre composite nelle carciofaie, tra cui *Carduus* spp., *Silybum marianum*, *Cirsium vulgare*, ecc.; *Capsella bursa-pastoris*, *Myagrum perfoliatum*, *Sinapis arvensis*, *Rapistrum rugosum* nei cavoli e nelle altre colture crucifere; *Chenopodium* spp. e *Atriplex* spp. nelle bietole e nello spinacio; *Ammi majus*, *Bifora radians*, *Daucus carota* e *Scandix pecten-veneris* nelle ombrellifere, ecc.

Tra le specie graminacee, le infestazioni che si possono riscontrare e prevedere in funzione delle condizioni pedoclimatiche, della riserva di semi presente nel terreno, della tecnica colturale adottata e della durata del ciclo colturale, sono *Avena*, *Alopecurus*, *Lolium*, *Poa*, *Agrostis* e *Phalaris* nei mesi autunno-invernali, che possono continuare a germinare anche nei primi mesi primaverili e durante la fine dell'estate. Nei mesi estivi prevalgono invece le infestazioni di *Echinochloa*, *Setaria*, *Digitaria* e *Sorghum*.

### **Le strategie di intervento**

La ristretta gamma di molecole chimiche a disposizione per il diserbo, accanto alle pressanti normative di carattere ecologico-sanitario, suggeriscono che per una corretta gestione della flora infestante occorre sfruttare le più recenti innovazioni e conoscenze acquisite nelle varie discipline agronomiche, meccaniche, informatiche, biologiche ed ecologiche, da integrare con i limitati mezzi chimici a disposizione (Temperini et al., 1998).

Un altro aspetto di basilare importanza è l'adozione di una strategia di lotta impostata per evitare la comparsa di una flora di sostituzione o di compensazione, ma soprattutto di popolazioni di malerbe resistenti (Campagna et al., 2013). A tale scopo occorre evitare il ripetuto ricorso degli stessi erbicidi dotati del medesimo meccanismo d'azione sulle colture calate in un contesto di stretta successione colturale. Da qui l'importanza dell'alternanza e della miscela dei principi attivi, con applicazione di quelli residuali dotati spesso di meccanismi d'azione meno specifici.

Ne scaturisce il concetto di controllo integrato delle malerbe o meglio di gestione integrata (Ferrero e Vidotto, 1998), che prevede tra l'altro di contenere le infestanti presenti al di sotto di una soglia economica di intervento, previa valutazione dei danni e analisi dei costi-benefici.

Le strategie di lotta alle malerbe adottate in agricoltura poggiano, secondo le più recenti acquisizioni, su alcuni principali concetti di base: il diserbo chimico selettivo e i mezzi agronomici, nonché meccanici, debitamente integrati per sortire i migliori effetti integrativi e sinergici (Elmore, 1996).

### **La gestione integrata delle malerbe**

La gestione delle malerbe richiede un elevato grado di professionalità a causa della variabilità della flora infestante, dell'evoluzione delle tecniche di coltivazione, dei nuovi riferimenti normativi e talvolta della limitata disponibilità di erbicidi (Ferrero et al., 2013).

La razionalizzazione dell'impiego degli input chimici è necessario per ridurre l'impatto ambientale, ma soprattutto per ottimizzare la gestione delle malerbe qualora la disponibilità degli erbicidi fosse limitata.

Per contenere i fenomeni di comparsa di malerbe di sostituzione e limitare il rischio di popolazioni resistenti, occorre adottare le pratiche di coltivazione che consentano di ridurre la pressione di selezione mediante il maggior ricorso e la valorizzazione di tutti i mezzi di contenimento delle malerbe (Campagna et al., 2011).

Determinante risulta l'applicazione delle pratiche agronomiche, che debbono prendere in giusta considerazione l'appropriata rotazione con alternanza di lavorazioni diversificate ed effettuate anche ad una certa profondità, sfruttando la tecnica della falsa semina preventiva (es. *Avena* su colture a ciclo autunno-primaverile), ritardando la semina vera e propria con l'intento di favorire la nascita della maggior parte delle malerbe prima dell'emergenza delle colture (Sattin et al., 2013), allo scopo di devitalizzare le infestanti (Swanton e Murphy, 1996).

Per quanto riguarda l'impiego degli erbicidi sono da evitare gli utilizzi ripetuti degli stessi principi attivi o comunque quelli caratterizzati dallo stesso meccanismo d'azione. Inoltre occorre favorire l'esplicazione del maggior grado di efficacia nei confronti delle malerbe, senza ridurre eccessivamente le dosi di impiego e impostando tecniche di diserbo che contemplino miscele o alternanza di erbicidi a differente meccanismo d'azione, utilizzati in diverse epoche di impiego (es. erbicidi residuali in pre-emergenza alternati in differenti annate ad erbicidi ad azione fogliare in post-emergenza). Le applicazioni oltre ad essere effettuate con volumi di acqua non troppo ridotti e attrezzature idonee e ben tarate, debbono essere effettuate nei momenti più favorevoli per ottimizzare l'efficacia erbicida e con malerbe allo stadio di sviluppo più sensibile. Per questo sono

da evitare interventi ritardati con infestanti eccessivamente sviluppate e in condizioni pedoclimatiche sfavorevoli.

Per limitare la diffusione delle malerbe, tra cui in particolare quelle di più difficile contenimento, nonché quelle resistenti, occorre prestare particolare attenzione alla pulizia delle macchine agricole, raccogliere separatamente gli appezzamenti con sospetta presenza di focolai onde evitare la diffusione dei semi, ma soprattutto utilizzare i mezzi integrativi al diserbo chimico (Masin et al., 2007). Tra questi la regolazione delle emergenze delle malerbe mediante rotazione, lavorazioni, falsa semina, concimazioni e irrigazioni, ma anche aumento della competitività della coltura. L'utilizzo di tutte le tecniche (comprese sarchiatura, fresatura, rincalzatura, pacciamatura, pirodiserbo, ecc.), prevede ancor più della lotta chimica, la conoscenza dei meccanismi che regolano l'emergenza e la competitività delle infestanti, allo scopo di ottimizzare le strategie di lotta. Partendo dal presupposto che le infestanti divengono più difficili da contenere con la pratica della monosuccessione colturale, in quanto l'utilizzo ripetuto degli stessi erbicidi e delle medesime tecniche colturali esercita una forte pressione selettiva, occorre impostare a priori un'adeguata rotazione. I vantaggi che ne derivano a seguito dell'utilizzo di differenti tecniche colturali, sono legati prevalentemente alla differenziazione delle specie infestanti che si viene a creare, con reciproca competizione esercitata tra le diverse piante a favore della coltura.

Il trapianto, laddove è possibile, è una tecnica che permette alla coltura di sfuggire alla competizione esercitata dalla flora infestante, in quanto si pone a dimora una piantina già sviluppata che risulta meno sensibile agli scompensi arrecati dalle malerbe in via di sviluppo.

Inoltre l'ottimale gestione dei letti di semina o di trapianto risulta determinante in particolare per quelle colture in cui non si dispone di molecole selettive registrate (cocomero, lupino, prezzemolo, ravanello, zucca, ecc.) o di pochi erbicidi (bietola da costa, da foglia e da orto, cardo, cetriolo, coriandolo, melone, lenticchia, lupinella, porro, scalogno, ecc.).

Le preparazioni anticipate dei terreni favoriscono la strutturazione del suolo a favore delle colture e nel contempo la germinazione dei semi delle malerbe che potranno più agevolmente essere devitalizzate riducendo il potenziale di infestazione.

## **Il diserbo chimico**

L'impulso che ha avuto la tecnica del diserbo negli ultimi decenni del secolo scorso è stato rilevante sia per l'innovazione apportata con le nuove molecole, che per l'evoluzione delle conoscenze biologiche applicate in un contesto di massimizzazione del livello produttivo delle coltivazioni e di riduzione dell'impegno derivante da scerbature e zappature (Piccardi, 2000).

Notevoli progressi sono stati realizzati nella comprensione dei meccanismi d'azione degli erbicidi da parte della ricerca pubblica e privata a partire dal dopoguerra sulla base delle conoscenze acquisite in biochimica e fisiologia vegetale. Con la scoperta dei principi attivi di nuova generazione, come ad esempio gli inibitori dell'acetolattato sintetasi (ALS), si è aperto un nuovo aspetto della chimica, caratterizzato da elevato grado di controllo e flessibilità d'impiego, accompagnato da una maggior sicurezza per l'uomo e l'ambiente.

La registrazione di nuovi principi attivi e il miglioramento delle tecnologie applicative ha portato ad una progressiva riduzione delle dosi e dell'impatto ambientale. Le nuove formulazioni hanno contribuito a conseguire questo importante risultato, rendendo disponibili prodotti più efficaci e compatibili con le esigenze operative ed ambientali. Gli erbicidi continuano a detenere il primo posto in ordine di importanza nella pratica di lotta alle malerbe. L'applicazione massiva degli erbicidi, tra cui in particolare nelle colture erbacee estensive, ma anche nelle colture arboree da frutto, è ormai affermata da oltre un mezzo secolo, rappresentando il progresso sociale nelle campagne e l'affrancamento dell'agricoltura specializzata. D'altro canto l'eccessivo impiego di molecole persistenti, tra cui in particolare quelle di prima generazione (triazine, nitroanilidi, cloroacetammidi), ha comportato talvolta fenomeni di inquinamento. La crescente sensibilità nei confronti della salvaguardia dell'ambiente giustifica il monitoraggio dei possibili fattori di inquinamento causati da un'agricoltura intensiva (Onofri et al., 1998), con lo scopo di ricercare una strategia sostenibile nell'ambito di uno scenario mutevole e sempre più rivolto verso l'aumento della popolazione, lo sfruttamento delle risorse e lo sviluppo delle energie rinnovabili. Il ruolo dell'agricoltura è sempre più orientato oltre che sul fronte alimentare e mangimistico, anche su quello energetico e industriale. Occorre pertanto conciliare il giusto rapporto con l'ambiente tramite uno sforzo innovativo che non passa attraverso la rinuncia del diserbo chimico, bensì alla sua razionalizzazione e valorizzazione in una chiave rivolta ai benefici mediante l'utilizzo degli erbicidi meno persistenti, calati in un'ottica di strategia integrata. Si riapre pertanto l'interesse nella ricerca di tecniche di lavorazione più adeguate ai tipi di suolo, alla sua fertilità biologica e produttività, senza trascurare la messa a punto di nuovi erbicidi che rispondano a questi requisiti. I cambiamenti introdotti e la ricerca di tecnologie innovative per il contenimento della flora infestante svolgono un ruolo di sfida e di opportunità nello sviluppo e nell'evoluzione del diserbo.

Il maggior ricorso all'elettronica ha permesso di migliorare il grado di efficacia, come pure la sicurezza dell'operatore e la salvaguardia ambientale. Accanto alle irroratrici di nuova concezione è stata intrapresa in parallelo un'azione di divulgazione e formazione degli operatori, nonché di controllo funzionale delle irroratrici aziendali.

Il ruolo dell'evoluzione meccanica nel settore applicativo è molto importante ai fini di aumentare la produttività di lavoro nel rispetto dell'ottimizzazione del grado di efficacia, riducendo talvolta le dosi di impiego, ma soprattutto di limitare gli effetti negativi nei confronti dell'ambiente. Sono state adottate soluzioni in grado di migliorare il grado di efficacia e ridurre le dosi di distribuzione, in particolare nelle applicazioni di post-emergenza dove è necessaria una maggiore penetrazione degli erbicidi all'interno della vegetazione ed un omogeneo raggiungimento di gocce sulle infestanti. Tra queste la tipologia degli ugelli, l'adozione di barre aeroassistite e dotate di congegni stabilizzatori muniti di sensori di livello, sistemi di distribuzione proporzionali alla velocità di avanzamento e in grado di evitare sovrapposizione di trattamento non solo mediante settori di barra, ma fino al singolo ugello, grazie alla tecnologia GPS (Balsari e Tamagnone, 2000).

Il diserbo localizzato sulla fila, nonostante la sua validità non solo teorica, applicabile in particolare nei confronti delle colture sarchiate seminate ad una distanza di 45-75 cm, non si è ampiamente diffuso nelle colture estensive, nonostante la possibilità di risparmio di prodotto fino ad oltre il 50% e perfettamente integrabile con i mezzi meccanici di sarchia-rincalzatura. Notevole successo ha trovato invece nel diserbo delle colture arboree, dove spesso si ricorre con duplice finalità erbicida e spollonante, mediante il ricorso ad apposite irroratrici schermate. Una possibile evoluzione è la localizzazione di formulati liquidi tal quali o mediante ultrabassi volumi, allo scopo di limitare il peso delle seminatrici e quindi il compattamento dei terreni in questa delicata fase, oltre a valorizzare e semplificare le operazioni di rifornimento e a contenere i tempi di inattività.

Le soluzioni meccaniche che permettono di contenere i dannosi effetti della deriva, sia nei confronti dell'ambiente che delle colture limitrofe, sono gli ugelli antideriva, le barre aeroassistite, soprattutto per i trattamenti in vegetazione, e lo sviluppo dei sistemi di schermatura, che al momento sono disponibili per le colture arboree.

Il lavaggio dei circuiti è un aspetto determinante per evitare danni da inquinamento alle colture che vengono trattate successivamente, soprattutto con l'impiego degli erbicidi attivi a bassissime concentrazioni, come le solfoniluree. Inoltre si sono diffusi e sono stati perfezionati i serbatoi supplementari di premiscelazione, che oltre a migliorare la sicurezza dell'operatore permettono di ottimizzare l'introduzione e la miscelazione degli erbicidi nel serbatoio delle irroratrici.

### **Erbicidi selettivi attualmente disponibili per le colture minori (Tabella 1, Tabella 2 e Tabella 3)**

La disponibilità di erbicidi autorizzati per le colture minori è talvolta piuttosto limitata e tende a ridursi di anno in anno a causa della revoca di vecchie molecole chimiche, tra cui il caso relativamente recente di trifluralin.

Per le colture minori sono previste facilitazioni per la concessione delle autorizzazioni all'impiego dei prodotti fitosanitari, tramite richieste inoltrate ad organi ufficiali o scientifici di ricerca. Nonostante ciò, le difficoltà di estensione all'impiego degli erbicidi su colture minori sono notevoli, ferma restando la necessità di rispettare la selettività colturale e tutti gli aspetti agronomici che assicurano la possibilità di un impiego sicuro (Campagna et al., 2003).

**Tabella 1. Principali erbicidi utilizzati nelle colture minori.**

Sostanze attive	Formulati commerciali <sup>1</sup>	Composizione		Società distributrice
		g/L	%	
<b>Erbicidi selettivi residuali e fogliari</b>				
aclonifen	Challenge	600		Bayer
benfluralin	Bonalan	180		Dow
bentazone	Basagran SG/Blast SG		87	Basf/Sipcam
bromoxinil	Emblem		20	Nufarm
clomazone*(1)	Command 36CS/Sirtaki	360		Sipcam
clopiralid	Lontrel 72G		72	Dow
cloridazon*(1)	Better 400	413		Sipcam
clorprofam	CP40 Agro	400		Sumitomo
desmedifam*(1)	vari	vari		varie
dicamba	Mondak 21S	243,8		Syngenta
etofumesate*(1)	Etosate 500	500		Adama
fenmedifam*(1)	Betanal SE	160		Bayer
imazamox*(1)	Altorex	40		Basf
isossaflutolo	Merlin Flexx	44		Bayer
lenacil	Venzar		80	Du Pont
linuron	Afalon DS/Linuron Sipcam Flow	445		Adama/Sipcam
metamitron*(1)	Goltix 50WG		50	Adama
metazaclor	Butisan S	500		Basf
metribuzin	Sencor WG/Song 70WDG		35/70	Bayer/Sipcam
napropamide	Devrinol F	450		UPL
oxadiazon	Ronstar FL	380		Bayer
oxifluorfen	Galigan 500SC/Goal 480SC	500/480		Adama/Dow
pendimetalin*(1)	Stomp Aqua/Most Micro	365/455		Basf/Sipcam
piridate	Lentagran 45WP		45	Belchim
propizamide	Kerb 80EDF		80	Dow
S-metolaclor	Dual Gold	960		Syngenta
tembotrione	Laudis	44		Bayer
triflusaluron-metile	Safari		50	Du Pont
<b>Graminici specifici ad azione fogliare</b>				
ciclossidim	Stratos	200		Basf
ciclossidim	Stratos Ultra	100		Basf
cletodim	Select	240		Sumitomo
fluazifop-p-butile	Fusilade Max	125		Syngenta
propaquizafop	Agil/Shogun	100		Adama/Sumitomo
quizalofop-etile				
isomero	Targa Gold	50		Bayer
quizalofop-p-etile	Leopard	50		Adama
tepraloxidim	Aramo 50	50		Basf
<b>Erbicidi ad azione totale</b>				
amitrole	Weedazole	229,6		Sumitomo
diquat	Reglone W	200		Syngenta
glifosate	vari	vari	vari	varie

<sup>1</sup>: sono disponibili le seguenti miscele di sostanze attive:

**Sostanze attive**

clomazone + pendimetalin

cloridazon + metamitron

fenmedifam + desmedifam + etofumesate

imazamox + bentazone

imazamox + pendimetalin

imazamox + metazaclor

**Formulati commerciali**

Bismark

Volcan Combi SC

Betanal Expert/vari

Corum

Oklahoma

Cleranda (per colza resistente)

**Tabella 2. Principali molecole utilizzate nel diserbo delle colture minori, modalità d'azione e meccanismo d'azione (MoA).**

<b>Molecole</b>	<b>Modalità d'azione</b>	<b>Meccanismo d'azione (Gruppo HRAC)</b>
<b>Erbicidi selettivi residuali e fogliari (28 molecole)</b>		
aclonifen	di contatto/sistemica, assorbimento radicale, ipocotile, coleoptile (fogliare)	F3: inibizione biosintesi pigmenti carotenoidi
benfluralin	di contatto/sistemica, assorbimento radicale, ipocotile, coleoptile	K1: inibizione assemblaggio microtubuli, divisione cellulare
bentazone	di contatto, assorbimento fogliare	C3: inibizione fotosintesi a livello del fotosistema II
bromoxinil	di contatto, assorbimento fogliare	C3
clomazone	sistemica, assorbimento radicale, ipocotile, coleoptile (fogliare)	F3
clopiralid	sistemica, assorbimento fogliare e radicale (variabile)	O: azione simile acido indolacetico (auxine sintetiche)
cloridazon	sistemica, assorbimento radicale e fogliare (meno importante)	C1: inibizione fotosintesi a livello del fotosistema II
clorprofam	sistemica, assorbimento radicale e coleoptile	K2: inibizione mitosi e organizzazione microtubuli
desmedifam	di contatto, assorbimento fogliare	C1
dicamba	sistemica, assorbimento fogliare e radicale (variabile)	O
etofumesate	sistemica, assorbimento radicale, coleoptile e fogliare (meno importante)	N: inibizione sintesi lipidi (senza inibizione ACCasi)
fenmedifam	di contatto, assorbimento fogliare	C1
imazamox	sistemica, assorbimento fogliare e radicale (meno importante)	B: inibizione enzima acetolattato sintetasi (ALS)
isossaflutolo	sistemica, assorbimento radicale, ipocotile, coleoptile (fogliare)	F2: inibizione enzima idrossifenil-piruvato-diossigenasi (HPPD)
lenacil	sistemica, assorbimento radicale e fogliare (meno importante)	C1
linuron	sistemica, assorbimento radicale e fogliare (meno importante)	C2: inibizione fotosintesi a livello del fotosistema II
metamitron	sistemica, assorbimento radicale e fogliare (meno importante)	C1
metazaclor	sistemica, assorbimento radicale, ipocotile, coleoptile, germinelli	K3: inibizione processi di divisione e distensione cellulare
metribuzin	sistemica, assorbimento radicale e fogliare (meno importante)	C1
napropamide	sistemica, assorbimento radicale, ipocotile, coleoptile, germinelli	K3
oxadiazon	di contatto, assorbimento radicale e ipocotile (fogliare)	E: inibizione enzima protoporfirinogeno ossidasi (PPO)
oxifluorfen	di contatto, assorbimento fogliare e radicale (meno importante)	E
pendimetalin	di contatto/sistemica, assorbimento radicale, ipocotile, coleoptile	K1
piridate	di contatto, assorbimento fogliare	C3
propizamide	sistemica, assorbimento radicale e germinelli	K1
S-metolaclor	sistemica, assorbimento radicale, ipocotile, coleoptile, germinelli	K3
tembotrione	sistemica, assorbimento fogliare e radicale	F2
triflusalifuron-metile	sistemica, assorbimento fogliare e radicale (meno importante)	B

**Tabella 2 (continua). Principali molecole utilizzate nel diserbo delle colture minori, modalità d'azione e meccanismo d'azione (MoA).**

<b>Molecole</b>	<b>Modalità d'azione</b>	<b>Meccanismo d'azione (Gruppo HRAC)</b>
<b>Graminici specifici ad azione fogliare (7 molecole)</b>		
ciclossidim	sistemica, assorbimento fogliare	A: inibizione enzima Acetil-CoA carbossilasi (ACCasi)
ciclossidim	sistemica, assorbimento fogliare	A
cletodim	sistemica, assorbimento fogliare	A
fluazifop-p-butile	sistemica, assorbimento fogliare	A
propaquizafop	sistemica, assorbimento fogliare	A
quizalofop-etile isomero	sistemica, assorbimento fogliare	A
quizalofop-p-etile	sistemica, assorbimento fogliare	A
tepraloxidim	sistemica, assorbimento fogliare	A
<b>Erbicidi ad azione totale (3 molecole)</b>		
amitrole	sistemica, assorbimento fogliare (radicale)	F3
diquat	di contatto, assorbimento fogliare	D: inibizione fotosintesi a livello del fotosistema I G: inibizione enzima EPSP sintasi
glifosate	sistemica, assorbimento fogliare	G: inibizione enzima EPSP sintasi



Di seguito si riporta l'attuale disponibilità degli erbicidi per le colture minori trattate in questo contributo, ordinati per meccanismo d'azione (gruppo MoA) e all'interno del quale per famiglia chimica (Geminiani e Campagna, 2013). Ciascun principio attivo è caratterizzato da modalità d'azione residuale (assorbiti prevalentemente per via radicale o dal germinello) o fogliare, pertanto può essere applicato con finalità preventive in pre-semina, pre-emergenza, pre-trapianto, post-trapianto o post-ricaccio (per le colture perennanti quali asparago e carciofo), oppure estintive e quindi distribuite direttamente sulle colture.

#### Gruppo A – Inibitori dell'enzima Acetil-CoA Carbossilasi

Questo gruppo comprende le famiglie degli arilossifenossipropionati, dei cicloesenoni e quella di più recente introduzione delle fenilpirazoline, accomunate dal medesimo meccanismo d'azione. Si tratta di graminicidi specifici, ad azione sistemica, assorbiti quasi esclusivamente per via fogliare. Il meccanismo d'azione (inibizione dell'enzima Acetil-CoA Carbossilasi, con conseguente arresto della biosintesi degli acidi grassi preposti alla formazione delle membrane cellulari e della cuticola) è molto specifico (monosito). Ciò determina un alto rischio di selezione di resistenze (target site) nelle popolazioni di graminacee. Occorre considerare che questi principi attivi rappresentano gli unici erbicidi dotati di azione graminicida di post-emergenza per la maggior parte delle colture minori.

Resistenze accertate (fonte GIRE): *Lolium* spp., *Avena sterilis*, *Phalaris paradoxa*, *Echinochloa crus-galli*, *Sorghum halepense*.

Per quanto riguarda l'evoluzione di questo gruppo, per molti principi attivi sono stati isolati gli isomeri attivi, eliminando nei processi di sintesi le componenti prive di efficacia biologica (maggior grado di purezza delle sostanze attive e riduzione dell'apporto complessivo). Tra gli arilossifenossipropionati ("fop") sono stati ritirati alossifop-R, mentre non è disponibile diclofop-metile (no formulati); tra i cicloesenoni ("dim") si segnala il ritiro di setossidim e la recente introduzione di tepraloxidim, autorizzato su alcune colture dicotiledoni, il quale si caratterizza per una buona efficacia su infestanti graminacee meno sensibili ai restanti prodotti (*Digitaria sanguinalis*).

#### Gruppo B - Inibitori dell'enzima Acetolattato sintetasi

Quella delle solfoniluree rappresenta la famiglia di erbicidi più numerosa, introdotta nel 1986 con clorsulfuron, erbicida impiegabile su frumento sia in pre che in post-emergenza; non ha riscontrato un'ampia diffusione a causa dell'elevata persistenza che può causare problemi a colture in successione ai cereali. Questi erbicidi hanno trovato largo impiego grazie alle favorevoli

caratteristiche eco-tossicologiche (bassa tossicità) ed all'elevatissima attività biologica che permette di impiegarli a dosaggi estremamente ridotti. Per contro, la loro ampia diffusione in molti sistemi colturali (elevata pressione selettiva) ed il meccanismo d'azione specifico (monosito) determinano un alto rischio di selezionare popolazioni resistenti (con fenomeni di resistenza incrociata a tutti gli ALS inibitori ed anche resistenze multiple). Ciò rende spesso necessario il loro uso congiunto con altri erbicidi aventi diverso meccanismo d'azione.

Questo gruppo di erbicidi è molto ampio, con prodotti caratterizzati da spettri d'azione anche molto diversi, impiegati in diversi sistemi colturali (cereali vernini, mais, sorgo, riso, soia, barbabietola, colture arboree, ecc.).

La diffusione di questi erbicidi è stata accompagnata, negli ultimi anni, anche all'introduzione di varietà in grado di tollerare erbicidi comunemente non selettivi per la coltura. Questa tecnologia si è diffusa interessando riso, colza e girasole, con l'introduzione di varietà tolleranti imazamox, ma anche tribenuron-metile su girasole. Occorre comunque osservare che, analogamente a quanto succede per le colture OGM, se non correttamente gestite anche per queste varietà sussistono rischi di trasferimento dei caratteri di tolleranza alle infestanti geneticamente affini alla specie coltivata.

Resistenze accertate (fonte GIRE): *Papaver rhoeas*, *Sinapis arvensis*, *Lolium* spp., *Avena sterilis*, *Amaranthus retroflexus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Cyperus difformis*, *Schoenoplectus mucronatus*, *Echinochloa crus-galli*.

#### Gruppo C1 – Inibitori della fotosintesi a livello del fotosistema II

Tra questi erbicidi si è riscontrata la maggiore riduzione di molecole, dove nella famiglia delle triazine è rimasta solo terbutilazina.

Dello stesso gruppo fanno parte anche i triazinoni metamitron e metribuzin, che mantengono la loro validità come erbicidi ad azione residuale e fogliare; il primo rappresenta tuttora la base del diserbo della barbabietola da zucchero oltre che delle altre bietole e dello spinacio, mentre il secondo trova impiego su diverse colture orticole ed estensive, dove può essere utilmente impiegato nelle strategie antiresistenza per il controllo di *Amaranthus retroflexus* resistente agli ALS inibitori.

Allo stesso gruppo appartengono altre sostanze attive, quali lenacil (uracili), cloridazon (piridazinoni), fenmedifam e desmedifam (fenil carbammati) tuttora fondamentali come erbicidi di pre o post-emergenza della barbabietola da zucchero e di altre colture chenopodiacee.

#### Gruppo C2 – Inibitori della fotosintesi a livello del fotosistema II

Di questo gruppo fanno parte le uree, altra famiglia di erbicidi che ha visto nel tempo una consistente riduzione nella disponibilità di sostanze attive.

Linuron nonostante gli aspetti tossicologici penalizzanti, che ne potranno determinare la revoca secondo quanto previsto dal Regolamento (CE) n° 1107/09, rappresenta ancora un prodotto tecnicamente importante per diverse colture minori, quali ad esempio le ombrellifere, ma anche carciofo, asparago, ecc.

### Gruppo C3 – Inibitori della fotosintesi a livello del fotosistema II

In questo gruppo rientrano gli idrossibenzoneitrili, erbicidi di post-emergenza caratterizzati da azione di contatto nei confronti di infestanti dicotiledoni. A seguito della revoca del fondamentale ioxinil in particolare per cipolla e altre liliacee, bromoxinil assume una rilevante importanza, nonché per la prevenzione e la gestione dei fenomeni di resistenza agli ALS inibitori (*Papaver rhoeas*, *Sinapis arvensis*).

Della famiglia chimica delle benzotiadiazine fa parte bentazone, erbicida di post-emergenza caratterizzato da azione di contatto verso numerose dicotiledoni. Bentazone è impiegato prevalentemente nel diserbo di post-emergenza delle leguminose, dove è utile anche nelle strategie di gestione degli amaranti resistenti agli ALS-inibitori.

Anche piridate, appartenente alla famiglia delle fenilpiridazine, si caratterizza per l'azione di contatto nei confronti di specie dicotiledoni e trova impiego principalmente su alcune colture minori.

### Gruppo E – Inibitori dell'enzima protoporfirinogeno ossidasi (PPO)

Di questo gruppo fanno parte i difenileteri, tra cui oxifluorfen è autorizzato su alcune orticole (es. cipolla), dove si presta ad essere impiegato a dosi ridotte.

Tra gli ossadiazolinoni è invece disponibile il solo oxadiazon, erbicida residuale autorizzato su alcune orticole.

### Gruppo F2 – Inibitori dell'enzima 4-idrossifenil-piruvato-diossigenasi (4-HPPD), catalizzatore nei processi di biosintesi dei pigmenti carotenoidi

Si tratta di un gruppo di erbicidi introdotti abbastanza di recente per il diserbo preventivo e di post-emergenza del mais. L'introduzione di isossaflutolo (famiglia degli isossazoli) ha determinato un profondo cambiamento nelle strategie di diserbo della coltura, grazie alla possibilità di controllare le infestazioni di *Abutilon theophrasti* con trattamenti di pre-emergenza.

L'altra famiglia appartenente a questo gruppo è quella dei trichetoni, prodotti ad azione sistemica impiegati, in associazione ad altri erbicidi, per il diserbo di post-emergenza del mais. Il più recente tembotrione, utilizzabile esclusivamente in post-emergenza del mais e del mais dolce, si caratterizza

anche per una buona efficacia verso alcune graminacee annuali. Questa caratteristica è utile per la gestione delle popolazioni di *Echinochloa crus-galli* meno sensibili alle solfoniluree graminicide, in particolare nelle zone caratterizzate da terreni torbosi (dove non è possibile intervenire efficacemente in pre-emergenza).

#### Gruppo F3 – Inibitori della biosintesi dei carotenoidi (target sconosciuto)

Di questo gruppo fa parte clomazone (isossazolidoni), utile per l'azione sinergica con altri erbicidi residuali caratterizzati da diverso MoA, e per la sua attività nei confronti di importanti infestanti, quali *Abutilon theophrasti*. Clomazone trova impiego su numerose colture orticole, ma anche su altre colture, generalmente in associazione a pendimetalin, per il contenimento preventivo delle graminacee, compresi i giavoni resistenti.

Dello stesso gruppo fa parte anche aclonifen, appartenente alla famiglia dei difenileteri. Questo erbicida, caratterizzato da azione dicotiledonica, trova impiego prevalentemente nel diserbo preventivo di alcune orticole in miscela con altre sostanze attive caratterizzate da diverso meccanismo d'azione ed attività complementare.

#### Gruppo K1 – Inibitori dell'assemblaggio dei microtubuli

In questo gruppo è rivestita una notevole importanza dalle dinitroaniline, famiglia di erbicidi che nel tempo ha subito una forte contrazione. Nel corso del 2009 è stato escluso trifluralin, erbicida che per l'ampio spettro d'azione e la selettività nei confronti di numerose colture, rappresentava ancora la base del diserbo di numerose colture. Attualmente restano disponibili benfluralin (impiegato prevalentemente su insalate) e soprattutto pendimetalin, autorizzato su un'ampia gamma di colture. Sulle principali colture l'introduzione di nuove sostanze attive ed il continuo aggiornamento tecnico forniscono, in molti casi, valide alternative all'utilizzo di questo erbicida, anche se il suo impiego rimane spesso indispensabile per il controllo delle erbe infestanti, per le quali la disponibilità di mezzi tecnici è più limitata. Pendimetalin rappresenta, infatti, un valido strumento per il controllo di importanti specie infestanti, ed è impiegato generalmente in miscela con altri erbicidi residuali caratterizzati da uno spettro d'azione complementare e da un diverso meccanismo d'azione.

Negli ultimi anni sono state introdotte, relativamente a pendimetalin, nuove formulazioni microincapsulate, che garantiscono una maggiore stabilità della sostanza attiva nel terreno ed un'attività più costante e persistente.

Dello stesso gruppo fa parte anche propizamide, sostanza attiva appartenente alla famiglia chimica delle benzammidi. Questo prodotto rappresenta, in miscela con altri residuali, la base del diserbo

delle insalate, ma è anche l'unico mezzo chimico impiegabile per il contenimento delle cuscute nelle coltivazioni di barbabietola da zucchero.

#### Gruppo K2 – Inibitori della mitosi e dell'organizzazione dei microtubuli

Di questo gruppo attualmente fa parte il solo clorprofam, carbammato che trova un limitato impiego in alcune colture orticole.

#### Gruppo K3 – Inibitori della divisione cellulare

È un importante gruppo che comprende diversi erbicidi ad azione residuale (antigerminello) con prevalente attività gramnicida. La maggior parte di essi sono diffusamente impiegati nel diserbo preventivo del mais, ma alcuni rivestono un'elevata importanza anche su altre colture estensive e minori.

Della famiglia delle cloroacetammidi sono attualmente disponibili per le colture minori S-metolaclo e metazaclor.

Alla famiglia delle propionammidi appartiene napropamide, applicabile su cavolfiore e cavolo cappuccio.

#### Gruppo N – Inibitori della sintesi dei lipidi (non a livello dell'ACCasi)

Tra gli erbicidi caratterizzati da questo meccanismo d'azione si ricordano i tiocarbammati, famiglia che ha visto nel tempo l'esclusione di diverse sostanze attive. Si segnala la recente reintroduzione di triallate in formulazione microincapsulata (che non necessita di interrimento), che può essere utile per la gestione delle resistenze grazie al differente meccanismo d'azione rispetto ai gramnicidi fogliari che comunemente vengono utilizzati.

Tra i benzofurani si dispone di etofumesate, impiegato nel diserbo di pre e post-emergenza della barbabietola da zucchero in miscela con altri erbicidi.

#### Gruppo O – Auxine sintetiche (azione simile all'acido indol acetico)

Di questo gruppo fanno parte numerosi erbicidi, alcuni dei quali introdotti già negli anni '50, ma ancora oggi largamente utilizzati. Si tratta di prodotti ad azione sistemica, con assorbimento fogliare ma anche radicale (variabile a seconda della sostanza attiva), efficaci nei confronti di numerose dicotiledoni (annuali e perenni), ma anche verso monocotiledoni non graminacee.

Tra gli acidi fenossialcanoici si annovera 2,4-DB, impiegato per il diserbo di post-emergenza di prati e leguminose.

Tra i derivati dell'acido benzoico si dispone di dicamba, di possibile impiego su asparago.

Per quanto riguarda le piridine, clopiralid viene impiegato per applicazioni specifiche su infestanti di difficile contenimento su bietola e altre colture minori.

### **L'importanza della gestione dei letti di semina e di trapianto**

Uno dei metodi più efficaci per contenere le malerbe e mettere in condizione le colture di sfuggire alla competizione iniziale delle infestanti, in particolare dove non si dispone di validi erbicidi, è l'ottimizzazione della gestione del terreno in pre-semina o in pre-trapianto. Le preparazioni anticipate favoriscono, oltre che la migliore strutturazione del suolo a favore delle colture, anche la nascita delle malerbe, che potranno essere successivamente devitalizzate dagli erbicidi ad azione totale (Rapparini et al., 1996).

#### Gruppo D – Deviazione del trasporto elettronico a livello del foto sistema I

Di questo gruppo fanno parte i dipiridilici, che dopo la revoca di paraquat, sono rappresentati dal solo diquat. Si tratta di un erbicida non selettivo, caratterizzato da rapida azione di contatto fogliare sulle infestanti dicotiledoni e su molte graminacee. Nonostante i problemi legati all'elevata tossicità di questi prodotti, diquat è ancora utile per un rapido disseccamento delle infestanti, nonché per il disseccamento di alcune colture nella fase di pre-raccolta.

#### Gruppo F3 – Inibitori della biosintesi dei carotenoidi (target sconosciuto)

Amitrole è un erbicida sistemico della famiglia dei triazoli, reintrodotta recentemente per la bonifica dei letti di semina (grazie soprattutto alla buona efficacia verso *Equisetum* spp.) oltre che per altri impieghi (colture arboree ed aree extra-agricole). Si presta in particolare a contrastare la diffusione di infestanti di sostituzione (es. *Equisetum*, *Malva*, *Erigeron*), selezionate nel tempo dall'uso ripetuto e spesso esclusivo di glifosate, nonché per prevenire fenomeni di resistenza.

#### Gruppo G – Inibizione dell'enzima EPSP sintasi

Fa parte di questo gruppo il solo glifosate (famiglia chimica dei composti organofosforici), attivo sulla maggior parte delle infestanti graminacee e dicotiledoni, sia annuali che perenni. Grazie al suo ampio spettro d'azione, questo prodotto ad azione sistemica rappresenta l'erbicida totale più diffusamente impiegato per la pulizia dei letti di semina e di trapianto, oltre che degli incolti e dei terreni durante il periodo intercolturale. Il suo impiego reiterato e spesso esclusivo determina però, in certi sistemi colturali, una forte pressione selettiva sulle infestanti, con progressiva selezione delle specie più tolleranti (es. *Malva*, *Erigeron*, *Epilobium*, *Parietaria*, ecc.), o di popolazioni resistenti (es. *Lolium* spp.).

## **Problematiche di diserbo e strategie di intervento su colture minori seminate e trapiantate**

CHENOPODIACEE (Tabella 4)

### **Bietole e spinacio**

La barbabietola da zucchero, ormai seminata esclusivamente nel corso della primavera, viene prevalentemente impiegata per la produzione di saccarosio, oltre che per un impiego minore per gli impianti da biogas. Si dispone ancora di un vasto numero di molecole, tuttavia la gestione di alcune malerbe risulta difficile e complessa (es. *Abutilon theophrasti*, *Ammi majus*, *Daucus carota*, ecc.).

Le bietole da foglia, da costa e da orto, che possono essere seminate in due diversi periodi dell'anno, comportano la comparsa di una flora infestante assai variabile e di limitate possibilità di erbicidi, anche se le sarchiature possono integrare il controllo delle infestanti nelle interfile.

Lo spinacio, destinato principalmente alla produzione di surgelati, può essere seminato in vari periodi dell'anno in virtù del suo breve ciclo (circa 60 giorni). Per questo presenta una flora infestante molto variabile, e vista la ridotta distanza tra le file, il controllo delle malerbe si basa quasi esclusivamente sui trattamenti chimici, in quanto non possono essere effettuate le sarchiature meccaniche.

Le malerbe più diffuse e problematiche per le semine primaverili risultano amarantacee, chenopodiacee, ombrellifere e poligonacee tra le annuali, oltre che ad *Abutilon theophrasti* e alle graminacee. Altre infestanti presenti nelle semine di fine estate ed autunnali possono creare difficoltà in fase di cernita (*Solanum nigrum*) o di raccolta, tra cui le specie a portamento prostrato (*Stellaria media* e *Veronica* spp., nonché le poligonacee *Polygonum aviculare* e *Fallopia convolvulus*).

### I trattamenti erbicidi

Per la lotta contro le infestanti dicotiledoni annuali delle bietole e dello spinacio si dispone di alcuni erbicidi tradizionali impiegati su barbabietola da zucchero (Marocchi, 1992). Vista la più limitata disponibilità di principi attivi, il diserbo di queste chenopodiacee si basa sui fondamentali trattamenti preventivi di cloridazon (escluso bietola da foglia), metamitron, S-metolaclor (escluso bietola da orto) e lenacil limitatamente per spinacio. Per un buon contenimento delle malerbe gli interventi preventivi possono essere integrati da complementari trattamenti di post-emergenza con fenmedifam, che su spinacio può essere addizionato di lenacil. In casi più specifici, per eliminare composite, ombrellifere e leguminose annuali, è possibile impiegare, solo su bietola da orto e da foglia, anche clopiralid (solo alcuni formulati commerciali). Per il controllo delle infestanti graminacee si dispone di una sufficiente gamma di prodotti graminicidi su spinacio, oltre che su barbabietola da zucchero, mentre non sono disponibili sulle altre bietole.

**Tabella 4. Strategie di impiego degli erbicidi selettivi su Chenopodiacee.**

Chenopodiacee	seminate pre-emergenza	post-emergenza	
		selettivi generici	graminici specifici
bietola da costa	cloridazon metamitron S-metolaclor	fenmedifam	
bietola da foglia	metamitron S-metolaclor	clopirialid <sup>1</sup> fenmedifam	
bietola rossa o da orto	cloridazon metamitron	clopirialid <sup>1</sup> fenmedifam <sup>2</sup>	
bietola da zucchero	cloridazon etofumesate lenacil metamitron S-metolaclor	clopirialid cloridazon desmedifam etofumesate fenmedifam lenacil metamitron propizamide triflusulfuron-metile	graminici specifici (7)
spinacio	cloridazon metamitron lenacil S-metolaclor	fenmedifam lenacil	graminici specifici (4)

<sup>1</sup>: clopirialid (no Lontrel 72SG: altri formulati); <sup>2</sup>: fenmedifam (no Betanal SE: altri formulati).

Altri non disponibili al momento: triallate (barbabietola da zucchero e spinacio).

I colori verde, giallo, arancio e rosso corrispondono a disponibilità di erbicidi rispettivamente sufficiente, limitata, insufficiente e assente. Fra parentesi il numero di erbicidi graminici specifici disponibili.

## COMPOSITE (Tabella 5)

### Lattughe e simili o insalate (lattuga, indivia, scarola, cicoria, radicchio)

In queste colture a ciclo breve utilizzate per il consumo fresco, la sarchiatura meccanica non può essere eseguita a causa della ridotta distanza tra le file. Il diserbo chimico pertanto assume un ruolo di primaria importanza per il controllo delle malerbe (Rapparini et al., 2000; Montemurro, 2005). Visti i crescenti standard qualitativi richiesti, le insalate non possono prescindere da una corretta applicazione di razionali strategie integrate. Nel caso di trapianto con pane di terra, i cicli colturali si possono ridurre a soli 40-45 giorni, fino a 35 nel caso di forzature e ancora meno nel caso del taglio, con problematiche che possono insorgere per il rispetto dei tempi di sicurezza, ma anche per danni da fitotossicità nei confronti delle colture poste in successione, in particolare con gli erbicidi più persistenti come propizamide. Si susseguono spesso diversi cicli e questo aumenta la probabilità di comparsa di malerbe appartenenti alla stessa famiglia botanica, come *Senecio*, *Sonchus*, *Matricaria*, *Galinsoga*, ecc., o di altre malerbe di difficile contenimento come crucifere,

poligonacee, amarantacee, *Abutilon theophrasti* e *Portulaca* tra le dicotiledoni, oltre che ad *Echinochloa crus-galli*, *Setaria* spp. e *Digitaria sanguinalis* tra le graminacee annuali, ma anche *Sorghum halepense* tra le perenni.

### I trattamenti erbicidi

Per il diserbo delle numerose specie di insalate seminate e nelle più generalizzate coltivazioni trapiantate, si ricorre prevalentemente all'impiego della più selettiva propizamide, utilizzabile in tutte le fasi di sviluppo da sola o in miscela con benfluralin. L'attuale tendenza è quella di ridurre le dosi di impiego ricorrendo a miscele con altri erbicidi, per completarne lo spettro d'azione e per ridurre i rischi di danno per le colture di successione. Nei trattamenti di pre-trapianto può essere cautelativamente utilizzato oxadiazon (escluso radicchio) per limitare lo sviluppo delle infestanti composite, mentre in post-trapianto si può ricorrere a clorprofam, molto attivo verso poligonacee e *Portulaca oleracea*. Per il controllo delle infestanti graminacee, che normalmente sono ben contenute dalle applicazioni di benfluralin e propizamide, si può disporre di una vasta gamma di preparati specifici, che su colture precoci e nei periodi di più breve durata del ciclo vegetativo devono essere scelti tenendo presente il relativo periodo di sicurezza.

Più di recente, per migliorare la lotta contro le infestanti di difficile eliminazione (Rapparini et al., 2008), è stato introdotto pendimetalin in pre-trapianto, mentre si auspica l'estensione di impiego di S-metolaclof in particolare per le colture da seme, attivo verso composite (*Senecio*, *Galinsoga*, ecc) ed altre infestanti meno sensibili a propizamide (*Echinochloa*, *Amaranthus*).

### **Carciofo e cardo**

Gli aspetti che caratterizzano il diserbo di queste colture simili tra loro sono legati principalmente al contenimento delle infestanti perenni e delle annuali tradizionali.

Nonostante le disponibilità di erbicidi, occorre adottare le migliori strategie di intervento integrate soprattutto durante i primi anni di impianto, onde ritardare la comparsa delle infestanti perenni e più problematiche come le composite *Silybum*, *Carduus*, *Cirsium*, *Sonchus*, ecc., anche se la durata dei moderni impianti in genere non supera i 3-4 anni (Montemurro, 1998), limitando la comparsa di tali malerbe. Più in particolare, occorre predisporre un piano d'intervento contro le infestanti basato sull'impiego di diserbanti a lunga persistenza e ad ampio spettro d'azione e diretto al controllo delle infestanti graminacee e dicotiledoni che si sviluppano nei mesi autunno-invernali, integrando la parziale attività degli stessi con lavorazioni meccaniche fino a quando queste risultano compatibili con l'elevato sviluppo della coltura.

La ricerca di nuove cultivar più adatte per il mercato è in continua evoluzione, lasciando spazio alla sperimentazione di nuove pratiche colturali, che non sempre permettono di migliorare la lotta nei confronti delle infestanti (Elia et al., 1998).

### I trattamenti erbicidi

Nelle carciofaie di nuova costituzione i diserbanti possono essere applicati nelle fasi di pre-impianto, pre-emergenza (nel caso d'impianto con ovoli, zampe o acheni), post-impianto e post-emergenza, mentre negli impianti in produzione si può intervenire in pre-ricaccio o post-ricaccio; in quest'ultimo caso il trattamento può essere eseguito a tutto campo, con prodotti selettivi, o localizzato nello spazio dell'interfila utilizzando attrezzature schermate. Prima dell'impianto o nella fase di pre-emergenza della coltura, oltre ai prodotti fogliari diquat e glifosate, si possono impiegare i numerosi preparati ad azione antigerminello, tra cui oxifluorfen, propizamide, linuron, pendimetalin, metazaclor e oxadiazon; gli stessi prodotti possono essere utilizzati anche negli impianti in produzione nella fase di pre-ricaccio. Su coltura in atto, per eliminare e prevenire ulteriori nascite di infestanti, si possono applicare, con opportune attrezzature schermate, i disseccanti e devitalizzanti fogliari, da soli o in miscela con pendimetalin, oxifluorfen, oxadiazon e linuron. Piridate e propizamide possono essere irrorati direttamente sulle piante di carciofo, al pari dei più selettivi graminicidi specifici, i quali possono essere impiegati in qualsiasi stadio colturale, fermo restando il rispetto dei tempi di sicurezza.

Su cardo si dispone solo di pendimetalin, di possibile impiego in pre-emergenza delle colture seminate o in pre-trapianto per quelle trapiantate.

**Tabella 5. Strategie di impiego degli erbicidi selettivi su Composite.**

Composite			propagazione agamica			
	pre-impianto	pre-em/post-impianto/pre-ricaccio	pre-em/post-impianto/pre-ricaccio	post-em/post-ricaccio		
carciofo			linuron	linuron	graminici specifici(5)	
			metazaclor	metazaclor	linuron <sup>5</sup>	
			oxadiazon	oxadiazon	oxadiazon <sup>3</sup>	
			oxifluorfen	oxifluorfen	oxifluorfen <sup>3</sup>	
			pendimetalin	pendimetalin	piridate	
			propizamide	propizamide	pendimetalin <sup>5</sup> propizamide	
	seminate pre-emergenza	post-emergenza selettivi generici	trapiantate pre-trapianto	post-trapianto selettivi generici	graminici specifici	
cardo	pendimetalin	graminici specifici(1) <sup>7</sup>	pendimetalin	graminici specifici(1) <sup>7</sup>		
lattughe e simili	benfluralin <sup>1</sup>	propizamide	graminici specifici(5) <sup>6</sup>	benfluralin	clorprofam <sup>2</sup>	graminici specifici(5) <sup>6</sup>
	clorprofam <sup>2</sup>			oxadiazon <sup>4</sup>	propizamide	
	propizamide			pendimetalin		
				propizamide		

<sup>1</sup>pre-semina; <sup>2</sup>pre-emergenza (cicoria e scarola), pre e post-trapianto (lattughe, indivie, radicchio); <sup>3</sup>impiego in schermatura; <sup>4</sup>limitazioni per radicchio; <sup>5</sup>limitare bagnatura della vegetazione; <sup>6</sup>Quizalofop-etile isomero solo per radicchio; <sup>7</sup>Quizalofop-p-etile solo per colture non commestibili. Altri non disponibili al momento: triallate (cicoria). I colori verde, giallo, arancio e rosso corrispondono a disponibilità di erbicidi rispettivamente sufficiente, limitata, insufficiente e assente. Fra parentesi il numero di erbicidi graminicidi specifici disponibili.

## CRUCIFERE (Tabella 6)

### **Cavolfiore, cavolo cappuccio e altri cavoli**

Su queste varietà appartenenti alla famiglia delle crucifere si ricorre frequentemente alle sarchiature, qualora il sesto di trapianto lo consenta, e alla pratica della falsa semina con l'utilizzo di prodotti disseccanti, a cui possono seguire eventualmente interventi di erbicidi residuali in pre-trapianto o post-trapianto precoce (Rapparini, 1996).

Le più temibili infestanti sono in genere quelle appartenenti alla stessa famiglia, tra cui le cosiddette grandi crucifere: *Sinapis arvensis*, *Rapistrum rugosum*, *Myagrurn perfoliatum*, ecc.

#### I trattamenti erbicidi

Le problematiche legate al diserbo dei cavoli possono essere contenute in pre-trapianto con l'impiego di napropamide, pendimetalin e oxadiazon (solo cavolfiore). In presenza di elevate infestazioni di crucifere può essere prudenzialmente applicato oxifluorfen, con l'avvertenza di anticipare i trattamenti di circa una settimana prima del trapianto e farli seguire da un'irrigazione. Questi primi interventi in molti casi richiedono l'integrazione di complementari trattamenti di post-trapianto con metazaclor in assenza di infestanti; nel caso di infestazioni di composite, ombrellifere e leguminose si può validamente impiegare il sistemico clopiralid; si dispone inoltre di piridate, da impiegare su malerbe ai primi stadi di sviluppo. Per le graminacee non sussistono in genere problemi, grazie alla disponibilità di diversi principi attivi specifici.

Maggiore attenzione si dovrà disporre per le colture seminate direttamente per la produzione di semente, dove la selettività è assicurata in pre-emergenza da napropamide e in post-emergenza è possibile ricorrere solo a piridate e clopiralid, oltre che ai gramincidi specifici.

### **Colza, ravanello (da seme) e rucola**

Vista la brevità del ciclo colturale della rucola (Campagna et al., 2000) e la limitata disponibilità di principi attivi in particolare del ravanello oltre che della rucola, occorre applicare adeguatamente le pratiche agronomiche per riuscire a sfuggire ai danni da malerbe. Le infestanti che si riscontrano più frequentemente sono tutte le specie appartenenti alla stessa famiglia, ma anche amarantacee, chenopodiacee, *Portulaca oleracea*, *Abutilon theophrasti*, ecc.

#### I trattamenti erbicidi

Si presenta particolarmente difficoltoso il controllo delle similari infestanti crucifere, ma anche di molte altre malerbe a sviluppo vigoroso. I pochi prodotti autorizzati sono rappresentati per rucola da benfluralin, da interrare in pre-semina, eventualmente in miscela con propizamide; la stessa

propizamide può essere applicata anche in pre e post-emergenza. Su ravanello invece non si dispone di erbicidi, a parte un graminicida specifico, come del resto su rucola per l'integrazione del contenimento delle graminacee eventualmente sfuggite al controllo degli erbicidi applicati in via preventiva. Maggiore risulta la disponibilità di molecole per il diserbo del colza (Campagna e Fabbri, 2015) in pre-emergenza (metazaclor oltre che dalla più recente possibilità di utilizzo di clomazone e pendimetalin). In post-emergenza si possono utilizzare metazaclor e clopiralid oltre alla più rifornita gamma di graminicidi specifici.

**Tabella 6. Strategie di impiego degli erbicidi selettivi su Crucifere.**

Crucifere	seminate pre-emergenza		post-emergenza		trapiantate pre-trapianto		post-trapianto	
	selettivi generici		graminici specifici		selettivi generici		graminici specifici	
cavolfiore	napropamide	clopiralid piridate	graminici specifici <sup>3</sup>		napropamide oxadiazon oxifluorfen <sup>5</sup> pendimetalin	clopiralid metazaclor piridate	graminici specifici(3)	
altri cavoli	napropamide <sup>4</sup>	clopiralid piridate	graminici specifici(5) <sup>6</sup>		napropamide <sup>4</sup> oxifluorfen <sup>5</sup> pendimetalin	clopiralid metazaclor piridate	graminici specifici(5) <sup>6</sup>	
colza	clomazone metazaclor pendimetalin	clopiralid imazamox <sup>7</sup> metazaclor propizamide <sup>2</sup>	graminici specifici(5) <sup>6</sup>					
ravanello da seme			graminici specifici(1)					
rucola	benfluralin <sup>1</sup> propizamide <sup>3</sup>	propizamide <sup>3</sup>	graminici specifici(1)					

<sup>1</sup>Pre-semina; <sup>2</sup>Limitazioni propizamide per colza: solo Erbiqus 400SC - Zammo (Cheminova); <sup>3</sup>Limitazioni propizamide per rucola: solo Mig 40SC; <sup>4</sup>Limitazioni napropamide: solo cavolo cappuccio; <sup>5</sup>Limitazioni oxifluorfen per cavoli: Mannix (Sumitomo); <sup>6</sup>Graminici specifici 4 per cavolo cappuccio, 1 per cavolo broccolo, 0 per altri; <sup>7</sup>Colza varietà resistenti (Cleranda - Basf). I colori verde, giallo, arancio e rosso corrispondono a disponibilità di erbicidi rispettivamente sufficiente, limitata, insufficiente e assente. Fra parentesi il numero di erbicidi graminicidi specifici disponibili.

## CUCURBITACEE (Tabella 7)

### Cetriolo, cocomero, melone, zucca e zucchini

La tecnica colturale prevede in genere la semina diretta per cetriolo, zucca e zucchini, che associata alla particolare sensibilità ai diserbanti, compresi i residui dei trattamenti effettuati su colture precedenti, rende particolarmente difficoltoso il diserbo. Se insieme a queste negative premesse associamo la scarsità di principi attivi registrati, la pratica di diserbo (Rapparini et al., 1997) deve prevedere la perfetta messa in atto delle tecniche agronomiche, tra cui il trapianto e la pacciamatura, che permettono di contenere soprattutto le infestanti sulla fila, e le sarchiature per il controllo delle stesse nelle interfile. In alcuni casi si fa ricorso alla copertura della coltura con tunnel per anticipare la produzione (cocomero e melone).

Le infestanti più diffuse e difficili da contenere sotto i film plastici sono le specie autunno-invernali dei generi *Lolium*, *Alopecurus*, *Poa*, *Veronica*, *Stellaria*, *Matricaria*, *Papaver*, *Senecio*, ecc.

In pieno campo prevalgono le specie annuali primaverili-estive, tra cui *Polygonum lapathifolium*, *P. persicaria*, *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum*. Talvolta si possono rinvenire specie pluriennali come *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Calystegia sepium*, *Equisetum* spp., ma anche la cuscuta (*Cuscuta* spp.).

### I trattamenti erbicidi

Il diserbo chimico delle cucurbitacee dopo la revoca di trifluralin nell'anno 2009 in post-emergenza e post-trapianto interrato tra le file, il quale assicurava il contenimento di numerose infestanti a foglia larga, è divenuto particolarmente problematico se si escludono le graminacee per il possibile impiego dei graminicidi specifici (escluso zucca).

Limitatamente a zuccino si può disporre dell'impiego di clomazone, erbicida appartenente alla famiglia degli isossazoli, attivo verso numerose malerbe annuali, tra cui *Abutilon*, *Portulaca*, *Solanum*. Per le altre specie non si dispone al momento di dicotiledonici.

**Tabella 7. Strategie di impiego degli erbicidi selettivi su Cucurbitacee.**

Cucurbitacee	seminate		trapiantate	
	pre-emergenza	post-emergenza	pre-trapianto	post-trapianto
		selettivi generici	selettivi generici	graminicidi specifici
cetriolo		graminicidi specifici(1)		graminicidi specifici(1)
cocomero				
melone				graminicidi specifici(3)
zucca				
zuccino	clomazone	graminicidi specifici(2)	clomazone	clomazone

*I colori verde, giallo, arancio e rosso corrispondono a disponibilità di erbicidi rispettivamente sufficiente, limitata, insufficiente e assente. Fra parentesi il numero di erbicidi graminicidi specifici disponibili.*

## GRAMINACEE (Tabella 8)

### **Mais dolce**

Gli usi minori delle colture graminacee sono rappresentati principalmente da segale, triticale, loietto e mais dolce. In questo contributo si considera solo quest'ultima coltura, molto simile alle più ampie coltivazioni di mais da trinciato e da granella (Geminiani et al., 2013), ma più sensibile agli erbicidi e meno competitiva nei confronti delle malerbe, seppure si possano effettuare ripetute sarchiature meccaniche.

### I trattamenti erbicidi

Rispetto alle ampie disponibilità di erbicidi del mais, nei confronti di questa coltura considerata più per usi orticoli da industria, è possibile impiegare al momento solo isossafutolo in pre-emergenza e tembotrione e piridate in post-emergenza.

**Tabella 8. Strategie di impiego degli erbicidi selettivi su Graminacee.**

Graminacee	seminate	
	pre-emergenza	post-emergenza
mais dolce	isossaflutolo	bromoxinil piridate tembotrione

*Il colore giallo corrisponde a disponibilità di erbicidi insufficiente.*

## LEGUMINOSE (Tabella 9)

### **Cece, fagiolo, fagiolino, fava, favino, lenticchia, lupino e lupinella**

Su queste colture leguminose il diserbo chimico risulta molto importante, anche se a causa del ciclo colturale breve di fagiolo, fagiolino e fava (50-80 giorni) si possono presentare difficoltà nel rispetto dei periodi di sicurezza, in particolare per i graminicidi specifici.

Le infestanti competono notevolmente con le colture seminate, le quali sono caratterizzate da uno sviluppo iniziale lento. Inoltre le malerbe ostacolano le operazioni di raccolta, mentre nel caso di raccolta meccanica del fagiolino possono lasciare frammenti di difficile separazione, come ad esempio i fusti di *Portulaca oleracea*, ma anche di *Amaranthus* spp. e *Digitaria sanguinalis*; per quanto riguarda il fagiolo fresco sono di difficile separazione le bacche di *Solanum nigrum* e *Datura stramonium*, ma anche i capolini di *Matricaria chamomilla*, *Cirsium arvensis*, *Sonchus* spp. e le capsule di *Papaver rhoeas*.

### I trattamenti erbicidi

Limitata rimane la disponibilità di erbicidi residuali selettivi per la lotta contro le infestanti dicotiledoni (Rapparini et al., 1999, Rapparini et al. 2006), in particolare del cece, mentre più di recente si dispone di un maggior numero di molecole per fava, favino, fagiolo e fagiolino; su fagiolo inoltre si dispone anche di S-metolaclo. Su queste ultime colture è stato recentemente esteso l'impiego, per applicazioni di pre-emergenza, di clomazone. In post-emergenza di fava, favino, fagiolo e fagiolino è possibile intervenire con complementari trattamenti a base di imazamox (Corvi et al., 1998), ma anche di bentazone e limitatamente per fagiolo anche di piridate. Per il controllo delle graminacee si dispone di una più vasta gamma di prodotti specifici, ad esclusione di fava e favino dove si può utilizzare un solo prodotto.

Per sopperire all'assenza di principi attivi per il diserbo preventivo di lenticchia, lupinella e lupino si rimane in attesa di eventuali estensioni d'impiego, come pure in post-emergenza dove si può impiegare solo piridate su cece e lenticchia (Campagna et al., 2012), oltre che di cece, nonché propizamide su lupinella. Completamente sguarnito rimane il lupino sia in pre che post-emergenza.

**Tabella 9. Strategie di impiego degli erbicidi selettivi su Leguminose.**

Leguminose	seminate		post-emergenza
	pre-emergenza	selettivi generici	
cece	pendimetalin <sup>1</sup>	piridate	
fagiolino	clomazone linuron pendimetalin	bentazone imazamox	graminici specifici (4)
fagiolo	clomazone linuron pendimetalin S-metolaclor	bentazone imazamox piridate	graminici specifici (3)
fava/favino	clomazone imazamox pendimetalin	bentazone imazamox	graminici specifici (1) <sup>2</sup>
lenticchia		piridate	
lupinella		propizamide	
lupino			

<sup>1</sup>Limitazioni formulati commerciali (no Most Micro); <sup>2</sup>un graminicida specifico per ciascuna coltura. Altri non disponibili al momento: 2,4 DB (favino). I colori verde, giallo, arancio e rosso corrispondono a disponibilità di erbicidi rispettivamente sufficiente, limitata, insufficiente e assente. Fra parentesi il numero di erbicidi graminicidi specifici disponibili.

## LILIACEE (Tabella 10)

### **Aglione, cipolla, porro, scalogno**

Queste specie sono caratterizzate da una crescita molto lenta e da una scarsissima copertura del terreno, per cui non risultano competitive verso le malerbe. Inoltre presentano spesso problematiche di fitotossicità (Rapparini et al., 2000) e semine effettuate in anticipo prolungano il periodo di emergenza. Si consiglia perciò di utilizzare al meglio la tecnica della falsa semina, preparando bene il terreno e praticando una corretta rotazione colturale, oltre che l'impianto dei bulbi ove possibile per accelerare le fasi di sviluppo vegetativo iniziale. L'esecuzione della sarchiatura risulta praticamente impossibile per il limitato spazio dell'interfila e per la fragilità delle piantine. Gli interventi ripetuti e a basse dosi con erbicidi fogliari in post-emergenza, effettuati con apposite attrezzature e a ridotti volumi di applicazione, hanno assunto ormai un ruolo determinante per il contenimento delle malerbe, anche se la revoca di ioxinil complica notevolmente la gestione delle malerbe.

Le infestazioni più problematiche per i cicli autunno-primaverili sono quelle dei cereali vernini, mentre per i cicli primaverili-estivi sono *Polygonum aviculare*, *Polygonum lapathifolium*, *Fallopia convolvulus*, *Chenopodium* spp., *Amaranthus* spp., *Solanum nigrum*, *Picris echioides*, euforbiacee, ecc., ma risultano molto diffuse anche le graminacee. La cuscuta è una specie in grado di parassitizzare in particolare la cipolla.

### I trattamenti erbicidi

Per il controllo delle dicotiledoni si utilizzano preventivamente i prodotti residuali a base di pendimetalin, non disponibile per porro e scalogno. Su aglio si può impiegare in pre-emergenza oxadiazon e metazaclor, quest'ultimo anche sulla coltura già nata.

In post-emergenza si possono effettuare ripetuti trattamenti a dosi crescenti di bromoxinil (escluso porro) e oxifluorfen (solo su aglio e cipolla). Oxifluorfen si presta anche per trattamenti medio-tardivi in quanto presenta un'azione residuale (Bartolini et al., 1994) che limita lo sviluppo scalare delle malerbe. Bromoxinil ove possibile può essere miscelato con pendimetalin. Si dispone inoltre di piridate, anche se occorrono precauzioni per la selettività, e di clorprofam (escluso aglio e porro). Per quanto riguarda il controllo delle infestanti graminacee a nascita primaverile sono autorizzati i graminicidi specifici ad esclusione dello scalogno. Per eliminare le infestanti leguminose, ombrellifere e composite già sviluppate, si dispone di clopiralid. Più difficile risulta la lotta contro la cuscuta, per la quale si può utilizzare in pre e post-emergenza pendimetalin con finalità preventive.

Per aumentare la persistenza d'azione dei trattamenti di post-emergenza della cipolla, si dispone di aclonifen, da impiegare nella più compatibile miscela con bromoxinil.

### **Asparago**

I danni esercitati dalle infestanti sono riconducibili ad un rallentamento della raccolta sia manuale che agevolata, oltre che a perdite di produzione; al fine di controllare gli inerbimenti occorre utilizzare terreni privi di infestanti perenni che, qualora dovessero essere presenti, vanno accuratamente eliminate prima dell'esecuzione dell'impianto con interventi mirati e localizzati.

Per integrare l'azione del diserbo chimico è possibile intervenire con sarchiature, che però possono causare un eccessivo compattamento del suolo. In alternativa è possibile applicare la pratica del pirodiserbo su malerbe poco sviluppate, soprattutto nel periodo di raccolta dei turioni.

Oltre alle specie perenni (*Cynodon dactylon*, *Sorghum halepense*, *Convolvulus arvensis*, *Calystegia sepium*, *Cirsium arvense*, *Malva sylvestris*, ecc.) che si possono instaurare in particolare nelle asparagiaie costituite da tempo, le malerbe più frequenti e competitive sono le chenopodiacee e le amarantacee, ma anche crucifere, *Abutilon theophrasti*, *Portulaca oleracea*, ecc.

### I trattamenti erbicidi

Nella scelta della strategia di lotta chimica da adottare occorre tener presente la varietà e il materiale impiegato nella propagazione (zampe o piantine), l'età dell'asparagiaia, il tipo di terreno, il tempo di carenza dei principi attivi, la tipologia di infestazione, ecc.

Per il contenimento preventivo delle malerbe nei nuovi impianti e in quelli in produzione nella fase di pre-ricaccio, si possono utilizzare i prodotti residuali a base di pendimetalin, linuron, metribuzin, oxadiazon nelle diverse combinazioni di trattamento, oltre alla più recente disponibilità di clomazone.

Dopo l'intervento ad azione residuale, per ragioni igienico-sanitarie non sarebbero previste applicazioni in fase di raccolta, a meno che la lotta verso le malerbe annuali e perenni non sia stata efficace e pertanto si renda necessario intervenire con prodotti che non prevedano un periodo di sicurezza.

Per le infestanti vivaci si interviene con dosi oculte di glifosate utilizzando apparecchiature schermate, oppure dicamba, mentre per le specie annuali ai primi stadi di sviluppo si può applicare piridate.

Al termine del periodo di raccolta e dopo lo sfalcio della vegetazione dell'asparagiaia si può intervenire contro le infestanti con devitalizzanti fogliari (glifosate), posti eventualmente in miscela con erbicidi residuali scelti nelle diverse combinazioni di trattamento.

**Tabella 10. Strategie di impiego degli erbicidi selettivi su Liliacee.**

Liliacee			propagazione agamica	
			post-impianto	post-raccolta/pre-ricaccio
			selettivi generici	graminici specifici
asparago			oxadiazon clomazone dicamba linuron metribuzin <sup>1</sup> oxadiazon pendimetalin piridate	graminici specifici (2)
	seminate		trapiantate	
	pre-emergenza	post-emergenza	pre-trapianto	post-trapianto
aglio			metazaclor oxadiazon oxifluorfen <sup>2</sup> pendimetalin	bromoxinil clopiralid metazaclor oxifluorfen <sup>2</sup> pendimetalin piridate graminici specifici (3)
cipolla	clorprofam pendimetalin	aclonifen bromoxinil clopiralid clorprofam oxifluorfen <sup>2</sup> pendimetalin piridate	graminici specifici (5)	pendimetalin aclonifen bromoxinil clopiralid clorprofam oxifluorfen*(2) pendimetalin piridate graminici specifici (5)
porro		piridate	graminici specifici (1)	graminici specifici (1)
scalogno	clorprofam	bromoxinil clopiralid clorprofam piridate		

<sup>1</sup>Limitazioni asparago: Mesozin 35WG (no Song e altri F.C.); <sup>2</sup>Limitazioni per oxifluorfen: no Galigan e altri, si Mannix). Altri non disponibili al momento: clopiralid (porro). I colori verde, giallo, arancio e rosso corrispondono a disponibilità di erbicidi rispettivamente sufficiente, limitata, insufficiente e assente. Fra parentesi il numero di erbicidi graminici specifici disponibili.

## OMBRELLIFERE (Tabella 11)

### Carota, coriandolo, finocchio, sedano e prezzemolo

La flora infestante può essere contenuta, in presenza delle più difficili e problematiche ombrellifere (*Ammi majus*, *Daucus carota*, *Bifora radians*, *Torilis* spp., *Scandix pecten-veneris*, ecc.) e delle infestanti perenni, sfruttando adeguatamente le rotazioni colturali, la tecnica della falsa semina e le sarchiature meccaniche ad integrazione del diserbo chimico (Rapparini e Campagna, 1996). In particolare per la carota, che viene seminata su terreni sciolti un po' in tutti i periodi dell'anno, le associazioni floristiche possono risultare alquanto complesse e variabili. Inoltre su questa ombrellifera possono divenire problematiche anche le infestazioni di cuscuta.

#### I trattamenti erbicidi

La lotta contro le infestanti di queste coltivazioni si basa sull'impiego in pre-emergenza o pre-trapianto di pendimetalin (non autorizzato su prezzemolo) e su quello in post-emergenza e post-trapianto di linuron, non autorizzato su prezzemolo e coriandolo (Campagna e Fabbri, 2015). Nelle coltivazioni di carota (Campagna et al., 2005) si possono eseguire applicazioni preventive con aclonifen e clomazone, quest'ultimo autorizzato anche su coriandolo e finocchio. Con finalità residuali su finocchio può essere utilizzato anche oxadiazon, da solo o meglio in miscela con pendimetalin.

A completamento o in sostituzione dei suddetti prodotti residuali, in post-emergenza della carota può essere utilizzato metribuzin.

Più ampia è la disponibilità di prodotti specifici per la lotta contro le graminacee annuali e perenni (*Sorghum halepense*), ad esclusione di prezzemolo e coriandolo, di cui non si dispone di formulati commerciali.

**Tabella 11. Strategie di impiego degli erbicidi selettivi su Ombrellifere.**

Ombrellifere	seminate		post-emergenza		trapiantate	
	pre-emergenza	post-emergenza	selettivi generici	graminici specifici	pre-trapianto	post-trapianto
					selettivi generici	graminici specifici
carota	aclonifen clomazone linuron pendimetalin	linuron metribuzin pendimetalin		graminici specifici (5)		
coriandolo	clomazone pendimetalin					
finocchio	clomazone linuron oxadiazon pendimetalin	linuron pendimetalin		graminici specifici (2)	clomazone linuron oxadiazon pendimetalin	linuron pendimetalin graminici specifici (2)
prezzemolo sedano					pendimetalin	linuron graminici specifici (1)

I colori verde, giallo, arancio e rosso corrispondono a disponibilità di erbicidi rispettivamente sufficiente, limitata, insufficiente e assente. Fra parentesi il numero di erbicidi graminici specifici disponibili.

## SOLANACEE (Tabella 12)

### Peperone

Viste le limitate possibilità di intervento per il controllo delle malerbe su peperone trapiantato, occorre associare alla tecnica della preparazione anticipata dei terreni e all'ottimale impiego del diserbo chimico, le pratiche della sarchiatura, della pacciamatura, ecc.. Malerbe di difficile contenimento risultano, oltre alle solanacee (*Solanum nigrum* e *Datura stramonium*), anche tutte le malerbe perenni (*Cirsium*, *Convolvulus*, *Artemisia*, *Equisetum*) e annuali macroterme come amarantacee, chenopodiacee, *Portulaca oleracea*, *Abutilon theophrasti*, ecc.

### I trattamenti erbicidi

Per il diserbo preventivo del peperone (Rapparini et al., 1996) si dispone di pendimetalin e di oxadiazon, di possibile impiego in pre-trapianto delle colture. La disponibilità di graminicidi specifici pur essendo ridotta permette di contenere le malerbe a foglia stretta. Su peperone è stato di recente introdotto clomazone nell'impiego in post-trapianto immediato.

**Tabella 11. Strategie di impiego degli erbicidi selettivi su Solanacee.**

Solanacee	trapiantate		
	pre-trapianto	post-trapianto	
		selettivi generici	graminici specifici
peperone	oxadiazon pendimetalin	clomazone	graminici specifici (2)

*I colori verde e giallo corrispondono a disponibilità di erbicidi rispettivamente sufficiente e limitata. Fra parentesi il numero di erbicidi graminici specifici disponibili.*

### Conclusioni

Il diserbo chimico nelle colture minori rimane come per tutte le coltivazioni la base della gestione delle malerbe, seppure calata in una realtà di maggiore integrazione di tutte le pratiche disponibili, tra cui in particolare la rotazione, l'ottimale preparazione dei terreni e la pratica della falsa semina, nonché sarchiature e pacciamatura ove possibile eseguirle, come pure il trapianto rispetto alla semina. Dove non si dispone di erbicidi o la loro possibilità di impiego è molto limitata, occorre ricorrere alla devitalizzazione preventiva delle malerbe prima della semina o del trapianto mediante applicazioni di glifosate o in alternativa di diquat, ma anche di amitrole per la bonifica di *Equisetum* o di altre specie meno sensibili a glifosate.

Tuttavia si auspica in particolare dove le possibilità di diserbo chimico sono particolarmente limitate, di poter disporre in un prossimo futuro di ulteriori possibilità mediante l'estensione di

impiego di altri erbicidi selettivi. Questo è necessario soprattutto in vista di probabili revoche di molecole che potrebbero causare in talune colture notevoli difficoltà di gestione delle malerbe. Inoltre la maggior disponibilità di principi attivi caratterizzati da differenti meccanismi d'azione, renderebbe possibile l'applicazione di più complete strategie di lotta per arrestare il fenomeno della comparsa di flora di sostituzione, ma più in particolare di popolazioni resistenti.

## **Bibliografia**

Alfonsi Q., Brinchi C. (1994). Produzione di ortaggi ed esigenze dell'industria per la surgelazione. *Notiziario sulla protezione delle piante*, 25-33.

Balsari P., Tamagnone M. (2000). L'evoluzione del diserbo: il ruolo dei mezzi di distribuzione. *Atti XII Convegno SIRFI*, 55-67.

Bartolini D., Panizza C., Campagna G. (1994). Verifica delle dosi minime di impiego dei diserbanti di post-emergenza della cipolla vernina. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1°, 299-306.

Campagna G., Fabbi A., Rapparini G. (2005). Contro le infestanti della carota ottimizzare i pochi prodotti registrati. *L'Informatore Agrario*, 22, 67-71

Campagna G., Fabbri M. (2015). Gestione integrata delle infestanti del colza. *L'Informatore Agrario*, 36, 57-61.

Campagna G., Fabbri M. (2015). Limitata disponibilità di erbicidi per il diserbo delle ombrellifere. *L'Informatore Agrario*, 32, 65-68.

Campagna G., Geminiani E., Rapparini G. (2013). Strategie di controllo dei giavoni per evitare resistenza. *L'Informatore Agrario*, 26, 50-54.

Campagna G., Geminiani E., Rapparini G. (2012). Gestione integrata delle malerbe per le leguminose da granella. *L'Informatore Agrario*, 32, 61-65.

Campagna G., Meriggi P., Rapparini G. (2011). Il contributo del diserbo chimico nella gestione integrata delle malerbe. *Atti XVIII Convegno SIRFI (BO)*, 41-102.

Campagna G., Paci F., Galassi T., Rapparini G. (2003). Le problematiche sul diserbo delle colture orticole. *L'Informatore Agrario* 32, 49-56

Campagna G., Tallevi G., Rapparini G. (2000). Verifica della selettività di erbicidi nel diserbo di alcune piante aromatiche: rucola (*Eruca sativa* e *Diplotaxis tenuifolia*) e basilico (*Ocinum basilicum*) - *Atti Giornate Fitopatologiche*, Perugia 16-20 aprile 2000, 2, 511-516.

Corvi F., Marocchi G., Martini G.C., Mingardo A., Magnani D. (1998). Prove di efficacia e selettività di imazamox applicato in post-emergenza su pisello, fagiolo e fagiolino. *Atti XI Convegno SIRFI "Il controllo della flora infestante nelle colture orticole"*, Bari, 12-13 novembre, 203-212.

Covarelli G. (2007). Le strategie nella gestione sostenibile degli agro farmaci: gli erbicidi. *Atti Convegno SIRFI*, 35-53.

Dal Re L. (2006). Orticole da industria, fari puntati su costi e tecnica colturale. *Agricoltura*, 105-107.

- Elia A., Calabrese N., Bianco V.V. (1998). Ricerche sulla tecnica colturale e sulle cultivar di carciofo propagato per seme da destinare al consumo fresco e alla surgelazione. *Annali Fac. Agr. Univ. Bari*, 35, 137-146.
- Elmore L.C. (1996). A reintroduction to integrated weed management. *Weed Sci.* 44, 409-412.
- Ferrero A., Vidotto F. (1998). Mezzi alternativi al diserbo chimico nelle colture orticole. *Atti XI Convegno SIRFI*, “Il controllo della flora infestante nelle colture orticole”, Bari, 12-13 novembre, 63-110.
- Ferrero A., Maggiore T., Milan M., Zanin G. (2013). Evoluzione delle tecniche e degli indirizzi colturali ed effetti sulle malerbe. *Atti del XIX Convegno SIRFI: “Gestione delle malerbe nelle colture agrarie alla luce delle attuali problematiche legislative, agronomiche e ambientali”* – BO.
- Geminiani E., Campagna G., Rapparini G. (2013). Diserbo preventivo risolutivo per il mais. *L'Informatore Agrario*, 4, 53-60.
- Geminiani E., Campagna G. (2013). Evoluzione della disponibilità di erbicidi. *Atti del XIX Convegno SIRFI: “Gestione delle malerbe nelle colture agrarie alla luce delle attuali problematiche legislative, agronomiche e ambientali”* – BO.
- Marocchi G. (1992). Pratica del diserbo. *Edizioni Calderini*.
- Masin R., Otto S., Zanin G. (2007). Il ruolo della gestione agronomica nella lotta alle malerbe. *Atti Convegno SIRFI*, 73-90.
- Montemurro P. (1998). Carciofo al Sud, diserbo necessario. *Terra e Vita*, 39, 29-32.
- Montemurro P. (2005). Pochi gli erbicidi ammessi per il diserbo delle insalate. *Terra e Vita*, 31, 67-71.
- Montemurro P., Tei F. (1998). Il controllo della flora infestante nelle colture orticole: problematiche agronomiche. *Atti XI Convegno SIRFI*, “Il controllo della flora infestante nelle colture orticole”, Bari, 12-13 novembre, 1-62.
- Onofri A., Vischetti C., Rapparini G., Marchi F. (1998). Comportamento ambientale degli erbicidi impiegati nelle colture orticole. *Atti XI Convegno SIRFI* “Il controllo della flora infestante nelle colture orticole”, Bari, 12-13 novembre, 111-164.
- Piccardi P. (2000). L'evoluzione del diserbo: gli erbicidi. *Atti XII Convegno SIRFI*, 1-18.
- Rapparini G. (1996). Il diserbo delle colture. *Edizioni L'Informatore Agrario*.
- Rapparini G., Bucchi R., Azzi M., Campagna G. (2008). Prove preliminari di diserbo delle insalate con nuovi potenziali erbicidi. *Atti Giornate Fitopatologiche 2008*, 463-468.
- Rapparini G., Campagna G. (1996). Aggiornamenti sul diserbo delle ombrellifere. *L'Informatore Agrario*, 40, 55-61
- Rapparini G., Campagna G., Bartolini D. (1996). Il diserbo dei letti di semina. *L'Informatore Agrario*, 48, 65-74.
- Rapparini G., Campagna G., Bartolini D., Marchi F. (1999). Il diserbo chimico di fagiolo e fagiolino - *L'Informatore Agrario*, 24, 81-88
- Rapparini G., Campagna G., Bartolini D., Marchi F. (2000). Il diserbo chimico della cipolla. *L'Informatore Agrario*, 6, 97-104.
- Rapparini G., Campagna G., Bartolini D., Tallevi G. (1997). Il diserbo delle cucurbitacee. *L'Informatore Agrario*, 32, 67-73.

- Rapparini G., Campagna G., Bartolini D., Tallevi G. (1997). Strategie di controllo delle infestanti su asparago, lattuga, endivia e radicchio: aspetti residuali. *Atti del Convegno "Riduzione e razionalizzazione dell'uso degli erbicidi"*, Ferrara, 29 maggio 1997, 41-62.
- Rapparini G., Campagna G., Geminiani E., Capella A. (2008). Problematiche, attualità e prospettive delle strategie di lotta alle malerbe delle colture orticole da industria. *Notiziario sulla protezione delle piante – AIPP*, 22, 83-122.
- Rapparini G., Campagna G., Tallevi G., Marchi F. (2000). Il diserbo chimico delle insalate - *L'Informatore Agrario*, 20, 55-61
- Rapparini G., Campagna G., Vandini G., Bartolini D. (2002). Strategie di diserbo per le colture orticole portaseme. *L'Informatore Agrario*, 49, 65-73.
- Rapparini G., Geminiani E., Bucchi R., Campagna G. (2006). Strategie di diserbo per fagiolo e fagiolino. *L'Informatore Agrario*, 34, 55-60
- Rapparini G., Tallevi G., Campagna G. (1998). Il diserbo chimico dell'asparago. *L'Informatore Agrario*, 41, 61-72.
- Sattin M., Collavo A., Panozzo., Scarabel L. (2013). La diversità nei sistemi colturali per la gestione delle malerbe resistenti di più difficile controllo. *Atti del XIX Convegno SIRFI: "Gestione delle malerbe nelle colture agrarie alla luce delle attuali problematiche legislative, agronomiche e ambientali"* – BO.
- Swanton C.J., Murphy S.D. (1996). Weed science beyond the weeds: the role of integrated weed management (IWM) in agroecosystem health. *Weed Sci.*, 44, 437-445.
- Temperini O., Barberi P., Paolini R., Campiglia E., Marucci A., Saccardo F. (1998). Solarizzazione del terreno in serra-tunnel: effetto sulle infestanti in coltivazione sequenziale di lattuga, ravanella, rucola e pomodoro. *Atti XI Convegno SIRFI "Il controllo della flora infestante nelle colture orticole"*, Bari, 12-13 novembre, 213-228.



## **CARATTERIZZAZIONE DELLE MOLECOLE DISPONIBILI E LORO SPETTRO D'AZIONE**

**CAPELLA A., ROMANINI M.**

*Sipcam Italia S.p.A.  
E-mail: mromanini@sipcam.it*

### **Riassunto**

La conoscenza dell'agroecosistema in cui si opera, delle molecole erbicide e del loro spettro d'azione, nonché delle migliori strategie applicabili, divengono fattori fondamentali per la gestione del diserbo delle colture minori, e negli impieghi minori, ove si rilevano un limitato numero di sostanze attive disponibili ed una sempre più modesta innovazione. Adottare strategie mirate ed integrate, conoscendo le principali caratteristiche chimico-fisiche (quali pressione di vapore, solubilità, coefficiente di partizione) e lo specifico spettro d'attività degli erbicidi, costituiscono la chiave del successo nella lotta alle malerbe.

### **Parole chiave**

Caratterizzazione erbicidi; Strategie; Spettro d'azione; Parametri fisico-chimici.

### **Summary**

The knowledge of the agro ecosystem, of the herbicide molecules and their action spectrum, as well as the identification of the best strategies to be applied, become critical for weed management on minor crops, and on minor uses, as in these conditions a limited number of available active substances and a low innovation level are found. To adopt targeted and integrated strategies, knowing the main physical-chemical characteristics (such as vapor pressure, solubility, partition coefficient) and the specific action spectrum of herbicides, are crucial for a successful weed management.

### **Keywords**

Herbicide characterization; Strategies; Spectrum of action; Physico-chemical properties.

## **Introduzione**

Il contenimento della flora infestante nelle colture è una necessità che ha radici millenarie, da quando l'uomo, inventando l'agricoltura e l'allevamento, da nomade è diventato stanziale.

Il lungo percorso storico di studi ed approfondimenti ha portato alla comune considerazione di un approccio integrato alla problematica, dove l'agronomia e le tecniche correlate alla pratica del diserbo, pongano le colture in grado di esplicitare al massimo le loro potenzialità produttive, in un mercato globale di forte competizione sul piano economico.

Un approccio integrato comporta, necessariamente, una profonda conoscenza di tutte le dinamiche e dei fattori che influiscono sul risultato finale, quali: le specifiche composizioni malerbologiche, la selettività per la coltura, la prevenzione di problematiche relative alla comparsa nel tempo di resistenze o flora di sostituzione e la valutazione complessiva dell'impatto ambientale.

## **Strategie mirate**

Al fine di perseguire, su ogni coltura che si sussegua in un determinato areale, una corretta strategia erbicida, occorre avere conoscenza di numerosi fattori:

1. della flora infestante
2. delle caratteristiche intrinseche dei suoli
3. dello spettro d'azione delle molecole erbicide disponibili
4. dei meccanismi d'azione e delle modalità di assorbimento e traslocazione
5. delle caratteristiche chimico-fisiche degli erbicidi e del loro comportamento nel suolo.

## **Molecole ad attività erbicida disponibili**

Il settore degli erbicidi è, indubbiamente, quello dove si è evidenziata negli ultimi anni una limitata spinta innovativa, soprattutto in termini di nuovi meccanismi d'azione.

Le colture minori, o gli usi minori, hanno risentito maggiormente di questa limitazione per tutta una serie di motivazioni, non ultime quelle di tipo economico.

Nei prossimi anni si potrà inoltre assistere ad una ulteriore restrizione del numero delle molecole, e dei correlati meccanismi d'azione, disponibili, a seguito dei nuovi concetti inseriti nel Regolamento (CE) N. 1107/2009.

Occorrerà quindi implementare maggiormente i percorsi agronomici sostenibili e gestire con consapevolezza le strategie, privilegiando soluzioni di pre-emergenza o pre-trapianto, sfruttando la complementarità e le sinergie di molecole a diverso meccanismo d'azione in miscela fra loro, integrate da specifici interventi di post-, a completamento dell'ottimale controllo.

## Caratteristiche chimico-fisiche degli erbicidi

Numerose sono le caratteristiche chimico-fisiche di cui tener conto per la valutazione di una molecola erbicida.

Da un punto di vista pratico-applicativo è particolarmente importante conoscerne alcune, quali:

- la tensione di vapore (VP). Nota anche come pressione di vapore di una sostanza o di una miscela liquida, è la pressione parziale del suo vapore quando si raggiunge l'equilibrio fra la fase liquida e quella aeriforme. Si misura in pascal (Pa). Questo parametro ci indica la volatilità di una molecola, ovvero la sua tendenza a liberarsi nell'aria, riducendo quindi la sua attività specifica ed eventualmente interessando l'ambiente circostante. La microincapsulazione può essere una tecnologia formulativa adatta a limitare questo fenomeno caratteristico delle molecole con alta tensione di vapore.
- solubilità in acqua (S). Rappresenta la quantità massima di sostanza che può sciogliersi nell'unità di volume di acqua, ad una determinata temperatura. Viene solitamente espressa in  $\text{mg L}^{-1}$ . Molecole residuali ad alta solubilità risultano tendenzialmente più attive con un ridotto contenuto di umidità nel suolo ma, dall'altro lato, possono essere più facilmente disperse nell'ambiente attraverso il ciclo idrologico. Molecole ad assorbimento fogliare solubili in acqua generalmente necessitano di coadiuvanti per superare le barriere cuticolari (lipidiche) degli organi bersaglio.
- coefficiente di ripartizione carbonio organico/acqua ( $K_{OC}$ ). Tale parametro fornisce informazioni circa l'affinità di una molecola verso il suolo, i sedimenti ed i solidi sospesi nell'acqua. La capacità di una molecola di legarsi o meno ai colloidi, o ad altre matrici nel suolo, correlata anche alla solubilità intrinseca esprime un importante indice di possibile percolabilità. Sul piano pratico, per gli erbicidi residuali selettivi per posizione, ne differenzia l'impiego nelle diverse tipologia di tessitura dei terreni.

I valori sopra indicati, afferenti alle principali molecole erbicide impiegabili nel diserbo delle colture e/o negli impieghi minori, sono riportati in Tabella 1.

## Lo spettro d'azione

Per definire lo spettro d'azione di un erbicida, occorre inevitabilmente legarlo alle dosi registrabili/utilizzabili in campo; da una parte le dosi sono legate agli aspetti di destino ambientale, dall'altra alla selettività sulle specifiche colture, nelle diverse tipologie di suolo (tessitura, contenuto di sostanza organica, ecc.) e nelle diverse fasi fenologiche (per gli erbicidi di post-emergenza o post-trapianto).

La tendenziale necessità di riduzione delle dosi di sostanza attiva per ettaro, volta ad un minor impatto ambientale, ha anche indirizzato la ricerca verso formulati più attivi, studiati *ad hoc* sulla base delle caratteristiche chimico-fisiche della molecola o delle molecole (quando si parla di miscele pronte) coinvolte. Dall'altro lato le miscele rispondono specificatamente alla necessità di integrare gli spettri d'azione, con l'impiego di soluzioni complesse, mirate alla specifica flora presente.

**Tabella 1. Pressione di vapore, solubilità in acqua e  $K_{oc}$  delle principali molecole erbicide impiegabili nel diserbo delle colture e/o negli impieghi minori**

<b>Molecola</b>	<b>Pressione di vapore (Pa, 25°C)</b>	<b>Solubilità in acqua (mg L<sup>-1</sup>, 20°C)</b>	<b><math>K_{oc}</math></b>
Pendimetalin	$1.94 \times 10^{-3}$	0.33	17581
Linuron	$5.1 \times 10^{-3}$	63.8	739
Metribuzin	$1.21 \times 10^{-4}$	1165	n.d. <sup>a</sup>
Clomazone	$1.92 \times 10^{-2}$	1102	300
Imazamox	$1.33 \times 10^{-5}$	626000	(2÷374) <sup>b</sup>
Bentazone	$1.7 \times 10^{-4}$	570	55.3
Metazaclor	$9.3 \times 10^{-5}$	450	54
Propizamide	$2.67 \times 10^{-5}$	9	840
Benfluralin	$1.73 \times 10^{-3}$	0.065	10700
Chloridazon	$1.0 \times 10^{-9}$	422	120
Metamitron	$7.44 \times 10^{-7}$	1770	77.7
Oxifluorfen	$2.6 \times 10^{-5}$	0.116	(2891÷32381)
Aclonifen	$1.6 \times 10^{-5}$	1.4	(5318÷12164)
Bromoxinil	$1.7 \times 10^{-4}$	90	302
Clopiralid	$1.36 \times 10^{-3}$	143000	5
Napropamide	$2.2 \times 10^{-5}$	74	839
Piridate	$9.98 \times 10^{-7}$	1.49	(20÷188)
S-metolacloclor	$3.7 \times 10^{-3}$	480	(110÷369)

*a: n.d., dato non disponibile. b: i valori riportati tra parentesi sono tratti da The Pesticide Manual 16th Edition - BCPC. Tutti gli altri valori sopra riportati derivano dal portale PPDB - The University of Hertfordshire Agricultural Substances Database Background and Support Information.*

Attenzione particolare ovviamente dovrà essere posta nell'ambito degli avvicendamenti colturali, delle modalità di lavorazione dei terreni, delle strategie antiresistenza e di contenimento dei fenomeni di compensazione floristica, con una valutazione attenta delle opportune soluzioni e strategie.

Nelle successive tabelle 2, 3 e 4 vengono riportati gli specifici spettri di attività erbicida delle principali molecole impiegate nel diserbo delle colture minore e negli impegni minori, impiegando una scala di sensibilità tratta da Rapparini modificata come segue: specie sensibile (S), colore verde scuro, efficacia superiore al 95%; specie sensibile-mediamente sensibile (S-MS), colore verde chiaro, efficacia compresa tra 85 e 95%; specie mediamente sensibile (MS), colore giallo, efficacia compresa tra 65 e 84%; specie mediamente resistente-resistente (MR-R), colore rosso, efficacia inferiore al 65%. Le valutazioni espresse nelle tabelle sottostanti vanno inoltre a soddisfare le seguenti assunzioni: efficacia misurata alle dosi di sostanza attiva applicata per ettaro ( $\text{g s.a. ha}^{-1}$ ) come riportato, derivata da recenti attività sperimentali, condotte su terreni idoneamente lavorati e con adeguato tenore di umidità del suolo.

**Tabella 2. Caratterizzazione dello spettro erbicida di clomazone, pendimetalin, pendimetalin+clomazone (miscela pronta), metribuzin, linuron e metazaclor.**

Specie infestate	clomazone	pendimetalin	(pendimet.+ clomazone)	metribuzin	linuron	metazaclor
	g s.a./ha 70÷180	400÷1000		105÷200	225÷900	500÷750
<i>A. myosuroides</i>						
<i>Avena</i> spp.						
<i>D. sanguinalis</i>						
<i>E. crus-galli</i>						
<i>Lolium</i> spp.						
<i>P. dichotomiflorum</i>						
<i>Poa</i> spp.						
<i>Setaria viridis</i>						
<i>S. halepense</i> (seme)						
<i>Amaranthus</i> spp.						
<i>Atriplex</i> spp.	(c)					
<i>E. canadensis</i>						
<i>Galinsoga</i> spp.						
<i>Lactuca serriola</i>						
<i>M. chamomilla</i>						
<i>Picris echioides</i>						

**Tabella 2. Caratterizzazione dello spettro erbicida di clomazone, pendimetalin, pendimetalin+clomazone (miscela pronta), metribuzin, linuron e metazaclor.**

Specie infestate	clomazone	pendimetalin	(pendimet.+ clomazone)	metribuzin	linuron	metazaclor
	g s.a./ha	70÷180	400÷1000	105÷200	225÷900	500÷750
<i>Senecio vulgaris</i>						
<i>Sonchus</i> spp.						
<i>H. europaeum</i>						
<i>M. perfoliatum</i>						
<i>Stellaria media</i>						
<i>Chenopodium</i> spp.						
<i>Brassica</i> spp.						
<i>C. bursa-pastoris</i>						
<i>R. raphanistrum</i>						
<i>Sinapis arvensis</i>						
<i>Thlaspi arvense</i>						
<i>Cuscuta</i> spp.						
<i>Acalypha virginica</i>						
<i>Euphorbia</i> spp.						
<i>Mercurialis annua</i>						
<i>Lamium</i> spp.						
<i>Stachys annua</i>						
<i>A. theophrasti</i>						
<i>Malva sylvestris</i>						
<i>Ammi majus</i>						
<i>Fumaria officinalis</i>						
<i>Papaver rhoeas</i>						
<i>F. convolvulus</i>						
<i>P. aviculare</i>						
<i>Polygonum</i> spp.						
<i>Portulaca oleracea</i>						
<i>Anagallis arvensis</i>						
<i>Galium aparine</i>						
<i>Kixia spuria</i>						
<i>Veronica</i> spp.						
<i>Datura stramonium</i>						
<i>Solanum nigrum</i>						
<i>Urtica urens</i>						

c: casella bianca, dato non disponibile.

**Tabella 3. Caratterizzazione dello spettro erbicida di propizamide, benfluralin, cloridazon, metamitron, oxifluorfen (impiegato come residuale) e aclonifen.**

Specie infestate	propizamide	benfluralin	cloridazon	metamitron	oxifluorfen (resid)	aclonifen
	g s.a./ha 500÷1600	900÷1600	500÷1000	1400÷2500	240÷720	600÷1200
<i>A. myosuroides</i>	Dark Green	Light Green	Red	Dark Green	Light Green	Red
<i>Avena</i> spp.	Dark Green	Red	Red	Yellow	Yellow	Red
<i>D. sanguinalis</i>	Yellow	Dark Green	Red	Red	Yellow	Red
<i>E. crus-galli</i>	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	
<i>Lolium</i> spp.	Dark Green	Light Green	Red	Dark Green	Yellow	Red
<i>P. dichotomiflorum</i>	Yellow	Dark Green	Red	Red	Yellow	Red
<i>Poa</i> spp.	Dark Green	Dark Green	Light Green	Light Green	Dark Green	Yellow
<i>Setaria viridis</i>	Light Green	Dark Green	Light Green	Red	Yellow	Red
<i>S. halepense</i> (seme)		Light Green	Red	Red	Yellow	Red
<i>Amaranthus</i> spp.	Red	Light Green	Red	Light Green	Dark Green	Dark Green
<i>Atriplex</i> spp.	Light Green	Light Green	Light Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green
<i>E. canadensis</i>	Red	Red	Light Green		Red	Yellow
<i>Galinsoga</i> spp.	Red	Red	Light Green	Dark Green	Dark Green	Yellow
<i>Lactuca serriola</i>	Red	Red	Light Green	Light Green		
<i>M. chamomilla</i>	Red	Red	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green
<i>Picris echioides</i>	Red	Red	Yellow	Light Green	Yellow	Yellow
<i>Senecio vulgaris</i>	Red	Red	Yellow	Dark Green	Light Green	Yellow
<i>Sonchus</i> spp.	Red	Red	Light Green	Dark Green	Light Green	Dark Green
<i>H. europaeum</i>			Red	Light Green		Light Green
<i>M. perfoliatum</i>	Red	Red	Dark Green	Red	Light Green	Light Green
<i>Stellaria media</i>	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Yellow	Dark Green
<i>Chenopodium</i> spp.	Dark Green	Light Green	Light Green	Light Green	Dark Green	Light Green
<i>Brassica</i> spp.						Light Green
<i>C. bursa-pastoris</i>	Red	Red	Dark Green	Dark Green	Light Green	Dark Green
<i>R. raphanistrum</i>	Red	Red	Dark Green	Red	Yellow	Dark Green
<i>Sinapis arvensis</i>	Red	Red	Dark Green	Red	Light Green	Dark Green
<i>Thlaspi arvense</i>	Yellow	Red	Dark Green	Dark Green	Light Green	Dark Green
<i>Cuscuta</i> spp.	Dark Green	Red	Red	Red	Red	Red
<i>Acalypha virginica</i>						Red
<i>Euphorbia</i> spp.	Red	Red	Red	Light Green	Light Green	Yellow

**Tabella 3. Caratterizzazione dello spettro erbicida di propizamide, benfluralin, cloridazon, metamitron, oxifluorfen (impiegato come residuale) e aclonifen.**

Specie infestate	propizamide	benfluralin	cloridazon	metamitron	oxifluorfen (resid)	aclonifen
	g s.a./ha	500÷1600	900÷1600	500÷1000	1400÷2500	240÷720
<i>Mercurialis annua</i>	Yellow	Red	Light Green	Red	Dark Green	Red
<i>Lamium spp.</i>	Yellow	Dark Green	Yellow	Yellow	Dark Green	
<i>Stachys annua</i>	Red	Dark Green	Yellow	Dark Green	Yellow	Dark Green
<i>A. theophrasti</i>	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow
<i>Malva sylvestris</i>	Red	Red	Red	Red	Yellow	Red
<i>Ammi majus</i>	Red	Red	Red	Light Green	Yellow	Red
<i>Fumaria officinalis</i>	Dark Green	Red	Yellow	Light Green	Yellow	Red
<i>Papaver rhoeas</i>	Dark Green	Dark Green	Light Green	Dark Green	Light Green	Dark Green
<i>F. convolvulus</i>	Light Green	Light Green	Dark Green	Yellow	Light Green	Light Green
<i>P. aviculare</i>	Light Green	Light Green	Red	Light Green	Dark Green	Light Green
<i>Polygonum spp.</i>	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Dark Green	Light Green
<i>Portulaca oleracea</i>	Light Green	Light Green	Light Green	Dark Green	Dark Green	Red
<i>Anagallis arvensis</i>	Red	Dark Green	Red	Red	Dark Green	Dark Green
<i>Galium aparine</i>	Red	Red	Red	Red	Yellow	Yellow
<i>Kixia spuria</i>	Dark Green	Dark Green	Light Green	Light Green	Dark Green	Light Green
<i>Veronica spp.</i>	Yellow	Dark Green	Dark Green	Red	Dark Green	Yellow
<i>Datura stramonium</i>	Dark Green	Red	Red	Light Green	Light Green	Red
<i>Solanum nigrum</i>	Dark Green	Red	Light Green	Dark Green	Light Green	Red
<i>Urtica urens</i>	Yellow	Dark Green	Yellow	Dark Green	Yellow	Dark Green

**Tabella 4. Caratterizzazione dello spettro erbicida di s-metolaclor, bentazone, napropamide, bromoxinil, clopiralid e piridate.**

Specie infestante	s-metolaclor	bentazone	napropamide	bromoxinil	clopiralid	piridate
g s.a./ha	500÷1200	500÷1000	900÷1350	100÷300	70÷150	200÷450
<i>A. myosuroides</i>	Light Green	Red	Dark Green	Red	Red	Red
<i>Avena</i> spp.	Red	Red	Yellow	Red	Red	Red
<i>D. sanguinalis</i>	Dark Green	Red	Dark Green	Red	Red	Red
<i>E. crus-galli</i>	Dark Green	Red	Light Green	Red	Red	Red
<i>Lolium</i> spp.	Yellow	Red	Yellow	Red	Red	Red
<i>P. dichotomiflorum</i>	Dark Green	Red	Dark Green	Red	Red	Red
<i>Poa</i> spp.	Dark Green	Red	Light Green	Red	Red	Red
<i>Setaria viridis</i>	Dark Green	Red	Dark Green	Red	Red	Red
<i>S. halepense</i> (seme)	Dark Green	Red	Dark Green	Red	Red	Red
<i>Amaranthus</i> spp.	Yellow	Light Green	Light Green	Dark Green	Red	Light Green
<i>Atriplex</i> spp.	Light Green	Light Green	Dark Green	Dark Green	Red	Red
<i>E. canadensis</i>	Red	Dark Green	Red	Dark Green	Yellow	Yellow
<i>Galinsoga</i> spp.	Yellow	Dark Green	Red	Dark Green	Yellow	Yellow
<i>Lactuca serriola</i>		Dark Green		Light Green	Light Green	
<i>M. chamomilla</i>	Yellow	Dark Green	Yellow	Dark Green	Dark Green	Red
<i>Picris echioides</i>	Red	Light Green	Red	Light Green	Light Green	Red
<i>Senecio vulgaris</i>	Red	Light Green	Dark Green	Yellow	Yellow	Dark Green
<i>Sonchus</i> spp.	Red	Dark Green	Red	Yellow	Yellow	
<i>H. europaeum</i>		Light Green		Dark Green	Red	
<i>M. perfoliatum</i>	Red	Light Green	Red	Light Green	Red	Red
<i>Stellaria media</i>	Yellow	Light Green	Light Green	Yellow	Red	Light Green
<i>Chenopodium</i> spp.	Light Green	Light Green	Dark Green	Dark Green	Red	Light Green
<i>Brassica</i> spp.	Red	Dark Green		Dark Green	Red	
<i>C. bursa-pastoris</i>	Dark Green	Dark Green	Yellow	Dark Green	Red	Yellow
<i>R. raphanistrum</i>	Red	Dark Green	Red	Dark Green	Yellow	Red
<i>Sinapis arvensis</i>	Red	Dark Green	Red	Dark Green	Red	Red
<i>Thlaspi arvense</i>	Red	Dark Green	Light Green	Yellow	Red	Red
<i>Cuscuta</i> spp.	Red	Red		Red	Red	Red
<i>Acalypha virginica</i>	Red	Red		Red	Red	
<i>Euphorbia</i> spp.	Red	Light Green	Red	Yellow	Red	Yellow

**Tabella 4. Caratterizzazione dello spettro erbicida di s-metolaclor, bentazone, napropamide, bromoxinil, clopiralid e piridate.**

Specie infestante	s-metolaclor	bentazone	napropamide	bromoxinil	clopiralid	piridate
g s.a./ha	500÷1200	500÷1000	900÷1350	100÷300	70÷150	200÷450
<i>Mercurialis annua</i>	Red	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
<i>Lamium spp.</i>	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Dark Green
<i>Stachys annua</i>	Red	Red	Red	Light Green	Red	Light Green
<i>A. theophrasti</i>	Red	Light Green	Red	Yellow	Red	Red
<i>Malva sylvestris</i>	Red	Red	Red	Red	Red	Red
<i>Ammi majus</i>	Light Green	Dark Green	Red	Yellow	Dark Green	
<i>Fumaria officinalis</i>	Yellow	Dark Green	Yellow	Yellow	Red	Yellow
<i>Papaver rhoeas</i>	Yellow	Light Green	Dark Green	Light Green	Red	Red
<i>F. convolvulus</i>	Red	Light Green	Yellow	Light Green	Yellow	Light Green
<i>P. aviculare</i>	Red	Red	Red	Red	Red	Red
<i>Polygonum spp.</i>	Red	Light Green	Red	Light Green	Red	Red
<i>Portulaca oleracea</i>	Yellow	Light Green	Yellow	Red	Red	Red
<i>Anagallis arvensis</i>	Dark Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
<i>Galium aparine</i>	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Light Green
<i>Kixia spuria</i>	Light Green	Red	Light Green	Dark Green	Red	Red
<i>Veronica spp.</i>	Dark Green	Yellow	Light Green	Dark Green	Red	Light Green
<i>Datura stramonium</i>	Red	Light Green	Red	Yellow	Red	Light Green
<i>Solanum nigrum</i>	Yellow	Dark Green	Red	Dark Green	Yellow	Light Green
<i>Urtica urens</i>	Red	Dark Green	Red	Yellow	Red	Red

## Bibliografia

PPDB (versione Gen 2015). The University of Hertfordshire Agricultural Substances Database Background and Support Information. <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/atoz.htm>. University of Hertfordshire, College Lane, Hatfield, Herts, AL10 9AB, UK

BCPC (British Crop Production Council) (2012). The Pesticide Manual Sixteenth Edition. C. MacBean editore

Campagna G. Rapparini G. (2008). Erbe infestanti delle colture agrarie. Edizioni L'Informatore Agrario.

Otto S., Finizio A., Vighi M. (2001). Principali caratteristiche chimico-fisiche, partitive, tossicologiche ed ecotossicologiche degli erbicidi. Malerbologia: Pàtron Editore. pp 357-384

Rapparini G., Campagna G., Geminiani E., Capella A. (2008). Problematiche, attualità e prospettive delle strategie di lotta alle malerbe delle colture orticole da industria. Notiziario sulla protezione delle piante, 22, pp 83-122.

## **COLTURE MINORI ED USI MINORI, STRATEGIE ATTUALI E FUTURE: RECENTI ACQUISIZIONI SPERIMENTALI**

**BARTOLINI D.**

*Ricerca & Sviluppo Terremerse Soc. Coop. – Bagnacavallo (RA)  
E-mail: dbartolini@terremerse.it*

### **Riassunto**

Le colture definite “minori”, sia destinate all’alimentazione che destinate alla produzione di seme, hanno fatto registrare un crescente interesse da parte del mondo agricolo alla ricerca di colture alternative ed a maggiore redditività. Purtroppo in queste colture si stanno evidenziando in maniera sempre più frequente gravi problematiche nell’ambito del controllo delle infestanti causa la limitata disponibilità di principi attivi regolarmente autorizzati. Oltre alle difficoltà registrate in queste colture di limitate superfici di coltivazione si stanno evidenziando anche problemi di controllo su target specifici anche su alcune specie agrarie considerate maggiori che richiedono l’uso di erbicidi al momento attuale non registrati sulle colture interessate. In questa trattazione, per ogni gruppo di colture affini, si indicano le problematiche di inerbimento più frequenti e dannose e le possibili soluzioni dedotte da esperienze sperimentali e di pieno campo.

### **Parole chiave**

Colture minori; Usi minori; Infestanti; Erbicidi; Estensioni d’impiego.

### **Summary**

"Minor" crops, intended for seed production or for human feeding, are receiving a growing interest from the agricultural sector, which is always looking for new and more profitable solutions. Unfortunately, serious problems of weed control in these crops are increasingly frequent, due to the limited availability of active ingredients regularly authorized. Similarly, control problems are also highlighted on specific targets in other major crops, due to the lack of registered herbicides active against these targets. Throughout this essay, for each group of similar crops, the most frequent problems of weed infestation and the possible solutions suggested by experimental and field experiences are proposed.

### **Keywords**

Minor crops; Minor uses; Weeds, Herbicides; Extension of authorisation.

## **Introduzione**

Anche se la definizione di colture minore è molto precisa, le problematiche di controllo delle infestanti causa l'assenza od un insufficiente numero di principi attivi che non garantiscono un accettabile controllo delle più importanti specie infestanti, oltre alle colture definite minori interessano in maniera più o meno pressante anche numerose specie attualmente considerate "maggiori". Per quanto concerne le colture minori, in linea generale l'interesse delle industrie chimiche del settore è alquanto limitata, in quanto le scarse superfici interessate rendono molto improbabile rientrare in tempi ragionevoli dai notevoli investimenti che attualmente sono necessari per registrare o estendere l'impiego un prodotto fitosanitario. Oltre ad essere limitati come numero, i prodotti regolarmente autorizzati o "utilizzabili" sulle colture minori sono generalmente oramai datati e con spettri d'azione spesso limitati. Purtroppo negli ultimi anni, soprattutto a seguito della revisione europea dei principi attivi, è stata registrata la perdita di importanti sostanze attive di frequente utilizzo su molte specie minori, quali il più conosciuto trifluralin, ma senza dimenticare isopropalin, dinitramina, clortal-dimetile, difenamida ed altri ancora. Molto più recentemente è stato decretato il termine della commercializzazione dello ioxinil e precedentemente dalle etichette dei formulati a base di oxifluorfen sono state eliminate quasi tutte le colture orticole.

In base a queste preliminari considerazioni, sulla stragrande maggioranza delle colture minori, ovviamente dove possibile, diventa importante non affidarsi unicamente al mezzo chimico, ma sfruttare al massimo tutte le pratiche alternative utilizzabili. Dopo una oculata preparazione del letto di semina o di trapianto, implementando ove possibile la tecnica della falsa semina, occorre valorizzare la pacciamatura, le sarchiature, le fresature meccaniche delle interfila ed al limite gli interventi manuali e, anche se attualmente meno diffusi, la solarizzazione e il pirodiserbo.

Le problematiche sono poi amplificate dall'estrema diversificazione varietale della maggior parte delle colture minori, senza avere la certezza assoluta di una sufficiente selettività in tutte le situazioni. Inoltre l'aggiornamento varietale è spesso frenetico e obiettivamente non vi è la possibilità di procedere repentinamente ad una reale verifica del comportamento di ogni singolo erbicida. Altro aspetto da considerare, soprattutto nelle colture a consumo diretto e a ciclo più breve, sono i periodi di carenza e di conseguenza anche i residui massimi ammessi, per non rischiare di pregiudicare la commercializzazione della produzione.

Una differenziazione delle problematiche è determinato anche dall'epoca di coltivazione, con difficoltà tendenzialmente maggiori nelle colture a semina o trapianto autunnale rispetto a quelle primaverili in relazione alla prolungata permanenza nel terreno ed al maggior numero di infestanti potenzialmente da tenere in considerazione.

In relazione poi alla maggiore disponibilità di principi attivi regolarmente autorizzati, nelle colture trapiantate diventa relativamente più semplice gestire le variabili situazioni di inerbimento, mentre spesso risulta molto difficoltoso definire un programma di diserbo sufficientemente efficace e selettivo nelle colture seminate, rappresentate in buona parte da specie destinate alla produzione di seme.

### **Graminacee**

Nonostante l'ampia disponibilità di principi attivi autorizzati sia su mais che su frumento, rimangono ancora insolite alcune problematiche di controllo delle infestanti su colture botanicamente simili, ma di limitata estensione, quali mais dolce, triticale e segale. Su mais dolce, dove le strategie di diserbo dovrebbero privilegiare applicazioni di pre-emergenza, a causa della non sempre sufficiente selettività degli erbicidi di post-emergenza, si conferma la costante e sufficientemente persistente efficacia della miscela S-metolaclo + terbutilazina, il cui impiego diventa importante anche in funzione antiresistenza. Su triticale, che ha raggiunto superfici degne di nota a seguito della diffusione dei biodigestori, l'ampia sperimentazione ha dimostrato la più che sufficiente selettività di tutti gli erbicidi ad azione graminicida o "cross-spectrum" autorizzati su frumento. L'introduzione di un meccanismo d'azione graminicida alternativo a quello attualmente utilizzabile porterebbe ad un allentamento della pressione di selezione delle malerbe a foglia stretta. Molto più delicata è la situazione per quanto concerne il controllo delle infestanti graminacee nella segale, in modo particolare nei seminativi destinati alla produzione di seme. Infatti ogni linea presenta una tolleranza ai diversi principi attivi estremamente variabile e quindi molto più alto è il rischio di causare danni da fitotossicità standardizzando le strategie di diserbo. Infine non esiste alcun formulato regolarmente autorizzato per il diserbo delle colture di loietto da seme. Da riscontrare, sul piano sperimentale, una buona selettività e sufficiente efficacia su *Avena* spp. ed *Alopecurus myosuroides* di fenoxaprop-p-etile e selettività completa di tutti gli erbicidi attivi sulle specie dicotiledoni utilizzati sugli altri cereali a paglia. In Tabella 1 si riportano le principali strategie di diserbo applicabili a queste colture.

**Tabella 1. Strategie di diserbo di mais dolce, triticale, segale da seme e loietto da seme.**

Coltura	Principio attivo	Epoca d'impiego	Target
Mais dolce	S-metolaclor	pre-emergenza	Graminacee annuali
	Terbutilazina		Dicotiledoni annuali
Triticale	Iodosulfuron	post-emergenza	AVESS, LOLSS,
Segale da seme	Mesosulfuron		ALOMY, PHASS, BROSS
Segale da seme	Clodinafop-propargile	post-emergenza	AVESS, ALOMY
	Pinoxaden	post-emergenza	AVESS, LOLSS, PHASS
Loietto da seme	Fenoxaprop-p-etile	post-emergenza	AVESS, ALOMY
	Fluroxipir + clopiralid + MCPA	post-emergenza	SLYMA e dicotiledoni perenni
	Tribenuron-metile e simili	post-emergenza	Dicotiledoni annuali

### Chenopodiacee

Causa la drastica riduzione delle superfici e le prospettive non proprio rosee anche nel prossimo futuro, in particolare nel settore diserbo, la barbabietola da zucchero ormai può essere considerata di fatto una coltura minore. Sono infatti passati ormai vent'anni dall'introduzione dell'ultimo principio attivo, il triflusaluron-metile. Piraflufen-etile e carfentrazone-etile andrebbero a riempire il vuoto lasciato da glufosinate-ammonio in applicazioni di pre-emergenza ritardata per una prima eliminazione delle più precoci emergenze di *Fallopia convolvulus*, *Polygonum aviculare*, crucifere, *Veronica*, ecc., semplificando in tal modo tutta la successiva gestione delle infestanti con programmi di post-emergenza. L'impiego preventivo di dosi ridotte di clomazone ha dimostrato di determinare un netto miglioramento nel contenimento di specie notoriamente di difficile controllo, quali *Polygonum aviculare*, *Abutilon theophrasti* ed in parte anche *Ammi majus*. In alternativa all'impiego della propizamide, per il controllo delle sempre più invasive infestazioni di *Cuscuta*, si potrebbe introdurre il pendimetalin, che tuttavia richiederà ulteriori verifiche per valutare la reale selettività sulla coltura e la definizione delle più razionali epoche e dosi applicative. In Tabella 2 si riportano le principali strategie di diserbo per la barbabietola da zucchero.

**Tabella 2. Strategie di diserbo della barbabietola da zucchero.**

Coltura	Principio attivo	Epoca d'impiego	Target
Barbabietola da zucchero	Piraflufen-etile	pre-emergenza ritardata	Dicotiledoni annuali
	Carfentrazone-etile	pre-emergenza ritardata	Dicotiledoni annuali
	Clomazone	pre-emergenza	ABUTH, POLAV
	Pendimetalin	post-emergenza	CVCSS

### Composite

Le difficoltà di controllo riguardano un gran numero di specie infestanti, con un aggravamento delle problematiche sulle colture destinate alla produzione di seme e che frequentemente sono a semina diretta nel periodo di fine estate ed inizio autunno. I problemi maggiori sono causati ovviamente dalle specie composite (*Picris echioides*, *Matricaria chamomilla*, ecc.) ed anche dalle crucifere (*Sinapis* spp., *Rapistrum rugosum*, *Myagrurn perfoliatum*, ecc.). Le strategie di diserbo privilegiano trattamenti ad azione preventiva, con particolare evidenza nelle colture trapiantate e con più difficoltà in quelle seminate. Praticamente impossibile al momento attuale il contenimento di infestanti dicotiledoni già emerse. Dosi medio-ridotte di imazamox, con trattamenti eventualmente ripetuti, hanno dimostrato una buona selettività sulle cicorie, ed un sufficiente controllo di poligonacee, crucifere, amarantacee ed anche ombrellifere. Nelle aree più vocate alla coltivazione delle specie composite a foglia (radicchio, ecc.) e dove la pressione di infestazione delle specie composite è molto elevata causa la quasi assoluta mancanza di rotazione colturale, si sta valutando la possibilità di utilizzare dosi ridotte di tifensulfuron-metile. Sulle colture a ciclo poliennale, quali carciofo e cardo, la possibile introduzione di carfentrazone-etile e piraflufen-etile andrebbe ad integrare l'attività preventiva di pendimetalin, eliminando le eventuali infestanti dicotiledoni emerse con applicazioni negli spazi interfilari preferibilmente con attrezzature schermate. In Tabella 3 si riportano le principali strategie di diserbo di queste colture.

**Tabella 3. Strategie di diserbo di carciofo, cardo e cicorie.**

Coltura	Principio attivo	Epoca o modalità d'impiego	Target
Carciofo, cardo	Piraflufen-etile	interfila con schermatura	Dicotiledoni annuali
	carfentrazone-etile	interfila con schermatura	Dicotiledoni annuali
Cicorie	Imazamox	post-emergenza	Poligonacee, crucifere,
		post-trapianto	amarantacee, solanacee
	Tifensulfuron-metile	post-emergenza	Crucifere, amarantacee,
		post-trapianto	composite

### Crucifere

La situazione è sostanzialmente simile a quella descritta per le composite, con necessità di sfruttare al massimo l'azione dei pochi erbicidi ad azione residuale disponibili, con tuttavia gravi difficoltà di controllo di tutte le crucifere spontanee e qualche possibilità in più sulle composite, questo grazie alla possibilità di utilizzare su molte specie il clopiralid. I problemi sono particolarmente pressanti sulle colture seminate, generalmente destinate alla produzione di seme, dove teoricamente non è utilizzabile nessun erbicida, se non napropamide limitatamente a cavolo cappuccio e cavolfiore. Le stesse problematiche si riscontrano anche nella coltura del ravanella. Recentemente su colza è stata registrata la miscela pronta di clomazone e pendimetalin che, applicata in pre-emergenza unitamente a dosi ridotte di metazaclor, garantisce un buon controllo delle infestanti, nel rispetto della selettività colturale. La maggior parte dei possibili inserimenti nelle differenti colture riguarda erbicidi ad azione residuale, quali benfluralin, propizamide, metazaclor (autorizzato solo sulle colture trapiantate) e napropamide (allargamento del settore d'impiego). Con la coltura già emersa sono risultate sufficientemente selettive ed efficaci applicazioni di dosi ridotte di fluroxipir per integrare l'efficacia di clopiralid, unico principio attivo autorizzato in post-emergenza o post-trapianto su alcune specie crucifere. In Tabella 4 si riportano le principali strategie di diserbo di queste colture.

**Tabella 4. Strategie di diserbo di ravanella, cardo, rucola, e cavoli.**

Coltura	Principio attivo	Epoca d'impiego	Target
Ravanella, colza	Benfluralin	pre-semina, pre-emerg.	Gramin. e dicot. annuali
	Propizamide	pre-semina, pre e post-emerg.	
	Metazaclor	pre e post-emergenza	
	Napropamide	pre-semina, pre-emergenza	
	Fluroxipir	post-emergenza	POLCO, CONAR, ABUTH, XANSI
	Clopiralid	post-emergenza	Composite, ombrellifere, leguminose
Ruola	Propizamide	pre-semina, pre-emergenza, pre e post-trapianto	Gramin. e dicot. annuali
Cavoli seminati	Metazaclor	pre-emergenza	Gramin. e dicot. annuali
Cavoli seminati e trapiantati	Benfluralin	pre-semina, pre-trapianto	Gramin. e dicot. annuali
	Napropamide (1)	pre-semina, pre-emergenza, pre-trapianto	Gramin. e dicot. annuali
	Propizamide	pre-semina, pre-emergenza, pre e post-trapianto	Gramin. e dicot. annuali
	Fluroxipir	post-emergenza, post- trapianto	POLCO, CONAR, ABUTH, XANSI

(1) Autorizzato solo su cavolo cappuccio e cavolfiore.

### Cucurbitacee

Sulla pressoché totalità delle specie di questa famiglia non è autorizzato alcun erbicida, con l'eccezione di clomazone sullo zucchini e di alcuni graminicidi specifici su cetriolo e melone. In relazione agli ampi spazi interfilarari, su queste colture è molto diffusa la pacciamatura, adottata anche per limitare i problemi di inerbimento non risolvibili in modo economicamente sostenibile. Per limitare i passaggi meccanici negli ampi spazi tra le file, prima che le colture si sviluppino eccessivamente possono trovare giustificazione interventi localizzati di benfluralin con immediato interrimento. Su cetriolo da seme e su zucca si sono dimostrate selettive e sufficientemente efficaci applicazioni di clomazone, in grado di esercitare un'ottima efficacia su *Portulaca oleracea* ed *Abutilon theophrasti* e, in ottimali condizioni applicative, anche su *Solanum nigrum*, *Chenopodium* spp. e con azione collaterale nei confronti di alcune specie graminacee. In post-emergenza o post-trapianto diventa alquanto difficoltoso se non impossibile l'eliminazione delle infestanti dicotiledoni, con le prime esperienze di applicazione di dosaggi ridotti di bentazone per ora solo su

cocomero. Su zucca e cocomero sarebbe auspicabile l'estensione d'impiego di almeno uno dei graminicidi specifici ad azione fogliare già registrati sulle altre colture dello stesso gruppo (propaquizafop, fluazifop-p-butile, quizalofop-p-etile, quizalofop-etile isomero D). In Tabella 5 si riportano le principali strategie di diserbo di queste colture.

**Tabella 5. Strategie di diserbo di cetriolo, cocomero, melone, zucca e zucchino.**

<b>Coltura</b>	<b>Principio attivo</b>	<b>Epoca o modalità d'impiego</b>	<b>Target</b>
Cetriolo, cocomero, melone, zucca, zucchino	Benfluralin	interfila con interramento	Gramin. e dicot. annuali
Cetriolo da seme, zucca	Clomazone	pre-emergenza, pre- trapianto	POLAV, POROL, ABUTH
Cocomero	Bentazone	post-trapianto	AMARE, CHEAL, SOLNI, ABUTH
Cocomero, zucca	Graminicidi specifici	post-emergenza, post-trapianto	Graminacee annuali e perenni

### **Leguminose**

Fortunatamente a questa famiglia appartengono colture “maggiori”, quali soia e pisello, per cui teoricamente diventa più agevole individuare erbicidi da poter utilizzare con sufficiente garanzia di efficacia, sempre con l'obiettivo primario di preservare la selettività colturale. Su cece, buoni risultati si possono ottenere con applicazioni preventive di dosi ridotte di metribuzin ed anche con aclonifen, il quale ha ottenuto anche un uso temporaneo di emergenza, ad integrazione dello spettro d'azione del già registrato pendimetalin. Per quanto riguarda il fagiolino si potrebbe valutare la possibilità di allargare il settore d'impiego di S-metolaclo, per alleggerire la pressione di infestazione delle specie graminacee ed anche di piridate, caratterizzato da una specifica efficacia sulle infestanti amarantacee, chenopodiacee, solanacee e composite. Nel controllo delle infestanti del favino, metribuzin si presta ad integrare l'efficacia di pendimetalin e clomazone. Praticamente senza alcuna possibilità il contenimento preventivo delle infestanti della lenticchia, con ottima potenzialità di pendimetalin e metribuzin. Inoltre, su questa coltura vi è la necessità di avere a disposizione almeno uno dei numerosi preparati specifici per il controllo delle specie graminacee registrati sulle altre specie leguminose. In Tabella 6 si riportano le principali strategie di diserbo di queste colture.

**Tabella 6. Strategie di diserbo di cece, fagiolino, favino e lenticchia.**

Coltura	Principio attivo	Epoca d'impiego	Target
Cece	Metribuzin	pre-emergenza	AMARE, CHEAL, POROL, crucifere, composite
	Aclonifen	pre-emergenza	AMARE, CHEAL, crucifere
Fagiolino	S-metolaclor	pre-emergenza	Graminacee annuali, AMARE
	Piridate	post-emergenza	CHEAL, AMARE, composite
Favino	Metribuzin	pre-emergenza	AMARE, CHEAL, POROL, crucifere, composite
Lenticchia	Pendimetalin		Dicotiledoni e graminacee annuali
	Metribuzin		AMARE, CHEAL, POROL, crucifere, composite
	Graminici specifici		Graminacee annuali e perenni

### Liliacee

Il controllo delle infestanti in questo gruppo di colture, se si eccettuano i relativi minori problemi su asparago, ha sempre comportato notevoli difficoltà, drammaticamente amplificate a partire dalla scorsa primavera quando, dopo la pesante perdita dell'oxifluorfen, è stata annunciata l'ulteriore eliminazione dal panorama degli erbicidi autorizzati dello ioxinil, che solo dalla prossima primavera fortunatamente potrà essere rimpiazzato dal bromoxinil. Considerando aglio, cipolla, porro ed anche scalogno, tutte queste specie si avvalgono in modo determinate dell'impiego degli erbicidi, in quanto, causa il particolare portamento ed il lento accrescimento, non esercitano alcuna azione di competizione sulle infestanti, Inoltre non permettono, in relazione alla densità degli impianti, la gestione meccanica delle stesse, se non con le molto onerose operazioni manuali. Le difficoltà sono poi amplificate dall'estrema sensibilità di tutte queste colture all'azione della maggior parte degli erbicidi ed in particolare quelli di post-emergenza ad azione fogliare. Questo fattore comporta la necessità di utilizzare dosi estremamente ridotte e con interventi ripetuti, con tuttavia, nella generalità dei casi, molte difficoltà nel controllo della maggior parte delle infestanti dicotiledoni. Per alleggerire tutta la gestione degli inerbimenti si sono rivelate particolarmente utili, in caso di semina diretta, le applicazioni in pre-emergenza ritardata dei formulati ad azione di contatto a base di piraflofen-etile e carfentrazone-etile, che potrebbero andare a riempire il vuoto lasciato da glufosinate ammonio, consentendo un primo "azzeramento" delle più anticipate emergenze di *Polygonum aviculare*, *Fallopia convolvulus* ed anche di *Veronica* spp. Fra gli erbicidi ad azione

residuale, pendimetalin ha dimostrato una buona selettività anche sulla coltura dello scalogno, mentre su cipolla sarebbe importante avere di nuovo a disposizione il cloridazon, che integrava perfettamente l'attività di pendimetalin su *Fallopia convolvulus* e sulle diverse specie crucifere. Applicazioni preventive con etofumesate risultano le soluzioni più razionali per gestire le infestazioni delle differenti specie di *Euphorbia*, particolarmente diffuse nelle aree vocate alla coltivazione delle liliacee, a rotazione molto stretta. Per quanto concerne i principi attivi di post-emergenza, su aglio, cipolla, porro e scalogno diventerebbe utile poter riconsiderare l'impiego di oxifluorfen, fondamentale per il controllo di *Fallopia convolvulus*, *Veronica* spp., *Convolvulus arvensis* ed in grado di rallentare lo sviluppo di *Ammi majus* limitatamente alle primissime fasi di crescita. In fase di sviluppo su cipolla da ormai oltre un decennio, anche l'aclonifen rappresenta una grande opportunità, essendo caratterizzato da una ottima efficacia su alcune infestanti molto difficili, quali *Fallopia convolvulus* e *Polygonum aviculare* e con attività specifica su amarantacee, chenopodiacee e crucifere. L'impiego di dosi ridotte di bentazone, in aggiunta a clopiralid, nelle coltivazioni di cipolla ha dimostrato di essere una valida soluzione per il controllo delle sempre più invasive infestazioni di *Ammi majus*, oltre ad esercitare un'ottima efficacia su *Polygonum persicaria* e *P. lapathifolium*. Per integrare l'azione collaterale di pendimetalin sulle pericolose infestazioni di *Cuscuta* si sono dimostrati selettivi ed efficaci interventi ripetuti con propizamide. Infine vi è da ricordare che il porro è l'unica liliacea da bulbo dove non è autorizzato bromoxinil, mentre su scalogno non è registrato alcun preparato ad azione specifica sulle graminacee. In Tabella 7 si riportano le principali strategie di diserbo di queste colture.

**Tabella 7. Strategie di diserbo di asparago, aglio, cipolla, porro e scalogno.**

Coltura	Principio attivo	Epoca d'impiego	Target
Asparago	Piraflufen-etile	pre-ricaccio, post-raccolta	Dicotiledoni annuali
	Carfentrazone-etile	pre-ricaccio, post-raccolta	Dicotiledoni annuali
Aglio	Oxifluorfen	post-emerg., post-trapianto	POLCO, CONAR, AMIMA
Cipolla	Piraflufen-etile	pre-emergenza ritardata	Dicotiledoni annuali
	Carfentrazone-etile	pre-emergenza ritardata	Dicotiledoni annuali
	Cloridazon	pre e post-emergenza pre e post-trapianto	POLCO, crucifere
	Etofumesate	pre-emergenza	EPHSS
	Oxifluorfen	post-emerg., post-trapianto	POLCO, CONAR, AMIMA
	Aclonifen	post-emerg., post-trapianto	POLCO, POLAV, AMARE, CHEAL, crucifere
	Bentazone	post-emerg., post-trapianto	POLPE, AMIMA
	Propizamide	post-emerg., post-trapianto	CVCSS
Porro	Bromoxinil	post-emerg., post-trapianto	Dicotileodni annuali
	Oxifluorfen	post-emerg., post-trapianto	POLCO, CONAR, AMIMA
Scalogno	Pendimetalin	pre-emerg., pre-trapianto	Gramin. e dicotil. annuali
	Oxifluorfen	post-emerg., post-trapianto	POLCO, CONAR, AMIMA
	Graminici specifici	post-emerg., post-trapianto	Graminacee annuali e perenni

### **Ombrellifere**

Se da un lato non sono state ancora trovate soluzioni su prezzemolo, sia per problemi di selettività che di residui sulla parte edule, dall'altro si sta ampliando la disponibilità di erbicidi sul coriandolo da seme, che quest'anno sembra avere superato i 15.000 ettari di superficie coltivata. Dopo avere registrato l'autorizzazione della miscela di pendimetalin+clomazone, su coriandolo sarebbe auspicabile anche la regolarizzazione dell'impiego del glifosate, fondamentale per la pulizia del letto di semina. Metribuzin ha dimostrato di poter integrare perfettamente l'efficacia di pendimetalin e clomazone su amarantacee e crucifere e di espletare una collaterale attività su *Ammi majus*. In post-emergenza dosi ridotte di fluroxipir, pur con la comparsa di temporanei fenomeni fitotossici, esercitano un buon controllo di *Fallopia convolvulus*, *Convolvulus arvensis* e rinascite di girasole, presenza indesiderata da numerose società sementiere. Su questa oramai importante coltura, nell'ambito di una perfetta selettività, a volte possono essere giustificati trattamenti con uno dei preparati ad azione specifica già autorizzati sulle altre colture dello stesso gruppo. Infine

frequentemente vi è l'esigenza di effettuare trattamenti specifici per il disseccamento della parte aerea della coltura in modo da facilitare le operazioni di trebbiatura, con la necessità di procedere ad un'attenta valutazione dell'attività dei formulati ad azione disseccante a base di carfentrazone-etile e di piraflufen-etile.

Tra le altre ombrellifere è stata dimostrata la buona selettività e l'ottima efficacia di metribuzin su finocchio. Da segnalare, sulla coltura del sedano, le possibilità applicative di linuron e di un'unica formulazione di pendimetalin. In Tabella 8 si riportano le principali strategie di diserbo di queste colture.

**Tabella 8. Strategie di diserbo di coriandolo e finocchio.**

Coltura	Principio attivo	Epoca d'impiego	Target
Coriandolo	Glifosate	pre-semina	Gramin. e dicot. annuali e perenni
	Metribuzin	pre-emergenza	AMARE, CHEAL, POROL, crucifere, composite
	Fluroxipir	post-emergenza	HELAN, POLCO, ABUTH, CONAR
	Graminici specifici	post-emergenza	Graminacee annuali e perenni
	Piraflufen-etile	pre-raccolta	Dicotiledoni annuali
	Carfentrazone-etile	pre-raccolta	Dicotiledoni annuali
Finocchio	Metribuzin	pre e post-trapianto, post-emergenza	AMARE, CHEAL, POROL, crucifere, composite

## Bibliografia

Montemurro P., Tei F. (1998). Il controllo della flora infestante nelle colture orticole: problematiche agronomiche. Atti Convegno S.I.R.F.I. "Il controllo della flora infestante nelle colture orticole". Bari, 12-13 novembre 1998.

Rapparini G. (1980). Il diserbo delle colture. Edizioni L'Informatore Agrario.

Rapparini G. (1996). Il diserbo delle colture. Edizioni L'Informatore Agrario.

Rapparini G., Campagna G., Geminiani E., Capella A. (2008). Problematiche, attualità e prospettive delle strategie di lotta alle malerbe delle colture orticole e da industria. Atti convegno nazionale "La difesa antiparassitaria delle colture destinate alla trasformazione industriale", Lanciano, 7 novembre 2008.

Rapparini G., Campagna G., Vandini G., Bartolini D. (2002). Strategie di diserbo per le colture orticole portaseme. L'Informatore Agrario, 49:65-73.

## **PLURIENNALI ESPERIENZE SPERIMENTALI DI STRATEGIE PER IL CONTROLLO CHIMICO DELLE INFESTANTI DELLE COLTURE MINORI**

**FABBRI M.**

*Centro di Fitofarmacia – Università di Bologna  
E-mail: mirco.fabbri6@unibo.it*

### **Riassunto**

Le colture minori rappresentano un notevole gruppo di colture non sufficientemente considerato dal mondo della ricerca e della sperimentazione, perché pur rivestendo a livello locale un grande interesse, perdono di importanza a livello globale.

Per questo la gestione delle malerbe nella maggior parte dei casi è una grossa problematica, in quanto gli erbicidi sono spesso insufficienti per contenere la flora infestante.

La sperimentazione assume pertanto un ruolo determinante per individuare i principi attivi selettivi allo scopo di integrare il contenimento delle malerbe, altrimenti ingestibili se non ricorrendo talvolta a pratiche manuali.

In questo contributo vengono prese in rassegna 49 prove eseguite negli ultimi 11 anni presso il Centro di Fitofarmacia dell'Università di Bologna, in cui sono state esaminate combinazioni di diserbo in 14 differenti colture minori o usi minori. Oltre agli erbicidi registrati presi come standard di riferimento, sono stati affiancati altri principi attivi di possibile estensione di impiego allo scopo di valutare selettività colturale e grado di efficacia.

### **Parole chiave**

Colture minori; Gestione delle malerbe; Malerbe; Erbicidi.

### **Summary**

The minor crops represent an important cluster of crops not enough considered by the research and experimental world, because while covering locally a lot of interest, they lose importance at global level. For this reason the weed management represent a big concern, as herbicides are often insufficient to contain the weeds.

The experimental activities play a key role to find the selective active substances to integrate weed control, otherwise unmanageable if not occasionally resorting to manual practices.

In this article are taken reviewed 49 trials carried out in the last 11 years at the Centro di Fitofarmacia, University of Bologna, in which chemical weed control strategies were examined in 14 different minor crops or minor uses. In addition to herbicides already registered, other active ingredients suitable of extension of use has been insert, to evaluate their selectivity on the crop and efficacy.

### **Key words**

Minor crops; Weed management; Weed, Herbicides.

## **Introduzione**

Le pressanti normative di carattere ecologico-sanitario rendono sempre più difficile la registrazione di nuovi erbicidi, in particolare per le colture minori e gli usi minori (Campagna et al., 2015).

La ristretta gamma di molecole chimiche a disposizione per il diserbo di queste colture vanifica spesso la corretta gestione delle malerbe, per le quali occorre ricorrere ad altre pratiche integrative di carattere agronomico, meccanico, fisico, ecc., allo scopo di supplire ai limitati mezzi chimici a disposizione (Ferrero et al., 2013; Geminiani et al., 2013).

Inoltre spesso si riscontrano problematiche di infestanti di difficile gestione, di sostituzione o addirittura resistenti, per le quali occorre differenziare gli erbicidi caratterizzati da differente modalità e meccanismo d'azione (Sattin et al., 2013).

Da qui la necessità di individuare nuove molecole selettive per le differenti colture, in grado di contenere la maggior parte delle malerbe con costi contenuti e a salvaguardia della qualità delle produzioni (Rapparini, 1996; Rapparini et al., 2008).

L'enorme differenziazione di specie considerate minori, presuppone l'esecuzione di una grande mole di lavoro che è possibile intraprendere solo mediante una fattiva collaborazione tra società private ed enti pubblici, di ricerca e sperimentazione.

In questo contributo si riportano esperienze relative a selettività colturale ed efficacia erbicida raccolte in numerose prove sperimentali effettuate in 11 anni di attività su 14 colture. Nei differenziati ambienti pedoclimatici in cui si è operato, per brevità si focalizza l'attenzione su alcune prove rappresentative in cui sono stati posti a confronto gli erbicidi di possibile impiego con altri di possibile estensione all'uso.

## **Materiali e Metodi**

Le prove sono state effettuate in quattro aziende della provincia di Bologna a Cadriano (BO), presso l'azienda agraria dell'Università di Bologna (AUB) su terreno di medio impasto (38% sabbia, 35% limo, 27% argilla, 1,8% SO, 7,8 pH), a Baricella (BO), Azienda Fondazione Castelvetro su un terreno argilloso (11% sabbia, 43% limo, 46% argilla, 2,3% SO, 7,9 pH), a Granarolo Emilia (BO) presso il Centro Sperimentale dell'Università di Bologna, su terreno di medio impasto (18% sabbia, 44% limo, 38% argilla, 2,1% SO, 8,1 pH) e Baricella (BO) presso l'Azienda Poggi su terreno sabbioso (68% sabbia, 25% limo, 7% argilla, 1,4% SO, 7,7 pH).

La sperimentazione è stata realizzata adottando lo schema a split-plot, con parcelle principali di dimensione variabile tra 15 e 33 m<sup>2</sup>, ripetute 4 volte, nelle quali erano seminate o trapiantate le diverse colture. Nelle prove che prevedevano la semina di un'unica coltura è stato adottato lo schema a blocchi randomizzati, con parcelle di dimensione variabile tra 18 e 21m<sup>2</sup>, ripetute 4 volte.

La semina (o il trapianto) delle colture è stata eseguita su terreno adeguatamente affinato e privo di infestanti emerse. Le applicazioni degli erbicidi sono state effettuate con una barra portata, azionata ad azoto e munita di ugelli a ventaglio irroranti 300 L/ha di soluzione. I formulati impiegati nella sperimentazione sono riportati nelle tabelle all'interno di ciascuna prova. Nelle prove svolte durante il periodo primaverile-estivo sono state effettuate periodiche irrigazioni per aspersione, in modo da garantire l'emergenza ed il normale sviluppo delle colture seminate (o l'attecchimento di quelle trapiantate).

L'attività erbicida è stata valutata mediante conteggi delle diverse specie infestanti presenti nelle parcelle o nella porzione centrale delle stesse. Il grado di selettività dei prodotti saggiati nei confronti delle diverse colture è stato valutato attraverso periodici rilievi visivi, con annotazione dei sintomi fitotossici e stima della loro entità secondo la scala empirica 0-10 (0 = nessun sintomo; 10 = coltura distrutta).

Codici infestanti: ECHCG = *Echinochloa crus-galli*; POLAV = *Polygonum aviculare*; POLCO = *Fallopia convolvulus*; POLLA = *Polygonum lapathifolium*; CHEAL = *Chenopodium album*; PAPRH = *Papaver rhoeas*; ANGAR = *Anagallis arvensis*; VERSS = *Veronica* spp.; MATCH = *Matricaria chamomilla*; SETVI = *Setaria viridis*; AMARE = *Amaranthus retroflexus*; CAPBP = *Capsella bursa-pastoris*; SOLNI = *Solanum nigrum*; SENVU = *Senecio vulgaris*; MERAN = *Mercurialis annua*; ABUTH = *Abutilon theophrasti*; GALAP = *Galium aparine*; SONAS = *Sonchus asper*; STEME = *Stellaria media*; SETVE = *Setaria verticillata*; ERICA = *Erigeron canadensis*; KICSP = *Kickxia spuria*; STAAN = *Stachys annua*; ANGAR = *Anagallis arvensis*; LACSE = *Lactuca serriola*; PICEC = *Picris echioides*; POLPE = *Polygonum persicaria*; AVEST = *Avena sterilis*; PHAPA = *Phalaris paradoxa*; RASRU = *Rapistrum rugosum*.

## Risultati

**Tabella 1. prove effettuate su Brassicacee.**

Anno	Coltura	Princi attivi	Epoca	Selettività	Tipo di terreno
2007	Colza	Trifluralin ( <i>revocato</i> ) + Metazaclor	Pre-emergenza	S	<sup>(4)</sup> Argilloso
		Metazaclor	Pre-emergenza	S	
		Clomazone	Pre-emergenza	S	
		Clomazone + Metazaclor	Pre-emergenza	S	
		Colomazone + Pendimetalin	Pre-emergenza	S	
		Clopiralid	Post-emergenza	S	
		Metazaclor	Post-emergenza	S	
		Metazaclor + Isoxaben	Post-emergenza	S	
2009	Colza	Benfluralin	Pre-emergenza	S	<sup>(4)</sup> Argilloso
		Napropamide	Pre-emergenza	S	
		Napropamide + Metazaclor	Pre-emergenza	S	
		Napropamide + Metazaclor +	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin	Pre-emergenza	S	
		Metazaclor	Pre-emergenza	S	
		Metazaclor + Pendimetalin	Pre-emergenza	S	
		Petoxamide + Clomazone	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clomazone	Pre-emergenza	S	
		Propizamide	Post-emergenza	S	
2010	Colza	Benfluralin	Pre-emergenza	S	<sup>(4)</sup> Argilloso
		Propizamide	Pre-emergenza	S	
		Propizamide + Metazaclor	Pre-emergenza	S	
		Napropamide + Metazaclor	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clomazone + Metazaclor	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Metazaclor	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clomazone	Pre-emergenza	S	
		Petoxamide + Clomazone	Pre-emergenza	S	
		Metazaclor	Pre-emergenza	S	
2014	Colza	Metazaclor	Pre-emergenza	MS	<sup>(2)</sup> Medio impasto
		Pendimetalin + Clomazone	Pre-emergenza	MS	
		Pendimetalin + Clomazone + Metazaclor	Pre-emergenza	MS	
		Napropamide + Metazaclor	Pre-emergenza	MS	
		Napropamide + Metazaclor +	Pre-emergenza	MS	
		Pendimetalin	Pre-emergenza	MS	
		Benfluralin + Metazaclor	Pre-emergenza	MS	
Benfluralin + Propizamide					
2015*	Colza	Pendimetalin + clomazone	Pre-emergenza	S	-
		Pendimetalin + clomazone + metazaclor	Pre-emergenza	S	
		metazaclor	Pre-emergenza	S	

<sup>(2)</sup> tessitura: 38% sabbia, 35% limo, 27%argilla, 1,8% SO, 7,8 pH

<sup>(4)</sup> tessitura: 11% Sabbia 43% Limo 46% Argilla 2,3% SO 7,9 pH

Scala fitotossicità: S= selettivo <1; MS= mediamente selettivo 1-3; NS= non selettivo > 3.

\* prova effettuata da BETA RESEARCH CENTRE

**Tabella 2. Prova su colza anno 2010 - Tesi a confronto, risultati dei rilievi della fitotossicità e risultati dei rilievi dell'attività erbicida.**

Tesi	Prodotti	Dosi (l o kg/ha f.c.) <sup>①</sup>	Epoca	Fitotossicità: (scala 0-10) 30/10/09 (T <sub>A</sub> +25; T <sub>B</sub> +25)	Rilievo del 06/04/10 (T <sub>A</sub> +183; T <sub>B</sub> +183): conteggio infestanti / 48 m <sup>2</sup>						
					AVEST	PHAPA	VERSS	MATCH	RASRU	GALAP	PAPRH
1	Benfluralin 180 g/l	7	A	0	643	12	78	77	628	88	0
2	Propizamide 400 g/l	1,9	B	0	342	15	175	59	710	264	66
3	Propizamide 400 g/l + metazaclor 500 g/l	1,25 + 1,2	B	0	392	32	0	0	338	98	160
4	Napropamide 450 g/l + metazaclor 500 g/l	2 + 1	B	0	354	109	8	0	489	79	0
5	Pendimetalin 365 g/l + clomazone 360 g/l + metazaclor 500 g/l	1,25 + 0,25 + 1	B	0	273	111	1	0	1038	32	0
6	Pendimetalin 365 g/l + metazaclor 500 g/l	1,25 + 1,2	B	0	121	106	0	0	718	38	0
7	Pendimetalin 365 g/l + clomazone 360 g/l	1,25 + 0,25	B	0	330	148	0	16	638	29	2
8	Petoxamide 600 g/l + clomazone 360 g/l	2 + 0,25	B	0	159	75	0	0	462	18	0
9	Metazaclor 500 g/l	2	B	0	246	26	3	0	225	9	34
10	Non trattato	-	-	-	1198	400	722	33	870	430	277

Data ed epoca applicazioni: A = pre-semina (interrato mediante erpicatura): 05/10/09; B = pre-emergenza: 05/10/09.

Località: Baricella (BO) – Az. Fondazione Castelvetri, terreno argilloso.

Data di semina: 05/10/2009, varietà Gamin

## Andamento stagionale

La semina della coltura ed i trattamenti erbicidi sono stati eseguita ad inizio ottobre, in un periodo caratterizzato da temperature ancora miti e scarsità di precipitazioni. La coltura è emersa regolarmente ed ha avuto un normale sviluppo iniziale, grazie alle piogge che si sono verificate, in particolare, nell'ultima decade di ottobre. Dopo i mesi autunnali, in cui l'andamento climatico è risultato sostanzialmente nella norma, l'inverno è stato caratterizzato da numerose fasi fredde, con temperature rigide accompagnate da frequenti ed intense precipitazioni, spesso nevose, che hanno mantenuto un contenuto idrico dei suoli superiore alla norma per tutto il periodo. A partire da metà marzo si è assistito ad un progressivo aumento dei livelli termici, con assenza di gelate notturne e temperature prossime alla norma per tutto il periodo primaverile. I mesi primaverili sono stati caratterizzati da forte variabilità, con precipitazioni frequenti fino alla metà di giugno.

## Risultati

L'infestazione del campo in cui è stata eseguita la prova era composta prevalentemente da *Avena sterilis* e *Phalaris paradoxa* tra le graminacee, e da *Rapistrum rugosum*, *Veronica* spp., *Galium aparine* e *Papaver rhoeas* tra le dicotiledoni. Più limitata era la presenza di *Matricaria chamomilla*. Nel terreno argilloso in cui si è operato, tutte le combinazioni di trattamento hanno evidenziato un'elevata selettività sulla coltura.

Nessuna delle combinazioni di trattamento ha garantito un sufficiente contenimento delle emergenze delle infestanti graminacee *Avena sterilis* e *Phalaris paradoxa*. I migliori risultati, seppur parziali, sono stati ottenuti con applicazioni di metazaclor (2 l/ha) e con le miscele di pendimetalin + metazaclor (1,25 + 1,2 l/ha) e di petoxamide + clomazone (2 + 0,25 l/ha).

Per quanto riguarda le specie a foglia larga, i maggiori problemi sono stati rappresentati dalla crucifera *Rapistrum rugosum*, le cui emergenze non sono state adeguatamente controllate da nessuna delle combinazioni di trattamento. Lo standard metazaclor, applicato da solo alla dose di 2 l/ha, ha mostrato un'elevata efficacia nei confronti di *Veronica* spp. e *Matricaria chamomilla*, con buona attività anche verso *Papaver rhoeas* e *Galium aparine*. L'aggiunta di napropamide o pendimetalin a dosi ridotte di metazaclor ne ha integrato l'efficacia nei confronti di *Papaver rhoeas*. Se si escludono le crucifere, buoni risultati sono stati ottenuti anche con la miscela di petoxamide + clomazone, che ha controllato pienamente *Veronica* spp., *Matricaria chamomilla*, *Papaver rhoeas* ed ha evidenziato un'elevata efficacia anche verso *Galium aparine*.

L'applicazione di benfluralin interrato in pre-semina e quella di propizamide in pre-emergenza hanno fornito una parziale efficacia dicotiledonicida.

**Tabella 3. Prove effettuate su Chenopodiacee.**

Anno	Coltura	Principi attivi	Epoca	Selettività	Tipo di terreno
2006	Barbabetola	Metamitron + Cloridazon	Pre-emergenza	S	<sup>(1)</sup> Medio impasto
		Metamitron + Cloridazon + Clomazone	Pre-emergenza	S	
		Fenmedifam + Etofumesate + Desmedifam + Metamitron + Triflusalufuron	Post-emergenza	S	
		Fenmedifam + Etofumesate + Desmedifam + Metamitron	Post-emergenza	S	
		Fenmedifam + Etofumesate + Desmedifam + Clomazone	Post-emergenza	MS	
		Fenmedifam + Etofumesate + Metamitron + Triflusalufuron	Post-emergenza	MS	
2007	Barbabetola	Metamitron + Cloridazon + Clomazone	Pre-emergenza	MS	<sup>(1)</sup> Medio impasto
		Metamitron + Cloridazon	Pre-emergenza	MS	
		Metamitron + Cloridazon + Clomazone + Lenacil + Metamitron	Post-emergenza	MS	
		Fenmedifam + Etofumesate + Desmedifam + Metamitron + Triflusalufuron	Post-emergenza	MS	
2009	Barbabetola	Fenmedifam + Etofumesate + Desmedifam + Metamitron + Lenacil + Propizamide	Post-emergenza	MS	<sup>(2)</sup> Medio impasto
		Fenmedifam + Etofumesate + Desmedifam + Metamitron + Lenacil	Post-emergenza	MS	
		Fenmedifam + Etofumesate + Desmedifam + Metamitron + Lenacil + Clomazone	Post-emergenza	MS	
		Fenmedifam + Etofumesate + Desmedifam + Metamitron + Lenacil + Pendimetalin	Post-emergenza	MS	
		Fenmedifam + Etofumesate + Desmedifam + Metamitron + Lenacil + Triflusalufuron	Post-emergenza	MS	
2011	Barbabetola	Metamitron + Cloridazon	Pre-emergenza	S	<sup>(2)</sup> Medio impasto
		Metamitron + Cloridazon + Lenacil	Pre-emergenza	S	
		Metamitron	Pre-emergenza	S	
		Metamitron + Lenacil	Pre-emergenza	S	
		Fenmedifam + Etofumesate + Desmedifam + Metamitron + Lenacil	Post-emergenza	S	
		Fenmedifam + Etofumesate + Desmedifam + Metamitron + Triflusalufuron	Post-emergenza	MS	
2014	Barbabetola	Glifosate	Pre-emergenza	S	<sup>(2)</sup> Medio impasto
		Glifosate + Metamitron + Cloridazon	Pre-emergenza	S	
		Pyraflufen + Metamitron + Cloridazon	Pre-emergenza ritardato	S	
		Etofumesate + Fenmedifam + Desmedifam + Metamitron	Post-emergenza	S	

<sup>(1)</sup> tessitura: 18% sabbia, 44% limo, 38% argilla, 2,1% SO, 8,1 pH

<sup>(2)</sup> tessitura: 38% sabbia, 35% limo, 27% argilla, 1,8% SO, 7,8 pH

Scala fitotossicità: S= selettivo <1; MS= mediamente selettivo 1-3; NS= non selettivo > 3

**Tabella 4. Prova su barbabietola da zucchero anno 2009 - Tesi a confronto, risultati dei rilievi della fitotossicità e risultati dei rilievi dell'attività erbicida.**

Tesi	Prodotti	Dosi (l o kg/ha f.c.)	Epoca	Fitotossicità scala 0-10 01/06 (T <sub>C</sub> +24)	Rilievo del 08/07/09 (T <sub>C</sub> +61)			
					Cuscuta %	POLAV copertura	POLCO	POLLA 25,2 m <sup>2</sup>
1	(Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + lenacil 80% + Oliocin Flexi	(0,8)+0,5+0,1+0,3	A					
	(Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + lenacil 80% + Oliocin Flexi	1 + 0,7 + 0,1 + 0,3	B	0,5 b	54,4	56	0	1
	(Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 80% + fenmedifam 160g/l + Oliocin Flexi	1,2 + 1 + 1 + 0,3	C					
	(Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + lenacil 80% + propizamide 400 g/l+ Oliocin Flexi	0,8 + 0,5 + 0,1 + 0,5 + 0,3	A					
2	(Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + lenacil 80% + propizamide 400 g/l+ Oliocin Flexi	1 + 0,7 + 0,1 + 0,7 + 0,3	B	1 b	15,1	35	0	1
	(Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + lenacil 80% + propizamide 400 g/l + Oliocin Flexi	1,2 + 1 + 1 + 1,3 + 0,3	C					
	(Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 80% + fenmedifam 160g/l + propizamide 400 g/l + Oliocin Flexi							
3	(Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + lenacil 80% + Oliocin Flexi	0,8 + 0,5 + 0,1 + 0,3	A					
	(Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + lenacil 80% + propizamide 400 g/l + Oliocin Flexi	1 + 0,7 + 0,1 + 0,7 + 0,3	B	1,3 bd	8,6	32	0	1
	(Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 80% + fenmedifam 160g/l + propizamide 400 g/l + Oliocin Flexi	1,2 + 1 + 1 + 1,8 + 0,3	C					
	(Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + lenacil 80% + triflusalufuron 50% + Oliocin Flexi	0,8 + 0,5 + 0,1 + 0,03 + 0,3	A					
4	(Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + lenacil 80% + triflusalufuron 50% + Oliocin Flexi	1 + 0,5 + 0,1 + 0,03 + 0,7 + 0,3	B					
	(Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + lenacil 80% + triflusalufuron 50% + propizamide 400 g/l + Oliocin Flexi	1,2 + 0,5 + 1 + 0,03 + 1,3 + 0,3	C	1,5 abc	17,5	24	0	0
	(Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 80% + fenmedifam 160g/l + triflusalufuron 50% + propizamide 400 g/l + Oliocin Flexi							

**Tabella 4. Prova su barbabietola da zucchero anno 2009 - Tesi a confronto, risultati dei rilievi della fitotossicità e risultati dei rilievi dell'attività erbicida.**

Tesi	Prodotti	Dosi (l o kg/ha f.c.)	Epoca <sup>(1)</sup>	Fitotossicità scala 0-10 01/06 (T <sub>C</sub> +24)	Rilievo del 08/07/09 (T <sub>C</sub> +61)			
					Cuscuta %	copertura %	POLAV	POLCO
5	(Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + lenacil 80% + Oliocin Flexi	0,8 + 0,5 + 0,1 + 0,3	A					
	(Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + lenacil 80% + Clomazone 360 g/l + Oliocin Flexi	1 + 0,7 + 0,1 + 0,1 + 0,3	B	1,1 ab	26,6	44	0	0
	(Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + fenmedifam 160g/l + Clomazone 360 g/l + Oliocin Flexi	1,2 + 1 + 1 + 0,1 + 0,3	C					
	(Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + lenacil 80% + Oliocin Flexi	0,8 + 0,5 + 0,1 + 0,3	A					
6	(Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + lenacil 80% + Oliocin Flexi	1 + 0,7 + 0,1 + 1,5 + 0,3	B	2,3 abd	16,9	62	0	1
	(Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + lenacil 80% + pendimetalin 365 g/l + Oliocin Flexi	1,2 + 1 + 1 + 1,5 + 0,3	C					
	(Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 80% + fenmedifam 160g/l + pendimetalin 365 g/l + Oliocin Flexi	0,8 + 0,5 + 0,1 + 0,3	A					
	(Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + lenacil 80% + triflusaluron 50% + Oliocin Flexi	1 + 0,5 + 0,1 + 0,03 + 0,3	B					
7	(Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + lenacil 80% + triflusaluron 50% + Oliocin Flexi	1,2 + 0,5 + 1 + 0,03 + 0,3	C	1,5 abc	31,3	41	0	1
	(Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + fenmedifam 160g/l + triflusaluron 50% + Oliocin Flexi	0,8 + 0,5 + 0,1 + 0,03 + 0,3	A					
	(Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + lenacil 80% + triflusaluron 50% + Oliocin Flexi	1 + 0,5 + 0,1 + 0,03 + 0,3	B					
	(Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + lenacil 80% + triflusaluron 50% + Oliocin Flexi	1,2 + 0,5 + 1 + 0,03 + 0,3	C					
8	Non trattato	-	-	-	70	195	145	38

*Epoca e data trattamenti: A = post-emergenza (09/04/09); B = post-emergenza (23/04/09); C = post-emergenza (08/05/09).*

*Descrizione sintomi di fitotossicità: a = riduzione di sviluppo; b = ingiallimenti, decolorazioni fogliari; c = marmorizzazioni fogliari; d = deformazioni.*

*Data di semina: 06/03/2009 varietà Paulina.*

**Località: Baricella (BO) – Azienda Fondazione Castelvetri, terreno argilloso.**

## **Andamento stagionale**

Nel mese di marzo sono state registrate temperature complessivamente nella norma, con un significativo ritorno di freddo all'inizio della terza decade; le piogge, non particolarmente elevate, si sono verificate soprattutto alla fine del mese. Il periodo successivo è risultato più piovoso, con precipitazioni rilevanti concentrate nella seconda metà del mese di aprile; le temperature hanno avuto un andamento regolare, risultando complessivamente nella norma o leggermente superiori nei valori massimi. Nel mese di maggio le temperature sono progressivamente salite, raggiungendo valori massimi molto elevati a metà dell'ultima decade; le piogge sono risultate invece molto ridotte, con alcuni eventi temporaleschi negli ultimi giorni del mese. Le temperature registrate nel mese di giugno sono risultate sostanzialmente nella norma del periodo, con poche precipitazioni a carattere di rovescio.

## **Risultati**

Il campo di prova è stato caratterizzato da una diffusa emergenza di *Cuscuta campestris*. Tra le altre dicotiledoni erano maggiormente presenti le poligonacee *Polygonum lapathifolium*, *Fallopia convolvulus* e *Polygonum aviculare* e le crucifere *Rapistrum rugosum* e *Sinapis arvensis*; più limitata era la presenza di *Chenopodium album* e *C. polyspermum*, *Picris echioides* e *Anagallis arvensis*.

Nel corso della prova sono state osservate manifestazioni fitotossiche più o meno evidenti in tutte le parcelle trattate. Propizamide, a diversi dosaggi e modalità d'impiego, ha determinato ingiallimenti, accompagnati a limitate riduzioni di sviluppo.

La selettività colturale si è ulteriormente ridotta con l'impiego di triflusaluron-metile, che ha causato la comparsa di ingiallimenti e marmorizzazioni fogliari, accompagnati a ritardi di sviluppo ancora evidenti a più di tre settimane dall'ultimo trattamento.

Pendimetalin, impiegato negli ultimi due interventi, ha mostrato una più limitata selettività, con riduzioni di sviluppo, ingiallimenti fogliari e deformazioni ancora particolarmente rilevanti all'ultimo controllo. Anche l'impiego di clomazone in post-emergenza ha comunque causato sintomatologie evidenti, in parte scomparse all'ultimo rilievo.

Gli interventi di post-emergenza sono stati effettuati nel mese di aprile e nella prima decade di maggio, con condizioni pedoclimatiche generalmente favorevoli all'azione degli erbicidi distribuiti (temperature miti e buona umidità del suolo, infestanti in attiva crescita).

Le diverse strategie di post-emergenza hanno fornito buoni risultati nei confronti delle poligonacee *Polygonum lapathifolium* e *Fallopia convolvulus*, ma anche verso le minori infestazioni di *Chenopodium* spp. e *Anagallis arvensis*. Le combinazioni di trattamento comprendenti triflusaluron-metile hanno mostrato un più completo controllo delle crucifere ed una migliore azione, anche se non completa, nei confronti di *Polygonum aviculare*.

Per quanto riguarda il controllo di *Cuscuta campestris*, buoni risultati sono stati ottenuti con l'impiego di propizamide nelle diverse strategie di intervento, ed in particolare quando il formulato è stato applicato nel secondo e nel terzo intervento (alle dosi di 0,7 e 1,8 L/ha, per un totale di 2,5 L/ha). Un risultato leggermente inferiore è stato raggiunto con l'impiego frazionato dello stesso propizamide nei tre interventi di post-emergenza (alle dosi di 0,5, 0,7 e 1,3 L/ha, per un totale di 2,5 L/ha). Risultati parziali sono stati ottenuti con l'impiego di pendimetalin applicato negli ultimi due interventi. L'aggiunta di clomazone nelle ultime due applicazioni, e quella di triflusaluron (30 g/ha nei tre interventi) ha fornito un contributo insufficiente per il contenimento di *Cuscuta campestris*.

**Tabella 5. Prova su barbabietola da zucchero anno 2014 - Tesi a confronto, risultati dei rilievi della fitotossicità e risultati dei rilievi dell'attività erbicida**

Tesi	Prodotti	Dosi (l o kg/ha f.c.)	Epoca	Fitotossicità: scala 0-10 ( $T_D + 7_{gg}$ )	30/06 ( $T_D + 75$ ): conteggio infestanti emergenti (32,4 m <sup>2</sup> )							
					ECHCG	SETVI	POLAV	POLCO	POLLA	CHEAL	PAPRH	AMARE
1	Glifosate 480 g/l (Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + Oliocin Flexi	2 1,2 + 0,5 + 0,3 1,2 + 0,7 + 0,3	A	0	45	4	46	2	8	9	16	9
			C									
			D									
	Glifosate 480 g/l (Etofumesate 150 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + Biolid Up	2 1,2 + 0,5 + 0,5 1,5 + 0,7 + 0,5	A	0	45	3	45	11	4	12	19	14
			C									
			D									
2	Glifosate 480 g/l + (metamitron 370 g/l + cloridazon 250 g/l) (Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + Oliocin Flexi	2 + 5 1,2 + 0,5 + 0,3 1,2 + 0,7 + 0,3	A	0	43	2	7	5	0	13	1	19
			C									
			D									
	Glifosate 480 g/l + (metamitron 370 g/l + cloridazon 250 g/l) (Etofumesate 150 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + Biolid Up	2 + 5 1,2 + 0,5 + 0,5 1,5 + 0,7 + 0,5	A	0	39	5	7	6	0	1	0	23
			C									
			D									
3	Piraflufen 26,5 g/l + (metamitron 370 g/l + cloridazon 250 g/l) (Etofumesate 151 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + Oliocin Flexi	0,5 + 5 1,2 + 0,5 + 0,3 1,2 + 0,7 + 0,3	B	0	35	2	5	5	1	7	4	6
			C									
			D									
	Piraflufen 26,5 g/l + (metamitron 370 g/l + cloridazon 250 g/l) (Etofumesate 150 g/l + fenmedifam 75g/l + desmedifam 25 g/l) + metamitron 70% + Biolid Up	0,5 + 5 1,2 + 0,5 + 0,5 1,5 + 0,7 + 0,5	B	0	34	3	6	6	1	7	6	6
			C									
			D									
T	Testimone non trattato	-	-	49	6	65	227	23	194	32	259	

Date trattamenti: epoca A: 27/02/14 (pre-emergenza); epoca B: 10/03/2014 (pre-emergenza ritardato); epoca C: 07/04/14 (post-emergenza, 2 foglie vere);  
epoca D: 16/04/14 (post-emergenza, 4 foglie vere).  
Data di semina: 26/02/2014.

Località: Cadriano (BO) – Azienda agraria dell'Università di Bologna, podere Cadriano, terreno medio impasto.

## Andamento stagionale

I mesi invernali sono stati caratterizzati da condizioni climatiche anomale, con temperature molto miti e precipitazioni notevolmente superiori alla norma. Questa lunga fase di tempo perturbato proseguita fino alla prima settimana di marzo; successivamente le precipitazioni sono risultate prossime alle medie stagionali, con temperature ancora superiori per tutto il mese di aprile. In maggio si sono verificate precipitazioni intense all'inizio e alla fine del mese.

## Risultati

Al momento dell'applicazione di pre-emergenza nel campo di prova era presente una moderata infestazione delle poligonacee *Fallopia convolvulus* e *Polygonum aviculare*, oltre a *Papaver rhoeas*, *Matricaria chamomilla*, *Veronica hederifolia*.

Durante il mese di marzo è continuata l'emergenza di poligonacee e *Papaver rhoeas*, ed è iniziata la comparsa di *Chenopodium album*, *Anagallis arvensis*, *Convolvulus arvensis* (piante da seme) e delle graminacee *Echinochloa crus-galli* e *Digitaria sanguinalis*.

Nel mese di aprile sono comparse anche *Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum* e *Setaria viridis*. Le applicazioni di pre-emergenza e pre-emergenza ritardata hanno evidenziato un'ottima selettività colturale.

Lievi e temporanee decolorazioni fogliari sono state osservate dopo il primo intervento di post-emergenza.

Le applicazioni di pre-emergenza con glifosate hanno azzerato l'infestazione presente al momento della semina. La combinazione di glifosate + metamitron + cloridazon ha fornito anche una buona azione residuale, controllando le emergenze successive di *C. album*, *P. rhoeas*, *A. arvensis* e, in parte, quelle delle poligonacee *P. aviculare* e *F. convolvulus*.

L'applicazione di pre-emergenza ritardata, con la combinazione di piraflufen + (metamitron + cloridazon), ha fornito una buona azione disseccante nei confronti di alcune delle dicotiledoni presenti (*V. hederifolia*, *M. chamomilla*, *P. aviculare*, *A. arvensis*, piante da seme di *C. arvensis*); scarsa è risultata l'attività nei confronti delle plantule emerse di *F. convolvulus* e *P. rhoeas*.

I trattamenti di post-emergenza hanno integrato l'azione residuale di metamitron + cloridazon, applicato in pre-emergenza (con glifosate) o in pre-emergenza ritardata (con piraflufen).

Non sono state evidenziate differenze significative tra le due soluzioni di post-emergenza. Nel conteggio finale dell'infestazione residua si rileva, a parità di trattamenti di post-emergenza, un controllo delle infestanti tendenzialmente migliore nelle parcelle in cui si era intervenuti in pre-emergenza ritardata, con la miscela di piraflufen + (metamitron + cloridazon).

**Tabella 6. Prove effettuate su Leguminose.**

Anno	Coltura	Principi attivi	Epoca	Selettività	Tipo di terreno
2004	Fagiolino	Trifluralin ( <i>revocato</i> )	Pre-emergenza	S	<sup>(3)</sup> Sabbioso
		Imazamox	Post-emergenza	S	
		Bentazone	Post-emergenza	S	
		Cicloxiidim	Post-emergenza	S	
	Fagiolo	Trifluralin ( <i>revocato</i> )	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin	Pre-emergenza	S	
		Imazamox	Post-emergenza	S	
		Bentazone	Post-emergenza	S	
2005	Fagiolino	Cicloxiidim	Post-emergenza	S	
		Clomazone	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Linuron	Pre-emergenza	S	
		S-metolaclor	Pre-emergenza	S	
		S-metolaclor + Pendimetalin	Pre-emergenza	S	
		Imazamox	Post-emergenza	MS	
		Imazamox + Bentazone	Post-emergenza	MS	
	Fagiolo	Cicloxiidim	Post-emergenza	S	
		Trifluralin ( <i>revocato</i> )	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Linuron	Pre-emergenza	S	
		S-metolaclor	Pre-emergenza	S	
		S-metolaclor + Pendimetalin	Pre-emergenza	S	
2006	Fagiolo e Fagiolino	Imazamox	Post-emergenza	MS	
		Imazamox + Bentazone	Post-emergenza	MS	
		Cicloxiidim	Post-emergenza	S	
		Clomazone + Pendimetalin	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Linuron	Pre-emergenza	S	
		S-metolaclor + Linuron	Pre-emergenza	S	
		S-metolaclor + Pendimetalin	Pre-emergenza	S	
2007	Fagiolo e Fagiolino	Cicloxiidim	Post-emergenza	S	
		Imazamox + Bentazone	Post-emergenza	MS	
		Imazamox	Post-emergenza	MS	
		S-metolaclor + Pendimetalin	Pre-emergenza	MS	
		Pendimetalin + Aclonifen	Pre-emergenza	NS	
		Clomazone + Pendimetalin	Pre-emergenza	S	
		Clomazone + Pendimetalin + Aclonifen	Pre-emergenza	NS	
		Clomazone + Pendimetalin + Linuron	Pre-emergenza	MS	
	Favino	Pendimetalin	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Imazamox	Pre-emergenza	S	
		Cicloxiidim	Post-emergenza	S	
		Imazamox + Bentazone	Post-emergenza	MS	
		Imazamox	Post-emergenza	MS	
		Pendimetalin + Aclonifen	Pre-emergenza	S	

**Tabella 6. Prove effettuate su Leguminose.**

Anno	Coltura	Principi attivi	Epoca	Selettività	Tipo di terreno
2008	Fagiolo e Fagiolino	Benfluralin	Pre-emergenza	S	<sup>(3)</sup> Sabbioso
		Pendimetalin	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Linuron	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + S-metolaclor	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clomazone	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clomazone + Linuron	Pre-emergenza	S	
		Imazamox	Post-emergenza	MS	
		Cicloxiidim	Post-emergenza	S	
	Favino	Pendimetalin + Imazamox	Pre-emergenza	S	<sup>(4)</sup> Argilloso
		Pendimetalin	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clomazone	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Aclonifen	Pre-emergenza	S	
		Imazamox	Post-emergenza	MS	
		Imazamox + Bentazone	Post-emergenza	MS	
2009	Fagiolo e Fagiolino	Cicloxiidim	Post-emergenza	S	<sup>(3)</sup> Sabbioso
		Benfluralin	Pre-emergenza	S	
		Propizamide	Pre-emergenza	S	
		Benfluralin + Propizamide	Pre-emergenza	S	
		Benfluralin + Propizamide + Linuron	Pre-emergenza	S	
		Benfluralin + Linuron	Pre-emergenza	S	
		S-metolaclor + Pendimetalin + Linuron	Pre-emergenza	S	
		S-metolaclor + Napropamide + Linuron	Pre-emergenza	S	
		Petoxamide + Pendimetalin	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clomazone + Linuron	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clomazone	Pre-emergenza	S	
		S-metolaclor + Pendimetalin + Clomazone	Pre-emergenza	S	
2010	Fagiolo e Fagiolino	Imazamox	Post-emergenza	S	<sup>(2)</sup> Medio impasto
		Benfluralin	Pre-emergenza	S	
		Propizamide	Pre-emergenza	S	
		Benfluralin + Propizamide	Pre-emergenza	MS	
		S-metolaclor + Pendimetalin	Pre-emergenza	S	
		S-metolaclor + Pendimetalin + Clomazone	Pre-emergenza	S	
		S-metolaclor + Pendimetalin + Linuron	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clomazone	Post-emergenza	S	
		Imazamox	Post-emergenza	S	
		Cicloxiidim	Post-emergenza	S	
2011	Fagiolo e Fagiolino	Pendimetalin + Clomazone	Pre-emergenza	S	<sup>(2)</sup> Medio impasto
		Pendimetalin + Clomazone + Linuron	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clomazone + Metribuzin	Pre-emergenza	NS	
		S-metolaclor + Pendimetalin	Pre-emergenza	S	
		Benfluralin	Pre-emergenza	S	
	Cece	Benfluralin + Propizamide	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clomazone	Pre-emergenza	MS	
		Pendimetalin + Clomazone + Linuron	Pre-emergenza	MS	
		Pendimetalin + Clomazone + Metribuzin	Pre-emergenza	MS	
		S-metolaclor + Pendimetalin	Pre-emergenza	MS	
2012	Fagiolo e Fagiolino	Benfluralin	Pre-emergenza	MS	<sup>(2)</sup> Medio impasto
		Benfluralin + Propizamide	Pre-emergenza	S	
		S-metolaclor + Pendimetalin	Pre-emergenza	S	
		S-metolaclor + Pendimetalin + Clomazone	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clomazone	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin	Post-emergenza	MS	
		Imazamox	Post-emergenza	S	
		Imazamox + Bentazone	Post-emergenza	S	
Cicloxiidim	Post-emergenza	S			

**Tabella 6. Prove effettuate su Leguminose.**

Anno	Coltura	Principi attivi	Epoca	Selettività	Tipo di terreno
2013	Cece	Benfluralin + Propizamide	Pre-emergenza	S	<sup>(2)</sup> Medio impasto
		Pendimetalin + Aclonifen	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clomazone + Aclonifen	Pre-emergenza	MS	
		Metribuzin	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clomazone + Metribuzin	Pre-emergenza	NS	
		Pendimetalin + Clomazone	Pre-emergenza	MS	
		Imazamox	Post-emergenza	MS	
		Imazamox + Bentazone	Post-emergenza	NS	
	Bentazone	Post-emergenza	NS		
	Favino	Metribuzin	Pre-emergenza	S	<sup>(2)</sup> Medio impasto
		Pendimetalin + Metribuzin	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clomazone	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clomazone + Metribuzin	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Imazamox	Pre-emergenza	S	
	Cece	Metribuzin	Pre-emergenza	S	<sup>(2)</sup> Medio impasto
		Pendimetalin + Metribuzin	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clomazone	Pre-emergenza	NS	
		Pendimetalin + Clomazone + Metribuzin	Pre-emergenza	NS	
		Pendimetalin + Imazamox	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Aclonifen	Pre-emergenza	S	
		Napropamide	Pre-emergenza	MS	
		Pendimetalin + Napropamide	Pre-emergenza	MS	
	Lenticchia	Metribuzin	Pre-emergenza	S	<sup>(2)</sup> Medio impasto
Pendimetalin + Metribuzin		Pre-emergenza	NS		
Pendimetalin + Clomazone		Pre-emergenza	NS		
Pendimetalin + Clomazone + Metribuzin		Pre-emergenza	NS		
Pendimetalin + Imazamox		Pre-emergenza	NS		
Pendimetalin + Aclonifen		Pre-emergenza	NS		
Napropamide		Pre-emergenza	NS		
Pendimetalin + Napropamide		Pre-emergenza	NS		

<sup>(2)</sup> tessitura: 38% sabbia, 35% limo, 27% argilla, 1,8% SO, 7,8 pH

<sup>(3)</sup> tessitura: 68% sabbia, 25% limo 7% argilla, 1,4% SO, 7,7 pH

<sup>(4)</sup> tessitura: 11% sabbia, 43% limo, 46% argilla, 2,3% SO, 7,9 pH

Scala fitotossicità: S= selettivo <1; MS= mediamente selettivo 1-3; NS= non selettivo > 3

**Tabella 7. Prova su cece e lenticchia anno 2013 - Tesi a confronto, risultati dei rilievi della fitotossicità e risultati dei rilievi dell'attività erbicida.**

Tesi	Prodotti	Dosi (l o kg di p.f./ha)	Epoca	Fitotossicità :											
				02/05/13 (T <sub>A</sub> + 71 gg)		Rilievo del 07/05/13 (T <sub>A</sub> + 76 gg) Conteggio delle infestanti su 10 m <sup>2</sup>									
				Cece	Lenticchia	SETVI	POLCO	POLLA	CHEAL	AMARE	SOLNI	CAPBP	STAN	ANGAR	PICEC
T	Non trattato	-	-	-	-	29	216	2	96	28	16	13	204	28	0
1	Metribuzin 35 %	0,3	A	0	0	27	125	13	59	7	16	6	156	48	2
2	Metribuzin 35 %	0,4	A	0	0	43	135	5	54	4	3	10	159	32	3
3	Pendimetalin 365 g/l + metribuzin 35 %	2 + 0,3	A	0	4 cd	16	66	0	0	0	0	0	1	0	0
4	(pendimetalin 298 g/l + clomazone 43 g/l)	2,5	A	1,13 bc	4,25 cd	3	28	0	0	0	3	0	0	0	0
5	(pendimetalin 298 g/l + clomazone 43 g/l) + metribuzin 35 %	2 + 0,4	A	0,75 bc	3,63 cd	2	20	1	0	1	1	0	0	0	0
6	Pendimethalin 455 g/l	1,6	A	0	3,13 cd	13	81	0	1	2	0	2	0	0	0
7	(imazamox 16,7 g/l + pendimetalin 250 g/l)	3	A	0,38 c	4,5 cd	9	100	0	0	0	2	1	0	0	0
8	Pendimetalin 455 g/l + aclonifen 600 g/l	1,6 + 1,5	A	0,25 c	4,13 cd	12	51	0	0	1	1	1	0	0	0
9	Napropamide 450 g/l	2,8	A	3,13 ac	10 a	1	47	25	0	0	26	0	54	50	1
10	Pendimetalin 455 g/l + napropamide 450 g/l	1,6 + 2	A	1,88 c	9,75 a	0	14	13	0	0	0	0	0	0	0

Data trattamento: 20/02/2013 (pre-emergenza).

Descrizione sintomi fitotossicità: a = mancata emergenza, fallanze; b = decolorazioni; c = riduzioni di sviluppo; d = necrosi, disseccamenti.

Località: Cadriano (BO) – Azienda A.U.B. Università di Bologna.

Data di semina: 19/02/2013.

### **Andamento climatico registrato durante la prova**

I mesi invernali sono stati caratterizzati da precipitazioni elevate e frequenti, di molto superiori alle medie del periodo. Nell'ultima decade di febbraio, nei giorni immediatamente successivi alla semina delle colture e all'applicazione di pre-emergenza, si sono verificate anche precipitazioni nevose.

La piovosità è risultata eccezionalmente elevata anche nel mese di marzo, caratterizzato da temperature piuttosto basse. Solo nella seconda decade di aprile le piogge hanno concesso una tregua, risultando elevate anche nel successivo mese di maggio.

### **Situazione malerbologica**

Nel campo di prova si è verificata un'elevata emergenza di *Fallopia convolvulus*, *Stachys annua*, *Chenopodium album*. Minore, ma uniformemente diffusa, è risultata la presenza di *Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum*, *Anagallis arvensis*, *Capsella bursa-pastoris*, nonché quella di *Setaria viridis* tra le graminacee. Sporadica, infine, è apparsa la presenza di alcune dicotiledoni, quali *Polygonum lapathifolium*, *Picris echioides* e *Mercurialis annua*.

L'applicazione di pre-emergenza è stata effettuata alla fine della seconda decade di febbraio, immediatamente dopo la semina delle colture, ed è stata seguita da intense precipitazioni, anche nevose, nei giorni successivi.

Le precipitazioni sono proseguite, abbondanti, durante tutto il mese di marzo, mantenendo costantemente elevato il livello di umidità nel suolo; ciò ha favorito l'attivazione dei prodotti residuali ma anche un intenso dilavamento degli stessi.

In queste condizioni le applicazioni di metribuzin, a entrambi i dosaggi, si sono dimostrate selettive su entrambe le leguminose in prova.

Il cece è apparso sensibile alle applicazioni di pendimetalin + clomazone, che hanno causato decolorazioni fogliari e riduzioni di sviluppo, e alle applicazioni di napropamide sia da sola che in miscela con pendimetalin.

La lenticchia invece è risultata sensibile a tutte le soluzioni adottate, il solo metribuzin in queste condizioni operative si è dimostrato selettivo sulla coltura.

Nelle condizioni riscontrate nel corso della prova le applicazioni di metribuzin, ad entrambi i dosaggi, si sono dimostrate scarsamente efficaci nei confronti delle specie infestanti presenti.

Le restanti combinazioni di trattamento hanno garantito un buon contenimento delle specie dicotiledoni, con parziale efficacia verso le piante di *F. convolvulus*, che apparivano comunque condizionate e di sviluppo ridotto.

**Tabella 8. Prova su favino anno 2013 - Tesi a confronto, risultati dei rilievi della fitotossicità e risultati dei rilievi dell'attività erbicida**

Tesi	Prodotti	Dosi (10 kg di p.f./ha)	Epoca	fitotossicità scala : 0-10	02/05/13	(T <sub>A</sub> + 175 g)	02/05/13 (T <sub>A</sub> + 175 gg): conteggio delle infestanti su 60 m <sup>2</sup>							
							AVEST	POLCO	POLLA	POLAV	PAPRH	GALAP	STAN	KICSP
1	Non trattato	-	-	-	-	43	70	1	4	5	6	37	14	
2	Metribuzin 35 %	0,3	A	0	0	37	75	0	1	0	0	15	21	
3	Metribuzin 35 %	0,4	A	0	0	35	40	0	2	0	0	11	17	
4	Pendimethalin 365 g/l + metribuzin 35 %	2 + 0,3	A	0,25 a	0	11	8	0	0	0	0	0	10	
5	(pendimethalin 298 g/l + clomazone 43 g/l)	2,5	A	0,38 a	0	27	3	0	0	0	0	0	0	
6	(pendimethalin 298 g/l + clomazone 43 g/l) + metribuzin 35 %	2 + 0,4	A	0,88 a	0	15	7	0	0	0	0	3	10	
7	Pendimethalin 455 g/l	1,6	A	0	0	21	2	1	0	0	0	1	11	
8	(imazamox 16,7 g/l + pendimethalin 250 g/l)	3	A	1 a	0	13	16	0	0	0	0	0	4	

Data trattamento: 08/11/12 (pre-emergenza).

Descrizione sintomi fitotossicità: a = riduzioni di sviluppo.

Località: Cadriano (BO) – Azienda A.U.B. Università di Bologna.

Data di semina: 08/11/2012.

## **Andamento stagionale**

Dopo la prolungata siccità estiva, i mesi autunnali sono stati caratterizzati da temperature miti e precipitazioni piuttosto frequenti, anche se non particolarmente elevate. Nella prima metà di dicembre si è verificato un brusco abbassamento delle temperature, con lievi nevicate. I mesi successivi hanno visto precipitazioni elevate e frequenti, di molto superiori alle medie del periodo, con nevicate nell'ultima decade di febbraio. Nel mese di marzo, in particolare, si è verificata una piovosità eccezionale, con temperature piuttosto fredde. Solo nella seconda decade di aprile le piogge hanno concesso una tregua, risultando elevate anche nel successivo mese di maggio.

## **Risultati**

Nel campo di prova si è verificata una moderata emergenza di infestanti, con nascite autunnali di *Avena sterilis* ed una sporadica presenza di *Papaver rhoeas* e *Galium aparine*. Dalla fine dell'inverno si è verificata la comparsa delle poligonacee (in particolare *Fallopia convolvulus*), ma anche di *Stachys annua* e *Kickxia spuria*.

L'applicazione di pre-emergenza è stata effettuata nella prima decade di novembre, immediatamente dopo la semina della coltura, ed è stata seguita da ripetute piogge nei giorni successivi.

Le precipitazioni sono proseguite, abbondanti, durante tutto l'inverno ed i mesi primaverili, mantenendo un elevato livello di umidità nel suolo; ciò ha favorito l'attivazione dei prodotti residuali ma anche un intenso dilavamento degli stessi.

I trattamenti di pre-emergenza sono stati ben tollerati dalla coltura del favino, che ha manifestato solo leggere riduzioni di sviluppo nelle parcelle trattate con pendimetalin + imazamox e, in minor misura, con la miscela di pendimetalin + clomazone + metribuzin. Questi ritardi di crescita sono stati osservati all'inizio della primavera, alla ripresa vegetativa della coltura.

Le applicazioni del solo metribuzin, ad entrambi i dosaggi, hanno determinato un scarso controllo della generalità delle specie infestanti presenti.

Le restanti combinazioni di trattamento hanno garantito un maggiore contenimento di alcune dicotiledoni, come *F. convolvulus* e *K. spuria*, oltre ad un buon controllo delle emergenze di *S. annua*. Parziale è risultata anche l'efficacia nei confronti di *A. sterilis*.

**Tabella 9. Prova su fagiolo e fagiolino anno 2012 - Tesi a confronto, risultati dei rilievi della fitotossicità e risultati dei rilievi dell'attività erbicida.**

Tesi	Prodotti	Dosi (l o kg di p.f./ha)	Epoca	Fitotossicità:									
				scala 0-10		28/06/12 (T <sub>A</sub> + 70; T <sub>B</sub> + 70, T <sub>C</sub> + 44): conteggio infestanti emergenti (60 m <sup>2</sup> )							
				22/05/12 (T <sub>A</sub> + 33; T <sub>C</sub> + 7)		Fagiolo	Fagiolino	ECHCG	SETVI	AMARE	SOLNI	CHEAL	POLCO
1	Non trattato	-	-	-	-	131	25	274	78	4	82	3	
2	Benfluralin 180 g/l + propizamide 400 g/l	6 + 2	A	0,13 a	0,13 a	35	0	77	18	12	28	4	
3	S-metolaclo 960 g/l + pendimetalin 455 g/l	1 + 1,5	A	0,38 ac	1,13 ac	1	0	6	0	0	19	0	
4	S-metolaclo 960 g/l + (pendimetalin 298 g/l + clomazone 43 g/l)	1 + 2	A	0,38 abc	0,88 ac	0	0	10	1	0	9	1	
5	(pendimetalin 298 g/l + clomazone 43 g/l)	2	A	0,13 a	0,13 a	28	3	18	0	0	6	1	
	Bentazone 87 %	0,7 + 1,5	B										
6	Pendimetalin 365 g/l	1,7	A	0,13 ab	0	31	0	6	0	0	17	0	
	Imazamox 22,4 g/l + bentazone 480 g/l	1 + 0,75	B										
7	Pendimetalin 365 g/l	1,7	A	0,88 ab	1,25 ab	10	0	4	0	1	30	0	
	Imazamox 40 g/l	0,75	B										
8	Imazamox 40 g/l + ciclossidim 100 g/l	1 + 2	B	1,25 ab	2 ab	4	0	1	0	1	38	0	
9	(imazamox 22,4 g/l + bentazone 480 g/l) + ciclossidim 100 g/l	1,25 + 2 + 0,75	B	0,25 b	0,38 a	2	0	0	0	2	74	0	

Date trattamenti : A = 19/04/12 (pre-emergenza); B = 15/05/12 (post-emergenza).

Descrizione sintomi fitotossicità: a = riduzione di sviluppo; b = clorosi, ingiallimenti fogliari; c = deformazioni.

Località: Cadriano (BO) – Azienda A.U.B. Università di Bologna.

Data di semina: 19/04/12.

Densità di semina: 45 cm tra le file; 7 cm sulla fila.

## Andamento stagionale

Dopo il freddo intenso e le neviccate che hanno interessato quasi tutto il mese di febbraio, l'inizio della primavera è stato caratterizzato da un'anomala assenza di piogge e da temperature in rapido aumento, con valori massimi molto elevati a fine marzo. Le piogge sono riprese in aprile, con temporali frequenti e di forte intensità, in particolare nella prima metà del mese. Le temperature hanno subito una diminuzione nei valori massimi, che si sono riportati su livelli prossimi alle medie stagionali. Anche il mese di maggio è stato caratterizzato da forte variabilità, con precipitazioni regolari e ben distribuite. Le temperature, soprattutto per quanto riguarda le massime, hanno subito diverse fluttuazioni, con valori medi mensili prossimi alla norma o lievemente inferiori.

## Risultati

Dopo un periodo siccitoso, le piogge di aprile hanno favorito l'emergenza delle infestanti, con prevalenza delle dicotiledoni *Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum*, *Fallopia convolvulus*, *Portulaca oleracea* e le graminacee *Echinochloa crus-galli* e *Setaria viridis*.

Più limitata e meno uniforme è risultata la presenza di altre specie a foglia larga, quali *Chenopodium album*, *Mercurialis annua*, *Sonchus asper*, *Senecio vulgaris*, *Polygonum lapathifolium*, *Abutilon theophrasti*.

I trattamenti di pre-emergenza sono stati ben tollerati dalla coltura del fagiolo, che ha manifestato solo limitate riduzioni di sviluppo e deformazioni nelle parcelle trattate con S-metolaclor + pendimetalin e S-metolaclor + pendimetalin + clomazone. Tali sintomi fitotossici erano più evidenti sul fagiolino.

Tra le applicazioni di post-emergenza, molto selettive si sono dimostrate le combinazioni di bentazone + Biolid Up e imazamox + bentazone + Dash HC (più o meno addizionati del graminicida cicloxidim). Meno selettiva è risultata l'applicazione di imazamox (in particolare quando addizionato di cicloxidim), che ha causato ritardi di sviluppo ed ingiallimenti fogliari; anche in questo caso il fagiolino è apparso leggermente più sensibile rispetto al fagiolo borlotto.

L'applicazione di pre-emergenza è stata effettuata nella seconda decade di aprile, su terreno umido, ed è stata seguita da una leggera pioggia a distanza di poche ore. Le precipitazioni sono proseguite, nel mese di maggio, mantenendo un sufficiente livello di umidità nel suolo e favorendo l'attivazione dei prodotti residuali.

In queste condizioni le applicazioni di S-metolaclor + pendimetalin e S-metolaclor + pendimetalin + clomazone hanno garantito un prolungato controllo delle specie graminacee (*E. crus-galli* e *S. viridis*) e di alcune dicotiledoni, come *S. nigrum*, *C. album*, *P. oleracea*. Buona, anche se non completa, è risultata l'azione preventiva nei confronti di *A. retroflexus*, mentre parziale è stato il

contenimento di *F. convolvulus* e delle limitate presenze di *M. annua*. Complessivamente i migliori risultati sono stati ottenuti con la miscela di S-metolaclor + pendimetalin + clomazone, che è apparsa leggermente più efficace nei confronti di *F. convolvulus*, le cui piante erano inizialmente molto condizionate.

Le strategie che prevedevano l'integrazione tra applicazioni preventive e di post-emergenza (a dosi ridotte) hanno fornito, in generale, un controllo parziale delle specie graminacee e soprattutto di *F. convolvulus*. I migliori risultati sono stati ottenuti con l'applicazione preventiva di pendimetalin seguito da imazamox in post-emergenza, il quale ha mostrato una buona efficacia verso *A. retroflexus* ed una parziale azione graminicida. Il trattamento con bentazone + Biolid Up ha invece evidenziato una maggiore attività disseccante nei confronti di *F. convolvulus*, ma non ha influito sul controllo delle graminacee.

Le strategie che prevedevano un solo intervento in post-emergenza hanno mostrato, infine, una scarsa attività nei confronti di *F. convolvulus*. Buona è risultata, invece, la loro azione graminicida (grazie all'aggiunta dello specifico cicloxidim), ma anche il controllo di *A. retroflexus* e *S. nigrum*.

**Tabella 10. Prove effettuate su Liliacee.**

Anno	Coltura	Principi attivi	Epoca	Selettività	Tipo di terreno
2009	Cipolla	Napropamide + Pendimetalin	Pre-emergenza	S	<sup>(4)</sup> Argilloso
		Pendimetalin + Cloridazon	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin	Pre-emergenza	S	
		Ioxinil ( <i>revocato</i> )	Post-emergenza	S	
		Pendimetalin + Ioxinil ( <i>revocato</i> )	Post-emergenza	S	
		Bromoxinil	Post-emergenza	MS	
		Piridate + Ioxinil ( <i>revocato</i> )	Post-emergenza	S	
	Asparago	Pendimetalin + Linuron	Pre-ricaccio	S	<sup>(2)</sup> Medio impasto
		Pendimetalin + Metribuzin	Pre-ricaccio	S	
		Pendimetalin + Metribuzin + Linuron	Pre-ricaccio	S	
		Pendimetalin + Oxadiazon	Pre-ricaccio	S	
		Pendimetalin + Oxadiazon + Metribuzin	Pre-ricaccio	S	
		Linuron + Metribuzin	Pre-ricaccio	S	
		S-metolaclor + Oxadiazon + Metribuzin	Pre-ricaccio	S	
		Pendimetalin + Metribuzin	Pre-ricaccio	S	
Pendimetalin + Clomazone + Metribuzin	Pre-ricaccio	S			
Pendimetalin + Clomazone + Linuron	Pre-ricaccio	S			
2010	Cipolla	Pendimetalin	Pre-emergenza	S	<sup>(2)</sup> Medio impasto
		Pendimetalin + Cloridazon	Pre-emergenza	S	
		Ioxinil ( <i>revocato</i> )	Post-emergenza	S	
		Bromoxinil	Post-emergenza	S	
		Ioxinil ( <i>revocato</i> ) + Aclonifen	Post-emergenza	S	
		Bromoxinil + Aclonifen	Post-emergenza	S	
		Piridate	Post-emergenza	S	
		Ioxinil ( <i>revocato</i> ) + Pendimetalin	Post-emergenza	S	
	Ioxinil ( <i>revocato</i> ) + Cloridazon	Post-emergenza	S		
	Asparago	Pendimetalin + Clomazone + Metribuzin	Pre-ricaccio	S	<sup>(2)</sup> Medio impasto
Pendimetalin + Clomazone + Linuron		Pre-ricaccio	S		
Pendimetalin + Oxadiazon + Metribuzin		Pre-ricaccio	S		
Pendimetalin + Flufenacet + Metribuzin		Pre-ricaccio	S		
2011	Cipolla	Pendimetalin	Pre-emergenza	S	<sup>(4)</sup> Argilloso
		Pendimetalin + Cloridazon	Pre-emergenza	S	
		Ioxinil ( <i>revocato</i> )	Post-emergenza	S	
		Bromoxinil + Cloridazon	Post-emergenza	S	
		Bromoxinil	Post-emergenza	S	
		Piridate	Post-emergenza	S	
		Ioxinil ( <i>revocato</i> ) + Piridate	Post-emergenza	S	
2014	Cipolla	Pendimetalin	Pre-emergenza	S	<sup>(2)</sup> Medio impasto
		Ioxinil ( <i>revocato</i> )	Post-emergenza	MS	
		Bromoxinil	Post-emergenza	MS	
2015	Cipolla	Pendimetalin + Cloridazon + Pyraflufen	Pre-emergenza	S	<sup>(2)</sup> Medio impasto
		Pendimetalin + Cloridazon	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clorprofam	Pre-emergenza	NS	
		Pendimetalin	Pre-emergenza	S	
		Ioxinil ( <i>revocato</i> )	Post-emergenza	S	
		Bromoxinil	Post-emergenza	S	
		Bromoxinil ottanoato	Post-emergenza	MS	
		Bifenox	Post-emergenza	S	
		Aclonifen	Post-emergenza	S	
		Aclonifen + Pendimetalin	Post-emergenza	S	
		Aclonifen + Bromoxinil	Post-emergenza	MS	
Pendimetalin + Bromoxinil	Post-emergenza	S			

<sup>(2)</sup> tessitura: 38% sabbia, 35% limo, 27% argilla, 1,8% SO, 7,8 pH

<sup>(3)</sup> tessitura: 68% sabbia, 25% limo, 7% argilla, 1,4% SO, 7,7 pH

<sup>(4)</sup> tessitura: 11% sabbia, 43% limo, 46% argilla, 2,3% SO, 7,9 pH

Scala fitotossicità: S= selettivo <1; MS= mediamente selettivo 1-3; NS= non selettivo > 3

**Tabella 11. Prova su asparago anno 2014 - Tesi a confronto, risultati dei rilievi della fitotossicità e risultati dei rilievi dell'attività erbicida.**

Tesi	Prodotti	Dosi (l o kg/ha f.c.)	Epoca ⊖	Fitotossicità scala 0-10 22/06/10 (T <sub>A</sub> + 83)	22/06/10 (T <sub>A</sub> + 83): conteggio infestanti / 12 m <sup>2</sup>												
					ECHCG	POLCO	POLLA	SOLNI	CHEAL	AMARE	SENVU	PICEC	ERICA	SONAS	LACSE		
1	Pendimetalin 365 g/l + clomazone 360 g/l + metribuzin 35%	2 + 0,3 + 0,6	A	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0
2	Pendimetalin 365 g/l + clomazone 360 g/l + linuron 450 g/l	2 + 0,3 + 1	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	4	0
3	Pendimetalin 365 g/l + oxadiazon 380 g/l + metribuzin 35%	2,5 + 1,5 + 0,6	A	0	0	0	0	0	0	0	0	8	5	3	3	1	0
4	Pendimetalin 455 g/l + oxadiazon 380 g/l + metribuzin 35%	2 + 1,5 + 0,6	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0
5	Pendimetalin 365 g/l + (metribuzin 14% + flufenacet 42%)	2 + 1,2	A	0	0	2	0	0	0	0	0	5	0	1	0	0	1
6	Non trattato	-	-	-	3	10	10	9	4	4	20	7	19	127	3	25	

Epoca e date trattamenti: A = pre-ricaccio: 31/03/10.

Località: Cadriano (BO) – Azienda AUB dell'Università di Bologna.

Asparago trapiantato il 31/03/08 (sesto d'impianto: 1 m tra le file, 0,4 m sulla fila).

## **Andamento stagionale**

Dopo i mesi invernali, caratterizzati da temperature rigide e frequenti ed intense precipitazioni, si è assistito, a partire dalla metà di marzo, ad un progressivo aumento dei livelli termici, con assenza di gelate notturne. I mesi primaverili sono stati caratterizzati da temperature complessivamente nella norma, con minime in linea con i valori medi del periodo e massime lievemente inferiori. Nel mese di aprile è stata registrata un'elevata variabilità, con frequenti passaggi di perturbazioni e precipitazioni a cadenza pressoché settimanale. Il mese di maggio è risultato estremamente piovoso, in particolare nella prima parte. Questa variabilità è proseguita fino alla seconda decade di giugno, dopodiché l'andamento climatico è risultato più stabile e siccitoso.

## **Risultati**

Nel campo di prova è stata rilevata una limitata presenza, fra le infestanti graminacee, di *Echinochloa crus-galli*. Nel corso della primavera sono emerse, tra le dicotiledoni, *Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum*, *Chenopodium album*, *Fallopia convolvulus* e *Polygonum lapathifolium*, oltre a diverse specie di composite quali *Senecio vulgaris*, *Picris echioides*, *Sonchus asper*, *Lactuca serriola* e soprattutto *Erigeron canadensis*.

I trattamenti sono stati eseguiti a fine marzo, in pre-ricaccio della coltura, dopo una fresatura superficiale dell'asparagiaia ed un trattamento devitalizzante con glufosinate ammonio, per eliminare le infestanti già emerse. Le frequenti precipitazioni verificatesi in tutto il periodo primaverile hanno favorito la regolare attivazione dei prodotti residuali, che hanno permesso di mantenere limitata la presenza di infestanti annuali fino ai mesi estivi. Erano presenti, invece, le perenni *Convolvulus arvensis* e *Cynodon dactylon*, non controllate dai trattamenti preventivi e diffuse in modo non uniforme a partire dai bordi del campo di prova.

Nel conteggio eseguito a fine giugno tutte le miscele di prodotti residuali garantivano ancora un elevato contenimento delle specie graminacee e dicotiledoni presenti, ad esclusione di alcune composite. Le maggiori differenze sono emerse nel controllo di *Erigeron canadensis*, che è risultata meno sensibile alla miscela di pendimetalin + clomazone + linuron.

I rilievi effettuati hanno evidenziato l'elevata selettività colturale di tutte le combinazioni di trattamento a confronto.

**Tabella 12. Prova su cipolla anno 2010 - Tesi a confronto, risultati dei rilievi della fitotossicità e risultati dei rilievi dell'attività erbicida.**

Tesi	Trattamenti di pre-emergenza		Dosi (l o kg/ha f.c.)	Trattamenti di post-emergenza	Dosi (l o kg/ha f.c.)	Epoca (E)	Fitotossicità: scala 0-10 31/06/10 (T <sub>A</sub> +93; T <sub>B</sub> +50; T <sub>C</sub> +42; T <sub>D</sub> +14)	Rilievo del 06/07/10 (T <sub>A</sub> +98; T <sub>B</sub> +55; T <sub>C</sub> +47; T <sub>D</sub> +19): conteggio infestanti / 24 m <sup>2</sup>								
	emergenza	emergenza						ECHCG	SETVE	AMARE	SOLNI	CHEAL	CAPBP	ABUTH	POLPE	POLCO
1	Pendimetalin 455 g/l	2	Ioxinil 301.5 g/l	Ioxinil 301.5 g/l + aclonifen 600 g/l	0,5	B	0	2	37	3	0	0	0	0	0	0
			Ioxinil 301.5 g/l			C		0	0	0	0	0	0	0	0	
			Ioxinil 301.5 g/l			D		0	0	0	0	0	0	0	0	
2	Pendimetalin 455 g/l	2	Ioxinil 301.5 g/l	Ioxinil 301.5 g/l + aclonifen 600 g/l	0,5	B	0	2	45	2	0	0	0	1	0	0
			Ioxinil 301.5 g/l			C		0	0	0	0	0	0	0	0	
			Ioxinil 301.5 g/l			D		0	0	0	0	0	0	0	0	
3	Pendimetalin 455 g/l	2	Bromoxinil 20%	Ioxinil 301.5 g/l + aclonifen 600 g/l	0,5	B	0	4	49	29	1	0	0	11	0	0
			Bromoxinil 20%			C		0	0	0	0	0	0	0	0	
			Bromoxinil 20%			D		0	0	0	0	0	0	0	0	
4	Pendimetalin 455 g/l	2	Ioxinil 301.5 g/l	Ioxinil 301.5 g/l + aclonifen 600 g/l	0,5	B	0	6	54	1	0	0	0	0	1	0
			Ioxinil 301.5 g/l			C		0	0	0	0	0	0	0	0	
			Ioxinil 301.5 g/l			D		0	0	0	0	0	0	0	0	
5	Pendimetalin 455 g/l	2	Bromoxinil 20%	Ioxinil 301.5 g/l + aclonifen 600 g/l	0,75	B	0	2	33	4	0	0	0	4	0	0
			Bromoxinil 20%			C		0	0	0	0	0	0	0	0	
			Bromoxinil 20%			D		0	0	0	0	0	0	0	0	
6	Pendimetalin 365 g/l	2,5	-	Ioxinil 301.5 g/l + aclonifen 600 g/l	-	-	0	2	15	49	0	1	13	9	0	3
			Ioxinil 301.5 g/l			B		0	0	0	0	0	0	0	0	
			Ioxinil 301.5 g/l			C		0	0	0	0	0	0	0	0	
7	Pendimetalin 365 g/l	2,5	Piridate 45%	Ioxinil 301.5 g/l + aclonifen 600 g/l	0,3	B	0	2	29	8	0	0	1	1	1	2
			Piridate 45%			C		0	0	0	0	0	0	0	0	
			Piridate 45%			D		0	0	0	0	0	0	0	0	
8	Pendimetalin 365 g/l	2,5	Ioxinil 301.5 g/l	Ioxinil 301.5 g/l + aclonifen 600 g/l	1	B	0	2	37	11	0	0	3	13	0	0
			Ioxinil 301.5 g/l			C		0	0	0	0	0	0	0	0	
			Ioxinil 301.5 g/l			D		0	0	0	0	0	0	0	0	
9	Pendimetalin 365 g/l	2,5	Ioxinil 301.5 g/l + Piridate 45%	Ioxinil 301.5 g/l + aclonifen 600 g/l	0,3+1	B	0	0	32	10	0	0	0	1	0	0
			Ioxinil 301.5 g/l + Piridate 45%			C		0	0	0	0	0	0	0	0	
			Ioxinil 301.5 g/l + Piridate 45%			D		0	0	0	0	0	0	0	0	
10	Pendimetalin 365 g/l + cloridazon 67,2%	2 + 1	Ioxinil 301.5 g/l	Ioxinil 301.5 g/l + aclonifen 600 g/l	0,5	B	0	3	41	4	0	0	0	0	0	0
			Ioxinil 301.5 g/l			C		0	0	0	0	0	0	0	0	
			Ioxinil 301.5 g/l			D		0	0	0	0	0	0	0	0	
11	Pendimetalin 365 g/l + cloridazon 67,2%	2 + 1	Pendimetalin 365 + Ioxinil 301.5 g/l	Ioxinil 301.5 g/l + aclonifen 600 g/l	1,5+0,5	B	0	18	140	1	0	0	0	0	1	0
			Ioxinil 301.5 g/l + cloridazon 67,2%			C		0	0	0	0	0	0	0	0	
			Ioxinil 301.5 g/l + cloridazon 67,2%			D		0	0	0	0	0	0	0	0	
12	Non trattato	-	-	-	-	-	-	19	127	132	90	24	53	40	12	0

## **Andamento stagionale**

Dopo il periodo invernale, segnato da temperature rigide e frequenti ed intense precipitazioni, i mesi primaverili sono stati caratterizzati da valori termici complessivamente nella norma, con minime in linea con i livelli medi del periodo e massime lievemente inferiori. Tutto il periodo è stato segnato da forte variabilità, con precipitazioni frequenti e superiori alla norma, soprattutto nel mese di maggio. Questa variabilità è proseguita fino alla seconda decade di giugno, dopodiché l'andamento climatico è risultato più stabile.

## **Risultati**

Nel campo di prova è stata registrata l'emergenza, tra le graminacee, di *Echinochloa crus-galli* e soprattutto di *Setaria verticillata*. Le infestanti dicotiledoni erano rappresentate principalmente da *Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum*, *Capsella bursa-pastoris*, *Abutilon theophrasti*, *Chenopodium album* e *Polygonum persicaria*, oltre a numerose altre specie presenti in misura limitata e non uniformemente distribuite nel campo di prova.

I trattamenti di pre-emergenza hanno garantito un'elevata selettività colturale.

Transitori ingiallimenti e necrosi fogliari sono stati rilevati dopo la seconda applicazione di post-emergenza, eseguita quando la coltura era allo stadio di 2 foglie vere. I sintomi più evidenti sono stati osservati nelle parcelle trattate con Bromoxinil e con la miscela di Ioxinil + Piridate, dove erano presenti anche lievi deformazioni degli apici fogliari. Più selettive si sono dimostrate le applicazioni di Ioxinil e della miscela di Ioxinil + cloridazon.

Non sono state osservate invece manifestazioni fitotossiche dopo l'ultimo intervento di post-emergenza, eseguito quando la coltura era più sviluppata (4-5 foglie vere).

Le precipitazioni verificatesi nei giorni successivi alla semina della coltura hanno favorito la regolare attivazione dei prodotti residuali distribuiti in pre-emergenza. Le applicazioni dei formulati a base di pendimetalin, anche in miscela con cloridazon, hanno garantito un buon contenimento delle emergenze delle infestanti graminacee e di alcune dicotiledoni, in particolare di *Solanum nigrum*, *Chenopodium album* e *Polygonum persicaria*.

I successivi interventi di post-emergenza sono stati eseguiti in condizioni pedoclimatiche favorevoli all'attività dei prodotti distribuiti, con temperature miti, una buona umidità del suolo e dell'aria, ed infestanti in attiva crescita.

Buoni risultati sono stati ottenuti con interventi ripetuti a base di Ioxinil, che hanno permesso di controllare la maggioranza delle infestanti dicotiledoni emerse nel corso della prova. Le applicazioni ripetute di Bromoxinil sono risultate meno efficaci, in particolare verso *Amaranthus*

*retroflexus* (il cui controllo è stato migliorato dall'aggiunta di aclonifen nell'intervento di chiusura) e *Abutilon theophrasti*.

Anche le applicazioni di piridate hanno evidenziato una minore efficacia verso *Amaranthus retroflexus* e soprattutto *Abutilon theophrasti*; buoni risultati, nei confronti di queste infestanti, sono stati ottenuti con l'impiego ripetuto del formulato sperimentale addizionato di ioxinil.

La strategia d'intervento che prevedeva sole applicazioni di post-emergenza (con aggiunta di una dose ridotta di pendimetalin nel primo intervento) ha fornito un elevato controllo delle infestanti dicotiledoni, ma non ha permesso di ottenere un sufficiente contenimento delle graminacee già emerse.

**Tabella 13. Prova su cipolla anno 2014 - Tesi a confronto, risultati dei rilievi della fitotossicità e risultati dei rilievi dell'attività erbicida.**

Tesi	Prodotti	Dosi (l o kg/ha f.c.)	Epoca	Fitotossicità: scala 0-10 13/05 (T <sub>D</sub> + 6 gg; T <sub>B</sub> + 48 gg)	Rilievo del 13/05 (T <sub>D</sub> + 6 gg; T <sub>B</sub> + 54 gg; T <sub>A</sub> + 71 gg): conteggio infestanti in 24 m <sup>2</sup>									
					SETVI	ECHCG	CHEAL	AMARE	SOLNI	POLLA	SENVU	MERAN		
1	Non trattato	-	-		29	36	150	38	15	4	11	10		
2	Pendimetalin 365 g/l + pyraflufen 26,5 g/l	1,5 + 0,5	B	0,88 a	20	8	23	29	0	1	9	2		
3	Pendimetalin 365 g/l + cloridazon 413 g/l + pyraflufen 26,5 g/l	1,5 + 0,8 + 0,5	B	1 a	7	7	22	20	1	1	6	0		
4	Pendimetalin 365 g/l	1,5	A	0	8	2	78	10	1	2	6	0		
5	Pendimetalin 365 g/l	1,5	A											
	pyraflufen 26,5 + Pendimetalin 365 g/l	0,05 + 1	C	0,38 a	14	7	75	2	0	1	2	2		
6	pyraflufen 26,5 + cloridazon 413 g/l	0,05 + 1,2	D											
	Pendimetalin 365 g/l	1,5	A											
6	Ioxinil 301,1 g/l + Pendimetalin 365 g/l	0,25 + 1	C	0,38 a	7	3	43	0	0	6	0	0		
	Ioxinil 301,1 g/l + cloridazon 413 g/l	0,75 + 1,2	D											

*Epoche applicazioni: epoca A: 03/03/14 (pre-emergenza); epoca B: 20/03/2014 (pre-emergenza ritardato); epoca C: 14/04/14 (post-emergenza); epoca D: 07/05/14 (post-emergenza).*

*Descrizione sintomi fitotossicità: a = riduzione di sviluppo; b = decolorazioni, ingiallimenti; c = necrosi.*

*Località: Cadrano (BO) – Azienda agraria dell'Università di Bologna.*

*Data di semina: 28/02/2014 varietà Amika.*

## Andamento stagionale

I mesi invernali sono stati caratterizzati da condizioni climatiche anomale, con temperature molto miti e precipitazioni notevolmente superiori alla norma. Questa lunga fase di tempo perturbato è proseguita fino alla prima settimana di marzo; successivamente le precipitazioni sono risultate prossime alle medie stagionali, con temperature ancora superiori per tutto il mese di aprile. In maggio si sono verificate precipitazioni intense all'inizio e alla fine del mese.

## Risultati

Nel campo di prova si è verificata una diffusa emergenza di *Chenopodium album*, oltre a minori presenze di altre dicotiledoni quali *Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum*, *Polygonum lapathifolium*, *Senecio vulgaris* e *Mercurialis annua*.

Tra le specie graminacee erano presenti *Setaria viridis* ed *Echinochloa crus-galli*.

L'applicazione di pre-emergenza ritardata ha causato effetti fitotossici sulla coltura, in quanto alcune piante cominciavano ad emergere al momento dell'intervento. I sintomi erano rappresentati da necrosi delle plantule, cui è seguito un ritardo nello sviluppo visibile anche a fine prova.

Le strategie di post-emergenza hanno determinato solo lievi decolorazioni fogliari ed occasionali riduzioni di sviluppo.

L'applicazione di pre-emergenza è stata effettuata ad inizio marzo, su terreno umido, ed è stata seguita da una prima pioggia a distanza di poche ore, che ne ha favorito l'attivazione. Il trattamento preventivo ha permesso di contenere le emergenze più precoci di alcune infestanti, controllando parzialmente le specie graminacee, *C. album* e *S. nigrum*.

Rispetto all'applicazione di pre-emergenza, i trattamenti ritardati hanno fornito un maggior controllo di *C. album* (buona parte delle emergenze dell'infestante sono avvenute nel periodo compreso fra i due interventi); non hanno invece migliorato il controllo di altre specie, quali *A. retroflexus*, ad emergenza più tardiva.

Le strategie che prevedevano due interventi di post-emergenza non sono risultate risolutive nel controllo delle infestanti dicotiledoni; queste, pur fortemente condizionate, non sono state completamente devitalizzate.

Rispetto alla strategie che prevedevano l'impiego di ioxinil, le applicazioni di pyraflufen sono apparse meno efficaci nei confronti di *C. album*, ma anche verso *A. retroflexus*, *S. vulgaris* e *M. annua*.

**Tabella 14. Prova su cipolla anno 2014 - Tesi a confronto, risultati dei rilievi della fitotossicità e risultati dei rilievi dell'attività erbicida.**

Tesi	Formulati	Dosi (l o kg di p.f./ha)	Epoca	Fitotossicità: scala 0-10 13/05 (T <sub>D</sub> + 6 gg)	Rilievo del 13/05 (T <sub>D</sub> + 6 gg): conteggio infestanti in 24 m <sup>2</sup>							
					SETVI	ECHCG	CHEAL	AMARE	SOLNI	POLLA	SENVU	MERAN
1	Non trattato	-	-	-	29	36	150	38	15	4	11	10
2	Pendimetalin 365 g/l	1,5	A	0	8	2	78	10	1	2	6	0
	Pendimetalin 365 g/l	1,5	A									
	Ioxynil 301,5 g/l	0,25	B	1	2	8	28	0	0	4	0	0
	Ioxynil 301,5 g/l	0,5	C									
3	Ioxynil 301,5 g/l	0,75	D									
	Pendimetalin 365 g/l	1,5	A									
	Bromoxynil 20%	0,35	B	1,5	21	4	11	0	0	0	0	2
	Bromoxynil 20%	0,5	C									
4	Bromoxynil 20%	1	D									

*Epoche applicazioni: epoca A: 03/03/14 (pre-emergenza); epoca B: 14/04/14 (post-emergenza); epoca C: 23/04/14 (post-emergenza); epoca D: 07/05/14 (post-emergenza).*

*Descrizione sintomi fitotossicità: a = riduzione di sviluppo; b = decolorazioni, ingiallimenti; c = deformazioni.*

*Località: Cadriano (BO) – Azienda agraria dell'Università di Bologna.*

*Data di semina: 28/02/2014 varietà Amika.*

## **Andamento stagionale**

I mesi invernali sono stati caratterizzati da condizioni climatiche anomale, con temperature molto miti e precipitazioni notevolmente superiori alla norma. Questa lunga fase di tempo perturbato è proseguita fino alla prima settimana di marzo; successivamente le precipitazioni sono risultate prossime alle medie stagionali, con temperature ancora superiori per tutto il mese di aprile. In maggio si sono verificate precipitazioni intense all'inizio e alla fine del mese.

## **Risultati**

Nel campo di prova si è verificata una diffusa emergenza di *Chenopodium album*, oltre a minori presenze di altre dicotiledoni quali *Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum*, *Polygonum lapathifolium*, *Senecio vulgaris* e *Mercurialis annua*. Tra le specie graminacee erano presenti *Setaria viridis* ed *Echinochloa crus-galli*.

Entrambe le strategie di post-emergenza hanno determinato la comparsa di effetti fitotossici sulla coltura. I sintomi, rappresentati da lievi riduzioni di sviluppo, decolorazioni fogliari e deformazioni, sono stati osservati dopo il secondo ed il terzo intervento di post-emergenza. Entrambe le strategie di post-emergenza hanno garantito un buon controllo della generalità delle infestanti dicotiledoni che erano emerse dopo il trattamento di pre-emergenza con pendimetalin. Solo alcune piante di *C. album*, pur fortemente condizionate, non erano state completamente devitalizzate. Rispetto alla strategie con ioxinil, le applicazioni ripetute di bromoxinil sono apparse più risolutive nei confronti delle poche piante di *P. lapathifolium*, ma meno verso *M. annua*.

**Tabella 15. Prove effettuate su Ombrellifere.**

Anno	Coltura	Principi attivi	Epoca	Selettività	Tipo di terreno
2006	Carota (seminata)	Pendimetalin + linuron	Pre-emergenza	S	<sup>(3)</sup> Sabbioso
		Metribuzin	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + aclonifen	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clomazone	Pre-emergenza	S	
2007	Carota (seminata)	Pendimetalin + Aclonifen	Pre-emergenza	S	<sup>(3)</sup> Sabbioso
		Pendimetalin + Clomazone	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Linuron	Pre-emergenza	S	
		Linuron	Post-emergenza	S	
		Metribuzin	Post-emergenza	S	
2008	Carota e Finocchio (seminati)	Benfluralin	Pre-emergenza	S	<sup>(2)</sup> Medio impasto
		Pendimetalin	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clomazone	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Aclonifen	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clorprofam	Pre-emergenza	S	
		Linuron	Post-emergenza	S	
		Metribuzin	Post-emergenza	S	
	Prezzemolo (seminato)	Benfluralin	Pre-emergenza	S	<sup>(2)</sup> Medio impasto
		Pendimetalin	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clomazone	Pre-emergenza	MS	
		Pendimetalin + Aclonifen	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clorprofam	Pre-emergenza	S	
		Linuron	Post-emergenza	S	
		Metribuzin	Post-emergenza	S	
Sedano (trapiantato)	Benfluralin	Pre-trapianto	S	<sup>(2)</sup> Medio impasto	
	Pendimetalin	Pre-trapianto	S		
	Oxadiazon	Pre-trapianto	S		
	Oxadiazon + Pendimetalin	Pre-trapianto	S		
	S-metolaclo + Pendimetalin	Pre-trapianto	S		
	Oxadiazon + Pendimetalin + Aclonifen	Pre-trapianto	S		
	Pendimetalin + Aclonifen	Pre-trapianto	S		
	Metribuzin	Post-trapianto	S		
Linuron	Post-trapianto	S			
2009	Carota (seminata)	Benfluralin	Pre-emergenza	S	<sup>(2)</sup> Medio impasto
		Propizamide	Pre-emergenza	S	
		Linuron	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin	Pre-emergenza	S	
		Aclonifen	Pre-emergenza	S	
		Clomazone	Pre-emergenza	S	
		Clorprofam	Pre-emergenza	S	
2011	Sedano e Finocchio (trapiantati)	Pendimetalin + Clomazone	Pre-trapianto	S	<sup>(2)</sup> Medio impasto
		Pendimetalin + Clomazone + Metribuzin	Pre-trapianto	S	
		Pendimetalin + Clomazone + Linuron	Pre-trapianto	S	
2012	Coriandolo Carota Prezzemolo (seminati)	Benfluralin	Pre-emergenza	S	<sup>(2)</sup> Medio impasto
		Benfluralin + propizamide	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin	Pre-emergenza	S	
2013	Coriandolo (seminato)	Metribuzin	Pre-emergenza	S	<sup>(2)</sup> Medio impasto
		Pendimetalin + Metribuzin	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clomazone	Pre-emergenza	MS	
		Pendimetalin + Clomazone + Metribuzin	Pre-emergenza	MS	
		Linuron	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Linuron	Pre-emergenza	S	
Pendimetalin + Napropamide	Pre-emergenza	N.S.			

**Tabella 15. Prove effettuate su Ombrellifere.**

Anno	Coltura	Principi attivi	Epoca	Selettività	Tipo di terreno
2013	Carota (seminato)	Metribuzin	Pre-emergenza	S	<sup>(2)</sup> Medio impasto
		Pendimetalin + Clomazone	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clomazone + Metribuzin	Pre-emergenza	S	
		Linuron	Pre-emergenza	S	
		Benfluralin + Propizamide	Pre-emergenza	S	
		Napropamide	Pre-emergenza	N.S.	
		Pendimetalin + Napropamide	Pre-emergenza	N.S.	
	Linuron	Post-emergenza	S		
	Prezzemolo e Finocchio (seminato)	Metribuzin	Pre-emergenza	S	<sup>(2)</sup> Medio impasto
		Pendimetalin + Clomazone	Pre-emergenza	MS	
		Pendimetalin + Clomazone + Metribuzin	Pre-emergenza	N.S.	
		Linuron	Pre-emergenza	S	
		Benfluralin + Propizamide	Pre-emergenza	S	
		Napropamide	Pre-emergenza	N.S.	
		Pendimetalin + Napropamide	Pre-emergenza	N.S.	
	Linuron	Post-emergenza	N.S.		
	Coriandolo Semina primaverile	Metribuzin	Pre-emergenza	S	<sup>(2)</sup> Medio impasto
		Pendimetalin + Clomazone	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clomazone + Metribuzin	Pre-emergenza	S	
		Linuron	Pre-emergenza	S	
		Napropamide	Pre-emergenza	S	
Pendimetalin + Napromide		Pre-emergenza	S		
Metribuzin	Post-emergenza	S			
2014	Coriandolo (seminato)	Pendimetalin + Linuron	Pre-emergenza	S	<sup>(2)</sup> Medio impasto
		Pendimetalin + Metribuzin	Pre-emergenza	MS	
		Pendimetalin + Clomazone + Metribuzin	Pre-emergenza	MS	
		Napropamide	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Napropamide	Pre-emergenza	S	
	Carota (seminato)	Pendimetalin + Linuron	Pre-emergenza	S	<sup>(2)</sup> Medio impasto
		Pendimetalin + Metribuzin	Pre-emergenza	S	
		Pendimetalin + Clomazone + Metribuzin	Pre-emergenza	S	
		Linuron	Post-emergenza	S	
		Metribuzin	Post-emergenza	S	
Finocchio (trapiantato)	Pendimetalin + Linuron	Pre-trapianto	S	<sup>(2)</sup> Medio impasto	
	Pendimetalin + Metribuzin	Pre-trapianto	S		
	Pendimetalin + Clomazone + Metribuzin	Pre-trapianto	S		
	Linuron	Post-trapianto	S		
	Metribuzin	Post-trapianto	MS		

<sup>(2)</sup> tessitura: 38% sabbia, 35% limo, 27% argilla, 1,8% SO, 7,8 pH

<sup>(3)</sup> tessitura: 68% sabbia, 25% limo, 7% argilla, 1,4% SO, 7,7 pH

Scala fitotossicità: S= selettivo <1; MS= mediamente selettivo 1-3; NS= non selettivo > 3.

**Tabella 16. Prova su coriandolo anno 2014 - Tesi a confronto, risultati dei rilievi della fitotossicità e risultati dei rilievi dell'attività erbicida.**

Tesi	Prodotti	Dosi (l o kg di p.f./ha)	Epoca	Fitotossicità: scala 0-10 05/05/14 (T <sub>A</sub> + 63 gg) 4-6 foglie		Rilievo del 15/05/14 (T <sub>A</sub> + 73 gg): conteggio delle infestanti su 12,8 m <sup>2</sup>								
				a	b	ECHCG	SETVI	CHEAL	AMARE	CAPBP	POLAV	POLLA	POLCO	SOLNI
1	Non trattato	-	-			41	5	58	27	11	3	4	0	0
2	Pendimethalin 365 g/l + linuron 450 g/l	2 + 1	A	0	0	0	0	1	0	0	2	0	1	0
3	Pendimethalin 365 g/l + metribuzin 70 %	2 + 0,2	A	2,25	4,75	1	0	0	1	0	0	0	0	0
4	Pendimethalin 365 g/l + clomazone 360 g/l + metribuzin 70 %	2 + 0,25 + 0,2	A	2,5	4,5	1	0	0	1	0	0	0	0	0
5	Napropamide 450 g/l	2,8	A	1,25	0	0	0	3	2	2	2	0	0	1
6	Pendimethalin 365 g/l + napropamide 450 g/l	2 + 2	A	0,75	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0

*Epoca dei trattamenti: A = 03/03/2014 (pre-emergenza).*

*Descrizione sintomi fitotossicità: a = riduzioni di sviluppo; b = fallanze, mancata emergenza.*

*Località: Cadrano (BO) – Azienda agraria Università di Bologna (A.U.B.).*

*Data di semina: 28/02/2014.*

## Andamento stagionale

I mesi invernali sono stati caratterizzati da condizioni climatiche anomale, con temperature molto miti e precipitazioni notevolmente superiori alla norma. Questa lunga fase di tempo perturbato è perdurata fino alla prima settimana di marzo; successivamente le precipitazioni sono risultate prossime alle medie stagionali, con temperature ancora superiori per tutto il mese di aprile. In maggio si sono verificate precipitazioni intense all'inizio e alla fine del mese.

## Risultati

Nel campo di prova si è verificata una moderata emergenza di infestanti. Tra le graminacee era prevalente *Echinochloa crus-galli*, mentre minore e meno uniforme è apparsa la presenza di *Setaria viridis*. Tra le specie dicotiledoni erano diffuse principalmente *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus* e *Capsella bursa-pastoris*, mentre più sporadica è risultata la presenza di poligonacee.

L'applicazione di pre-emergenza è stata effettuata all'inizio di marzo, pochi giorni dopo la semina della coltura. Il trattamento è stato seguito da una prima pioggia (13 mm) a distanza di poche ore, con precipitazioni anche nei due giorni successivi (44 mm complessivamente).

Nelle condizioni riscontrate nel corso della prova, le miscele comprendenti metribuzin hanno determinato la comparsa di evidenti effetti fitotossici sulla coltura. Nelle parcelle trattate con pendimetalin + metribuzin e pendimetalin + clomazone + metribuzin l'emergenza del coriandolo è risultata parziale, soprattutto nelle file dove il seme era stato posto più superficialmente. Le piante emerse hanno comunque evidenziato un rallentamento nello sviluppo, ancora evidente ad oltre due mesi dal trattamento, quando la coltura si trovava allo stadio di 4-8 foglie vere. In altre prove effettuate negli anni precedenti si è notato che una dose di 0,15 kg/ha di metribuzin 70% risulta selettiva sulla coltura.

In queste condizioni le applicazioni di napropamide hanno determinato un rallentamento nello sviluppo iniziale delle piantine di coriandolo. Tali sintomi erano ancora visibili all'ultimo rilievo, effettuato ad oltre due mesi dall'applicazione, quando il coriandolo si trovava ad uno stadio di 4-8 foglie vere. Leggermente più selettiva si è dimostrata la miscela di pendimetalin + napropamide (grazie alla riduzione della dose di napropamide). La combinazione di pendimetalin + linuron ha mostrato un'ottima selettività colturale. Tutte le miscele applicate in pre-emergenza della coltura hanno garantito un buon contenimento delle emergenze delle infestanti, con risultati pressoché completi nei confronti delle principali specie graminacee e dicotiledoni presenti. Napropamide ha mostrato un buon contenimento delle specie graminacee, mentre non completo è apparso il controllo delle principali dicotiledoni (*C. album*, *A. retroflexus*, *C. bursa-pastoris*, *P. aviculare*). L'aggiunta di pendimethalin ne ha integrato l'attività verso la generalità delle infestanti.

**Tabella 17. Prova su carota anno 2014 - Tesi a confronto, risultati dei rilievi della fitotossicità e risultati dei rilievi dell'attività erbicida.**

Tesi	Prodotti	Dosi (l o kg/ha f.c.)	Epoca	Fitotossicità: scala 0-10 30/06 (T <sub>A</sub> + 76 gg; T <sub>B</sub> + 32 gg)	30/06 (T <sub>A</sub> + 76 gg; T <sub>B</sub> + 32 gg): conteggio infestanti emergenti (37,5 m <sup>2</sup> )						
					ECHCG	AMARE	SOLNI	CHEAL	POLCO	POLLA	SENVU
T	Testimone non trattato	-	-	-	23	91	58	64	8	4	14
1I	Pendimetalin 365 g/l + linuron 445 g/l	2 + 1	A	0	4	15	2	1	6	0	7
1II	Pendimetalin 365 g/l + linuron 445 g/l	2 + 1	A	0	5	0	0	0	0	0	4
	linuron 445 g/l	0,7	B								
1III	Pendimetalin 365 g/l + linuron 445 g/l	2 + 1	A	0	4	0	0	0	2	0	1
	Metribuzin 70%	0,25	B								
2I	Pendimetalin 365 g/l + Metribuzin 70%	2 + 0,2	A	0,33 a	2	2	4	0	6	0	0
2II	Pendimetalin 365 g/l + Metribuzin 70%	2 + 0,2	A	0,33 a	2	0	0	0	0	0	0
	linuron 445 g/l	0,7	B								
2III	Pendimetalin 365 g/l + Metribuzin 70%	2 + 0,2	A	0,67 a	3	0	0	0	4	0	0
	Metribuzin 70%	0,25	B								
3I	Pendimetalin 365 g/l + metribuzin 70% + clomazone 360 g/l	2 + 0,2 + 0,25	A	0,5 a	6	1	0	0	1	0	0
	linuron 445 g/l	0,7	B								
3II	Pendimetalin 365 g/l + metribuzin 70% + clomazone 360 g/l	2 + 0,2 + 0,25	A	0,5 a	2	0	0	0	0	0	0
	linuron 445 g/l	0,7	B								
3III	Pendimetalin 365 g/l + metribuzin 70% + clomazone 360 g/l	2 + 0,2 + 0,25	A	0,75 a	2	0	0	0	0	0	0
	Metribuzin 70%	0,25	B								

*Epoca dei trattamenti: epoca A: 15/04/14 (pre-emergenza); epoca B: 29/05/14 (post-emergenza).*

*Descrizione sintomi fitotossicità: a = riduzione di sviluppo.*

*Località: Cadriano (BO) – Azienda agraria dell'Università di Bologna.*

*Data di semina: 15/04/2014 (distanza tra le file: 20 cm) varietà Nantes di Chiaroia*

## Andamento stagionale

Il mese di aprile è stato caratterizzato da temperature superiori alle medie del periodo e precipitazioni prossime alla norma, ma concentrate in pochi giorni con eventi intensi.

Anche in maggio si sono verificate precipitazioni intense all'inizio e alla fine del mese; le temperature sono risultate prossime alle medie stagionali o lievemente inferiori. Il mese di giugno è stato caratterizzato da un'intensa ma breve ondata di caldo, seguita da una fase più fresca e variabile, con alcuni temporali.

## Risultati

Nel campo di prova si è verificata una diffusa emergenza di *Portulaca oleracea*, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Solanum nigrum*, oltre a minori presenze di altre dicotiledoni quali *Fallopia convolvulus*, *Polygonum lapathifolium*, *Senecio vulgaris*, *Sonchus asper* e *Mercurialis annua*. Tra le specie graminacee era presente *Echinochloa crus-galli*. Nel corso della prova sono comparsi anche focolai di *Cuscuta campestris*.

Le applicazioni preventive di pendimetalin + metribuzin (più o meno addizionati di clomazone) hanno causato un certo ritardo di sviluppo della coltura. Tali effetti fitotossici, anche se non particolarmente gravi, erano ancora in parte visibili all'ultimo rilievo, eseguito ad oltre due mesi dall'applicazione di pre-emergenza. I trattamenti di post-emergenza con linuron e metribuzin hanno determinato solo lievi e transitorie necrosi nel margine fogliare. L'applicazione di pre-emergenza è stata effettuata a metà aprile, su terreno asciutto, ed è stata seguita da leggere precipitazioni nei giorni successivi; la prima pioggia di rilievo (12,8 mm) si è verificata verso fine mese, a distanza di 12 giorni. Successivamente le piogge e le periodiche irrigazioni hanno favorito una buona attivazione degli erbicidi residuali distribuiti.

Tutte le soluzioni preventive hanno fornito un buon contenimento delle infestanti e una sufficiente persistenza d'azione. Esse hanno garantito, nel corso della prova, anche un elevato controllo delle emergenze di *C. campestris*.

Rispetto alla combinazione standard di pendimetalin + linuron, la miscela di pendimetalin + metribuzin è apparsa più efficace soprattutto su *A. retroflexus*, *P. oleracea* e *S. vulgaris*. L'ulteriore aggiunta di clomazone ha permesso di controllare pienamente le emergenze di *S. nigrum*.

Il trattamento di post-emergenza è stato effettuato a fine maggio, quando la coltura aveva raggiunto un'altezza di 10-15 cm.

L'applicazione di metribuzin ha permesso di integrare l'azione dei trattamenti preventivi nei confronti delle poche infestanti dicotiledoni emerse, ed in particolare *A. retroflexus* e *S. vulgaris*. Non ha invece evidenziato una sufficiente efficacia nei confronti di *F. convolvulus*.

**Tabella 18. Prova su finocchio anno 2014 - Tesi a confronto, risultati dei rilievi della fitotossicità e risultati dei rilievi dell'attività erbicida.**

Tesi	Principi attivi	Dosi (l o kg/ha f.c.)	Epoca	Fitotossicità: scala 0-10		03/11 (T <sub>A</sub> + 55 gg; T <sub>B</sub> + 20 gg): conteggio infestanti (20,25 m <sup>2</sup> )						
				03/11 (T <sub>A</sub> + 55 gg; T <sub>B</sub> + 20 gg)	AVEST	Altre graminacee <sup>(1)</sup>	PAPRH	VERSS	LAMPU	CAPBP	MATCH	
T	Testimone non trattato	-	-	-	13	7	66	11	23	5	12	
1I	Pendimetalin 365 g/l + linuron 445 g/l	2 + 1	A	0,17 a	3	2	0	0	0	0	0	
1II	Pendimetalin 365 g/l + linuron 445 g/l linuron 445 g/l	2 + 1	A	0,33 a	1	1	0	0	0	0	0	
		0,7	B									
1III	Pendimetalin 365 g/l + linuron 445 g/l Metribuzin 70%	2 + 1	A	1,83 ab	1	0	0	0	0	0	0	
		0,25	B									
2I	Pendimetalin 365 g/l + Metribuzin 70%	2 + 0,2	A	0,33 a	0	0	0	0	0	0	0	
2II	Pendimetalin 365 g/l + Metribuzin 70% linuron 445 g/l	2 + 0,2	A	0,83 a	1	0	0	0	0	0	0	
		0,7	B									
2III	Pendimetalin 365 g/l + Metribuzin 70% Metribuzin 70%	2 + 0,2	A	2 ab	1	0	0	0	0	0	0	
		0,25	B									
3I	Pendimetalin 365 g/l + metribuzin 70% + clomazone 360 g/l linuron 445 g/l	2 + 0,2 + 0,25	A	0,33 a	3	0	0	0	0	0	0	
		0,7	B									
3II	Pendimetalin 365 g/l + metribuzin 70% + clomazone 360 g/l linuron 445 g/l	2 + 0,2 + 0,25	A	0,67 a	4	0	0	0	0	0	0	
		0,7	B									
3III	Pendimetalin 365 g/l + metribuzin 70% + clomazone 360 g/l Metribuzin 70%	2 + 0,2 + 0,25	A	1,67 ab	0	0	0	0	0	0	0	
		0,25	B									
4I	linuron 445 g/l linuron 445 g/l	1	A	0	3	0	0	31	5	0	0	
		0,7	B									
4II	linuron 445 g/l linuron 445 g/l	1	A	0,67 a	2	0	0	16	0	0	0	
		0,7	B									
4III	linuron 445 g/l Metribuzin 70%	1	A	1,5 ab	1	1	0	0	0	0	0	
		0,25	B									

Epoca dei trattamenti: epoca A: 08/09/14 (pre-trapianto); epoca B: 13/10/14 (post-trapianto).

Descrizione sintomi fitotossicità: a = riduzioni di sviluppo; b = decolorazioni, ingiallimenti.

Località: Cadriano (BO) – Azienda agraria dell'Università di Bologna.

Data di trapianto: 16/09/2014 (distanza tra le file: 75 cm).

## **Andamento stagionale**

Il mese di settembre è risultato molto variabile, con il susseguirsi di diversi passaggi perturbati intervallati da fasi di tempo più stabile. Il mese di ottobre è risultato molto caldo, in particolare nella seconda decade, con un repentino calo delle temperature negli ultimi giorni. Le piogge sono risultate concentrate soprattutto all'inizio della seconda decade del mese.

## **Risultati**

Nel campo di prova si è verificata un'iniziale emergenza di infestanti tipicamente macroterme, come *Portulaca oleracea*, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Solanum nigrum*. Successivamente, da fine settembre sono comparse anche specie a nascita autunnale, come *Papaver rhoeas*, *Veronica persica*, *Lamium purpureum*, *Capsella bursa-pastoris*, *Matricaria chamomilla*, *Stellaria media*, oltre ad alcune graminacee come *Avena sterilis*.

Le applicazioni preventive hanno mostrato una buona selettività colturale. Tutte le combinazioni di trattamento, ad esclusione del solo linuron, hanno determinato alcune lievi ed occasionali riduzioni di crescita.

I trattamenti di post-trapianto con metribuzin (0,25 kg/ha) hanno causato, invece, effetti più evidenti, rappresentati da ritardi di crescita e decolorazioni fogliari.

L'applicazione di pre-trapianto è stata eseguita nella prima decade di settembre ed è stata seguita da intense precipitazioni nei giorni immediatamente successivi. Le piogge, unite alle periodiche irrigazioni, hanno mantenuto un elevato livello di umidità nel suolo, favorendo l'azione degli erbicidi residuali.

Tutte le soluzioni preventive hanno fornito un buon contenimento delle infestanti dicotiledoni ed una sufficiente persistenza d'azione. Solo il formulato linuron, impiegato da solo, è apparso meno efficace, in particolare nel contenimento di *V. persica* e *L. purpureum*.

## **Conclusioni**

La disanima delle numerose prove sperimentali effettuate negli ultimi 11 anni in ambienti pedoclimatici differenziati, permette di trarre alcune esperienze conclusive relative a selettività e grado d'azione degli erbicidi saggiati.

Su barbabietola da zucchero, pur non essendo una coltura minore anche a seguito della notevole riduzione delle superfici, sono stati individuati alcuni importanti principi attivi in grado di migliorare il grado d'azione nonostante l'attuale disponibilità di erbicidi. Tra questi in pre-

emergenza ritardata l'aggiunta di piraflufen-etile alle miscele residuali permette di azzerare la flora infestante emergente. In pre e post-emergenza invece sono stati valutati gli impieghi di clomazone e pendimetalin in miscela con altri componenti anche per il controllo di *Cuscuta campestris*.

Su colza, oltre alla più recente miscela di clomazone + pendimetalin, è stata verificata la selettività e il grado di efficacia erbicida in pre-emergenza di benfluralin e napropamide; quest'ultima, in miscela con altri residuali, ha consentito di aumentare lo spettro d'azione dei prodotti già disponibili.

Nelle più numerose prove eseguite nel gruppo delle leguminose, tra le nuove combinazioni è stato evidenziato la buona selettività e attività di clomazone + pendimetalin addizionati o meno con metribuzin su favino fagiolo e fagiolino. Su cece si sono ottenuti buoni risultati sia di efficacia che selettività con pendimetalin e metribuzin. Su lenticchia sono state provate diverse soluzioni ma con scarsi risultati per quanto riguarda la selettività.

Nelle più articolate esperienze eseguite su cipolla è stata valutata, in particolare in post-emergenza, la possibilità di sostituzione di ioxinil con bromoxinil, oltre che al possibile impiego di bifenox, i quali hanno manifestato una sufficiente selettività e una buona integrazione dello spettro d'azione erbicida.

In pre-emergenza ritardata è stata valutata la possibilità di impiego di piraflufen-etile in miscela con pendimetalin e altri erbicidi di possibile applicazione come cloridazon, che hanno manifestato un buon grado di selettività, al contrario di clorprofam è risultato scarsamente selettivo causando un evidente diradamento della coltura.

Nelle numerose ombrellifere sottoposte a sperimentazione (carota, coriandolo, finocchio, prezzemolo e sedano), in cui si dispone solo per carota di una più rifornita gamma di erbicidi, si è potuto evidenziare che molti di questi principi attivi potrebbero essere estesi all'impiego. Nonostante ciò occorre prestare attenzione nell'applicazione delle miscele e delle relative dosi in funzione della tipologia dei terreni, allo scopo di preservare una sufficiente selettività, in particolare per le colture seminate.

## **Bibliografia**

Campagna G., Fabbri M. (2015). Gestione integrata delle infestanti del colza. *L'Informatore Agrario*, 36, 57-61.

Campagna G., Fabbri M. (2015). Limitata disponibilità di erbicidi per il diserbo delle ombrellifere. *L'Informatore Agrario*, 32, 65-68.

Ferrero A., Maggiore T., Milan M., Zanin G. (2013). Evoluzione delle tecniche e degli indirizzi colturali ed effetti sulle malerbe. *Atti del XIX Convegno SIRFI: "Gestione delle malerbe nelle colture agrarie alla luce delle attuali problematiche legislative, agronomiche e ambientali"* – BO.

Geminiani E., Campagna G. (2013). Evoluzione della disponibilità di erbicidi. *Atti del XIX Convegno SIRFI: "Gestione delle malerbe nelle colture agrarie alla luce delle attuali problematiche legislative, agronomiche e ambientali"* – BO.

Rapparini G. (1996). Il diserbo delle colture. *Edizioni L'Informatore Agrario*.

Rapparini G., Campagna G., Geminiani E., Capella A. (2008). Problematiche, attualità e prospettive delle strategie di lotta alle malerbe delle colture orticole da industria. *Notiziario sulla protezione delle piante – AIPP*, 22, 83-122.

Sattin M., Collavo A., Panozzo., Scarabel L. (2013). La diversità nei sistemi colturali per la gestione delle malerbe resistenti di più difficile controllo. *Atti del XIX Convegno SIRFI: "Gestione delle malerbe nelle colture agrarie alla luce delle attuali problematiche legislative, agronomiche e ambientali"* – BO.



## **GESTIONE DELLE MALERBE NELLE COLTURE MINORI CON MEZZI NON CHIMICI**

**PANNACCI E., TEI F.**

*Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali - Università degli Studi di Perugia  
E-mail: euro.pannacci@unipg.it*

### **Riassunto**

Nei sistemi agricoli una corretta gestione delle piante infestanti dovrebbe prevedere un approccio di tipo integrato tra tutti i diversi mezzi di lotta ammissibili (agronomici, colturali, fisici, meccanici e/o chimici). Nel caso delle “colture minori”, caratterizzate dalla scarsa o addirittura assenza di erbicidi utilizzabili nel controllo chimico, il ricorso all’integrazione tra i diversi mezzi non chimici di controllo assume un ruolo fondamentale per la gestione delle malerbe. Le colture minori sono rappresentate per buona parte da colture orticole alimentari o coltivate per la produzione della semente. In un tale contesto, il controllo della flora infestante presenta aspetti applicativi molto variabili sia per motivi tecnici sia economici in funzione della coltura, del sistema di coltivazione e dell’epoca di impianto, della destinazione del prodotto, delle conoscenze e delle disponibilità tecniche degli operatori e/o delle aziende. Una sintesi delle basi scientifiche su cui poggia l’elaborazione di sistemi razionali di gestione integrata delle malerbe con mezzi non chimici si ritiene, pertanto, utile ad indirizzare la ricerca e le soluzioni applicative.

### **Parole chiave**

Colture minori; Controllo meccanico; Controllo fisico; Gestione delle malerbe.

### **Summary**

In minor crops the low availability or absence of herbicides impose to adopt an integrated use of non-chemical weed control methods. Minor crops are usually vegetables cultivated for food or seed production. In this context, weed control with non-chemical methods can differ a lot due to the different peculiarities of minor crops (species, farming systems, growing systems, planting time, destination, etc). A review on the integrated weed management in minor crops using non-chemical methods could be useful to help the research and improve their practical use.

### **Key words**

Minor crops; Mechanical control; Physical control; Weed management.

## Premessa

Nei sistemi agricoli una corretta gestione delle piante infestanti dovrebbe prevedere un approccio di tipo integrato tra tutti i diversi mezzi di lotta ammissibili (agronomici, colturali, fisici, meccanici e/o chimici) (Buhler, 2002; Zanin e Berti, 1989); ciò allo scopo di attuare con successo un controllo delle malerbe basato su un ricorso limitato e consapevole al mezzo chimico (Berti et al., 2001). Nel caso delle cosiddette “colture minori”, caratterizzate dalla scarsa o addirittura assenza di erbicidi utilizzabili nel controllo chimico, il ricorso all’integrazione tra i diversi mezzi non chimici di controllo assume un ruolo fondamentale per la gestione delle malerbe (Melander e Bàrberi, 2004; Upadhyaya e Blackshaw, 2007). Un sistema integrato di gestione delle malerbe (*Integrated Weed Management System*, IWMS) si compone di due fasi: 1) la gestione della popolazione di malerbe e 2) il controllo vero e proprio (Berti et al., 2001). La gestione delle popolazioni di malerbe comprende a sua volta interventi sulla coltura e interventi sulle popolazioni di malerbe. Gli interventi sulla coltura sono rappresentati dalle scelte di tecnica colturale (scelta varietale, modalità ed epoca d’impianto, disposizione spaziale, modalità di irrigazione e concimazione, colture di copertura, ecc.) che devono favorire quanto più possibile la coltura rispetto alle malerbe nel processo competitivo. Gli interventi sulla popolazione delle malerbe sono invece finalizzati a mantenere una flora equilibrata (ricorrendo soprattutto alla rotazione delle colture) e a ridurre lo stock di semi e gemme nel terreno (riducendo gli apporti di semi per diffusione accidentale o disseminazione naturale, lavorando adeguatamente il terreno, ricorrendo alla falsa semina, ecc.).

In Italia, una coltura è considerata minore se la superficie coltivata è inferiore a 10.000 ettari, se la produzione non supera le 100.000 tonnellate annue oppure se il consumo medio è inferiore a 7,5 g/giorno (Coldiretti, 2012). Le colture minori sono quindi rappresentate per buona parte da colture orticole alimentari o coltivate per la produzione della semente oltre ad altre specie erbacee, anch’esse coltivate in particolare per la produzione della semente (Tisselli e Gengotti, 2006). Quindi, nelle colture minori si riscontrano caratteristiche comuni alle colture orticole in generale, quali: 1) buon numero di specie coltivate; 2) limitata estensione delle superfici colturali; 3) ridotta dimensione aziendale e diverse tipologie di conduzione (imprenditoriale, familiare, ecc.); 4) diverse tipologie della forma organizzativa (industriale, familiare, urbana, sub-urbana) con aggiornamento tecnologico, meccanizzazione delle fasi colturali e capacità di marketing e commercializzazione estremamente variabili.

In un tale contesto, il controllo della flora infestante, come molti altri interventi della tecnica colturale, presenta aspetti applicativi molto variabili sia per motivi tecnici sia economici in funzione della coltura, del sistema di coltivazione (piena aria o coltura protetta) e dell’epoca di impianto, della destinazione del prodotto (mercato fresco, industria di conservazione e di trasformazione,

industria sementiera), delle conoscenze e delle disponibilità tecniche degli operatori e/o delle aziende (Tei e Pannacci, 2005).

Una sintesi delle basi scientifiche su cui poggia l'elaborazione di sistemi razionali di gestione integrata delle malerbe con mezzi non chimici si ritiene, pertanto, utile ad indirizzare la ricerca e le soluzioni applicative.

## **Mezzi culturali di controllo**

### *Azioni preventive*

Le azioni preventive hanno come scopo principale quello di evitare la diffusione delle malerbe già presenti e l'ingresso di specie "esotiche" seguendo alcune semplici regole di profilassi: impiegare sementi dotate di elevata purezza; pulire gli attrezzi e le macchine agricole quando hanno lavorato terreni infestati da specie rizomatose e/o stolonifere; filtrare adeguatamente le acque irrigue al fine di eliminare i semi in esse trasportati; adottare razionali sistemazioni idraulico-agrarie dei terreni al fine di evitare i ristagni idrici, la diffusione di alcune specie infestanti perennanti (es. *Cirsium arvense*, *Equisetum* spp.) e la crescita stentata delle colture; eliminare dai campi coltivati le piante di quelle specie ritenute di difficile e/o costoso controllo prima della loro disseminazione (Tabella 1). Fondamentale risulta, inoltre, la scelta, ove possibile, degli appezzamenti con l'obiettivo di evitare quelli caratterizzati da elevati livelli di infestazione per la coltivazione di specie poco competitive e da seme, quali ad esempio carota, cipolla, aglio e porro o quelli con elevata presenza di infestanti perenni nel caso di colture perenni come ad esempio asparago o colture officinali (Lichtenhahn et al., 2005).

### *Rotazione delle colture, colture di copertura, consociazione*

La rotazione delle colture determina un'ampia variabilità, nel tempo e nello spazio, dei "disturbi" verso le popolazioni di malerbe evitando così la selezione di specie infestanti adattate a specifiche situazioni colturali (Graziani et al., 2012; Murphy e Lemerle, 2006). In altre parole, la rotazione delle colture permette di mantenere comunità di malerbe dove non sono presenti fenomeni di sostituzione e di resistenza, dove c'è equilibrio tra i vari gruppi biologici ed ecofisiologici, dove non predominano specie vicine, dal punto di vista sistematico, alla pianta coltivata e, in definitiva, di favorire comunità di malerbe meno competitive e più facili da gestire (Benoit et al., 2003; Liebman e Davis, 2000) (Tabella 1).

I principi base sono, classicamente, i seguenti:

- alternare colture con differente tipo di vegetazione: ortaggi da foglia (lattuga, spinacio, cavoli), da radice (carote, bietola rossa, cicoria, ecc.) o da tubero (patata), da bulbo (cipolla, aglio), da frutto (solanacee, cucurbitacee), da seme (diverse specie);
- inserire quando possibile cereali (cereali vernini, mais, sorgo);
- alternare colture con cicli colturali differenti;
- evitare l'omosuccessione;
- alternare colture con bassa (es. cipolla, aglio, porro, ravanello, insalate) e alta capacità competitiva (es. patata, cucurbitacee, ecc.);
- alternare colture nelle quali il controllo delle malerbe è più facile ed economico con quelle che hanno invece una gestione più critica.

Se i principi agronomici di base e la loro importanza nella gestione integrata delle malerbe sono inequivocabili, nella realtà operativa (soprattutto nelle colture protette), rotazioni (o avvicendamenti) razionali sono, purtroppo, spesso trascurate per la priorità assegnata a esigenze di carattere economico e di mercato. Omosuccessione e/o avvicendamenti molto stretti, abbinati all'uso ripetuto di pochi erbicidi, sono la causa della formazione di competitive e pertinaci flore di sostituzione in alcuni areali italiani (si pensi alle problematiche create dalle infestanti composite nelle aree venete del radicchio, dalle ombrellifere nelle zone laziali e abruzzesi di produzione della carota, ecc.).

Diversi autori (Bàrberi, 2002; Müller-Schärer e Potter, 1991; Ngouajio et al., 2003) hanno studiato la possibilità di inserire nella rotazione delle colture di copertura (*cover crops*), in genere graminacee, leguminose e/o crocifere, le quali, oltre a migliorare la gestione delle malerbe della coltura in successione, possono mantenere o incrementare la fertilità del terreno e ridurre i rischi di erosione del terreno. Le *cover crops* possono essere anche impiegate come sovesci (Boydston e Hang, 1995; Tosti et al., 2012), come pacciamatura verde (*dead mulching*) lasciando i residui in posto (Kruidhof et al., 2011; Tittarelli et al., 2014) o come pacciamatura viva (*living mulching*) in consociazione temporanea con la coltura da reddito (Brainard e Bellinder, 2004; Brainard et al., 2012; Tosti e Guiducci, 2010). La risposta tecnica delle colture di copertura è comunque fortemente influenzata dalla loro gestione (scelta della specie, epoca di semina, epoca di interrimento o di sfalcio, composizione della flora infestante, disponibilità di risorse idriche e nutritive, temporanea e limitata competizione con la coltura da reddito) (Den Hollander et al., 2007; Hartwig e Ammon, 2002). La consociazione vera e propria tra due colture orticole da reddito, grazie a nuove soluzioni tecniche per la raccolta, sta suscitando un nuovo interesse nell'ambito di sistemi organici e a basso input, come dimostrato da Baumann et al. (2000) in uno studio con porro e sedano.

Infine, in caso di infestazione di piante parassite, nella rotazione possono essere inserite “piante trappola” che stimolano la germinazione dei semi dell’infestante senza essere parassitizzate, permettendone così un controllo adeguato: è questa la tattica proposta con la semina di pisello, erba medica, soia, aglio, sorgo o mais nel controllo di infestazioni di *Orobancha* spp. (Rubiales et al., 2009).

**Tabella 1. Importanza relativa dei metodi culturali di controllo nella gestione delle malerbe nelle colture minori (da Lichtenhahn et al., 2005, modificato).**

Azione	Dettagli	Effetto <sup>1</sup>
Scelta degli appezzamenti	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evitare appezzamenti con elevati livelli di infestazione nel caso di colture poco competitive e da seme (es. carota, cipolla, aglio, porro, ecc.)</li> <li>Evitare appezzamenti con elevata presenza di infestanti perenni soprattutto nel caso di colture perenni (es. asparago, colture officinali)</li> </ul>	+++
Prevenire la dispersione dei semi e dei propaguli delle malerbe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pulizia mezzi agricoli, uso semente con elevata purezza, uso concimi organici ed acqua d’irrigazione senza semi vitali di malerbe</li> <li>Eliminare le piante di malerbe ritenute di difficile e/o costoso controllo prima della loro disseminazione</li> </ul>	++ nel lungo periodo
Rotazione delle colture	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inserire quando possibile cereali (es. cereali vernini, mais, sorgo) e prati</li> <li>Alternare colture con bassa (es. cipolla, aglio, porro, ravanella, insalate) e alta capacità competitiva (es. cucurbitacee, solanacee)</li> </ul>	+++
Colture di copertura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Possibilità di utilizzarle come sovesci (es. veccia, veccia+orzo, veccia+avena, favino, ecc.), come pacciamatura verde (<i>dead mulching</i>) lasciando i residui in posto o come pacciamatura viva (<i>living mulching</i>) in consociazione temporanea con la coltura da reddito (es. segale-broccoli, segale-asparago, frumento duro-favino)</li> </ul>	++
Preparazione del letto di semina o trapianto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ottenere un terreno ben preparato (aiuta impianto e insediamento della coltura, controllo meccanico e controllo chimico)</li> <li>Realizzare la falsa semina</li> </ul>	++ +++
Scelta varietale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Scegliere cultivars con buona competitività verso le malerbe</li> </ul>	+
Impianto della coltura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Scegliere la più adeguata epoca e modalità d’impianto (es. profondità di semina, distanza tra le file, precisione delle file)</li> <li>Preferire ove possibile il trapianto alla semina</li> </ul>	++ +++
Irrigazione e concimazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preferire ove possibile fertilizzazione ed irrigazione localizzata alla coltura (es. fertilizzazione starter, fertilizzazione a bande, fertirrigazione)</li> </ul>	++

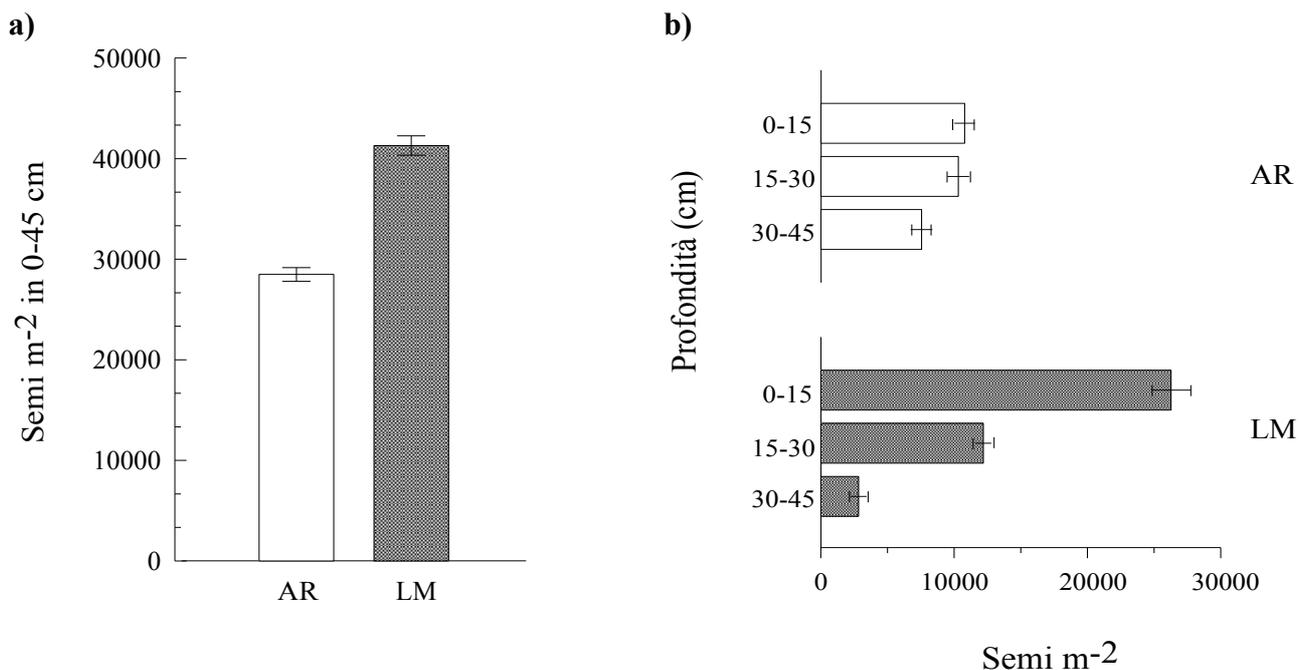
<sup>1</sup>:+ basso; ++ moderato; +++ alto

### *Lavorazione del terreno e falsa semina*

La scelta del tipo e della profondità delle lavorazioni preparatorie influenza la dinamica dello stock di semi nel terreno e delle emergenze delle malerbe in relazione a dormienza, longevità, dimensione dei semi e a capacità di emergenza delle plantule da strati più o meno profondi del terreno (Baldoni et al., 2000; Ferrero e Vidotto, 1998; Marshall e Brain, 1999). Schematicamente e sinteticamente si può affermare che le lavorazioni minime tendono ad accumulare i semi di malerbe negli strati più superficiali del terreno e perciò a favorire la germinazione e l'emergenza delle specie a seme piccolo, poco dormiente e longevo (Figura 1). Particolare attenzione va perciò posta nel loro controllo con le lavorazioni complementari e con i successivi metodi diretti di controllo al fine di evitare l'aumento delle infestazioni per disseminazione delle piante sopravvissute. L'interramento profondo con le arature ha effetti positivi sul controllo di malerbe con semi poco longevi e dormienti, mentre sposta solo nel tempo i problemi creati da quelle che hanno semi che entrano in dormienza secondaria e che hanno elevata longevità (Baldoni e Benvenuti, 2001; Graziani et al., 2007).

Un terreno ben preparato si rivela sempre premessa indispensabile per un miglior impianto (semina e/o trapianto) e più rapido insediamento della coltura, per una miglior applicazione ed efficacia dei successivi interventi di controllo meccanico e per una corretta azione degli erbicidi residuali eventualmente applicati.

La preparazione anticipata del letto di impianto della coltura (falsa semina) coadiuvata, se necessario, anche da un intervento irriguo, è una tecnica che tende a stimolare l'emergenza anticipata (di 2-3 settimane rispetto all'emergenza o al trapianto della coltura) di un certo numero di malerbe dai primi strati di terreno (4-6 cm) (Melander et al., 2005; Rasmussen *et al.*, 2011). Le malerbe emerse possono poi essere eliminate mediante una leggerissima erpicatura (erpici a maglia o erpici strigliatori), con il pirodiserbo o con l'applicazione di un erbicida ad azione totale (glyphosate, gluphosinate ammonium), riducendo di conseguenza l'infestazione nella coltura. Nell'applicazione di tale tecnica è fondamentale che le erpicature interessino solo i primi strati di terreno (1-2 cm) e che l'impianto della coltura avvenga con il minimo disturbo del terreno al fine di evitare di riportare in superficie nuovi semi ed esporli a favorevoli condizioni per la germinazione: ciò, infatti, darebbe origine a nuovi flussi di emergenze. La falsa semina si è dimostrata fondamentale nella gestione delle malerbe in sistemi integrati e biologici su carota (Peruzzi et al., 2005; Tei et al., 2002b), cipolla (Tei et al., 1999), cavoli (Tei et al., 2005), spinacio (Peruzzi et al., 2006) e lattughe (Tei et al., 2007).



**Figura 1. a) Numero di semi vitali rinvenuti dopo 13 anni di frumento tenero in omosuccessione nella banca semi nell'intero profilo di terreno (0-45 cm), gestito con l'aratura (AR, profondità 45 cm) e con la lavorazione minima (LM, profondità 15 cm) e b) influenza del tipo di lavorazione sulla distribuzione verticale dei semi (da Graziani et al., 2007).**

### *Scelta della cultivar*

Le cultivars, oltre che per la capacità produttiva, la resistenza alle avversità parassitarie e le caratteristiche qualitative, dovrebbero essere selezionate e scelte anche per quelle caratteristiche morfologiche e fisiologiche (es. sviluppo dell'apparato radicale, rapida crescita iniziale, apparato fogliare ampio e ombreggiante, azione allelopatica, ecc.) che determinano una buona competitività nei confronti delle malerbe. È solo da pochi anni che questi aspetti sono stati presi in considerazione sia dai miglioratori vegetali sia dalle ricerche agronomiche e malerbologiche (Ngouajio et al., 2001; Paolini et al., 2006; Radicetti et al., 2012).

### *Impianto della coltura*

È fondamentale impiegare semi con elevato vigore e seminare all'epoca e profondità adeguate, su terreni ben preparati, così da avere emergenze regolari ed uniformi e perciò una coltura che si insedia rapidamente ed esercita una migliore competizione verso le malerbe.

Nelle colture in cui è possibile, è preferibile il trapianto alla semina diretta in quanto si crea un vantaggio competitivo iniziale a favore della coltura, il periodo critico della competizione si accorcia e risulta più agevole l'adozione dei mezzi di controllo (meccanici e/o chimici). L'aumento della densità d'impianto e l'adozione di file più strette per aumentare la competitività della coltura (Norris et al., 2001; Uludag et al., 2003) possono offrire delle opportunità applicative interessanti, così come l'impiego di file binate (es. in peperone, pomodoro, cavolfiore, ecc.). In alcune colture,

però, il costo delle piantine da trapianto (es. pomodoro, peperone, ecc.), l'effetto negativo di una maggiore densità sulle dimensioni e sulle specifiche qualitative del prodotto commerciale (es. cavolfiori, lattughe, ecc.) e la necessità di avere file ben spaziate per l'utilizzo dei mezzi meccanici di controllo delle malerbe (es. in cipolla, carota, finocchio, coriandolo, ecc.) limitano questo aspetto della gestione integrata (Bastiaans et al., 2008). Al contrario, in colture normalmente seminate fitte, dove i mezzi meccanici non risultano applicabili (con l'esclusione dell'erpice strigliatore), potrebbe essere utile rivedere le modalità d'impianto, adottando file più larghe al fine di poter impiegare in maniera più agevole i mezzi meccanici di controllo (es. sarchiatrici tradizionali, sarchiatrici di precisione, ecc.).

### *Irrigazione e concimazione*

Il ruolo dell'irrigazione e della concimazione nell'ambito di programmi di gestione integrata delle malerbe non è di facile comprensione, definizione e applicazione. Infatti, la disponibilità di acqua e di elementi nutritivi è un fattore che può avvantaggiare sia le malerbe sia la coltura, in relazione alle loro caratteristiche eco-fisiologiche, determinando un'influenza sui rapporti competitivi non facilmente prevedibile (Santos et al., 2004a; Ugen et al., 2002). In generale si intuisce l'importanza applicativa anche per la IWMS della fertilizzazione localizzata, la quale tende a favorire la crescita iniziale della coltura (es. fertilizzazione starter) e/o a limitare l'apporto di elementi fertilizzanti e di acqua (es. fertilizzazione a bande, fertirrigazione, irrigazione localizzata) alla sola pianta coltivata (Santos et al., 2004b).

### **Mezzi meccanici di controllo**

Sotto la spinta delle esigenze dell'agricoltura biologica, nell'ultimo quindicennio sono stati raggiunti considerevoli miglioramenti nel controllo delle malerbe con mezzi meccanici nelle colture a file spaziate (Bond e Grundy, 2001; Pannacci e Tei, 2014; Raffaelli e Peruzzi, 1998; Van der Weide et al., 2008).

I mezzi meccanici rappresentano un valido ed attuale strumento di controllo delle piante infestanti, in quanto consentono una buona efficacia, rapidità d'azione e non residualità, nonché assenza di inquinamento delle produzioni agricole (Ferrero e Casini, 2001a; Pannacci, 2005): non a caso, il controllo meccanico costituisce lo strumento fondamentale di lotta diretta alle piante infestanti nei sistemi colturali a basso input e biologici. Tuttavia, anche nei sistemi agricoli convenzionali, il ricorso al controllo meccanico, integrato con gli altri mezzi di controllo, può costituire un importante elemento di gestione delle malerbe, consentendo di ridurre l'impiego del diserbo chimico, controllare eventuali specie resistenti agli erbicidi riducendone l'incidenza e, in definitiva,

contribuire a ridurre la pressione di selezione e quindi il tasso di evoluzione delle comunità di malerbe, al fine di limitare i fenomeni di comparsa di flore di sostituzione (Berti et al., 2001).

Non va, tuttavia, dimenticato che il controllo meccanico presenta alcuni inconvenienti, quali un maggior impiego di tempo e risorse che possono interferire con le altre pratiche colturali, una forte dipendenza dalle condizioni pedoclimatiche che possono influenzare sia la tempestività degli interventi che la loro efficacia (che comunque risulta sempre difficile sulla fila della coltura), la necessità di una buona preparazione del personale tecnico per la regolazione e l'impiego corretto dei mezzi meccanici ed i costi, in alcuni casi piuttosto elevati, per l'acquisto e la manutenzione dei mezzi meccanici (Pannacci, 2005; Van der Schans et al., 2006).

I mezzi meccanici possono essere suddivisi, in funzione della diversa localizzazione dell'azione di controllo, in due gruppi principali:

1. Mezzi meccanici a prevalente azione di controllo nell'interfila della coltura
2. Mezzi meccanici a prevalente azione di controllo nella fila della coltura

### **Mezzi meccanici a prevalente azione di controllo nell'interfila della coltura**

Nelle colture a file distanziate, come il mais, il controllo meccanico delle infestanti può essere realizzato in modo selettivo con attrezzature in grado di lavorare nell'interfila. Normalmente l'azione di controllo è piuttosto energica e la devitalizzazione delle malerbe avviene per estirpazione, taglio, trinciatura o lacerazione e ricoprimento.

#### *Sarchiatrici*

Le sarchiatrici tradizionali, in funzione degli organi operativi che utilizzano per il controllo delle infestanti, possono essere distinte in: sarchiatrici ad organi fissi e sarchiatrici ad organi rotanti.

Le sarchiatrici ad organi fissi presentano utensili lavoranti di varia forma (lame orizzontali, vangheggie, zappette a doppio tagliente, ecc.) montati su elementi rigidi o flessibili e necessitano di essere trainate dalla trattrice per poter svolgere la propria azione di controllo. In genere, gli elementi rigidi sono da preferire in terreni argillosi e tenaci che tendono a formare crosta superficiale, in quanto riescono meglio a penetrare nel terreno devitalizzando le infestanti; in terreni di medio impasto o sabbiosi ricchi di scheletro sono da preferire gli elementi flessibili (Frondoni e Bàrberi, 2000). Il controllo si realizza soprattutto mediante azione di taglio, estirpamento e ricoprimento delle infestanti; ciò dipende naturalmente dal tipo di organo lavorante utilizzato e dalla specie e stadio di sviluppo dell'infestante.

Le sarchiatrici ad organi rotanti, generalmente più complesse delle precedenti, presentano organi lavoranti che determinano il rimescolamento parziale dello strato superficiale del suolo, consentendo

il controllo delle malerbe soprattutto grazie all'azione di estirpamento e ricoprimento. Gli utensili lavoranti possono essere di vario tipo: dischi scanalati, dischi con lame uncinato, stelle, zappette rotative, ecc., generalmente riuniti in gruppi, ciascuno operante su ogni interfila. La rotazione degli organi lavoranti può essere generata dal semplice traino della sarchiatrice (organi folli sullo stesso asse) come nel caso della sarchiatrice stellare o mediante la presa di potenza della trattrice come nel caso delle zappatrici e fresatrici interfilari.

Entrambe le tipologie di sarchiatrici descritte consentono di poter intervenire fino in fase avanzata di sviluppo delle colture (40-50 cm di altezza e comunque in pre-chiusura dell'intefila) e grazie alla buona velocità di lavoro (variabile dai 4 fino ai 8 km h<sup>-1</sup>, in funzione del tipo di sarchiatrice) consentono una buona tempestività d'intervento e buone capacità operative (variabili in funzione della larghezza della sarchiatrice).

L'efficacia della sarchiatura nel controllo delle piante infestanti è molto legata a fattori sito-specifici, quali caratteristiche del terreno (tessitura, umidità), condizioni climatiche dopo gli interventi, oltre naturalmente agli aspetti relativi alle caratteristiche tecniche degli organi lavoranti (dimensione, forma, profondità d'intervento). Le piogge che intervengono al momento o poco dopo la sarchiatura, ad esempio, possono ridurre fino al 30-40% l'efficacia dell'intervento (Ferrero e Casini, 2001a; Lichtenhahn et al., 2005).

Il limite principale della sarchiatura, tuttavia, consiste nella ridotta capacità di contenere l'infestazione presente sulla fila (Ascard e Bellinder, 1996; Ascard e Fogelberg, 2002). La sarchiatura migliora la sua efficacia quando viene abbinata, in colture che lo consentono, alla rincalzatura che ne aumenta il controllo delle infestanti lungo la fila come dimostrato su mais, girasole e soia (Balsari et al., 1993; Pannacci e Covarelli, 2003, 2004; Pannacci e Tei, 2014) o su colture minori come cipolla da seme trapiantata (Tabella 2 e Figura 2) (Pannacci et al., 2008).

“Sarchiatrici di precisione” realizzate presso l'Università di Pisa con diverse combinazioni di elementi sarchianti (zampe d'oca, utensili ad “L”, dischi e denti elastici), allo scopo di aumentarne le possibilità d'intervento su interfile più strette (fino a 20-25 cm) e più vicino alle file delle colture, hanno fornito ottimi risultati, rispetto a sarchiatrici tradizionali, su colture minori come carota, radicchio, finocchio, cipolla e spinacio in biologico (Peruzzi et al., 2005).

La sarchiatura dell'interfila può trovare, inoltre, un'ottima integrazione con il diserbo chimico della fila; grazie a questa tecnica è possibile ridurre fino al 65% l'impiego di prodotto chimico (Balsari et al., 1989; Covarelli, 1989; Pannacci e Tei, 2014).

**Tabella 2. Effetti di trattamenti meccanici sul ricoprimento, sulla densità e sul peso secco delle malerbe in cipolla da seme trapiantata in due anni di sperimentazione (da Pannacci et al., 2008, modificato).**

Trattamenti	2006		2007	
	Ricoprimento (%)	Densità (n. m <sup>-2</sup> )	Densità (n. m <sup>-2</sup> )	Peso secco (g m <sup>-2</sup> )
Sarchiatura	11.4 a	16.3 b	34.3 b	49.3 bc
Sarchiatura + rincalzatura	8.1 a	5.3 a	16.5 a	12.0 a
Sarchia-separatrice	7.7 a	11.5 ab	27.0 ab	41.4 ab
Finger-weeder	12.4 a	5.3 a	59.3 b	95.3 bc
S.-separatrice + F.-weeder	4.6 a	6.3 a	26.0 ab	36.4 ab
Testimone non trattato	57.6 b	46.3 c	69.3 b	145.6 c

*In ogni colonna i valori seguiti da almeno una lettera in comune non sono statisticamente diversi per P=0.05*

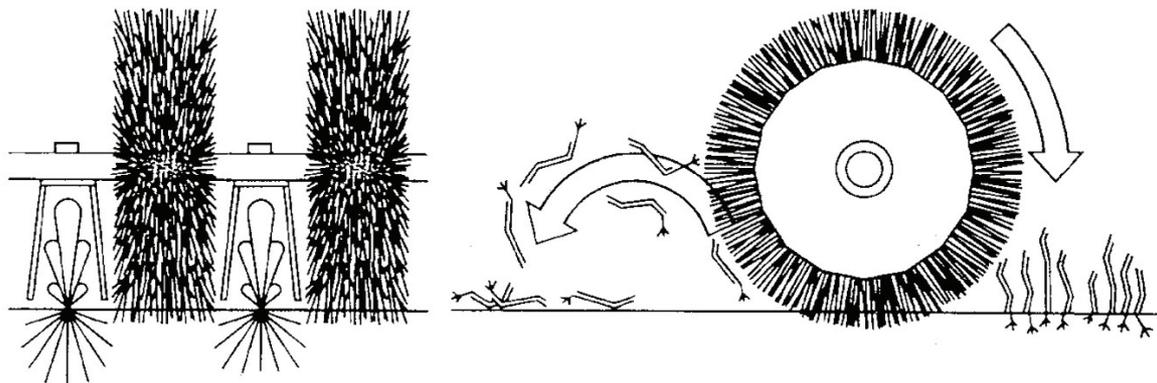


**Figura 2. Cipolla da seme trapiantata (interfile di 50 cm) in seguito a trattamento meccanico di sarchiatura e rincalzatura.**

### *Spazzolatrici*

Le spazzolatrici rotative sono macchine per il controllo meccanico delle piante infestanti la cui azione sulle malerbe è di lacerazione ed estirpazione ad opera di spazzole in polipropilene mosse dalla presa di potenza della trattrice e ruotanti attorno ad un asse orizzontale o verticale (Figura 3) (Ferrero e Vidotto, 1998). Le prime determinano il controllo delle infestanti sull'interfila, le seconde prevalentemente vicino alla fila della coltura. Nei modelli ad asse orizzontale la posizione delle spazzole sull'albero orizzontale può essere variata a seconda delle dimensioni dell'interfila e la coltura viene protetta con apposite schermature (Raffaelli e Peruzzi, 1998) (Figura 3). Il terreno

viene interessato solo superficialmente durante l'intervento riducendo il rischio di stimolare l'emergenza di nuove malerbe. Le spazzolatrici trovano applicazione soprattutto nelle colture orticole (Tei et al., 2003; Tei e Pannacci, 2005) e su malerbe ai primi stadi di sviluppo (Fogelberg e Dock Gustavsson, 1999). Gli aspetti negativi sono la scarsa efficacia nei confronti delle infestanti in stadi fenologici avanzati, la scarsa capacità operativa (0,3-0,5 ha h<sup>-1</sup>) oltre ad una rapida usura delle spazzole ed una forte dipendenza dell'intervento dalle condizioni di umidità del terreno.



**Figura 3. Schema di una spazzolatrice ad asse orizzontale (da Ferrero e Vidotto, 1998).**

#### *Sarchia-separatrice (split-hoe)*

Apparsa recentemente sul mercato, la sarchia-separatrice è stata progettata e brevettata in Germania (Asperg Gartnerebedarf, Germany) per il controllo delle infestanti nell'interfila di colture erbacee, in particolare orticole. Questa macchina riunisce in sé i vantaggi della sarchiatrice, della fresatrice interfilare e della spazzolatrice senza ereditarne gli svantaggi. Infatti, mentre ognuna di queste tre attrezzature ha alcuni limiti d'impiego (legati al tipo di infestante, alla tessitura ed umidità del terreno), la sarchia-separatrice risulta meno dipendente dai fattori indicati e quindi in grado di operare con un margine di applicazione più ampio rispetto alle altre tre, presentando, inoltre, un'azione meccanica energica e non selettiva tra infestanti giovani o più sviluppate e annuali o perenni (Bàrberi e Frondoni, 1999; Pannacci e Tei, 2014).

Questa macchina determina il controllo delle infestanti su colture con interfile di 40-50 cm fino a 20-25 cm, lasciando una sottile striscia (circa 8 cm) di terreno non lavorato a cavallo della fila, in corrispondenza di particolari carter a protezione della coltura (Figura 4a). L'azione di controllo delle infestanti è svolta da zappette rigide larghe e piane con vomeri orizzontali simmetrici e da robusti fili di acciaio flessibili montati su flange rotanti a mo' di spazzola (Figura 4b). Le zappette tagliano e sollevano le infestanti assieme alla terra, mentre i fili di acciaio le estirpano e separano dal terreno, facendole ricadere sulla superficie, con le radici prive di terra, in modo tale che possano disseccare più facilmente e rapidamente (Figura 5). Per quanto riguarda la sperimentazione, buoni

livelli di efficacia sono stati ottenuti su barbabietola da zucchero in prove condotte in Emilia Romagna (Bartolozzi, 2001).



**Figura 4. a) Sarchia-separatrice su spinacio (interfile di 25 cm): sono visibili i carter a protezione della coltura; b) fili di acciaio flessibili montati su flange rotanti a mo' di spazzola (da Tei et al., 2002a).**



**Figura 5. (a) Malerbe dicotiledoni e (b) monocotiledoni sulla superficie del terreno, con le radici prive di terra, dopo un trattamento con sarchia-separatrice su soia (interfile di 50 cm).**

Nel centro Italia, in prove sperimentali su girasole infestato da *Amaranthus retroflexus* L., *Solanum nigrum* L., *Chenopodium album* L. ed *Echinochloa crus-galli* L., la sarchia-separatrice ha fornito valori di efficacia variabili dal 65% al 90% rispetto al controllo non trattato (Pannacci e Covarelli, 2005). Negli stessi ambienti con infestazioni simili, risultati analoghi sono stati ottenuti anche su mais e soia (Pannacci e Tei, 2014). Gli stessi autori, inoltre, hanno evidenziato come su cipolla da seme trapiantata ad interfile di 50 cm (Tabella 2) e spinacio seminato ad interfile di 25 cm, il controllo meccanico con sarchia-separatrice abbia consentito una riduzione del numero delle malerbe, rispetto al controllo non trattato, pari al 70% e 80%, rispettivamente (Pannacci et al., 2008; Tei et al., 2002a). Ciò consente di poter affermare che la sarchia-separatrice potrebbe trovare

favorevole applicazione per il controllo meccanico delle malerbe in colture minori seminate o trapiantate ad interfile strette anche fino a 20-25 cm (ad es. lattughe, radicchi, cavoli, carota, cipolla, cece, lenticchia, fagiolo, ecc.), in interventi precoci anche ripetuti nel tempo, con la limitazione legata al portamento ed allo stadio di sviluppo delle colture, per la necessità che queste debbano passare al di sotto dei carter di protezione senza essere danneggiate (Figura 4a).

### **Mezzi meccanici a prevalente azione di controllo nella fila della coltura**

Nel controllo meccanico delle piante infestanti le colture agrarie, diverse sperimentazioni hanno mostrato come il problema maggiore sia rappresentato dal controllo delle infestanti nella fila delle colture (Ascard e Bellinder, 1996; Ascard e Fogelberg, 2002; Melander et al., 2015; Melander e Rasmussen, 2001; Pannacci e Tei, 2014; Peruzzi et al., 2005). Ciò ha portato allo sviluppo, soprattutto negli ultimi anni, di mezzi meccanici in grado di migliorare il controllo delle infestanti nella fila, garantendo al contempo una buona selettività per le colture, così che impiegati in abbinamento ai mezzi meccanici per il controllo nell'interfila possano consentire un aumento dell'efficacia totale degli interventi.

#### *Diserbatore rotante a dita (sarchiatrice a dita rotanti o finger-weeder)*

Tra i mezzi meccanici sviluppati recentemente per il controllo delle infestanti nella fila, interessante risulta essere il diserbatore rotante a dita o “finger-weeder” (Kress Umweltschonende Landtechnik, Germany, visibile on line: [http://www.kress-landtechnik.de/wEnglisch/produkte/gemuesebau/hacktechnik/fingerhacke\\_start.shtml?navid=12](http://www.kress-landtechnik.de/wEnglisch/produkte/gemuesebau/hacktechnik/fingerhacke_start.shtml?navid=12)) (Figura 6). Questa macchina dispone di elementi sarchianti a “zampa d’oca” rigidi e a doppio tagliente, operanti nell'interfila; ad esse è affiancata una coppia di piattelli folli (disponibili in tipologie diverse per diametro e lunghezza e flessibilità dei denti gommati) leggermente inclinati rispetto all’orizzontale, che lavorano uno di fronte all’altro sulla fila e dotati radialmente di dita gommate la cui funzione è quella di penetrare lungo la fila della coltura, smuovendo superficialmente il terreno, allo scopo di sradicare le malerbe (Figura 6). La profondità di lavoro varia generalmente da 1 a 3 cm. Questa macchina, per la precisione che richiede durante l’intervento, viene utilizzata con larghezze di lavoro e velocità di avanzamento che sono limitate dalle possibilità di guida e che perciò non superano le 6 file ed i 4-5 km h<sup>-1</sup> (Raffaelli e Peruzzi, 1998).

Esperienze sperimentali condotte su colture orticole hanno mostrato un’efficacia nel controllo delle malerbe non sempre soddisfacente, soprattutto su infestanti oltre le 2-4 foglie vere e in terreni compatti, ed una scarsa selettività verso le colture (Ascard e Bellinder, 1996; Kurstjens e Bleeker, 2000). In particolare, il trattamento con finger-weeder su cipolla seminata allo stadio di cotiledone

(4-5 cm)-prima foglia (1-2 cm), in presenza di un'elevata infestazione di *P. oleracea* (182 piante m<sup>-2</sup>) e *A. retroflexus* (27 piante m<sup>-2</sup>) ha consentito un controllo delle malerbe del 50% e una scarsa selettività per la cipolla, con un danno del 25% in termini di riduzione della densità della coltura (Pannacci et al., 2007; Pannacci et al., 2008). Negli stessi ambienti, con un'infestazione simile su spinacio seminato ad interfile di 25 cm, un trattamento con finger-weeder eseguito con la coltura allo stadio di 4-6 foglie vere e le malerbe allo stadio di 2-4 foglie vere, ha mostrato un'efficacia pari al 68% senza arrecare danno allo spinacio (Tei et al., 2002a). Esperienze su pomodoro trapiantato in biologico hanno evidenziato per finger-weeder una buona efficacia nel controllo di malerbe dicotiledoni nella fila ed una buona selettività verso la coltura (Guiducci, comunicazione personale). In sperimentazioni su barbabietola da zucchero la finger-weeder ha mostrato, oltre ad una modesta efficacia, una scarsa selettività che ne sconsiglia l'impiego prima delle 4-6 foglie della coltura (Tugnoli, 2002). Su mais, girasole e soia in presenza di elevate infestazioni di *A. retroflexus*, *Portulaca oleracea*, *C. album* ed *E. crus-galli*, l'impiego della finger-weeder, pur garantendo una buona selettività, ha mostrato un'efficacia erbicida sempre inferiore al 65%, a causa della sua azione poco energica che ne riduce l'efficacia verso le malerbe oltre le 2-4 foglie vere, specialmente se graminacee, e in terreni tenaci. In situazioni di scarse infestazioni con prevalenza di specie dicotiledoni e su terreni tendenzialmente sciolti, la finger-weeder può trovare una valida applicazione in abbinamento alla sarchia-separatrice per migliorare l'efficacia complessiva del trattamento meccanico (Pannacci et al., 2008; Pannacci e Covarelli, 2005; Pannacci e Tei, 2014).

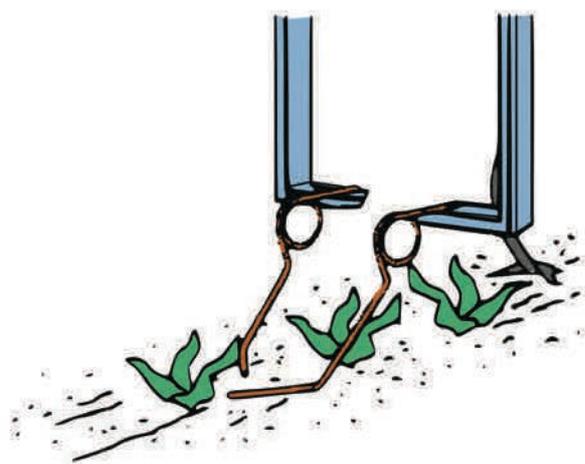


**Figura 6. a) Finger-weeder: sono visibili gli elementi sarchianti a “zampa d’oca” e i piattelli con le dita gommate; b) finger-weeder durante un trattamento su soia.**

#### *Diserbatore elastico (torsion-weeder)*

Questo attrezzo, molto semplice, è costituito da denti elastici di acciaio (diametro di circa 9 mm). Questi formano una spira in corrispondenza dell'attacco al telaio (per conferirgli elasticità) e presentano una prima parte rettilinea verticale di circa 30-40 cm che raggiunge il terreno, a livello

del quale hanno una torsione verso la fila della coltura con una seconda parte orizzontale, più corta della precedente, che arriva ad operare in prossimità della pianta coltivata (Raffaelli e Peruzzi, 1998) (Figura 7). Normalmente, tale utensile viene inserito in attrezzature più complesse come le “sarchiatrici di precisione” che ne consentono un miglior adattamento al terreno e con altri utensili (lame orizzontali, zappette a doppio tagliente) che ne completano il controllo tra le file (Peruzzi et al., 2005). Il *torsion-weeder* trova applicazione soprattutto su colture orticole, dove ha mostrato buoni risultati di efficacia uniti ad una buona selettività. Su cipolla si sono ottenute produzioni paragonabili a quelle del controllo chimico (Ascard e Bellinder, 1996); su porro il *torsion-weeder* ha fornito un controllo delle infestanti pari all’80% (Kurstjens e Bleeker, 2000).



**Figura 7. Schema del diserbatore elastico o “torsion-weeder”.**

Esperienze condotte su mais e barbabietola da zucchero hanno mostrato una buona efficacia soprattutto su infestanti nei primi stadi di sviluppo e la possibilità di essere abbinato favorevolmente alle sarchiatrici di precisione; la selettività è spesso condizionata dallo stadio della coltura e da una corretta regolazione dell’attrezzo (Kurstjens e Bleeker, 2000; Peruzzi et al., 2006; Raffaelli et al., 2005).

### *Erpice strigliatore*

L’erpice strigliatore è un attrezzo costituito da due o più telai modulari su cui sono inseriti denti elastici di diametro variabile da 6 a 8 mm conformati a “J” e disposti su più file in modo da operare anche su porzioni di terreno molto vicine tra loro, fino ad una distanza minima di 2,5 cm (Figura 8). La profondità di lavoro dei denti può essere regolata variando sia la quota di appoggio di appositi ruotini, sia l’inclinazione dei denti, cioè l’angolo che questi formano con la perpendicolare alla superficie del terreno. Per questi ed altri motivi, l’erpice strigliatore può essere considerato un

mezzo meccanico dotato di una buona flessibilità d'impiego nel controllo meccanico delle infestanti. Infatti, oltre all'impiego sui cereali autunno-vernini, dove rappresenta l'unico mezzo di controllo nel caso di agricoltura biologica, negli ultimi anni diverse sperimentazioni hanno mostrato la possibilità di utilizzare favorevolmente l'erpice strigliatore anche su colture a file spaziate come mais, girasole, soia, fagiolino, carota, cipolla, ecc. (Ascard e Bellinder, 1996; Pannacci e Tei, 2014; Raffaelli et al., 2002a, 2002b). Al fine di limitare al minimo i danni nei confronti delle colture, l'erpice strigliatore dovrebbe essere impiegato non prima che queste abbiano ben radicato, in genere dopo lo stadio di 4 foglie (Lichtenhahn et al., 2005). A tal proposito, sono da preferire le colture a semina più profonda come pisello, lenticchia, fagiolo e cece in quanto caratterizzate da un precoce e miglior ancoraggio radicale al terreno. Inoltre, l'erpice strigliatore risulta efficace prevalentemente su malerbe dicotiledoni ai primi stadi di sviluppo (cotiledoni-prime foglie vere). Le malerbe graminacee risultano meno sensibili all'azione di sradicamento e ricoprimento esercitata dall'erpice strigliatore. Oltre all'impiego in presenza della coltura, l'erpice strigliatore può essere utilizzato anche in assenza della coltura per l'eliminazione delle infestanti prima della semina, quando venga realizzata la preparazione anticipata del letto di semina, o in trattamenti in pre-emergenza della coltura, nel caso di colture a lenta emergenza o quando la falsa semina non sia stata eseguita.



**Figura 8. a) Erpice strigliatore durante un trattamento su girasole; b) particolare dei denti elastici.**

In prove sperimentali su cipolla da seme, il trattamento con erpice strigliatore eseguito con la coltura allo stadio di prima foglia lunga 1-2 cm, in presenza di un'elevata infestazione di *P. oleracea* (182 piante m<sup>-2</sup>) e *A. retroflexus* (27 piante m<sup>-2</sup>) allo stadio di 2 foglie vere, ha consentito un controllo delle malerbe di appena il 25% con un danno di circa il 50% in termini di riduzione della densità della coltura (Pannacci et al., 2007; Pannacci et al., 2008). Prove sperimentali realizzate in Italia centrale, su infestazioni di *A. retroflexus*, *P. oleracea*, *C. album*, *P. persicaria*, *D. sanguinalis* ed *E. crus-galli*, hanno mostrato come l'erpice strigliatore non riesca a fornire livelli di controllo superiori al 50%, per la ridotta efficacia nei confronti di malerbe oltre le 2 foglie vere e in

particolare nei confronti di *P. persicaria*, *D. sanguinalis* ed *E. crus-galli* (Pannacci e Tei, 2014). Gli stessi autori hanno dimostrato come su queste malerbe un doppio intervento contemporaneo con erpice strigliatore non ha incrementato in maniera significativa il controllo rispetto al singolo intervento (Pannacci e Tei, 2014). Altre sperimentazioni hanno fornito importanti informazioni sull'influenza della diversa regolazione dei denti sia in termini di efficacia sulle infestanti sia di selettività verso la coltura (Raffaelli et al., 2005).

Una sintesi delle principali caratteristiche dei mezzi meccanici fin qui illustrati viene fornita in Tabella 3 e Tabella 4.

In generale l'efficacia dei mezzi meccanici di controllo delle malerbe è fortemente influenzata dal tipo e dallo stato idrico del terreno, dalle specie infestanti presenti, dalla loro resistenza all'estirpazione (*uprooting*) (Fogelberg e Dock Gustavsson, 1998) e dallo stadio di crescita di coltura e malerbe (Fogelberg e Dock Gustavsson, 1999); il loro impiego, quindi, deve essere adeguatamente sperimentato nelle diverse condizioni pedo-climatiche e colturali (Rasmussen, 1996). Tuttavia, le possibilità applicative dei mezzi di controllo meccanico sembrano suscitare un interesse crescente in seguito alla richiesta sempre maggiore di prodotti ottenuti senza (agricoltura biologica) o con ridotto impiego di sostanze di sintesi (agricoltura integrata).

Inoltre, negli ultimi anni, sotto la spinta dell'agricoltura di precisione, ricercatori ed industria hanno sviluppato moderni mezzi meccanici di controllo equipaggiandoli con "sistemi intelligenti" (sensori, telecamere, ecc.) per l'automazione dei mezzi di controllo (Slaughter et al., 2008). Attualmente, l'impiego di queste tecnologie ha già prodotto alcune macchine con sistemi automatizzati per il controllo meccanico delle malerbe, disponibili sul mercato europeo, quali Robovator ([www.visionweeding.com](http://www.visionweeding.com)), Robocrop ([www.garford.com](http://www.garford.com)) and Steketee IC ([www.steketee.com](http://www.steketee.com)) (Melander et al., 2015). Queste macchine sono particolarmente adatte ad operare su colture impiantate a file spaziate e con piante sulla fila piuttosto distanziate quindi in definitiva con densità piuttosto basse e laddove si riesca a creare una forte differenziazione in termini di sviluppo tra malerbe e colture, quindi meglio su colture trapiantate. Poche sono le risultanze sperimentali, al momento disponibili, sulla loro efficacia nel controllo delle malerbe. A tal proposito uno studio con Robocrop ha mostrato come su cavolo trapiantato si siano ottenuti livelli di efficacia variabili dal 62% all'87% nella zona di 240 mm di raggio intorno alle piante (Tillett et al., 2008). Fennimore et al. (2014) su sedano, lattuga e radicchio trapiantate hanno ottenuto migliori risultati con Robocrop rispetto ad una sarchiatrice tradizionale nel ridurre le malerbe nella fila e di conseguenza la necessità di scerbature manuali. Infine, Melander et al. (2015) su cipolla e cavolo trapiantate non hanno osservato differenze significative nella riduzione delle malerbe nella fila tra Robovator e mezzi meccanici tradizionali (erpice strigliatore, finger-weeder e torsion-weeder).

**Tabella 3. Mezzi meccanici per il controllo delle malerbe nell'interfila e loro principali caratteristiche.**

Mezzi per il controllo delle malerbe nell'interfila	Sarchiatrici ad organi fissi	Sarchiatrici ad organi rotanti folli	Fresatrici interfilari	Spazzolatrice ad asse orizzontale	Sarchia-separatrice
Azione di controllo	– Estirpazione, taglio e ricoprimento con il terreno	– Estirpazione e ricoprimento con il terreno	– Estirpazione, lacerazione e ricoprimento con il terreno	– Estirpazione e malerbe lasciate sul terreno	– Taglio, estirpazione e malerbe lasciate sul terreno a radice nuda
Profondità di lavoro	– 3-5 cm	– 4-5 cm	– 4-6 cm	– 1-3 cm	– 1-4 cm
Tipologie di terreno	– Sia terreni argillosi (organi rigidi) sia sabbiosi ricchi di scheletro (organi flessibili)	– Meglio in terreni sciolti o di medio impasto	– Sia terreni argillosi sia sabbiosi, senza sassi	– Meglio in terreni sciolti o di medio impasto non compatti e ben livellati	– Sia terreni argillosi sia sabbiosi, senza sassi
Distanza tra le file	– da 20-25 cm a 50 cm	– da 40 cm a 50-75 cm	– da 30 cm a 40-50 cm	– da 20-25 cm a 40 cm	– da 20-25 cm a 40 cm
Stadio ottimale delle malerbe	– fino a 4-6 foglie vere	– dai cotiledoni fino a 4 foglie vere	– dai cotiledoni-2 foglie vere, fino a malerbe anche molto sviluppate	– dai cotiledoni fino a 4 foglie vere	– dai cotiledoni fino a 6-8 foglie vere
Stadio ottimale delle colture	– a partire dai cotiledoni (con protezioni); altrimenti a partire dalle 4 foglie vere fino a quando non si inizia ad arrecare danno alla coltura	– idem	– a partire da 2 foglie vere fino a quando non si inizia ad arrecare danno alla coltura	– a partire dai cotiledoni fino a quando non si inizia danno ad arrecare danno alla coltura	– a partire dai cotiledoni fino a quando non si inizia ad arrecare danno alla coltura
Colture adatte	– tutte le colture a file distanziate	– idem	– idem	– idem	– idem
Capacità di lavoro in ha h <sup>-1</sup> (per una data larghezza)	– 0.5 (1,5 m)	– 1.5 (3 m)	– 0.3 (1,5 m)	– 0.4 (1,5 m)	– 0.4 (1,5 m)
Informazioni aggiuntive	– Preferire interventi superficiali, il più possibile vicino alla fila	– È richiesta un'attenta regolazione	– Evitare in caso di malerbe perenni – Si raccomanda solo in caso di malerbe molto sviluppate	– Causa polverizzazione del terreno	– Favorisce la rapida devitalizzazione delle malerbe

### Scerbature manuali

Nei sistemi culturali biologici, nonostante l'accurata gestione delle popolazioni di malerbe, l'applicazione della falsa semina, del pirodiserbo in pre-semina e/o pre-emergenza e di ripetuti interventi meccanici nell'interfila e/o vicino alla fila delle colture, è spesso necessario intervenire manualmente per completare l'azione di controllo delle malerbe (Chatizwa, 1997). L'impiego di manodopera è elevatissimo: fino a 300 h ha<sup>-1</sup> in cipolla e 500 h ha<sup>-1</sup> in carota (Tei et al., 1999, 2002b).

**Tabella 4. Mezzi meccanici per il controllo delle malerbe nella fila e loro principali caratteristiche.**

<b>Mezzi per il controllo delle malerbe nell'interfila</b>	<b>Finger-weeder</b>	<b>Torsion-weeder</b>	<b>Erpice strigliatore</b>
Azione di controllo	– Estirpazione e ricoprimento con il terreno	– Estirpazione e ricoprimento con il terreno	– Estirpazione e ricoprimento con il terreno
Profondità di lavoro	– 1-3 cm	– 1-3 cm	– 1-3 cm
Tipologie di terreno	– Meglio in terreni sciolti o di medio impasto non compatti	– Meglio in terreni sciolti o di medio impasto non compatti	– Meglio in terreni sciolti o di medio impasto non compatti
Distanza tra le file	– da 25-30 cm a 40-50 cm	– da 20-25 cm a 75 cm	
Stadio ottimale delle malerbe	– dai cotiledoni a 2-4 foglie vere	– dai cotiledoni a 2 foglie vere	– dai cotiledoni a 2-4 foglie vere
Stadio ottimale delle colture	– quando ben radicate (a partire da 4 foglie)	– quando ben radicate (a partire da 4 foglie)	– quando ben radicate (a partire da 4 foglie)
Colture adatte	– fagiolino, cavoli, pomodoro, porro, spinacio, lattughe, carota, finocchio	– fagiolino, cavoli, pomodoro, porro, sedano, lattughe, finocchio	– fagiolino, carota, cipolla, pisello, lenticchia, cece, cereali minori
Capacità di lavoro in ha h <sup>-1</sup> (per una data larghezza)	– 0.5 (1,5 m)	– 0.5 (1,5 m)	– 2.5 (6 m)
Informazioni aggiuntive	– Elevata usura degli elementi in gomma – In combinazione con sarchia-separatrice e sarchiatrici	– In aggiunta a sarchiatrici di precisione	

### Mezzi fisici di controllo

I mezzi fisici che in generale trovano un'applicazione nel controllo delle malerbe e che quindi potrebbero essere utilizzati anche nel caso delle colture minori, sono la pacciamatura, la solarizzazione, il pirodiserbo e l'uso del calore umido (vapore) (Ferrero e Vidotto, 1998; Melander et al., 2005; Melander e Jørgensen, 2005; Peruzzi et al., 2009). Altri trattamenti termici con apparecchiature a microonde, a raggi laser, a raggi gamma, elettriche ed il criodiserbo sebbene

siano già ad uno stato avanzato di sperimentazione, devono ancora risolvere problemi di carattere funzionale ed economico prima della loro utilizzazione nella realtà operativa.

### *Pacciamatura*

L'efficacia della pacciamatura con materiali organici (foglie, paglia, segatura, cortecce triturate, aghi di pino, ecc.) e film plastici neri, grigi o fumé nel contenimento delle malerbe e nel miglioramento di alcune caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche del terreno è stata ampiamente studiata ed è universalmente nota (Abdul-Baki et al., 1996; Grassbaugh et al., 2004; Minuto et al., 2005; Wang et al., 2009). La pacciamatura organica trova impiego prevalente nei sistemi colturali biologici anche se l'efficacia dipende molto dall'altezza dello strato pacciamante (Teasdale e Mohler, 2000) e l'economicità dall'origine aziendale del materiale (Runham e Town, 1995).

La pacciamatura con film neri in polietilene (PE) è largamente diffusa in molte colture orticole (es. fragola, pomodoro, melanzana, melone, cocomero, ecc.) in quanto molto efficace nel controllo delle infestanti pur determinando, rispetto ai film trasparenti, un minor riscaldamento del terreno (Ferrero e Vidotto, 1998).

Negli ultimi anni sono stati riproposti, con accoglimento superiore al passato (grazie anche ai costi più sostenibili), alcuni film fotoselettivi (es. bianco-nero, marrone, rosso-marrone, argento-marrone, argento-nero, giallo-marrone) che combinano le proprietà termiche precocizzanti dei film plastici trasparenti e le proprietà di controllo delle malerbe di quelli neri, con alcuni effetti specifici come l'effetto repulsivo nei confronti degli afidi (Brown e Brown, 1992; Majek e Neary, 1991).

Un sempre maggiore interesse stanno riscuotendo i film con materiali termoplastici a base di amido di mais che sono biodegradabili e assicurano un'azione pacciamante di 2-4 mesi, sufficiente a coprire il periodo critico della competizione di gran parte delle colture orticole. La loro efficacia nel controllo delle piante infestanti e la loro velocità di degradazione risultano influenzate principalmente dalla formulazione e dallo spessore. Risultati positivi sono stati ottenuti su diverse colture orticole (lattuga, pomodoro, basilico), dove, oltre a fornire un buon effetto diserbante e precocizzante, possono essere incorporati nel terreno a fine ciclo degradandosi rapidamente (Minuto et al., 2005).

Tra i materiali non plastici un certo interesse rivestono i fogli di composti cellulósici (*paper mulches*), incorporabili nel terreno a fine ciclo, che hanno dimostrato un efficiente controllo delle malerbe in cocomero (Sanchez et al., 2008), fagiolino e pomodoro (Radics e Bognár, 2004) e in pomodoro da industria per il controllo di *Cyperus rotundus* (Cirujeda et al., 2012). Presentano,

tuttavia, un'azione precocizzante inferiore rispetto ai film plastici (Paolini, 2000), oltre ad una più rapida degradazione soprattutto in ambienti non protetti (Coolong, 2010).

La pacciamatura in generale risulta essere efficace verso le malerbe annuali mentre non controlla quelle perenni (es. *Cyperus* spp., *Elymus repens*, *Digitaria sanguinalis*, *Cynodon dactylon* e *Sorghum halepense*) che sono a volte in grado di perforare i film plastici (Bond e Grundy, 2001; Ferrero e Casini, 2001b).

### *Solarizzazione*

Questa tecnica di “geosterilizzazione” consiste nel riscaldamento del terreno umido determinato dall’irraggiamento solare e dalla pacciamatura con film plastico trasparente (in genere in PE con spessore di 0,05 mm). La copertura deve essere mantenuta per alcune settimane (da 4-8 fino a oltre 12) in climi caldi e soleggiati. La tecnica è stata ideata con l’intento di controllare malattie fungine trasmesse dal terreno e nematodi ma ha dimostrato una buona efficacia anche verso le piante infestanti (Elmore, 1989; Gill et al., 2009). Infatti, la solarizzazione permette di mantenere sufficientemente alta (>40°C) la temperatura del terreno per periodi abbastanza lunghi da devitalizzare i semi e/o le plantule delle malerbe (Chase et al., 1999; Vizantinopoulos e Katranis, 1993). L’esposizione a temperature subletali, tuttavia, può determinare l’interruzione della dormienza dei semi in alcune specie, causando un aumento delle emergenze e ciò soprattutto nelle zone di terreno immediatamente periferiche a quelle sottoposte al trattamento (Vidotto et al., 2011). La sensibilità alla solarizzazione varia con la specie: molte annuali sono sensibili, ad eccezione di *Avena fatua* e *Portulaca oleracea* mediamente sensibili e *Conyza canadiensis* moderatamente resistente; le perenni (*Convolvulus arvensis*, *Cyperus* spp. *Cynodon dactylon*, *Sorghum halepense* e *Equisetum* spp.) sono moderatamente sensibili e resistenti (Ferrero e Vidotto, 1998).

La sperimentazione nel nostro paese ha dimostrato la validità di questa tecnica sia in pieno campo sia in serra su colture anche “minori” quali, lattuga, ravanella, rucola, cavolfiore, finocchio e pomodoro (Campiglia et al., 1998; Campiglia et al., 2000; Temperini et al., 1998; Vidotto et al., 2002).

### *Pirodiserbo*

Il pirodiserbo con apparecchiature a fiamma libera è senza dubbio il sistema più diffuso e utilizzato tra quelli che prevedono l’impiego del calore per il controllo delle malerbe (Ascard et al., 2007; Ferrero e Casini, 2001b). L’efficacia del pirodiserbo è legata allo stadio di sviluppo delle infestanti e alla loro morfologia: le piante giovani sono più sensibili di quelle più sviluppate, mentre le specie dicotiledoni sono più sensibili delle graminacee in quanto i meristemi non sono protetti dalle guaine

come nelle graminacee, ma anzi sono portati nella parte alta della pianta e quindi esposti all'azione del calore (Ascard, 1995). Le apparecchiature a fiamma libera alimentate a GPL possono essere impiegate in epoche diverse: in pre-semina o pre-trapianto delle colture per l'eliminazione delle malerbe in abbinamento alla falsa semina (Balsari et al., 1994); in pre-emergenza sfruttando il diverso posizionamento dei semi delle malerbe e della coltura lungo il profilo del terreno e la loro diversa epoca di emergenza, come avviene in colture a germinazione lenta come carota, cipolla, prezzemolo, sedano, porro e spinacio (Ascard, 1990; Melander e Rasmussen, 2001; Peruzzi et al., 2005; Peruzzi et al., 2006); in post-emergenza con o senza l'impiego di schermi protettivi a seconda della tolleranza della coltura alle alte temperature (es. in cipolla, aglio, cavolo cappuccio, carciofo, spinacio, mais dolce) (Ascard, 1990; Peruzzi, 2011; Raffaelli et al., 2004; Tei et al., 2002a).

### *Impiego del vapore*

Il vapore può essere utilizzato per devitalizzare semi e organi di propagazione vegetativa delle malerbe riducendone così l'emergenza. La sperimentazione ha dimostrato come l'applicazione di vapore al suolo consenta una riduzione delle emergenze del 90% utilizzando temperature di almeno 60 °C, mentre livelli di temperatura più elevati (70 °C circa) protratte per alcuni secondi (6-9) consentono di migliorare il controllo delle specie più tolleranti al calore (Melander e Jørgensen, 2005). Altri autori hanno evidenziato come livelli di devitalizzazione del 99% sono stati ottenuti, con esposizioni da 2 a 5 secondi, impiegando temperature di circa 80 °C nel caso di *Echinochloa crus-galli*, di circa 76 °C nel caso di *Setaria viridis* e di 75 °C nel caso di *Solanum nigrum* (Vidotto et al., 2011a; Vidotto et al., 2013). Macchine per l'applicazione del vapore a distribuzione discontinua o continua sono state sviluppate negli ultimi anni con l'intento di aumentarne l'efficienza, riducendone i tempi e i costi di esercizio (Barberi et al., 2009; Peruzzi et al., 2000; Vidotto et al., 2009; Vidotto et al., 2011b). La possibilità di trattare in maniera localizzata solo le bande di terreno (*band steaming*) in corrispondenza delle quali poi seminare o trapiantare le colture potrebbe contribuire a ridurre ulteriormente i costi di questo mezzo di controllo (Ascard et al., 2007; Melander et al., 2004).

## **Conclusioni**

La gestione delle malerbe nelle colture minori con mezzi non chimici passa attraverso il miglioramento e l'applicazione di due principali aspetti e momenti tecnici: 1) la prevenzione, che implica qualunque aspetto gestionale che favorisca la coltura, sfavorendo le malerbe; 2) il controllo, che coinvolge il miglioramento e l'avanzamento tecnologico dei diversi mezzi di lotta e la loro corretta applicazione.

In conclusione, considerando la diversità e la complessità delle problematiche di gestione delle malerbe riscontrabili nelle colture minori, può risultare utile riassumere in maniera schematica le strategie di controllo di alcune colture “modello” (seminate e trapiantate) (Figura 9 e Figura 10).

**Cavoli** (strategia simile per cavolfiore, cavolo broccolo, cavolo cappuccio, ecc..)

Stadio	Trapianto										Raccolta Settimane dopo il trapianto			
	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7		8	9	10-16
Infestazione normale			$st/pr^1$		$sr/sp^2 + fw$	$sr^3$								st: erpice strigliatore pr: pirodiserbo sr: sarchiatrici sp: spazzolatrice fw: finger-weeder
Infestazione elevata	$st^1$	$st/pr^1$		$sr/sp^2 + fw$	$sr^3$									

<sup>1</sup> falsa semina

<sup>2</sup> sarchiatrice a organi fissi o spazzolatrice

<sup>3</sup> sarchiatrice a organi rotanti o fissi + rincalzatura

Periodo di maggior sensibilità alle malerbe

**Cipolla** (trapiantata)

Stadio	Trapianto										Raccolta Settimane dopo il trapianto				
	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7		8	9	10	11
Infestazione normale			$st/pr^1$		$sr/sp/ss^3 + fw$	$sr^4$		$sr^4 + sm$							st: erpice strigliatore pr: pirodiserbo sr: sarchiatrici sp: spazzolatrice ss: sarchia-separatrice sm: scerbatura manuale fw: finger-weeder
Infestazione elevata	$st^1$	$st/pr^1$		$sr/sp/ss^3 + fw + st^2$	$sr/sp/ss^3 + fw + st^2$	$sm$		$sr^4$		$sr^4 + sm$					

<sup>1</sup> falsa semina

<sup>2</sup> con coltura ben radicata

<sup>3</sup> a seconda della larghezza delle interfile e dello sviluppo della coltura

<sup>4</sup> sarchiatrice a organi fissi + rincalzatura

Periodo di maggior sensibilità alle malerbe

**Figura 9. Strategie di controllo delle malerbe con mezzi non chimici per due colture trapiantate (da Lichtenhahn et al., 2005, modificato).**

## Bibliografia

- Abdul-Baki A, Teasdale JR, Korcak R, Chitwood DJ, Huettel RN (1996). Fresh-market tomato production in a low-input alternative system using cover-crop mulch. *HortScience* 31: 65-69.
- Ascard J (1990). Thermal weed control with flaming in onions. In: *Proceedings 3<sup>rd</sup> International Conference IFOAM, Non-Chemical Weed Control*, Dijon, France, pp 347-348.
- Ascard J (1995). Effects of flame weeding on weed species at different developmental stages. *Weed Research* 35: 397-411.
- Ascard J, Bellinder RM (1996). Mechanical in-row cultivation in row crop. In: *Proceeding Second International Weed Control Congress*, Copenhagen, Denmark, pp 1121-1126.
- Ascard J, Fogelberg F (2002). Mechanical intra-row weed control in organic onion production. In: *Proceedings 5<sup>th</sup> EWRS Workshop on Physical Weed Control*, Pisa, Italy, p 125.
- Ascard J, Hatcher PE, Melander B, Upadhyaya MK (2007). Thermal weed control. In: *Non-Chemical Weed Management: principles, concepts and technology* (eds MK Upadhyaya & RE Blackshaw), CABI, Wallingford, Oxon, UK, pp 155-175.
- Baldoni G, Benvenuti S (2001). Germinazione ed emergenza. In: *Malerbologia* (Catizone P. e Zanin G., coord.) Pàtron Editore, Bologna, Italy, pp113-121.
- Baldoni G, Catizone P, Viggiani P (2000). Relationship between seed bank and actual weed flora as influenced by soil tillage and chemical control. *Italian Journal of Agronomy* 4: 11- 22.
- Balsari P, Airoidi G, Ferrero A (1993). Evaluation of the mechanical weed control in maize and soybean. In: *Proceedings 8<sup>th</sup> EWRS Symposium "Quantitative approaches in weed and herbicides research and their practical application"* Braunschweig, pp 341-348.
- Balsari P, Airoidi G, Ferrero A, Maggiore T (1989). Lotta integrata alle malerbe del mais. *L'Informatore Agrario* 45: 61-73.
- Balsari P, Berruto R, Ferrero A (1994). Flame weed control in lettuce crops. *Acta Horticulturae* 372: 213-222.
- Bàrberi P (2002). Weed management in organic agriculture: are we addressing the right issues? *Weed Research* 42: 177-193.
- Bàrberi P, Frondoni U (1999). Innovazioni dalla ricerca sul controllo delle flora infestante. *L'Informatore Agrario*, 42, 123-127.
- Bàrberi P, Moonen AC, Peruzzi A, Fontanelli M, Raffaelli M (2009). Weed suppression by soil steaming in combination with activating compounds. *Weed Research* 49: 55-66.
- Bartolozzi F (2001). Il diserbo integrato nella bietola funziona. *Terra e Vita*, 29, 74-76.
- Bastiaans L, Paolini R, Baumann DT (2008). Focus on ecological weed management: what is hindering adoption? *Weed Research* 48: 481-491.
- Baumann DT, Kropff MJ, Bastiaans L (2000). Intercropping leeks to suppress weeds. *Weed Research* 40: 359-374.
- Benoit DL, Leroux G, Banville S (2003). Influence of carrot/onion/barley cropping sequence on the weed seed bank and field flora in an organic soil in Quebec, Canada. *Aspects of Applied Biology* 69: 69 – 75.
- Berti A, Zanin G, Onofri A, Sattin M (2001). Sistema integrato di gestione delle malerbe (IWMS). In: *Malerbologia* (Catizone P. e Zanin G., coord.) Pàtron Editore, Bologna, Italy, pp. 659-711.

- Bond W, Grundy AC (2001). Non-chemical weed management in organic farming systems. *Weed Research* 41: 383-405.
- Boydston R, Hang A (1995). Rapeseed (*Brassica napus*) green manure crop suppresses weeds in potato (*Solanum tuberosum*). *Weed Technology* 9: 669-675.
- Brainard DC, Bakker J, Myers N, Noyes DC (2012). Rye living-mulch effects on soil moisture and weeds in asparagus. *HortScience* 47:58-63.
- Brainard DC, Bellinder RR (2004). Weed suppression in a broccoli-winter rye intercropping system. *Weed Science* 52: 281-290.
- Brown SL, Brown JE (1992). Effect of plastic mulch color and insecticides on thrips populations and damage to tomato. *HortTechnology*, 2: 208-211.
- Buhler DD (2002). Challenges and opportunities for integrated weed management. *Weed Science* 50: 273-280.
- Campiglia E, Temperini O, Mancinelli R, Marucci A, Saccardo F (1998). Soil solarization in the Mediterranean environment: effect on weed control and yield of cos lettuce (*Lactuca sativa* L., var. longifolia Lam.). *Italus Hortus* 5, (3): 36-42.
- Campiglia E, Temperini O, Mancinelli R, Saccardo F (2000). Effects of soil solarization on the weed control of vegetable crops and on cauliflower and fennel production in the open air. *Acta Horticulturae* 533: 249-255.
- Chase CA, Sinclair TR, Chellemi DO, Olson SM, Gilreath JP, Locascio SJ (1999). Heat-retentive films for increasing soil temperatures during solarization in a humid, cloudy environment. *HortScience* 34: 1085-1089.
- Chatizwa I (1997). Mechanical weed control: the case of hand weeders. In: *Proceedings 1997 Brighton Crop Protection Conference – Weeds*, Brighton, UK, pp 203-208.
- Cirujeda A, Anzalone A, Aibar J, Moreno MM, Zaragoza C (2012). Purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) control with paper mulch in processing tomato. *Crop Protection* 39: 66–71.
- Coldiretti (2012). Nuove strategie Ue per la difesa delle colture minori. Available on line at: <http://www.ambienteterritorio.coldiretti.it/tematiche/Agrofarmaci/Pagine/NuovestrategieUeperladi esadellecoltureminori.aspx>
- Coolong T (2010). Performance of paper mulches using a mechanical plastic layer and water wheel transplanter for the production of summer squash. *HortTechnology* 20: 319–324.
- Covarelli G (1989). Possibilità e limiti del controllo agronomico delle erbe infestanti. In: *Atti del Convegno SILM “Il diserbo delle colture agrarie: attualità e prospettive”*. Torino, Italy, pp 85-118.
- Den Hollander NG, Bastiaans L, Kropff MJ (2007). Clover as a cover crop for weed suppression in an intercropping design II. Competitive ability of several clover species. *European Journal of Agronomy* 26: 104–112.
- Elmore CL (1989). Weed control by solarization. In: *Soil Solarization* (Katan J e DeVay JE, Eds.) Boca Raton, Florida, USA, CRC Press, pp 61-72.
- Fennimore SA, Smith RF, Tourte L, LeStrange M, Rachuy JS (2014). Evaluation and economics of a rotating cultivator in Bok Choy, Celery, lettuce, and Radicchio. *Weed Technology* 28: 176-188.
- Ferrero A, Casini P (2001a). Mezzi meccanici. In: *Malerbologia* (Catizone P. e Zanin G., coordinatori), Pàtron Editore, Bologna, Italy, pp 251- 262.
- Ferrero A, Casini P (2001b). Mezzi fisici. In: *Malerbologia* (Catizone P. e Zanin G., coordinatori), Pàtron Editore, Bologna, Italy, pp 263-278.

- Ferrero A, Vidotto F (1998). Mezzi alternativi al diserbo chimico. In: *Atti XI Convegno Biennale S.I.R.F.I. "Il controllo della flora infestante nelle colture orticole"*, 12-13 novembre 1998, Bari, Italy, pp 63-110.
- Fogelberg F, Dock Gustavsson AM (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, Dock Gustavsson AM (1999). Mechanical damage to annual weeds and carrots by in-row brush weeding. *Weed Research* 39: 469-479.
- Frondoni U, Bàrberi P (2000). Attrezzature per le colture erbacee. *Il Contoterzista, supplemento Macchine Ecologiche* 5: 19-25.
- Gill HK, McSorley R, Treadwell DD (2009). Comparative performance of different plastic films for soil solarization and weed suppression. *HortTechnology* 19: 769-774.
- Grassbaugh EM, Regnier EE, Bennett MA (2004). Comparison of organic and inorganic mulches for heirloom tomato production. *Acta Horticulturae* 638: 171-176.
- Graziani F, Onofri A, Pannacci E, Tei F, Guiducci M (2012). Size and composition of weed seedbank in long-term organic and conventional low-input cropping systems. *European Journal of Agronomy* 39: 52-61.
- Graziani F, Pannacci E, Covarelli G (2007). Effetti di una prolungata omosuccessione di frumento tenero e di due diverse tecniche di lavorazione del terreno sulla banca dei semi delle piante infestanti. Su: *XXXVII Convegno SIA, "Il Contributo della Ricerca Agronomica all'Innovazione dei Sistemi Colturali Mediterranei"* S.L. Casentino, R. Tuttobene Ed., 13-14 Settembre, Catania, Italy, pp 285-286.
- Hartwig NL, Ammon HU (2002). Cover crops and living mulches. *Weed Science* 50: 688-699.
- Kruidhof HM, Gallandt ER, Haramotot ER, Bastiaans L (2011). Selective weed suppression by cover crop residues: effects of seed mass and timing of species' sensitivity. *Weed Research* 51: 177-186.
- Kurstjens D, Bleeker P (2000). Optimising torsion weeders and finger weeders. In: *Proceedings 4<sup>th</sup> EWRS Workshop on Physical Weed Control*, Elspeet, The Netherlands, pp 30-32.
- Lichtenhahn M, Koller M, Dierauer H, Baumann D (2005). Weed control in organic vegetable cultivation. *Research Institute of Organic Agriculture (FiBL)*, Frick, Switzerland, pp. 12. Available at [http://www.organiccentre.ca/Docs/FiBL\\_WeedCtrl\\_Vegetables.pdf](http://www.organiccentre.ca/Docs/FiBL_WeedCtrl_Vegetables.pdf) (last accessed 07 October 2015).
- Liebman M., Davis AS (2000). Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming systems. *Weed Research* 40: 27-47.
- Majek BA, Neary PE (1991). Selective wavelength transmitting mulch for yellow nutsedge control. In: *Proceedings Brighton Crop Conference – Weeds*, Brighton, UK, pp 263-268.
- Marshall EPJ, Brain P (1999). The horizontal movement of seeds in arable soil cultivation methods. *Journal of Applied Ecology* 36: 443-454.
- Melander B, Bàrberi P (2004). Physical and cultural weed control in minor crops. In *4<sup>th</sup> International Weed Science Congress*, Durban, 20-24 June 2004. Available on line at: <http://orgprints.org/4603/1/4603.pdf>
- Melander B, Elsgaard L, Jørgensen MH (2004). Band-steaming reduces laborious hand-weeding in vegetables. *Newsletter from Danish Research Centre for Organic Farming*, September 2004, N. 3. Available at <http://www.darcof.dk/enews/sep04/steam.html>

- Melander B, Lattanzi B, Pannacci E (2015). Intelligent versus non-intelligent mechanical intra-row weed control in transplanted onion and cabbage. *Crop Protection* 72: 1-8.
- Melander B, Rasmussen G (2001). Effect 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.
- Melander B, Rasmussen IA, Bàrberi P (2005). Integrating physical and cultural methods of weed control - examples from European research. *Weed Science* 53: 369-381.
- Melander E, Jørgensen MH (2005). Soil steaming to reduce intrarow weed seedling emergence. *Weed Research* 45: 202-211.
- Minuto G, Minuto A, Frumento A, Guerrini S, Garibaldi A (2005). Pacciamatura biodegradabile per il contenimento delle infestanti di alcune colture orticole. In: *Atti Incontri Fitoiatrici 2005. Difesa delle colture ortofloricole*, 24-25 febbraio, Torino, Italy, pp 66.
- Müller-Schärer H, Potter CA (1991). Cover plants in field grown vegetables: prospects and limitations. In *Proceedings Brighton Crop Conference – Weeds*, Brighton, UK, pp 599-604.
- Murphy CE, Lemerle D (2006). Continuous cropping systems and weed selection. *Euphytica* 148: 61-73.
- Ngouajio M, McGiffen ME, Hembree KJ (2001). Tolerance of tomato cultivars to velvetleaf interference. *Weed Science* 49: 91-98.
- Ngouajio M, McGiffen ME, Hutchinson CM (2003). Effect of cover crop and management system on weed populations in lettuce. *Crop Protection* 22: 57-64.
- Norris RF, Elmore CL, Rejmanek M, Akey WC (2001). Spatial arrangement, density, and competition between barnyardgrass and tomato: I. Crop growth and yield. *Weed Science* 49: 61-68.
- Pannacci E (2005). Possibilità di controllo meccanico delle piante infestanti nel mais. In Atti XV Convegno S.I.R.F.I. “Stato attuale della coltura del mais con particolare riferimento al controllo della flora infestante”, 21-22 novembre 2005, Bergamo, Italy, pp 89-110.
- Pannacci E, Covarelli G (2003). Valutazione dell’efficacia di mezzi meccanici tradizionali e innovativi nel controllo delle piante infestanti il girasole. In: *Atti XXXV Convegno della Società Italiana di Agronomia*, Portici, pp 235-236.
- Pannacci E, Covarelli G (2004). Il controllo meccanico delle piante infestanti il mais. In: *Atti XIV Convegno S.I.R.F.I. “Le attuali problematiche delle erbe infestanti: il ruolo del contoterzismo”*, 30 gennaio 2004, Cremona, Italy, pp 181-192.
- Pannacci E, Covarelli G (2005). Mechanical weed control in sunflower. In: *Proceedings 13<sup>th</sup> EWRS Symposium*, 19-23 June 2005, Bari, Italy, by CD.
- Pannacci E, Graziani F, Guiducci M, Tei F (2008). Controllo meccanico delle malerbe in colture da seme di cipolla. In: Atti del Progetto di Ricerca “Azioni di innovazione e ricerca a supporto del piano sementiero”, PRIS2 Progetto di ricerca interregionale, Programma “Sviluppo Rurale” – Sottoprogramma “Innovazione e Ricerca”, pp 265-275.
- Pannacci E, Guiducci M, Tei F (2007). Mechanical weed control in organic onion seed production. In: *Proceedings 7th Workshop of the EWRS Working Group: Physical and Cultural Weed Control*, Salem (Mecklenburg-Vorpommern), Germany, 11-14 March, pp 119-120. Disponibile on-line: [http://www.ewrs.org/pwc/doc/2007\\_Salem.pdf](http://www.ewrs.org/pwc/doc/2007_Salem.pdf).
- Pannacci E, Tei F (2014). Effects of mechanical and chemical methods on weed control, weed seed rain and crop yield in maize, sunflower and soyabean. *Crop Protection* 64: 51-59.

- Paolini R (2000). L'evoluzione del diserbo: le pratiche agronomiche. In *Atti XII Convegno S.I.R.F.I. "Il controllo della flora infestante: un esempio di ottimizzazione a vantaggio dell'ambiente e della produzione"*, Milano, Italy, pp 19-54.
- Paolini R, Faustini F, Saccardo F, Crinò P (2006). Competitive interactions between chick-pea genotypes and weeds. *Weed Research* 46: 335-344.
- Peruzzi A, Ginanni M, Mazzoncini M, Raffaelli M, Fontanelli M, Di Ciolo S, Verna P, Casaccia D, Recinelli E (2005). La gestione fisica delle infestanti su carota biologica e su altre colture tipiche dell'altopiano del Fucino (a cura di Peruzzi A). Stamperia Editoriale Pisana, Agnano Pisano, Italy, pp 143.
- 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 (a cura di Peruzzi A). Stamperia Editoriale Pisana, Agnano Pisano, Italy, pp 111.
- Peruzzi A, Lulli L, Raffaelli M, Del Sarto R, Frascioni C, Ginanni M, Fontanelli M (2009). La gestione fisica della flora spontanea in area urbana (A. Peruzzi, Ed.). Felici Editore, Pisa.
- Peruzzi A, Raffaelli M, Di Ciolo M, Mazzoncini M, Ginanni M, Mainardi M, 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: 226-242.
- Peruzzi A. (2011). "Strategie e macchine operatrici innovative per i trattamenti termici per la disinfezione/disinfestazione del terreno ed il controllo della flora infestante in agricoltura ed in area urbana." In *Impiego di mezzi termici per la disinfestazione del terreno e per il controllo della flora infestante*, A. Peruzzi (Ed.), Accademia dei Georgofili, San Piero a Grado, Pisa, Italy, pp. 7-27.
- Radicetti E, Mancinelli R, Campiglia E (2012). Combined effect of genotype and inter-row tillage on yield and weed control of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in a rainfed Mediterranean environment. *Field Crops Research* 127: 161-169.
- Radics L, Bognár ES (2004). Comparison of different mulching methods for weed control in organic green bean and tomato. *Acta Horticulturae* 638: 189-196.
- Raffaelli M, Bàrberi P, Peruzzi A, Ginanni M (2002a). Options for mechanical weed control in grain maize – effects on weeds. In: *Proceedings 5<sup>th</sup> EWRS Workshop on Physical Weed Control*, Pisa, Italy, pp 147-152.
- Raffaelli M, Bàrberi P, Peruzzi A, Ginanni M (2005). Mechanical weed control in maize: evaluation of weed harrowing and hoeing systems. *Agricoltura Mediterranea*, 135: 33-43.
- Raffaelli M, Filippi F, Peruzzi A, Graifenberg A (2004). Flaming for intra-row weed control in globe artichoke. In: *Proceeding 6<sup>th</sup> EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control*, Lillehammer, Norway, 8-10 March, pp 166-169.
- Raffaelli M, Peruzzi A (1998). Controllo delle infestanti, le attrezzature "ecologiche". *Terra e Vita* 4: 33-41.
- Raffaelli M, Peruzzi A, Ginanni M, Di Ciolo S (2002b). Mechanical weed control in sunflower and soyabean crops using spring-tine harrow: results of two-year trials. *Agricoltura Mediterranea*, 132: 112-121.
- Rasmussen J (1996). Mechanical weed management. In: *Proceedings Second International Weed Control Congress*, Copenhagen, Denmark, pp 943-948.
- Rasmussen J, Henriksen CB, Griepentrog HW, Nielsen J (2011). Punch planting, flame weeding and delayed sowing to reduce intra-row weeds in row crops. *Weed Research* 51: 489-498.

- Rubiales D, Verkleij J, Vurro M, Murdoch AJ, Joel DM (2009). Parasitic plant management in sustainable agriculture. *Weed Research* 49: (Supplement 1), 1–5.
- Runham SR, Town SJ (1995). An economic assessment of mulches in field scale vegetable crops. In: *Proceedings 1995 Brighton Crop Protection Conference – Weeds*, Brighton, UK, pp 925-930.
- Sanchez E, Lamont WJ Jr, Orzolele MD (2008). Newspaper mulches for suppressing weeds for organic high-tunnel cucumber production. *HortTechnology* 18: 154–157.
- Santos BM, Dusky JA, Stall WM, Bewich TA, Shilling DG (2004a). Mechanisms of interference of smooth pigweed (*Amaranthus hybridus*) and common purslane (*Portulaca oleracea*) on lettuce as influenced by phosphorus fertility. *Weed Science* 52: 78-82.
- Santos BM, Dusky JA, Stall WM, Bewich TA, Shilling DG (2004b). Influence of method of phosphorus application on smooth pigweed (*Amaranthus hybridus*) and common purslane (*Portulaca oleracea*) interference in lettuce. *Weed Science* 52: 797-801.
- Slaughter DC, Giles DK, Downey D (2008). Autonomous robotic weed control systems: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 61: 63–78.
- Teasdale JR, Mohler CL (2000). The quantitative relationship between weed emergence and the physical properties of mulches. *Weed Science* 48: 385-392.
- Tei F, Ascard J, Baumann DT, Caussanel JP, Dobrzanski A, Froud-Williams RJ, Kleifeld Y, Pardo Iglesias A, Rocha F, Ruuttunen P, Rzozi RS, Sanseovic T, Suso L (1999). Weeds and weed management in onion - a review. In *Proceedings 11<sup>th</sup> EWRS Symposium*, Basel, Switzerland, 131.
- Tei F, Baumann DT, Bleeker P, Dobrzanski A, Economou G, Fogelberg F, Froud-Williams RJ, Hoek H, Melander B, Rocha F, Ruuttunen P, Rzozi SB, Sanseovic T, Simoncic A, Torma M, Uygur FN, van der Weide R, Verschwele A, Villeneuve F, Zaragoza C (2002b). Weeds and weed management in carrots - a review. In *Proceedings 12<sup>th</sup> EWRS Symposium*, Wageningen, The Netherlands, 24-27 June 2002, pp14-15.
- Tei F, Cirujeda A, Dobrzański A *et al.* (2007). Weeds and weed management in lettuce. In: *Proceedings 14th International Symposium of European Weed Research Society*, 17–21 June 2007, Hamar, Norway, p 71.
- Tei F, Montemurro P, Baumann DT, Dobrzanski A, Giovinazzo R, Kleifeld Y, Rocha F, Rzozi RS, Sanseovic T, Zaragoza C (2003). Weeds and weed management in processing tomato. *Acta Horticulturae* 613: 111-121.
- Tei F, Pannacci E (2005). La gestione integrata della flora infestante nelle colture orticole. Review n. 2 – *Italus Hortus*, 12, (4): 45-62.
- Tei F, Pannacci E, Cirujeda A *et al.* (2005). Weeds and weed management in cabbages – a review. In: *Proceedings 13th EWRS Symposium*, 20–23 June 2005, Bari, Italy.
- Tei F, Stagnari F, Granier A (2002a). Preliminary on physical weed control in processing spinach. In *Proceedings 5<sup>th</sup> EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control*, Pisa, Italy, 11-13 March, pp164-171.
- Temperini O, Bàrberi P, Paolini R, Campiglia E, Marucci A, Saccardo F (1998). Solarizzazione del terreno in serra-tunnel: effetto sulle infestanti in coltivazione sequenziale di lattuga, ravanella, rucola e pomodoro. In: *Atti XI Convegno Biennale S.I.R.F.I. “Il controllo della flora infestante nelle colture orticole”*, 12-13 novembre 1998, Bari, Italy, pp 213-228.
- Tillett ND, Hague T, Grundy AC, Dedousis AP (2008). Mechanical within-row weed control for transplanted crops using computer vision. *Biosystems Engineering* 99:171-178.

- Tisselli V, Gengotti S (2006). Difficoltà e punti critici nella difesa delle colture minori. In: *Convegno "La difesa delle colture minori"*, 23/11/2006, Roma, Italy. Available on line at: <http://www.cra-pav.it/convegni/2006/coltureminori/tisselli.pdf>
- Tittarelli F, Campanelli G, Farina R, Napoli R, Ciaccia C, Testani E, Leteo F, Canali S (2014). Effect of cover crop management and compost application on soil N fertility of organic melon. In: *Proceedings of the 4<sup>th</sup> ISOFAR Scientific Conference. 'Building Organic Bridges' Organic World Congress 2014*, Rahmann G & Aksoy U (Eds.), 13-15 October, Istanbul, Turkey, pp 709-712. Available on line at: [http://orgprints.org/23596/1/23596\\_Tittarelli\\_MM.pdf](http://orgprints.org/23596/1/23596_Tittarelli_MM.pdf)
- Tosti G, Benincasa P, Farneselli M, Pace R, Tei F, Guiducci M, Thorup-Kristensen K (2012). Green manuring effect of pure and mixed barley - hairy vetch winter cover crops on maize and processing tomato N nutrition. *European Journal of Agronomy*, 43: 136-146.
- Tosti G, Guiducci M (2010). Durum wheat-faba bean temporary intercropping: Effects on nitrogen supply and wheat quality. *European Journal of Agronomy*, 33: 157-165.
- Tugnoli V (2002). Sarchiatura o fresatura per una bietola di qualità. *L'informatore Agrario*, 16: 47-48.
- Ugen M.A., Wien H.C., Wortmann C.S., 2002. *Dry bean competitiveness with annual weeds as affected by soil nutrient availability*. *Weed Science* 50: 530-535.
- Uludag A, Bohren C, Bulcke R *et al.* (2003). A review of weed control management in green peas. *Vegetable Crops Research Bulletin* 59: 5-16.
- Upadhyaya MK, Blackshaw RE (2007). Non-chemical weed management: synopsis, integration and the future. In: Upadhyaya MK, Blackshaw RE (Eds) *Non-Chemical Weed Management: principles, concepts and technology*, CABI, Wallingford, Oxon, UK, pp 201-209.
- Van der Schans D, Bleeker P, Molendijk L, Lotz LAP, Bauermeister R, Total R, Baumann DT (2006). Practical Weed Control in Arable Farming and Outdoor Vegetable Cultivation without Chemicals. *PPO publication 532, Applied Plant Research*, Wageningen University, Lelystad, The Netherlands, p 77.
- Van der Weide RY, Bleeker PO *et al.* (2008). Innovation in mechanical weed control in crop rows. *Weed Research* 48: 215-224.
- Vidotto F, Busi R, Ferrero A (2002). Effects of solarization in temperate climate condition. In: *Proceedings 12<sup>th</sup> EWRS Symposium*, Wageningen, The Netherlands, 24-27 June 2002, pp 46-47.
- Vidotto F, De Palo F, Ferrero A (2013). Effect of short-duration high temperatures on weed seed germination: high temperatures affecting weed seeds. *Annals of Applied Biology*, 163: 454-465.
- Vidotto F, De Palo F, Letey M, Ricauda-Aimonino D (2011a). "Effect of short duration exposure to high temperatures on weed seed germination." In *Proceedings 9th EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control*, D. C. Cloutier (Ed.) Samsun, Turkey, pp. 3-3.
- Vidotto F, Letey M, De Palo F, Saglia AA (2011b). "Efficacia erbicida della geodisinfestazione con calore umido." In *Impiego di mezzi termici per la disinfestazione del terreno e per il controllo della flora infestante* Accademia dei Georgofili, San Piero a Grado, Pisa, Italy, pp 37-43.
- Vidotto F, Letey M, Follis F, Saglia AA (2009). Impiego del vapore per la devitalizzazione dei semi di piante infestanti presenti nel terreno. *Protezione delle Colture* 2: 127-128.
- Vizantinopoulos S, Katranis N (1993). Soil solarization in Greece. *Weed Research* 33: 225-230.
- Wang FX, Feng SY, Hou XY, Kang SZ, Han JJ (2009). Potato growth with and without plasticmulch in two typical regions of Northern China. *Field Crops Research*, 110: 123-129.
- Zanin G, Berti A (1989). Per una sempre migliore razionalizzazione degli interventi chimici. In: *Atti VII Convegno biennale S.I.L.M. "Il diserbo delle colture agrarie: attualità e prospettive"*, Torino 9-10 novembre 1989, pp 119-145.

## DINAMICA DI INFESTAZIONE E GESTIONE AGRONOMICA DI COLTURE MEDICINALI IN SISTEMI CULTURALI BIOLOGICI

**BENVENUTI S.**

*Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-Ambientali, Università di Pisa  
E-mail: stefano.benvenuti@unipi.it*

### **Riassunto**

Una delle maggiori problematiche nella filiera produttiva di erbe medicinali con sistemi colturali biologici è quella legata alla loro sostenibilità agronomica, sotto un profilo malerbologico. In questo ambito è stata impostata una sperimentazione di lungo periodo in cui si è cercato di stabilire le relazioni tra tipologia delle colture medicinali, agrotecnica e dinamica di infestazione. A tal fine sono state eseguite, per oltre un decennio, analisi floristiche in Valtiberina (AR) in agroecosistemi dedicati alla produzione di piante medicinali. Una delle principali caratteristiche generali dell'evoluzione floristica delle varie associazioni floristiche è quella di una loro strategia basata sulla "crop mimicry". In altre parole è stata osservata una selezione floristica basata sulla similitudine coltura-infestante sotto qualche aspetto biologico e/o morfologico. Ad esempio, i lunghi periodi colturali di molte specie medicinali a ciclo poliennale (agronomicamente 2-8 anni) favoriscono l'aumento di malerbe perenni. Analogamente, in alcune specie sottoposte a sfalcio periodico, come ad esempio *Malva*, evolvono fitocenosi ricche di infestanti ad habitus prostrato e/o graminacee tipicamente resilienti allo sfalcio. Ciò in virtù di meristemi di crescita situati in prossimità del suolo. Alcune infestanti sono strettamente legate ad operazioni della relativa agrotecnica, come l'emergenza di *Portulaca oleracea* in seguito all'irrigazione effettuata nei periodi più caldi oppure l'invasività della *Sinapis arvensis* in seguito al trapianto precoce di specie a ciclo primaverile-estivo. L'incidenza di asteracee microterme e macroterme, lungo le interfile delle colture, è un'altra peculiarità dovuta ad una rapida disseminazione anemocora. Si conclude che la sostenibilità malerbologica delle colture medicinali gestite in biologico necessita di elevata professionalità e di ulteriore sperimentazione per la verifica di una gestione sostenibile, facendo uso anche di metodi agronomici preventivi. Infine la maggiore criticità della sostenibilità agronomica è legata alla difficile tempestività delle operazioni di controllo meccanico in un contesto agronomico di grandi superfici.

### **Parole chiave**

Piante medicinali; Dinamica infestanti; Agricoltura biologica; Sostenibilità; Controllo infestanti.

## Summary

A crucial problem in the production of “organic” medicinal herbs is linked to the agricultural sustainability from a weed control point of view. In this background we have carried out a long-term study focused to verify the relations between the several medicinal crops, and their agronomic management, with the weed dynamics. With this purpose several floristic analysis were carried out in the Tiber Valley (AR). One of the most important characteristics of flora evolution was based on the weed strategy called “crop mimicry”. Indeed some weed-crop similarity (biological and / or morphological) induce a floristic evolution towards that weeds characterized by some similarity. For example, the long-term cropping periods of several medicinal species (agronomically 2-8 years) are associated with an increased incidence of perennial weeds. Similarly, in some species subjected to periodic mowing (such as *Mallow*), evolved phytocoenoses characterized by weeds with prostrate habitus and/or grasses. It occurs since they are typically resilient to cutting due to their basal meristems situated close to the ground. Some weeds are often linked to some agronomic operations as well as the strong emergence of common purslane after irrigation during the warmer time. Similarly the *Sinapis arvensis* emergence typically occurs after early transplanting of medicinal crop (with spring-summer growth). The incidence of Asteraceae (both winter and summer growth) along between crop rows is another example of weed dynamics. It occurs as a consequence of the typically rapid dissemination via anemocory. In conclusion the sustainability of the weed control in “organic” medicinal crop requires high professionalism and needs further experimental experience even in the evaluation of “preventive” agronomic strategies. Finally, the most obstacle to the agronomic sustainability is linked to the not easy timeliness of the mechanical disturbances in an agronomic context of large fields.

## Key words

Medicinal plants, Weed dynamics, Biological agriculture, Sustainability, Weed control

## Introduzione

Le crescenti esigenze di una agricoltura orientata verso la produzione di alimenti sani, in un contesto ambientale ecologicamente e biologicamente sostenibile (Tschamntke et al., 2012), ha stimolato fortemente, ormai da diversi anni, lo sviluppo di sistemi colturali biologici mirati a rendere possibile il raggiungimento di questa duplice finalità. Tale esigenza di “sicurezza salutistica”, già evidente e ormai consolidata nel settore alimentare, assume ancor più marcata importanza nell’ambito della coltivazione di specie medicinali. Ciò si verifica in modo diffuso nel settore di un “mercato erboristico” che è ormai decisamente affermato ed ancora in crescita (Lubbe e Verpoorte, 2011), dal momento che la finalità salutistica delle produzioni trasformate e confezionate (tisane, opercoli, estratti idroalcolici, ecc.) poco si adattano, sia sotto un profilo biologico che psicologico, a contenere eventuali residui di fitofarmaci potenzialmente nocivi proprio per la salute stessa. Tuttavia è ben noto che la rinuncia a determinati interventi agronomici “convenzionali” implica delle criticità e ciò si verifica con estrema evidenza soprattutto sotto il profilo del controllo della flora infestante. Infatti, sebbene sotto un profilo ambientale l’agricoltura

biologica raggiunge efficacemente gli obiettivi di equilibrio e complessità biologica desiderati (Hole et al., 2005) è evidente che una gestione non chimica, basata soprattutto su interventi meccanici (Bond e Grundy, 2001), implica maggiori difficoltà per il raggiungimento della sostenibilità agronomica nel tempo. Tale sostenibilità è ancor più complicata dalle caratteristiche biologiche e morfologiche di molte specie medicinali, dal momento che la loro competitività (architettura fogliare, tasso di crescita, altezza, etc.) è solitamente scarsa e necessita, conseguentemente, di efficaci e coordinati interventi agronomici mirati al loro controllo. Essendo quindi la “gestione malerbologica” delle colture medicinali la maggiore “criticità” della sostenibilità di una “agrotecnica biologica” la ricerca del settore si è orientata verso lo studio delle relazioni che intercorrono tra le strategie di controllo delle varie colture medicinali e la relativa dinamica dell’infestazione. In questo ambito la conoscenza delle caratteristiche biologiche delle malerbe nonché delle loro strategie di sopravvivenza risultano di cruciale importanza per rendere sostenibili gli interventi di difesa agronomica (Mortensen et al., 2000) soprattutto in sistemi colturali di tipo biologico.

Lo scopo di questo lavoro è stato quello di sintetizzare alcune delle tipiche evoluzioni floristiche rilevate per oltre un decennio nelle colture medicinali “biologiche” e discuterle sotto un profilo di relazioni causa-effetto con l’agrotecnica utilizzata.

## **Materiali e Metodi**

La sperimentazione è stata effettuata negli ultimi 15 anni (dal 2000 ad oggi) in Valtiberina (nel comune di Sansepolcro, AR) presso una grande azienda che produce, trasforma e commercializza erbe medicinali. Nei vari agroecosistemi sono stati effettuati dei rilievi floristici (lancio randomizzato di rettangoli di superficie nota, 20×30cm) durante i vari periodi di crescita delle più importanti colture medicinali (Tabella 1) sia a ciclo agronomico poliennale (*Passiflora incarnata*, *Grindelia robusta*, *Filipendula ulmaria*, *Echinacea pallida*, *Menta x piperita*, *Cynara scolymus*, *Taraxacum officinale*, *Althea officinalis*, *Plantago lanceolata*, *Hypericum perforatum*) che annuale (*Foeniculum vulgare var. dulce*, *Escholtzia californica*, *Matricaria chamomilla*, *Linum usitatissimum*, *Malva officinalis*, *Coriandrum sativum*, *Arctium lappa*). In questo ultimo caso va puntualizzato che alcune specie, seppur biologicamente “perenni” (come ad esempio la Malva), vengono tuttavia gestite come annuali in quanto la loro durata agronomica in campo non eccede un solo anno di coltivazione. La piovosità annuale di questa area è intorno agli 800-900 mm di pioggia e l’andamento termico è caratterizzato da temperature elevate in estate (spesso sopra i 30°C) ed inverni freddi con frequenti abbassamenti termici al di sotto degli 0°C. I suoli sono di tipo

alluvionale, tendenzialmente franco-sabbiosi, ben dotati di sostanza organica (2-2,5%), ricchi di scheletro ed a pH sub-acido.

**Tabella 1. Ciclo agronomico solitamente adottato in Valtiberina di alcune delle più diffuse colture medicinali perenni.**

<b>Coltura<sup>1</sup></b>	<b>Durata ciclo agronomico (anni)</b>
<i>Passiflora incarnata</i>	4-8
<i>Grindelia robusta</i>	4-5
<i>Filipendula ulmaria</i>	4-5
<i>Echinacea pallida</i>	2-3
<i>Menta x piperita</i>	2-3
<i>Cynara scolymus</i>	3-6
<i>Taraxacum officinale</i>	2-3
<i>Althea officinalis</i>	2-3
<i>Plantago lanceolata</i>	2-3
<i>Hypericum perforatum</i>	3-4

*1: Ecotipi autoriprodotti e selezionati in Valtiberina da diversi anni*

Senza poter entrare, per brevità, nei dettagli dell'agrotecnica si ritiene opportuno sintetizzare che la difesa della coltura è effettuata esclusivamente mediante mezzi meccanici ed agronomici e la fertilizzazione è organica. Le colture a ciclo estivo sono irrigate nei periodi di stress idrico.

Lo schema delle strategia di difesa meccanica dell'infestazione è riassunto nella Tabella 2. Come si può osservare l'impianto delle colture è preceduto da interventi di falsa semina (solitamente effettuato con erpici rotativi, a dischi, fresa ed estirpatore) al fine di impoverire la carica di semi vitali situati sulla superficie del suolo (Benvenuti e Macchia, 2006). Durante i periodi di riposo vegetativo vengono effettuati, spesso previo sfalcio della vegetazione residua (coltura ed infestanti), degli interventi di sarchiatura lungo gli interfilari sia allo scopo di poter interrare i fertilizzanti organici distribuiti, che per eliminare la flora infestante microterma. Nei periodi primaverili, dopo la ripresa vegetativa (od il trapianto delle nuove colture), tali operazioni vengono ripetute e seguite da un attrezzo, denominato "sarchino" che è azionato da uno o più operatori "portati" che azionano "a vista" delle leve collegate ad elementi di sarchiatura che possono in questo modo raggiungere le immediate vicinanze della fila minimizzando le infestanti residue a fianco della coltura.

In questo modo le successive operazioni di zappatura sono mirate ad eliminare solamente le infestanti precedentemente non raggiunte.

**Tabella 2. Interventi agronomici tipicamente adottati in Valtiberina per il controllo dell'infestazione.**

<b>Epoca</b>	<b>Operazione</b>
<i>Primavera</i>	Falsa semina (pre-impianto)
<i>Primavera-Estate</i>	Sarchiatura interfile
<i>Primavera-Estate</i>	Sarchiatura prossimità fila <sup>1</sup>
<i>Primavera-Estate</i>	Intervento sulla fila con “Finger weeder” <sup>2</sup>
<i>Primavera-Estate</i>	Zappature manuali
<i>Inverno (colture perenni)</i>	Sarchiatura interfile
<i>Autunno-Inverno</i>	Sfalci durante riposo vegetativo coltura

*1: Attrezzo definito “sarchino” che consente di operare (grazie ad uno o più operatori “portati”) nelle immediate vicinanze delle file. 2: Utilizzato in alcune colture “resilienti” come ad esempio Tarassaco.*

Nei casi di sarchiatura post-impianto di colture a ciclo perenne vengono solitamente impiegate sarchiatrici ad ancore con affiancati degli elementi flessibili che riescono ad operare fino alle immediate vicinanze delle plantule della coltura appena trapiantata (Figura 1).



**Figura 1. Operazioni di sarchiatura estiva di un nuovo impianto di Tarassaco.**

In alcune colture “resilienti” al disturbo meccanico viene infine utilizzato il cosiddetto “Finger weeder” (Figura 2) che riesce ad operare sulla fila. Tale operazione viene effettuata solamente dopo un buon affrancamento della coltura e quindi al termine della stagione di crescita o negli anni successivi.

I rilievi floristici sopraccitati (effettuati su coltivazioni estese solitamente intorno ad 1-5 ha) sono stati effettuati subito prima delle operazioni di controllo meccanico in modo da valutare la fitocenosi infestante nel pieno del suo sviluppo vegetativo.



**Figura 2. Attrezzatura detta “Finger weeder” in grado di operare nelle immediate vicinanze dei filari della coltura.**

I dati sono stati uniformati come densità relativa % (percentuale di una specie rispetto al totale dell'infestazione) ed elaborati in funzione di alcune delle prevalenti agrotecniche, come la frequenza di determinate operazioni colturali (ad esempio sfalci), oppure come età della coltura (mesi dall'impianto delle colture poliennali). In taluni casi sono state effettuate delle regressioni tra densità relativa delle infestanti ed alcuni dei sopraccitati parametri agronomici.

### **Risultati e discussione**

Nella Tabella 3 sono riportate le 10 specie risultate più diffuse nelle varie colture durante il lungo periodo di sperimentazione. Di marcata e diffusa presenza nello spazio e tempo sono state le infestazioni di *Amaranthus retroflexus* e *Chenopodium album*. Queste specie hanno una rapidità di crescita, di fioritura e disseminazione che le rende assolutamente diffuse in ogni agroecosistema altamente disturbato dagli interventi meccanici di “movimentazione” del suolo.

**Tabella 3. “Top ten” specie di infestanti rilevate nell’ultimo decennio nelle varie colture medicinali in Valtiberina.**

<b>Infestante<sup>1</sup></b>	<b>Contesto agro-ecologico<sup>1</sup></b>
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Periodi tardo-primaverili di colture macroterme al primo anno di impianto
<i>Chenopodium album</i>	Periodi primaverili dopo sarchiatura interfile
<i>Cirsium arvense</i>	Colture poliennali a ciclo lungo nella fase finale dell’impianto
<i>Convolvulus arvensis</i>	Colture poliennali nei periodi di post-sarchiatura estiva delle interfile
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Colture a ciclo estivo irrigate e sottoposte a sfalcio periodico
<i>Lolium multiflorum</i>	Colture microterme non sarchiabili
<i>Picris echioides</i>	Colonizzano le interfile delle colture a ciclo estivo durante i periodi invernali
<i>Poa trivialis</i>	Colture microterme e periodi di trapianto precoce di colture primaverili-estive
<i>Portulaca oleracea</i>	Colonizzano le colture macroterme irrigate durante i periodi più caldi
<i>Sinapis arvensis</i>	Colture microterme (ma anche macroterme) in cui rapidissimamente dissemina

*1: Contesto agro-ecologico associato alla maggiore diffusione di una determinata infestante.*

L’accumulo di una consistente banca seme, come già rilevato proprio in queste colture medicinali (Benvenuti et al., 2001), è una ulteriore strategia di persistenza di queste 2 specie in questi ambienti agronomici frequentemente disturbati da interventi meccanici di controllo della vegetazione avventizia.

Di indiscutibile diffusione sono inoltre 2 specie rizomatose a ciclo perenne: *Cirsium arvense* e *Convolvulus arvensis*. La loro forte presenza è dovuta alla propagazione vegetativa che viene indotta dalle operazioni di sarchiatura che tendono a moltiplicare i rizomi in frammenti in grado di originare nuovi individui come purtroppo osservato in altri sistemi colturali biologici che basano la gestione malerbologica mediante l’azione delle operazioni meccaniche (Melander et al., 2012).

Nella Figura 3 è mostrata una pianta di Echinacea sia come chiaro esempio di infestazione che per evidenziare le difficoltà di eliminazione meccanica di una pianta ormai a stretto contatto con la coltura.

Anche l’*Echinochloa crus-galli* è una specie ampiamente diffusa ed è la graminacea spesso prevalente in questo contesto agronomico. Ciò probabilmente in seguito alle frequenti irrigazioni tipicamente effettuate nelle varie colture a ciclo primaverile-estivo che avvantaggiano questa specie che, seppur evolutasi con una grande “plasticità” ambientale, è decisamente avvantaggiata dalla presenza di condizioni idriche vicine all’ottimalità. È infatti decisamente più diffusa di *Setaria viridis*, *Cynodon dactylon* e *Digitaria sanguinalis* specie che, seppur largamente presenti, sono al contrario più diffuse nelle aree meno fertili sotto un profilo idrico.

*Lolium multiflorum* e *Poa trivialis* sono invece le graminacee più diffuse durante i periodi invernali e primaverili e sono quindi maggiormente presenti nelle colture a ciclo autunno-vernino. In

particolare è nella coltura di camomilla che tali specie monocotiledoni arrecano il maggior danno dal momento che questa coltura, solitamente seminata a spaglio, non può essere gestita in alcun modo durante il suo ciclo di crescita.



**Figura 3. Pianta di Echinacea circondata da “Vilicchio”, come esempio di quel binomio coltura-malerba che frequentemente si verifica tra malerbe a ciclo perenne e colture poliennali.**

In inverni particolarmente tiepidi e piovosi queste specie arrecano il massimo della loro nocività fino ad impedire le operazioni di raccolta con l'inevitabile perdita dell'intera produzione dei “capolini” fiorali. Nella Figura 4 è mostrata la raccolta della camomilla in una situazione malerbologica accettabile in quanto le infestanti presenti (soprattutto graminacee) non sono quantitativamente sufficienti ad ostacolare il funzionamento della raccolta meccanica.



**Figura 4. Raccolta della camomilla in una situazione di infestazione “sostenibile” prevalentemente costituita da graminacee.**

Per quanto riguarda la cosiddetta aspraggine (*Picris echioides*) va precisato che è assolutamente inusuale citarla come specie prevalente in un contesto agronomico. Tuttavia, questa asteracea trova una nicchia ecologica ideale nel colonizzare le interfile nei periodi invernali e primaverili, tanto che le operazioni di sarchiatura sono prevalentemente dedicate ad eliminare questa specie che prevale sulle altre numerose microterme come *Veronica persica*, *Fumaria officinalis*, *Lamium purpureum* e *Stellaria media*.

Sotto un profilo numerico le più elevate densità relative, rilevate per una determinata specie, sono quelle di *Portulaca oleracea*. Questa specie, decisamente macroterma, è infatti fortemente stimolata a germinare dalle irrigazioni estive o da eventi piovosi. Le elevate temperature non risultano infatti un problema per il fatto che le esigenze termiche di questa specie sono elevatissime anche a livello di germinazione. Va sottolineato inoltre che, tale germinazione, è piuttosto rapida e le radici delle giovani e minute plantule riescono rapidamente ad esplorare i primi cm di suolo più superficiale. Ne consegue che essa è particolarmente diffusa sia nei casi di impianto tardivo di colture a ciclo primaverile-estivo, che dopo le operazioni di sarchiatura delle medesime colture in tutti i periodi estivi dei successivi anni di impianto. Va inoltre sottolineato che le operazioni meccaniche di gestione delle interfile, tipicamente risolutive per tutte le specie annuali, talvolta non lo sono per questa specie. Le porzioni di pianta, divise dalle operazioni meccaniche, riescono infatti spesso a sopravvivere dando luogo alla radicazione dei frammenti che si trovano sulla superficie del terreno. Questo fenomeno di sopravvivenza post-sarchiatura viene spesso agevolato dalle frequenti irrigazioni che vengono effettuate soprattutto durante i periodi più caldi.

Va infine menzionata la *Sinapis arvensis*, citata per ultima ma non certamente ultima per diffusione ed indesiderabilità. Infatti, sebbene questa specie sia biologicamente microterma, e quindi tipica delle colture a ciclo autunno-vernino, essa è in grado, soprattutto in aree irrigue, di infestare anche colture macroterme a ciclo primaverile-estivo. E' quindi una specie ubiquitaria nello spazio e nel tempo. Le situazioni agronomiche di maggiore diffusione di questa specie sono le prime fasi post-semina o post-trapianto. I semi infatti, come spesso accade nella famiglia delle brassicacee, hanno una rapida germinazione e ciò comporta che le prime chiazze di infestazione sono costituite soprattutto dalle emergenze di questa specie (Figura 5).



**Figura 5. Operazioni di sarchiatura di finocchio dolce in cui si vede l'interfila centrale (ancora non gestita) colonizzata marcatamente da *Sinapis arvensis*.**

Nella Figura 5 sono sintetizzate alcune delle situazioni malerbologiche più sbilanciate verso il dominio di una infestante in una determinata coltura. Come si può osservare, nonostante che in agricoltura biologica prevalga solitamente la biodiversità e l'equilibrio floristico (Bengtsson et al., 2005) alcune infestanti hanno sfiorato e talvolta superato il 50% della densità relativa dominando così fitocenosi infestanti di particolare indesiderabilità agronomica. Ciò si è verificato sia in colture microterme (Figura 6A) che macroterme (Figura 6B). Nel primo caso appare opportuno citare il caso di massicce infestazioni di *Lolium multiflorum* nella camomilla (spesso affiancato da altre graminacee come *Poa trivialis* e *Alopecurus myosuroides*) fenomeno che talvolta porta alla completa perdita del prodotto per la sua "irraccolgibilità". Simili infestazioni "sbilanciate" sono state rilevate nei casi di *Poa trivialis* nella coltura di Lino e *Sinapis arvensis* in quella di Coriandolo. In questo ultimo caso va sottolineato che questo è solamente un binomio coltura-malerba "indicativo" in quanto questa infestante brassicacea è diffusa e spesso dominante, come sopraccitato, in tutte le colture microterme e persino in quelle macroterme durante le prime fasi di impianto.

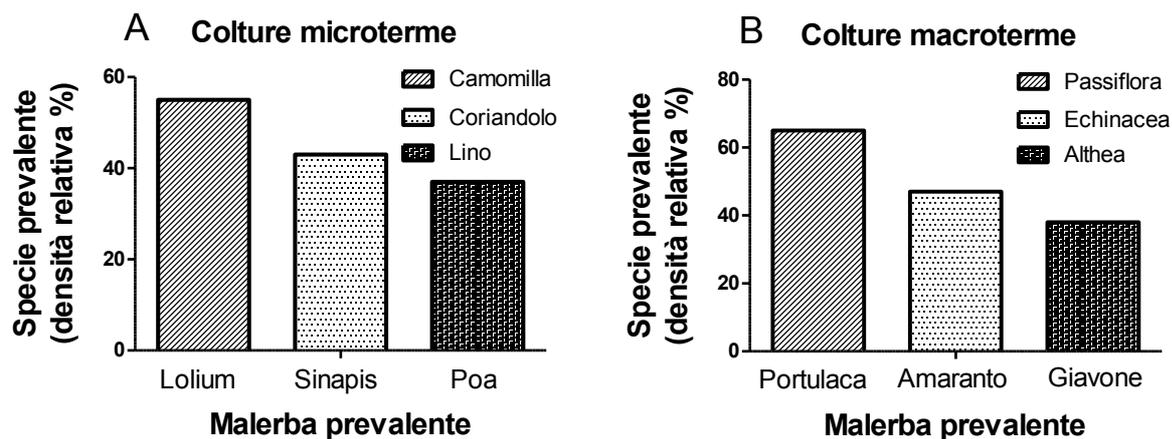


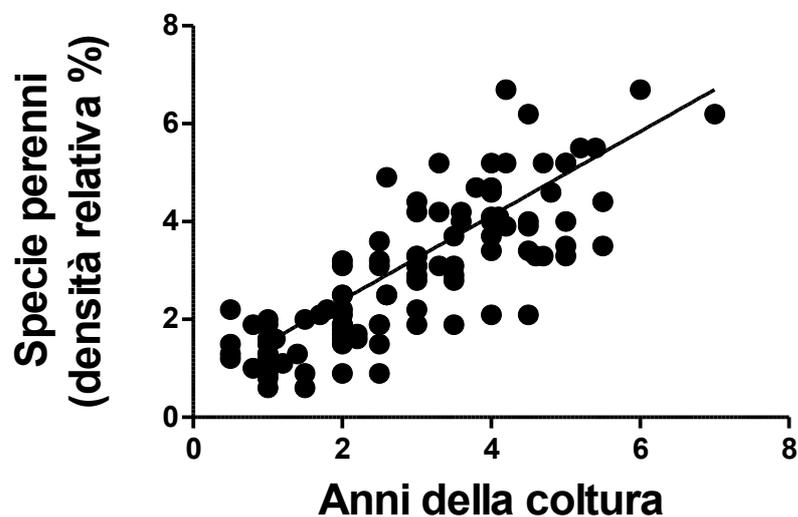
Figura 6. Tipici abbinamenti coltura-malerba di specie microterme (A) e macroterme (B).

Per quanto riguarda le colture macroterme ben evidenti sono le infestazioni di *Portulaca oleracea* alle prime fasi di impianto, ad esempio dopo trapianto di *Passiflora* (solitamente tardivo), come riportato nella Figura 6B. Analogamente spiccano le elevate densità relative di *Amaranthus retroflexus* in *Echinacea* ed *Echinochloa crus-galli* (giavone) in *Althea*.

Oltre a queste situazioni malerbologiche “indicative” di alcune infestazioni tipiche delle varie colture appare opportuno trovare elementi per poter interpretare alcune significative evoluzioni floristiche nelle colture medicinali testate. La caratteristica più saliente di questa tipologia di colture è quella che predominano le infestanti a ciclo poliennale. Infatti, mentre nelle colture erbacee “convenzionali” predominano le specie infestanti annuali sulle poliennali, in quelle medicinali avviene il contrario. D'altra parte è ben noto che una importante strategia di sopravvivenza delle infestanti sia quella di imitare le colture (Barrett, 1983) e ciò stimola l'ipotesi che questa poliannualità delle colture possa in qualche modo influenzare l'evoluzione floristica verso la selezione delle specie che possiedono la medesima caratteristica biologica di perennanza.

Nella Figura 7 è mostrata una regressione (risultata significativa per  $p < 0.05$ ) che evidenzia come durante il ciclo agronomico delle varie colture poliennali aumentino le infestanti che possiedono la medesima capacità di ricrescita vegetativa dopo i periodi di stasi invernale.

Tale dinamica floristica che evolve fitocenosi in partenza quasi esclusivamente annuali verso comunità vegetali in cui si affermano le perenni (sia emicriptofite che geofite) è da mettere in relazione ai disturbi meccanici esercitati sul suolo. Ciò si verifica dal momento che le sarchiature effettuate per l'intera durata del ciclo agronomico della coltura e ripetute per diversi anni assomigliano a quelle minime lavorazioni che sono strettamente in relazione con l'aumento della densità relativa di infestanti perenni come già osservato in altri agroecosistemi "conservativi" (Zanin et al., 1997).



**Figura 7. Relazione tra incidenza di infestanti a ciclo perenne (espressi come densità relativa %) ed anni dall'impianto della coltura a ciclo poliennale. Le specie prese in esame sono quelle riportate nella Tabella 1.**

Ciò conferma l'ipotesi che durante il lungo ciclo agronomico delle colture poliennali si selezionino proprio le specie aventi la medesima caratteristica di sopravvivenza. Ciò implica che alla fine della coltura tale vegetazione debba essere contrastata meccanicamente da operazioni di aratura e/o estirpatura in modo da non implicare difficili problematiche malerbologiche di queste specie, non a caso spesso definite con il termine di "vivaci", nelle successive colture.

Tra le specie a ciclo perenne che sono state impiegate per tale regressione predominano *Cirsium arvense* e *Convolvulus arvensis* anche se, seppur con incidenza decisamente minore, sono state considerate anche altre specie appartenenti alla famiglia botanica delle asteracee come ad esempio *Cirsium vulgare*, *Cichorium intybus* e *Picris hieracioides* (Figura 8). Spesso queste specie sono agevolate in termini di invasività dalla loro strategia di disseminazione anemocora che gli consente

una rapida colonizzazione delle interfile libere da vegetazione in seguito agli interventi di sarchiatura. Spesso compaiono anche altre asteracee tipicamente anemocore ma annuali come *Sonchus oleraceus*, *Senecio vulgaris*, *Lactuca serriola* e soprattutto *Conyza canadensis* (Figura 9). Questa ultima specie è in grado di creare delle dense chiazze di infestazione di altezza elevata (fino a 2 m). Tale imponente vegetazione, oltre a soffocare la coltura, ostacola le operazioni di sarchiatura.



**Figura 8. Infestazione estiva di Echinacea prevalentemente costituita da asteracee a disseminazione anemocora.**



**Figura 9. *Conyza canadensis*: una problematica dovuta non solamente al soffocamento della coltura ma anche all'ostacolo che essa implica nelle operazioni di sarchiatura.**

Tale evoluzione floristica di difficile controllo è meno frequente in colture come il Tarassaco, in cui è possibile operare anche nelle vicinanze della fila della coltura mediante il sopraccitato “Finger weeder”. Tale disturbo, pressoché localizzato “sulla fila”, è reso possibile dalla marcata resilienza che caratterizza la ricrescita di questa specie. In alcuni casi, in pieno sviluppo della coltura (secondo anno, Figura 10) è possibile persino intervenire con uno sfalcio a tutta superficie dal momento che la coltura ha una capacità di ricaccio spesso decisamente superiore a quella delle infestanti presenti.



**Figura 10. Situazione primaverile di pieno sviluppo vegetativo di Tarassaco al secondo anno in cui si può notare la buona riuscita delle sarchiature delle interfile ed una “accettabile” residua vegetazione in prossimità dei filari della coltura.**

Tornando alla considerazione prima citata di una sorta di “crop mimicry” da parte delle infestanti, possiamo estenderla anche nel caso delle colture a ciclo annuale. È evidente che i maggiori nemici delle colture annuali sono analoghe infestanti annuali (Tabella 4) soprattutto per il fatto che le specie perenni non hanno il tempo per affermarsi grazie alla loro lenta ma progressiva riproduzione vegetativa.

A fronte della biodiversità tipicamente elevata in queste colture medicinali (Benvenuti e Macchia, 2003) tendono a prevalere nello spazio e nel tempo le medesime infestanti annuali dicotiledoni come *Amaranthus retroflexus* e *Chenopodium album* e monocotiledoni (*Lolium multiflorum*, *Poa trivialis* ed *Echinochloa crus-galli*) come sintetizzato nella Tabella 4.

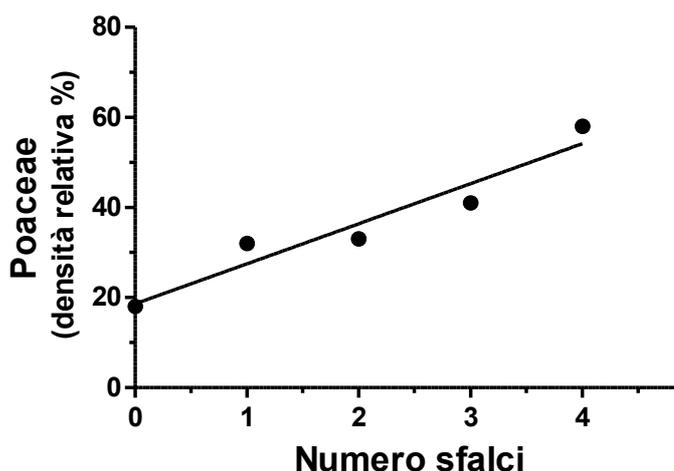
**Tabella 4. Ciclo agronomico solitamente adottato in Valtiberina di alcune delle più diffuse colture medicinali perenni.**

<b>Colture a ciclo agronomico annuale<sup>1</sup></b>	<b>Infestanti prevalenti</b>
<i>Foeniculum vulgare var. dulce</i>	<i>Echinochloa crus-galli, Sinapis arvensis, Poa trivialis</i>
<i>Escholtzia californica</i>	<i>Poa trivialis, Lolium multiflorum, Sinapis arvensis</i>
<i>Matricaria chamomilla</i>	<i>Lolium multiflorum, Sinapis arvensis, Alopecurus myosuroides</i>
<i>Linum usitatissimum</i>	<i>Sinapis arvensis, Lolium multiflorum, Poa trivialis</i>
<i>Malva officinalis</i>	<i>Lolium multiflorum, Polygonum aviculare, Portulaca oleracea</i>
<i>Coriandrum sativum</i>	<i>Sinapis arvensis, Lolium multiflorum, Poa trivialis</i>
<i>Arctium lappa</i>	<i>Amaranthus retroflexus, Chenopodium album, Echinochloa crus-galli</i>

*1: In alcuni casi il ciclo biologico della coltura sarebbe poliennale ma viene gestito agronomicamente come annuale.*

Va comunque evidenziato che in questo caso non si parla di similitudine coltura-infestante in termini esclusivamente biologici ma anche agronomici dal momento che alcune specie (ad esempio *Arctium lappa* e *Malva officinalis*), pur avendo un ciclo biologico poliennale, vengono gestite come annuali.

Nel caso della coltura di Malva non appare affatto un caso che le infestanti prevalenti siano graminacee o a portamento prostrato, come nel caso di *Polygonum aviculare* e *Portulaca oleracea*. È infatti questa una coltura che viene sottoposta, analogamente ad altre specie come ad esempio Menta e Melissa, ad una serie di sfalci (3-4) durante la stagione di crescita.



**Figura 11. Esempio dell'aumento di incidenza di graminacee (Poaceae) in seguito alla frequenza di sfalcio annuale effettuato nella coltura di malva.**

L'ipotesi che la maggiore resilienza allo sfalcio delle graminacee selezioni queste specie è stata validata dalla regressione mostrata nella Figura 11. Infatti, in termini di densità assoluta il livello di infestazione complessivo si riduce per l'azione "rinettante" degli sfalci (dati non mostrati), ma in termini di densità relativa % è stata osservata un aumento significativo ( $p < 0.05$ ) dell'incidenza delle graminacee in funzione della dinamica dei tagli. In questo caso la "crop mimicry" appare legare colture ed infestanti sotto un profilo di attitudine alla resilienza post-sfalcio, che tende ad associare le colture a sfalcio periodico alla presenza di graminacee (Figura 12).



**Figura 12. Evoluzione floristica in una coltura di malva al termine dei cicli di sfalcio che questa coltura implica.**

## **Conclusioni**

L'evoluzione floristica nelle colture medicinali è di difficile generalizzazione ma l'unica ipotetica "modellizzazione" possibile è quella che vede una selezione di quelle infestanti che riescono a mimetizzarsi in alcune caratteristiche agro-ecologiche delle varie colture.

Ciò che è certo è che in sistemi colturali biologici il risultato agronomico dipende strettamente dalla elevata esperienza e professionalità agronomica del personale coinvolto nel processo produttivo dal momento che non è certamente facile difenderle dall'aggressività delle malerbe che sono in continua evoluzione per colonizzare gli spazi ecologici disponibili (Foto 13).



**Figura 13. Gestione pressoché ottimale di una coltura di Echinacea durante il periodo estivo.**

In questo ambito assume una importanza cruciale la tempestività di intervento, dal momento che le grandi superfici mal si adattano alle “finestre di operatività” che si aprono in funzione dell’andamento climatico. I frequenti binomi coltura-malerba sopra illustrati sono esempi di evoluzione floristica che può essere gestita anche mediante l’adozione di metodi preventivi. Tra questi l’inserimento di lunghi periodi di inter-coltura (antichi maggese) con interventi di “falsa semina” potrà consentire di poter partire con nuovi impianti con situazioni malerbologiche più gestibili.

Infine, si può sintetizzare questa filosofia agronomica dicendo che l’innovazione agronomica necessaria a questo settore potrà evolvere non solamente con future invenzioni di nuove attrezzature ma anche grazie alla riscoperta di quelle tradizioni agronomiche del passato che si sono evolute con il prevalente obiettivo della sostenibilità.

### **Bibliografia**

Barrett SH (1983). Crop mimicry in weeds. *Economic Botany* 37: 255-282.

Benvenuti S, Falorni C, Simonelli G, Macchia M (2001). Weed Seedbank Evaluation and Relative Emergence Dynamics in Three Perennial Medicinal Crops of Organic Farming Systems. *Italian Journal of Agronomy* 5: 29-38.

Benvenuti, S, Macchia, M (2003). Weed Community Dynamics in Perennial Medicinal Crops of Organic Agricultural Systems. *Advances in Horticultural Science* 17: 1000-1008.

Benvenuti S, Macchia M (2006). Seedbank reduction after different stale seedbed techniques in organic agricultural systems. *Italian Journal of Agronomy* 1: 11-22.

- Bengtsson J, Ahnström J, Weibull AC (2005). The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 42: 261-269.
- Bond W, Grundy AC (2001). Non-chemical weed management in organic farming systems. *Weed Research* 41: 383-405.
- Hole DG, Perkins A J, Wilson JD, Alexander IH, Grice PV, Evans AD (2005). Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation*: 122: 113-130.
- Lubbe A, Verpoorte R (2011). Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. *Industrial Crops and Products* 34: 785-801.
- Melander B, Holst N, Rasmussen IA, Hansen PK (2012). Direct control of perennial weeds between crops—Implications for organic farming. *Crop Protection* 40: 36-42.
- Mortensen DA, Bastiaans L, Sattin M (2000). The role of ecology in the development of weed management systems: an outlook. *Weed Research* 40: 49-62.
- Tscharntke T, Clough Y, Wanger TC, Jackson L, Motzke I, Perfecto I, Vandermeer J, Whitbread A (2012). Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. *Biological Conservation*: 151: 53-59.
- Zanin G, Otto S, Riello L, Borin M (1997). Ecological interpretation of weed flora dynamics under different tillage systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 66: 177-188.

## **CASO STUDIO DELL'INFESTANTE PARASSITA OROBANCHE CRENATA FORSK. NELLE LEGUMINOSE DELL'AREA MURGIANA**

**MONTEMURRO P.<sup>1</sup>, VURRO M.<sup>2</sup>, BOARI A.<sup>2</sup>, CAZZATO E.<sup>1</sup>**

*1 Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari C. N. R. - Bari*

*2 Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali - Università degli Studi di Bari "Aldo Moro"*

*E-mail: pasquale.montemurro@uniba.it*

### **Riassunto**

Le leguminose sono da state sempre in Puglia di primaria importanza, tanto nell'agricoltura che per l'alimentazione. Negli ultimi decenni c'era stato un lento declino di queste colture, con un progressivo decremento delle superfici coltivate. Con l'avvento della nuova PAC le superfici coltivate sono nuovamente e grandemente aumentate, dovendo le aziende ottemperare l'obbligo della diversificazione colturale; spesso, trattandosi di zone non irrigue, le leguminose costituiscono la più importante, se non l'unica, possibilità di alternanza con i cereali, tra i quali il frumento duro e l'orzo sono i predominanti. Tali nuove situazioni colturali stanno comportando, e lo faranno sempre più in futuro, la comparsa di problemi sopiti o sottovalutati, come la presenza della pericolosissima specie infestante parassita *Orobanche crenata* Forsk. Una breve panoramica sulla dannosità di questa specie e le attuali e future possibilità di contenimento vengono illustrate.

### **Parole chiave**

*Orobanche crenata*; Leguminose; Erbicidi; Lotta biologica.

### **Summary**

The leguminous plants have always been of primary importance in Puglia, both for agricultural and dietary reasons. In the latest decades, there was a slow decline of these crops, with a gradual decrease in cultivated areas. With the advent of the new CAP, the growing areas are once again greatly increased, farmers having to comply with the requirement of crop diversification; often, being non-irrigated areas, legumes constitute the most important, if not the only, possibility of alternation with cereals, among which wheat and barley are the predominant. These new crop situations are facing, and it will increase in the future, the emergence of problems dormant or underestimated, such as the presence of the dangerous parasitic weed *Orobanche crenata* Forsk. A brief overview of the harmfulness of this species and the existing and future possibilities of containment are here reported.

### **Keywords**

*Orobanche crenata*, Legumes, Herbicides, Biological control.

## **Inquadramento generale**

La coltivazione delle leguminose è iniziata in Puglia già dal Neolitico, continuando nei millenni fino a tutt'oggi, in quanto fave, lenticchie, ceci e cicerchie sono sempre stati considerati base dell'alimentazione dalle popolazioni del sud-Italia. Una buona parte delle coltivazioni pugliesi è concentrata nelle Murge, in particolare nella sottozona denominata Murgia Materana, situata al confine tra la Puglia e l'estremità orientale della Basilicata, caratterizzata dall'essere un altopiano collinare, con predominanza della media collina. Le temperature medie in inverno variano tra 1 e 6°C, con i minimi nel mese di gennaio, in cui talvolta si verificano anche delle nevicate, mentre in estate oscillano tra 24°C ed oltre 30°C. Le precipitazioni si aggirano intorno ai 550 mm l'anno.

Sotto la spinta della “Dieta mediterranea”, la Puglia, come altre Regioni, ha visto incrementare le superfici investite a leguminose che nel 2013 assommavano circa 30.000 ettari, nell'ambito dei quali prevalevano gli oltre 12.000 ettari di fava e favino; i quantitativi prodotti di ceci, lenticchie e cicerchie si sono posizionati, sempre nel 2013, nel quintetto della classifica nazionale, mentre minori sono i quantitativi prodotti di pisello ed irrisori quelli di fagiolo. Con l'avvento della nuova PAC, poi, le superfici pugliesi sono destinate ad aumentare grandemente, dovendo le aziende ottemperarne gli obblighi, tra i quali quello della diversificazione colturale; inoltre, trattandosi di zone non irrigue, le leguminose costituiscono da sempre la più importante, se non l'unica, possibilità di alternanza con i cereali, tra i quali predominanti sono il frumento duro e l'orzo.

La flora infestante dei terreni murgiani risulta essere generalmente la stessa ritrovabile nei seminati dei cereali; pertanto, negli inerbimenti entrano in prevalenza *Avena sterilis* L., *Alopecurus myosuroides* Huds. e *Lolium rigidum* Gaudin, fra le graminacee, ed in misura diversa *Anthemis arvensis* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Fumaria officinalis* L., *Galium aparine* L., *Papaver rhoeas* L., *Polygonum aviculare* L., *Scandix pecten-veneris* L., *Silybum marianum* (L.) Gaertn., *Sinapis arvensis* L., *Stellaria media* (L.) Vill., *Veronica hederifolia* L. e *Viola arvensis* Murray, fra le dicotiledoni (Montemurro e Viggiani, 2004; Montemurro, 2009a; Montemurro, 2009b). La gestione del diserbo delle leguminose non sempre è agevole, soprattutto nelle colture la cui semina avviene a file molto ristrette tra loro, come il cece, la lenticchia, la cicerchia ed il favino, anche a causa della scarsità o addirittura della indisponibilità di erbicidi. Infatti, riguardo ai dicotiledonici, per fava e favino solo di recente al pendimethalin ed al bentazone si è aggiunto il clomazone, per cece e lenticchia il pyridate, mentre per la cicerchia non c'è alcuna sostanza attiva registrata; in quanto ai graminicidi, poi, solo per la fava è possibile l'impiego del fluazipop-p-butile. Ma la problematica a tutt'oggi irrisolta è quella rappresentata dalla più diffusa delle specie rientranti nel genere *Orobanche*, l'*Orobanche crenata* Forsk., chiamata volgarmente “sporchia delle fave”, ed

anche “lupo di fave”, “succiamiele delle fave”, “erba toro”, “sparagione”, “brucialegumi”, “neca” e “coda di leone”, in grado di parassitizzare importanti leguminose, come la fava, il favino, il cece, la lenticchia ed altre. Conosciuta già al tempo degli antichi egiziani, è stata segnalata da Plinio il vecchio che nella “Naturalis Historia” così la cita: “Orobanchen appellavimus necantem ervum et legumina” (chiamiamo orobanche una pianta che uccide la cicerchia ed i legumi). Il termine *Orobanche* deriva dal greco antico “οροβοϛ” (legume) ed “αυχειν” (strozzare) e significa letteralmente “legume strozzato”, in quanto il baccello si presenta appunto con delle strozzature, proprio perché i semi crescono poco o per niente. *O. crenata* è molto diffusa in un’ampia zona compresa tra i Paesi che si affacciano sul Mediterraneo e quelli dell’Asia centrale. In Italia è presente su quasi tutto il territorio nazionale, con l’eccezione della Val d’Aosta, del Piemonte, del Trentino Alto Adige e della Liguria, mentre in Puglia è fortemente diffusa specialmente nell’area murgiana (Pignatti, 1982). Si tratta di una specie oloparassita, cioè totalmente dipendente dall’ospite nell’assorbimento idrico e degli elementi nutritivi, in quanto non dotata né di un vero e proprio apparato radicale, né di capacità fotosintetica; tutto ciò fa sì che il danno provocato dall’*O. crenata* si verifichi perché una sostanziale quantità di risorse idriche e nutrizionali viene “deviata” dall’ospite verso la parassita. Quando poi a questo attacco si aggiunge lo stress idrico, il danno può essere anche la perdita totale del raccolto.

Allo stato attuale, non sono ancora disponibili soluzioni veramente efficaci per proteggere adeguatamente le colture, ma solo per tentare di frenare la diffusione. Pertanto, per gli imprenditori agricoli del territorio murgiano in cui è presente la parassita, risulta strettamente necessaria ed urgente la disponibilità di soluzioni valide; infatti, in assenza di tali soluzioni, nella stretta rotazione biennale a cui in un certo senso gli agricoltori sono “obbligati” (leguminosa-cereale) dalla PAC, il reddito derivante dalla coltivazione della leguminosa continuerebbe ad essere totalmente o parzialmente compromesso, in quest’ultimo caso costringendo gli stessi ad attuarne un non remunerativo sovescio.

Partendo dalle motivazioni che rendono *O. crenata* una problematica importante nell’areale murgiano e dai risultati delle ricerche effettuate per tentarne il controllo, tra gli scopi del presente lavoro ci sono quelli di presentare le poche metodologie oggi utilizzabili in grado di consentirne almeno la riduzione e di ipotizzare le soluzioni che potrebbero risultare realizzabili nel medio e nel lungo periodo.

## **Importanza del problema**

Oltre che in Italia, *O. crenata* è diffusa in tutti i paesi del Mediterraneo, dove infesta molte delle più importanti colture di leguminose, in particolare fava, lenticchie, ceci, piselli, veccia; costituisce un problema significativo per i legumi in Algeria, Cipro, Iraq, Israele, Giordania, Libano, Malta e Tunisia, come pure in Spagna, Portogallo, Siria e Marocco, nazioni per le quali nel passato si stimava che oltre il 50 % dei campi di fava fossero infestati (circa 180.000 ettari in totale). La gravità della problematica ha portato gli agricoltori in molti di questi paesi a rinunciare alla coltivazione di fave e altri legumi suscettibili, tradizionali colture in tali paesi (Parker, 2009).

La situazione del livello di infestazione dell'*O. crenata* dei terreni italiani è probabilmente sottostimata, sia perché gli agricoltori hanno smesso di coltivare le colture suscettibili nei terreni infestati sia perché mancano dati precisi. Bisogna, inoltre, ricordare che i terreni rimangono infestati anche per decenni, perché il seme di queste specie parassita rimane vitale e quiescente per tempi abbastanza lunghi, germinando soltanto quando si presenta nuovamente un ospite adatto; perciò, è verosimile che in molte delle aree dove in passato si coltivavano tradizionalmente delle leguminose, i campi siano ancora fortemente suscettibili di parassitizzazione.

## **Dinamica di espansione**

La grande espansione che nel tempo questa specie parassita ha raggiunto in Italia ed in Puglia, così come è avvenuto in altre aree, è dovuta ad alcune particolarità bio-ecologiche, oltre e soprattutto al fatto che sono pressoché inesistenti efficienti mezzi idonei al suo controllo. A peggiorare la situazione futura va sottolineato che, da un lato gli agricoltori sono poco informati sulle caratteristiche della parassita, dall'altro né avvertimenti sulla problematica né indicazioni circa eventuali interventi di contenimento sono inseriti nei Disciplinari di Produzione Integrata della Regione Puglia o di altre Regioni.

## **Principali aspetti bio-ecologici**

### Caratteristiche biologiche

Il fusto è carnoso, robusto, fino a 12 mm di diametro ed oltre 1 m di altezza. Le foglie a scaglie sono lunghe 10-30 mm, lanceolate, acute o acuminate. L'infiorescenza occupa il 50-75% del gambo emerso e lascia scoperto lo stelo nella metà inferiore. La corolla ha una lunghezza di solito fra 20-25 mm, glabra o leggermente ghiandolare-pelosa, generalmente glabra all'interno, di colore biancastro, in genere con delle venature violacee. Le capsule sono lunghe circa 10-12mm ed a

maturità, dividendosi in due, rilasciano diverse centinaia di semi; una singola pianta produce da alcune decine a diverse centinaia di fiori e quindi può produrre anche oltre 250 mila semi, la cui vitalità si mantiene almeno fino a 9 anni (Linke e Saxena, 1991).

*O. crenata* è una pianta parassita obbligata, cioè ha la necessità di stabilire una connessione con la radice di una pianta ospite entro pochi giorni dalla germinazione del seme, che viene stimolata soltanto da sostanze specifiche (strigolattoni) prodotte appunto dalle radici della pianta ospite; pertanto, il seme germina solo quando una radice “ospite” si trova nelle vicinanze. Tuttavia, è necessario un ambiente umido (per diversi giorni), insieme a temperature adeguate, prima che il seme maturo sia sensibile agli stimolanti. Questo periodo di preparazione è noto come condizionamento o pre-condizionamento. Semi condizionati restano sensibili agli stimolanti per diversi mesi. La loro capacità di rispondere agli stimoli svanisce gradualmente quando i semi si disidratano, rimangono così quiescenti fino a quando non si presentano nuovamente le condizioni idonee per la germinazione. Le temperature ottimali per il condizionamento e la germinazione di *O. crenata* sono fra 15 e 20°C, ma la prolungata esposizione a queste temperature in assenza dello stimolante porta ad una dormienza secondaria mentre, al contrario, le temperature molto più elevate sono inibitorie; questa combinazione di caratteristiche assicura che i semi abbiano un ciclo di germinabilità durante l’anno, che coincide di solito con il periodo in cui la pianta ospite potrebbe essere presente. A contatto con la radice ospite, si sviluppa una specie di rigonfiamento, l’austorio, le cui cellule penetrano nei tessuti dell’ospite fino a raggiungere il fascio vascolare dove stabilisce una connessione con lo xilema ed il floema dell’ospite. La parassita si sviluppa formando un tubercolo sulla superficie della radice, raggiungendo un diametro di 5-20mm. Dopo diverse settimane, dal tubercolo ulteriormente ingrossato si sviluppa un germoglio che fiorisce poco dopo l’emergenza.

### Disseminazione

Il trasporto dei semi da campi adiacenti o lontani può essere dovuta a vari fattori; come per altre specie infestanti, le pratiche umane sono responsabili in larga misura della infestazione nei campi coltivati. I semi di piante parassite vengono trasportati in altri campi attraverso il terreno, l’acqua, gli animali, perché i semi aderiscono alla pelliccia al pascolo, ed anche in seguito all’utilizzo di attrezzi ed abbigliamento non opportunamente puliti nel passaggio da un campo all’altro. Anche i prodotti agricoli di varie colture possono portare semi di orobanche, se i raccolti sono ovviamente avvenuti in un campo infestato, come pure le macchine agricole possono essere una grave fonte di diffusione dei semi, ad esempio se passano dalla lavorazione di un campo infestato, ad uno adiacente non infestato. La seed bank può raggiungere livelli altissimi. Lòpez-Granados e García-

Torres (1993) hanno conteggiato fino a 4 milioni di semi per m<sup>2</sup> nello strato superficiale di 20 cm di terreno; gli stessi autori hanno pure stimato che se solo lo 0,003 % dei semi di *O. crenata* presenti in un terreno germinassero e solo il 9 % emergesse dal terreno, e se circa la metà dei semi prodotti non giungessero a maturità a causa di vari processi naturali (dispersione, predazione, degradazione), la seed bank comunque si triplicherebbe in otto anni.

La dispersione dei semi è causata pure dal commercio, locale, nazionale ed internazionale, di partite di sementi contaminate da semi della parassita. Il concime animale è un'altra fonte importante per l'infestazione; i semi, infatti, rimangono vitali anche dopo il passaggio attraverso l'apparato digerente degli animali.

### Sintomi

I sintomi dell'attacco di *O. crenata* possono non essere evidenti per molto tempo dopo la nascita della parassita, mentre in seguito la leguminosa può cominciare a soffrire con sintomi di avvizzimento fino al collasso. In assenza di questi sintomi così evidenti, ci può essere comunque una seria riduzione della formazione dei baccelli e dello sviluppo dei semi (Tabella 1).

**Tabella 1. Principali sintomi dell'attacco di *O. crenata*.**

Frutti	Caduta prematura
	Dimensioni ridotte
Foglie	Avvizzimento
Pianta intera	Ridotto sviluppo
	Senescenza precoce
	Deperimento
	Morte della pianta

### Piante ospiti

*O. crenata* ha una spettro di ospiti moderatamente ampio, fra cui principalmente specie delle *Fabaceae* ed *Apiaceae*, ma attacca anche alcune *Cucurbitaceae*, *Solanaceae*, *Lamiaceae*, *Ranunculaceae* ed *Asteraceae* (Tabella 2).

**Tabella 2. Principali specie coltivate ospiti di *O. crenata*.**

<b>Nome scientifico</b>	<b>Nome comune</b>	<b>Importanza ospite</b>
<i>Anemone coronaria</i> L.	Anemone	Minore
<i>Apium graveolens</i> L.	Sedano	Minore
<i>Arachis hypogaea</i> L.	Arachide	Minore
<i>Carthamus tinctorius</i> L.	Cartamo	Minore
<i>Cicer arietinum</i> L.	Cece	Principale
<i>Cucumis melo</i> L.	Melone	Minore
<i>Daucus carota</i> L.	Carota	Principale
<i>Helianthus annuus</i> L.	Girasole	Minore
<i>Lactuca sativa</i> L.	Lattuga	Minore
<i>Lens culinaris</i> Medik. <i>subsp. culinaris</i>	Lenticchia	Principale
<i>Pisum sativum</i> Asch. et Gr.	Pisello	Minore
<i>Punica granatum</i> L.	Melograno	Minore
<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Pomodoro	Minore
<i>Vicia faba</i> L.	Fava	Principale

### **Stato dell'arte delle possibilità di controllo**

Le difficoltà di controllo di questa specie, come di tutte le specie infestanti parassite, sono dovute in particolare alla stretta connessione fisica e fisiologica della parassita con l'ospite, al ciclo in gran parte sotterraneo della parassita stessa, che rende difficile valutare i momenti propizi per gli eventuali interventi o stabilire il danno potenziale, ed alla produzione di una enorme quantità di semi che restano quiescenti e vitali per decenni, e che germinano solo in presenza dell'ospite.

In letteratura sono presenti numerosi lavori che riguardano la gestione della "sporchia del pomodoro" (*Phelipanche ramosa* (L.) Pomel) pubblicati da Quasem (1998), Klein e Kroschel (2002), Montemurro et al. (2005), Vurro et al. (2006) e Montemurro e Fracchiolla (2013), mentre sono meno numerosi, anche se non meno validi, gli studi che riguardano la gestione dell'orobanche dei legumi, che qui di seguito vengono brevemente illustrati, con riferimenti bibliografici essenziali.

### **Pratiche colturali e agronomiche**

Diverse sono state le pratiche colturali ed agronomiche provate. La semina ritardata è uno dei metodi tradizionali meglio documentati per sfuggire ad *O. crenata* (Rubiales et al., 2003a; Rubiales et al., 2006; Rubiales et al., 2009; Grenz et al., 2005); tuttavia, il ritardo nella semina implica una fase più breve di formazione dei baccelli, che può essere dannosa per la resa.

Il diserbo manuale può essere raccomandato solo in caso di infestazione limitata, per evitare ogni ulteriore aumento della popolazione della parassita e ridurre la seed bank nel terreno; è ancora comunemente usato in alcuni paesi dove non sono disponibili altri mezzi possibili di controllo e vi è disponibilità di manodopera a basso costo.

La solarizzazione (Sauerborn, 1989a; Sahile et al., 2005) e la pacciamatura (Mauromicale et al., 2001), pur riuscendo a dare ottimi risultati, sono proponibili solo per piccole superfici.

Le modalità di coltivazione del suolo possono influenzare fortemente la seed bank; il “minimum tillage” può ridurre la quantità di semi incorporati nel terreno (Ghersa e Martínez-Ghersa, 2000), come anche la “non lavorazione”. D'altra parte, l'aratura profonda può portare i semi in profondità, dove non possono germinare a causa della mancanza di ossigeno.

La consociazione, come la coltivazione di opportune colture intercalari, costituiscono un altro metodo di controllo con discrete potenzialità; recentemente è stato dimostrato che intervallando alle leguminose l'avena, il fieno greco o il trifoglio alessandrino viene ridotta la seed bank dell'*O. crenata*, grazie all'azione allelopatica estrinsecata da tali colture (Fernández-Aparicio et al., 2007 e 2010).

## **Controllo chimico**

Il controllo di tipo chimico è stato sperimentato utilizzando erbicidi, stimolatori della germinazione dell'orobanche ed induttori di resistenza alla parassita.

### Erbicidi

L'intima connessione tra ospite e parassita in genere impedisce un efficace controllo con gli erbicidi. Composti volatili quali il bromuro di metile, il dibromuro di etilene, il metam-sodio, o la formalina sono efficaci, ma il costo e la pericolosità giustificano raramente il loro uso nei legumi.

I diserbanti che sono stati provati all'estero sono il glyphosate e quelli rientranti nelle famiglie chimiche degli imidazolinoni e delle solfoniluree (Joel et al., 2007) che, assorbiti per via fogliare o radicale dalla pianta ospite, sono poi rapidamente traslocati alla parassita, nella quale si accumulano determinando un'ottima fitotossicità. Il glyphosate a basse dosi viene consigliato per fava, lenticchie e vecce da Mesa-García e García-Torres (1985) e Sauerborn et al. (1989b), ma non per il pisello, coltura molto sensibile. Pisello e lenticchia tollerano meglio trattamenti in pre e post-emergenza di altri erbicidi adatti per il controllo dell'orobanche, come gli imidazolinoni (Jurado-Expósito et al., 1986); tuttavia, difficilmente si riesce ad ottenere un controllo completo con i trattamenti erbicidi di pre-emergenza nel caso di semine precoci (Rubiales et al., 2003a), probabilmente a causa della dissipazione dell'erbicida dalla data di semina fino al momento dello

sviluppo dell'orobanche. In prove condotte da García-Torres e López-Granados (1991), la fava ha tollerato trattamenti in pre-emergenza con imazapyr a 12,5-25 g/ha ed imazethapyr a 75-100 g/ha, ed in post-emergenza con imazapyr a 2,5-5,0 g/ha, imazethapyr a 20-40 g/ha ed imazaquin a 40-60 g/ha. La lenticchia ha sopportato senza problemi interventi in pre-emergenza con imazapyr a 25 g/ha ed imazethapyr a 75 g/ha, ed in post-emergenza con imazaquin a 7,5 ml/ha in sperimentazioni eseguite da Jurado-Expósito et al. (1997). Bayaa et al. (2000), suggeriscono due applicazioni post-emergenza di imazapic a 3 g/ha, la prima quando la lenticchia ha da 5 a 7 foglie vere, quando la pianta parassita di solito inizia a svilupparsi sulle radici dell'ospite, la seconda da 2 a 3 settimane più tardi; ancora, nel caso di piogge tardive che prolungano il periodo di crescita, o quando la lenticchia è irrigata, viene consigliato un terzo intervento a 2 g/ha; gli autori segnalano anche fenomeni di fitotossicità nel caso si verificano piogge, basse temperature e stress termici, ed in funzione della cultivar utilizzata. Un ulteriore problema di questi erbicidi è che non sono registrati in ogni paese, e le dosi ed i tempi di applicazione devono essere adeguati caso per caso. Inoltre, gli imidazolinoni tradizionali sono stati sostituiti in alcuni Paesi dall'imazamox che ha meno azione residuale nel terreno, e questo rende necessario rivalutare tempi e dosi di applicazione, a seconda delle diverse condizioni.

Anche i trattamenti delle sementi con imidazolinoni hanno dimostrato una certa efficacia per il controllo di *O. crenata* in fava e lenticchie (García-Torres e López-Granados, 1991; Jurado-Expósito et al., 1997), modalità che consente anche un ovvio risparmio economico nelle spese di distribuzione, oltre a ridurre da due a tre volte la quantità di erbicida necessaria, quindi più ecocompatibile; comunque, in condizioni ambientali favorevoli per l'attacco della sporchia, può rendersi necessario un trattamento erbicida in post per completare il controllo.

Tra le sperimentazioni italiane che hanno testato l'impiego degli erbicidi nella fava, vi sono quelle di Miccolis e Bianco (1984) e Miccolis e Bianco (1986) che hanno avuto ottimi risultati impiegando il glyphosate all'inizio della fioritura della leguminosa alla dose di 74 g/ha; Miccolis e Montemurro (1992) hanno provato quattro dosaggi di imazaquin (0,01-0,02-0,03 e 0,04 kg/ha) e di imazethapyr (0,05-0,1-0,15 e 0,02 kg/ha) alla comparsa dei primi fiori della fava ottenendo un buon controllo della parassita, ma con una discreta fitotossicità.

### Germinazione suicida

Il fatto che i semi di orobanche richiedano una stimolazione chimica proveniente dalla radice della pianta ospite per germinare, ha suggerito l'uso di idonei prodotti chimici che sollecitando la germinazione dei semi in assenza di un ospite adatto possano consentire di ridurre la seed bank. Tra le diverse classi di metaboliti secondari noti per indurre la germinazione dei semi, vi sono i

cosiddetti strigolattoni, quali orobanchol, orobanchyl-acetato, e 5-deoxystrigol, prodotti dalle radici di numerose *Fabaceae* (Yoneyama et al., 2008), o il fabacyl-acetato, identificato da essudati radicali di pisello (Xie et al., 2009). Tentativi sono stati fatti anche con l'applicazione al terreno di strigolattoni sintetici, come GR24 (Johnson et al., 1976) o Nijmegen-1 (Zwanenburg e Thuring, 1997), ma senza successo, a causa dell'instabilità dei composti, in particolare nei terreni alcalini, e probabilmente anche per la mancanza di opportune formulazioni. L'etilene pure stimola la germinazione di semi di diverse specie di orobanche (Zehar et al., 2002), come alcuni composti di origine naturale, quali i metaboliti fungini, aminoacidi naturali (Vurro et al., 2009), o estratti di piante o alghe che sono da considerarsi come dei veri e propri erbicidi naturali, essendo in grado di inibire la germinazione del seme o, al contrario, di stimolare la germinazione in assenza dell'ospite.

#### Attivazione della resistenza acquisita

La resistenza sistemica acquisita (SAR), ottenuta mediante l'applicazione di agenti chimici, è stata riportata in alcune leguminose contro diverse specie di orobanche (Pérez-de-Luque et al., 2004a; Kusumoto et al., 2007). Una significativa riduzione della parassitizzazione su fava e pisello è stata ottenuta con applicazioni fogliare di benzothiadiazole (Pérez-de-Luque et al., 2004b). Tuttavia, un livello minore di controllo è stato riportato per altre specie leguminose, a dimostrazione che la conoscenza delle interazioni ospite-parassita e delle loro caratteristiche fisiologiche sono di fondamentale importanza per qualsiasi programma di gestione.

#### **Breeding**

I metodi per via genetica sperimentati hanno riguardato sia la strada biotecnologica, prevedendo l'inserimento di geni di resistenza agli erbicidi, sia quella dell'individuazione di varietà intrinsecamente resistenti o almeno tolleranti alla parassita.

#### Resistenza agli erbicidi

Diversi studi hanno evidenziato come per via biotecnologica sia possibile, anche per le leguminose, identificare ed inserirvi geni per la resistenza agli erbicidi, ma anche di permettere una migliore conoscenza dell'ospite e del parassita, potendo comprendere meglio i loro genomi. Diverse colture colpite da *Orobanchaceae* sono state geneticamente modificate per ottenere resistenza agli erbicidi (vedi: <http://www.isb.vt.edu/search-release-data.aspx>), il cui impiego dovrebbe consentire il controllo delle specie parassite in queste colture, anche se non ci sono state prove specifiche in tal senso. Ad esempio, *Orobanche minor* Sm., che è diventata un problema in erba medica negli Stati

Uniti (Ross et al., 2004), dovrebbe essere facile da controllare su soia transgenica resistente al glyphosate, in cui la resistenza è dovuta ad una modifica del gene EPSPS. Anche varietà di lattuga, pomodori, piselli e carote resistenti al glyphosate sono state prodotte e potrebbero essere utilizzate per il controllo delle orobanche. Il principio di utilizzo è semplice e simile a quello delle altre piante infestanti. Utilizzare cioè gli erbicidi a dosi che siano non tossici sulle colture, ma estremamente attivi sulle piante infestanti parassite.

### Resistenza al parassita

Il breeding dei legumi per la resistenza all'orobanche è difficile, tenuto conto della natura complessa e della scarsa disponibilità di resistenza nei legumi in generale (Rubiales et al., 2006). Questa limitazione ha reso la selezione più difficile e rallentato il processo di miglioramento dei legumi. Infatti, nei legumi sono stati identificati solo moderati o bassi livelli di resistenza complessa ad *O. crenata*, in quanto sembra che la resistenza alla parassita abbia più componenti, essendo basata su una catena di meccanismi che agiscono sia da soli sia in combinazione, ed in diverse fasi del processo di infezione (Sillero et al., 2010). In ogni modo, dei progressi sono stati compiuti nell'accumulare la resistenza quantitativa a disposizione, permettendo la creazione di cultivar di fava con vari livelli di resistenza (Kharrat et al., 2010). Per alcune varietà di legumi si è compreso come risultino capaci di "sfuggire" all'attacco delle piante parassite grazie alla fioritura precoce, probabilmente in quanto evitano la competizione con la parassita nella fase di formazione dei baccelli. Ancora, sono state individuate delle linee tardive che possono sfuggire alla parassitizzazione, in quanto sviluppano la maggior parte delle radici tardivamente nella stagione, quando le condizioni sono meno favorevoli per lo sviluppo delle orobanche, oppure hanno un ridotto sviluppo dell'apparato radicale che riduce la probabilità di contatto fra le radici ed i semi della parassita. In alcuni casi, la resistenza ad *O. crenata* è sembrata associata alla bassa stimolazione della germinazione dei semi, in seguito ad una ridotta produzione di stimolanti da parte dell'apparato radicale; questa capacità è stata individuata per il cece, la fava, la lenticchia ed il pisello, apparendo un'interessante caratteristica (Fernández-Aparicio et al., 2008; Fernández-Aparicio et al., 2011).

La ricerca per la resistenza del pisello è stata iniziata solo di recente, specie per la quale appare in genere ridotta tale potenzialità all'interno del germoplasma di pisello contro *O. crenata*, mentre fonti promettenti di resistenza sono state identificate all'interno del genere *Pisum* in parenti selvatici; questi ultimi sono stati ibridati con successo con piselli coltivati (Rubiales et al., 2003b), e sottoposti a riproduzione (Rubiales et al., 2009a), con la conseguente registrazione nel catalogo europeo delle prime cultivar di pisello resistenti.

A differenza di *O. cumana*, in cui sono state individuate nuove razze che sono in continua evoluzione e sconfiggono i geni di resistenza di nuova introduzione, non ci sono prove chiare dell'esistenza di razze di *O. crenata*; ciò potrebbe essere dovuto alla mancanza di una pressione selettiva, in quanto c'è poca resistenza nelle cultivar commerciali di gran parte delle leguminose; tuttavia, le popolazioni di *O. crenata* sono note per essere molto eterogenee (Román et al., 2002a) ed esiste il rischio che queste possano essere selezionate per la virulenza in seguito alla diffusione di cultivar resistenti.

Numerosi studi sulle varietà di fava hanno dimostrato come in genere quelle con tegumento scuro siano meno suscettibili alla sporchia (Elia, 1964; Scarascia Mugnozza et al., 1978; Miccolis e Candido, 1988; Perrino, 1986).

### **Lotta biologica**

Diversi agenti sono stati proposti per la lotta biologica all'orobanche, come ad esempio la *Phytomyza orobanchia*, un dittero le cui larve si sviluppano nelle capsule nutrendosi dei semi causandone una significativa riduzione (Klein e Kroschel, 2002). Un altro insetto, lo *Smicronyx cyaneu*, ha dimostrato di essere in grado di causare danni significativi ad *O. crenata* in diverse ricerche; tuttavia, nonostante questi promettenti risultati, l'insetto sarebbe in grado di ridurre la seed bank solo con un suo rilascio prolungato negli anni, associato ad una attenta adozione di misure preventive. Molti funghi sono stati isolati da *O. crenata*, fra cui specie di *Fusarium*, *Ulocladium* ed *Alternaria*, tutte in grado di causare necrosi dei fusti e dei frutti, ma soprattutto capaci di causare malattie degli organi sotterranei della pianta parassita, se opportunamente applicati al terreno; anche in questo caso i promettenti risultati non hanno trovato sbocchi applicativi, soprattutto per le difficoltà di sviluppare e registrare dei prodotti commerciali a base di organismi viventi (Watson, 2013).

### **Possibilità di controllo**

Allo stato attuale la problematica dell'*O. crenata* non è risolvibile in modo sufficiente; si possono mettere in atto soltanto metodologie di tipo preventivo e riduttivo, le prime in grado di evitare l'insediamento nei campi non ancora interessati dalla parassita, le seconde capaci di ridurre la seed bank. Negli anni, però, è ipotizzabile che si arrivi alla messa a punto di mezzi senz'altro più efficaci, che qui di seguito sono stati denominati "ipotizzabili" e "futuribili", che cioè potrebbero rendersi disponibili rispettivamente nel breve e nel lungo termine.

### Metodi preventivi e riduttivi

Sono essenzialmente metodi atti a prevenire soprattutto l'ingresso dell'orobanche nei campi in cui non è ancora presente, nonché l'aumento della seed bank. Evitare l'aumento della carica di semi nel terreno è, infatti, un elemento di primaria importanza per una corretta gestione delle piante parassite; anche una modesta seed bank iniziale si accresce rapidamente nelle successive stagioni, specialmente se si verificano condizioni adatte; perciò, per prevenire nuove infestazioni e/o limitarne la diffusione dovrebbero essere adottate le seguenti misure:

- a) il movimento di semi su un campo infestato deve essere evitato; pertanto, i veicoli, le macchine agricole ed i materiali di moltiplicazione non devono trasportare terreno infestato quando ci si sposta da un campo all'altro;
- b) gli animali della fattoria non devono diventare vettori di piante parassite, per cui bisognerebbe:
  - a. limitare i loro movimenti tra i campi;
  - b. pulirli per evitare il trasferimento di terreno infestato o semi sul loro corpo;
  - c. evitare l'impiego di foraggi proveniente da campi infestati;
- c) il materiale vegetale deve giungere solo da fonti certificate ed essere privo di semi della parassita;
- d) l'acqua irrigua non dovrebbe provenire da canali o serbatoi che si trovano adiacenti ai campi infestati; nel caso, l'impianto irriguo deve essere adeguatamente dotato di sistemi di filtrazione dell'acqua;
- e) lo spostamento di terreno infestato, causato naturalmente dal vento o dall'acqua, o volontariamente dall'uomo, deve essere evitato;
- f) nei campi molto infestati per la prima volta, si deve effettuare un'aratura sufficientemente profonda, in genere di almeno 40 cm e con buon ribaltamento delle fette, cioè tale da portare in profondità i semi della sporchia; successivamente, però, nelle colture in successione si devono eseguire lavorazioni superficiali, allo scopo ovvio di non riportare in superficie i semi della parassita;
- g) l'inserimento negli avvicendamenti di:
  - a. *trap crops*, "colture trappola", cioè piante capaci di stimolare la germinazione dei semi della *O. crenata*, senza lasciarsi poi parassitizzare, come il girasole ed il lino, o

di quelle che sono parassitizzabili, purché vengano distrutte prima della formazione dei semi dell'orobanche;

- b. colture intercalari come per esempio l'avena, il fieno greco ed il trifoglio alessandrino, in grado di ridurre la seed bank grazie alla loro azione allelopatica;
- h) il lavaggio rigoroso dei mezzi di lavoro ed in particolare delle raccogliatrici meccaniche che hanno raccolto in campi infestati dalla parassita;
- i) data la grandissima quantità di seme producibile da parte delle piante di orobanche, è sempre consigliabile distruggere i turioni, naturalmente prima che abbiano prodotto i semi. Nel caso vengano estirpati, è meglio allontanare dai campi i turioni in avanzato stadio di sviluppo, in quanto potrebbero portare comunque a buon fine la formazione dei semi e quindi disseminare.

Inutile è, invece, quando l'infestazione si è già inserita nei campi, fare affidamento su altre metodologie di tipo agronomico, come pure l'utilizzo dell'avvicendamento colturale, considerato la lunga vitalità dei semi, o sull'alternanza di lavorazioni del terreno a profondità diversificate.

#### Mezzi "ipotizzabili"

E' "ipotizzabile" che uno o più erbicidi, tra quelli che le sperimentazioni hanno segnalato come efficaci verso l'*O. crenata* e contemporaneamente selettivi verso le leguminose, possano diventare disponibili per gli agricoltori italiani in virtù degli articoli 51 e 53 del Reg. CE n. 1107/2009 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 ottobre 2009, relativo all'immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari. L'art. 51, denominato "Estensione delle autorizzazioni per usi minori", dispone che "il titolare dell'autorizzazione, gli organismi ufficiali o scientifici che si occupano di attività agricole, le organizzazioni professionali agricole o gli utilizzatori professionali possono chiedere che l'autorizzazione di un prodotto fitosanitario già autorizzato nello Stato membro interessato sia estesa per usi minori, non ancora coperti dall'autorizzazione", come è accaduto di recente con il rimsulfuron per il controllo della *P. ramosa*. L'art. 53, invece, concernente le "Situazioni di emergenza fitosanitaria", dispone, che "*In deroga all'articolo 28, in circostanze particolari uno Stato membro può autorizzare, per non oltre centoventi giorni, l'immissione sul mercato di prodotti fitosanitari per un uso limitato e controllato, ove tale provvedimento appaia necessario a causa di un pericolo che non può essere contenuto in alcun altro modo ragionevole*"; le stesse Organizzazioni di Produttori possono farsi promotori di tali iter.

La disponibilità di varietà di legumi transgeniche resistenti agli erbicidi potrebbe in tempi non molto lunghi rappresentare una valida soluzione, naturalmente se verranno superati, come in altre

nazioni, gli aspetti normativi a livello europeo in generale, ed in Italia in modo particolare; tra l'altro, si otterrebbe contemporaneamente anche il controllo delle piante infestanti. Rimanendo nel campo varietale, studi ancora più approfonditi potrebbero permettere una migliore selezione di quelle cultivar di legumi capaci di “sfuggire” alla parassitizzazione sia perché l'apparato radicale si sviluppa tardivamente e/o produce meno stimolanti della germinazione dei semi dell'orobanche, sia per il fatto di fiorire tardivamente.

### Mezzi “futuribili”

Tra i risultati delle ricerche presenti nella bibliografia scientifica, appaiono “futuribili” gli attivatori della SAR, ottenuta mediante l'applicazione di agenti chimici, considerato che per altre problematiche già esistono formulati commerciali capaci di funzionare con tale meccanismo.

In termini di lotta biologica, poi, l'utilizzo di insetti come la *Phytomyza orobanchia*, in veste di predatore di semi dell'orobanche, risulterebbe utile, anche se in tempo lunghi, ad abbassare a livelli agronomicamente ed economicamente accettabili la seed bank.

### **Conclusioni**

Nella consapevolezza che nell'immediato non esistono metodi veramente efficienti e praticabili per la lotta all'*O. crenata*, appare indispensabile almeno praticare le misure di tipo sia preventivo, per evitare l'arrivo della parassita in aree non ancora infestate, sia riduttivo della *seed bank* e della disseminazione, nei terreni in cui è già presente. Tali misure dovrebbero tra l'altro essere inserite nei Disciplinari di Produzione Integrata della regione Puglia, nonché di altre regioni in cui la problematica è già iniziata o potrebbe cominciare. Naturalmente, nei terreni fortemente infestati è sconsigliabile seminare le leguminose, in quanto non risulterebbero certamente redditizie, a causa delle forti riduzioni produttive. Di qui la necessità che il problema venga preso in seria considerazione per i territori murgiani già interessati dalla parassita, dove le leguminose costituiscono l'unica alternativa ai cereali, considerate le norme sulla rotazione biennale imposte dall'ultima PAC.

Tra le soluzioni “ipotizzabili”, quella che potrebbe in tempi brevi risultare disponibile è senz'altro legata agli erbicidi, diversi dei quali sono risultati dalle fonti bibliografiche, in grado di fronteggiare in maniera efficiente la problematica, ovviamente avendone validato in modo sufficiente l'efficacia e la selettività. Le soluzioni indicate come “futuribili”, vedi ad esempio le varietà transgeniche resistenti agli erbicidi, necessitano invece un percorso doppio, in quanto deve essere in primis risolto lo scontro ideologico di avversione a tale strategia e quindi il reperimento di fonti finanziarie.

Ancora, c'è da ribadire che solo la ricerca scientifica potrà arrivare a risolvere pienamente l'attuale situazione, come pure che difficilmente un singolo metodo potrà fornire una risposta pienamente risolutiva. La disponibilità di più mezzi, invece, potrà consentire la "progettazione" di strategie di tipo integrato, in cui potranno entrare mezzi già noti e quelli che gli studi negli ambiti agronomici, chimici, biologici e biotecnologici renderanno disponibili, magari tutti assistiti dalla messa a punto di modelli previsionali della germinazione e della parassitizzazione.

In definitiva, è essenziale che si inizi nell'immediato a fare qualcosa di razionale e strategico per affrontare rigorosamente la problematica dell'*O. crenata*; è altresì essenziale eseguire un'attività sperimentale che naturalmente richiede la disponibilità di risorse economiche che potrebbero rendersi fruibili attraverso finanziamenti pubblici, regionali e statali, o messe a disposizione da privati o dalle stesse organizzazioni di produttori di legumi. Ovviamente, la messa a punto di strategie integrate per la soluzione del problema *O. crenata* potrà essere utile anche in altre regioni d'Italia dove la parassita è diffusa. Qualora non si opererà in questi termini, permarranno le effettive difficoltà di ottenere dalle leguminose produzioni soddisfacenti sotto l'aspetto economico, con ripercussioni negative a livello locale e regionale, tra l'altro nel momento in cui la "Dieta Mediterranea" spinge i consumatori ad un maggior utilizzo di legumi.

## **Bibliografia**

Bayaa B., El-Hossein N., Erskine W. (2000). Attractive but deadly. ICARDA Caravan 12:16.

Elia M (1964). Indagini preliminari sulla resistenza varietale della fava all'Orobanche. *Phytopat. Medit.*, 3, 30-32.

Fernández-Aparicio M, Sillero JC, Rubiales D (2007). Intercropping with cereals reduces infection by *Orobanche crenata* in legumes. *Crop Prot* 26:1166-1172.

Fernández-Aparicio M, Sillero JC, Pérez-De-Luque A, Rubiales D (2008). Identification of sources of resistance to crenate broomrape (*Orobanche crenata*) in Spanish lentil (*Lens culinaris*) germplasm. *Weed Research*, 48: 85-94.

Fernández-Aparicio M, Emeran AA, Rubiales D (2010). Intercropping with berseem clover (*Trifolium alexandrinum*) reduces infection by *Orobanche crenata* in legumes. *Crop Prot* 29:867-871.

Fernández-Aparicio M, Flores F, Rubiales D (2011). Escape and true resistance to crenate broomrape (*Orobanche crenata* Forsk.) in grass pea (*Lathyrus sativus* L.) germplasm. *Field Crops Research* 125: 92-97.

García-Torres L, López-Granados F (1991). Control of broomrape (*Orobanche crenata* Forsk.) in broad bean (*Vicia faba* L.) with imidazolinones and other herbicides. *Weed Research* 31:227-235.

- Ghersa CM, Martínez-Ghersa MA (2000). Ecological weed seed size and persistence in the soil under different tilling systems: implications for weed management. *Field Crops Research* 67:141-148.
- Grenz JH, Manschadi AM, Uygurc FN, Sauerborn J (2005). Effects of environment and sowing date on the competition between faba bean (*Vicia faba*) and the parasitic weed *Orobanche crenata*. *Field Crops Research* 93:300-313.
- Joel DM, Hershenhorn J, Eizenberg H, Aly R, Ejeta G, Rich PJ, Ransom JK, Sauerborn J, Rubiales D (2007). Biology and management of weedy root parasites. *Hortic Rev* 33:267-349.
- Jurado-Expósito M, Castejón-Muñoz M, García-Torres L (1986). Broomrape (*Orobanche crenata*) control with imazethapyr applied to pea (*Pisum sativum*) seed. *Weed Technology* 10:774-780.
- Jurado-Expósito M, García-Torres L, Castejón-Muñoz M (1997). Broad bean and lentil seed treatments with imidazolinones for the control of broomrape (*Orobanche crenata*). *J. Agric. Sci.* 129:307-314.
- Kharrat M, Abbes Z, Amri M (2010). A new faba bean small seeded variety Najeh tolerant to orobanche registered in the Tunisian catalogue. *Tunis Journal of Plant Protection* 5: 125-130.
- Klein O, Kroschel J (2002). Biological control of *Orobanche* spp. with *Phytomyza orobanchia*, a review. *BioControl* 47:245-277.
- Kusumoto D, Goldwasser Y, Xie X, Yoneyama K, Takeuchi Y, Yoneyama K (2007). Resistance of red clover (*Trifolium pratense*) to the root parasitic plant *Orobanche minor* is activated by salicylate but not by jasmonate. *Ann. Bot.* 100:537-544.
- Linke KH, Saxena MC (1991). Study on viability and longevity of *Orobanche* seed under laboratory conditions. In: Wegmann K., Musselmann L.J. (eds.): *Progress in Orobanche Research. Proceeding of the International Workshop on Orobanche Research*, 19-22 August 1989, Obermarchtal FRG, 110-114.
- López-Granados F, García-Torres L (1993). Seed bank and other demographic parameters of broomrape (*Orobanche crenata* Forsk.) populations in faba bean (*Vicia faba* L.). *Weed Research* 33:319-327.
- Mauromicale G, Restuccia G, Marchese A (2001). Soil solarization, a non-chemical technique for controlling *Orobanche crenata* and improving yield of faba bean. *Agronomie* 21:757-765.
- Mesa-García J, García-Torres L (1985). *Orobanche crenata* Forsk control in *Vicia faba* L. with glyphosate as affected by herbicide rates and parasite growth stages. *Weed Research* 25:129-134.
- Miccolis V, Bianco VV, (1984). Influenza del glyphosate, della propyzamide e di alcune tecniche colturali sull'infestazione di *Orobanche crenata* in coltura di fava da consumo fresco. *La difesa delle piante* 7:161-175.
- Miccolis V, Bianco, VV (1986). Effetti del glyphosate applicato in epoche diverse sull'orobanche della fava. *Atti Giornate Fitopatologiche* III:161-172.
- Miccolis V, Montemurro P (1992). Imazaquin ed imazethapyr nel controllo dell'*Orobanche crenata* nella fava da orto. *Atti Giornate Fitopatologiche* III:71-78.
- Miccolis V, Candido V (1988). Primi risultati del grado di resistenza all'*Orobanche crenata* in accessioni di *Vicia faba*. *Atti Giornate Fitopatologiche* III:227-234.
- Montemurro P, Viggiani P (2004). Le nuove specie infestanti delle colture a ciclo autunno-vernino e le modalità per il loro controllo. *Atti XIV Convegno Biennale S.I.R.F.I.*, Cremona, 30 gennaio, 1-45.

- Montemurro P, Fracchiolla M, Lasorella C, Caramia D (2005). Preliminary results on the control of *Orobanche ramosa* L. with glyphosate in tomato. *13<sup>th</sup> European Weed Research Symposium (EWRS)*, Bari 19-23 Giugno 2005.
- Montemurro P (2009a) “Nuove” infestanti del grano duro in Puglia ed in Basilicata. *Terra e Vita* 2:52-53.
- Montemurro P (2009b). Le variazioni nella flora infestante del grano duro in Basilicata e Puglia. *Terra e Vita* 3:8-13.
- Montemurro P, Fracchiolla M (2013). Caso studio sulle dinamiche evolutive della vegetazione infestante e sulla gestione integrata: il caso della *Pelipanche ramosa* (L.) Pomel. nel pomodoro da industria della Capitanata. In *Atti Convegno XIX SIRFI Società Italiana per la Ricerca sulla Flora Infestante*, Bologna, 17 dicembre, 137-147.
- Parker C (2009). Observations on the current status of *Orobanche* and *Striga* problems worldwide. *Pest Management Science* 65:453-459.
- Pérez-de-Luque A, Jorrín JV, Rubiales D (2004a). Broomrape (*Orobanche crenata* Forsk.) control in pea (*Pisum sativum* L.) by foliar application of benzothiadiazole (BTH). *Phytoparasitica* 32:21-29.
- Pérez-de-Luque A, Sillero JC, Moral A, Rubiales D (2004b). Induction of systemic resistance in pea and faba bean to crenate broomrape (*Orobanche crenata*) by exogenous application of benzothiadiazole. In: *Use of Natural Compound for Parasitic Plant Management*, COST 849 Meeting, 29-30 October 2004, Naples, Italy, p. 12.
- Perrino P, Pace MS, Polignano GB, (1986). Evaluation for tolerance to broomrape in a germplasm collection of *Vicia faba* L.. *International food legume research conference on pea, lentil, faba bean, and chickpea*, 6-11 July, Spokane, Washington, U.S.A.
- Pignatti S (1982). *Flora d'Italia*. Edagricole, Bologna.
- Quasem JR (1998). Chemical control of branched broomrape (*Orobanche ramosa*) in glasshouse grown tomato. *Crop protection* 17(8): 625-630.
- Román B, Satovic Z, Rubiales D, Torres AM, Cubero JI, Katzir N, Joel DM (2002a). Variation among and within populations of the parasitic weed *Orobanche crenata* from two sides of the Mediterranean revealed by ISSR markers. *Phytopathology* 92:1262-1266.
- Ross KC, Colquhoun JB, Mallory-Smith CA (2004). Small broomrape (*Orobanche minor*) germination and early development in response to plant species. *Weed Science* 52:260-266.
- Rubiales D, Alcántara C, Pérez-de-Luque A, Gil J, Sillero JC (2003a). Infection of chickpea (*Cicer arietinum*) by crenate broomrape (*Orobanche crenata*) as influenced by sowing date and weather conditions. *Agronomie* 23:359-362.
- Rubiales D, Pérez-de-Luque A, Cubero JI, Sillero JC. (2003b). Crenate broomrape (*Orobanche crenata*) infection in field pea cultivars. *Crop Protection* 22:865-872.
- Rubiales D, Pérez-De-Luque A, Fernández-Aparicio M, Sillero JC, Román B, Kharrat M, Khalil S, Joel DM, Riches C (2006). Screening techniques and sources of resistance against parasitic weeds in grain legumes. *Euphytica* 147: 87-199.
- Rubiales D, Fernandez-Aparicion M, Wegmann K, Joel DM (2009). Revisiting strategies for reducing the seedbank of *Orobanche* and *Phelipanche* spp. *Weed Research* 49 (Suppl. 1), 23-33.
- Rubiales D, Fernández-Aparicio M, Pérez-De-Luque A, Prats E, Castillejo MA, Sillero JC, Rispaill N, Fondevilla S (2009a). Breeding approaches for crenate broomrape (*Orobanche crenata* Forsk.) management in pea (*Pisum sativum* L.). *Pest Management Science* 65:553-559.

- Sahile G, Abebe G, Al-Tawaha AR (2005). Effect of soil solarization on *Orobanche* soil seed bank and tomato yield in Central Rift Valley of Ethiopia. *World Journal of Agricultural Sciences* 1:143-147.
- Sauerborn J, Linke KH, Saxena MC, Koch W (1989)a. Solarization, a physical control method for weeds and parasitic plants (*Orobanche* spp.) in Mediterranean agriculture. *Weed Research* 29:391-393.
- Sauerborn J, Saxena MC, Meyer A (1989)b. Broomrape control in faba bean (*Vicia faba* L.) with glyphosate and imazaquin. *Weed Research* 29:97-102.
- Sillero JC, Villegas-Fernández AM, Thomas J, Rojas-Molina MM, Emeran AA, Fernández-Aparicio M, Rubiales D (2010). Faba bean breeding for disease resistance. *Field Crops Research* 115:297-307.
- Scarascia Mugnozza GT, Porceddu V, Monti LM, (1978). Stato attuale del miglioramento genetico delle leguminose da granella Padova, 20-30 Giugno 1978.
- Vurro M, Boari A, Pilgeram AL, Sands DC (2006). Exogenous amino acids inhibit seed germination and tubercle formation by *Orobanche ramosa* (Broomrape): Potential application for management of parasitic weeds. *Biological Control* 36:258-265.
- Vurro M., Boari A., Evidente A., Andolfi A, Zermane N. (2009). Natural metabolites for parasitic weed management. *Pest Management Science* 65:566-571.
- Watson AK (2013). Biocontrol. In: *Parasitic Orobancheae* (Ed. D JOEL), 469-497. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Xie X, Yoneyama K, Harada Y, Fusegi N, Yamada Y, Ito S, Yokota T, Takeuchi Y, Yoneyama K (2009). Fabacyl acetate, a germination stimulant for root parasitic plants from *Pisum sativum*. *Phytochem.* 70:211-215.
- Yoneyama K, Xie X, Sekimoto H, Takeuchi Y, Ogasawara S, Akiyama K, Hayashi H, Yoneyama K (2008). Strigolactones, host recognition signals for root parasitic plants and arbuscular mycorrhizal fungi, from Fabaceae plants. *New Phytol.* 179:484-494.
- Zehar N, Ingouff M, Bouya D, Fer A (2002). Possible involvement of gibberellins and ethylene in *Orobanche ramosa* germination. *Weed Research* 42:464-469.
- Zwanenburg B, Thuring JW (1997). Synthesis of strigolactones and analogs: a molecular approach to the witchweed problem. *Pure Appl Chem* 69:651-654.



## GESTIONE DELLE MALERBE NELLE COLTURE DESTINATE ALLA IV GAMMA ALLA LUCE DEL REG. (UE) 752/2014

D'ILARIO P.<sup>1</sup>, FACCHETTI M.<sup>2</sup>, SALVÀ M.<sup>2</sup>, SANA A.<sup>2</sup>, VITALI A.<sup>2</sup>

1. Unaproa

2. O.P. di IV gamma socie di Unaproa

E-mail: [paola.dilario@aopunolombardia.it](mailto:paola.dilario@aopunolombardia.it)

### Riassunto

La corretta gestione delle infestanti nelle colture di IV gamma in serra presenta la medesima urgenza e necessità di controllo delle altre colture orticole, in riferimento a tutti gli aspetti legati alla competizione di luce, spazio e nutrienti. Tuttavia la particolare destinazione dei prodotti baby leaf o sfalciati al confezionamento in busta, e la relativa problematica dei “corpi estranei”, rende necessaria un’efficacia degli interventi tale da garantire una soglia zero, anche in funzione degli standard richiesti dai clienti della Grande Distribuzione Organizzata a cui queste produzioni sono destinate.

Con l’entrata in vigore del Reg. UE 752/2014, concernente gli LMR di antiparassitari fissati dal Reg. CE 396/2005 e le indicazioni delle specie a cui appartengono i prodotti, è stato introdotto *ex novo* il gruppo denominato “Prodotti baby leaf (comprese le brassicacee)” che, al contrario di quanto si possa ritenere, non ha avuto l’esito di semplificare l’identificazione degli impieghi e del relativo LMR di queste specie, ma ha reso problematico e incerto individuare gli impieghi autorizzati riportati in etichetta, e ha di fatto ridotto i principi attivi ora disponibili.

### Parole chiave

Erbe infestanti; IV gamma; Reg. UE 752/2014; Corpi estranei; Sostenibilità economica.

### Summary

The proper management of weeds in greenhouse fresh cut has the same urgency and need for control of other vegetable crops, with regard to all aspects related to the competition for light, space and nutrients. However, the particular destination of baby leaf crops and the related issue of "foreign bodies" makes necessary an effectiveness of the intervention so to guarantee a zero threshold, even according to the standards required by the customers of mass retailers where these products are sold.

The Reg. UE 752/2014 on MRLs for pesticides set by Reg. EC 396/2005 and the scientific names of the species to which the products belong, has introduced *ex novo* the group called "Baby leaf products (including Brassica species)" that, instead of giving the expected result of simplifying the identification of the use and the related MRLs for these species, has made more difficult and uncertain to identify authorized uses on the label. Moreover it has reduced the pesticides currently available.

### Key words

Weed; Fresh-cut; Reg. UE 752/2014; Foreign bodies; Economic sustainability.

## **Entrata in vigore del Reg. UE 752/2014**

Con l'entrata in vigore dal 1 gennaio 2015 del Regolamento UE 752/2014 (che sostituisce l'allegato I del Regolamento CE 396/2005), è cambiata la classificazione di alcuni gruppi di prodotti. In particolare all'interno del gruppo "Ortaggi a foglia, erbe fresche e fiori commestibili" e del sottogruppo "Lattughe e insalate", nella parte A del Regolamento, è stato introdotto un nuovo prodotto principale del sottogruppo, denominato: "Prodotti baby leaf (comprese le brassicacee)", che nella parte B, dove vengono riportati gli altri prodotti a cui si applicano gli stessi LMR, dettaglia ulteriormente in: Bietole da foglia e da costa, Scarole/Indivie a foglie larghe, Senape indiana, Lattughe, Spinaci, Altre specie raccolte allo stadio di foglie giovani.

Nella colonna che definisce quali sono le parti del prodotto a cui si applicano gli LMR, in corrispondenza dei "Prodotti baby leaf (comprese le brassicacee)", si riporta: "Giovani foglie e piccioli di qualsiasi prodotto (comprese le brassicacee) raccolto fino allo stadio di foglia vera". Si ritiene che nell'individuazione di questo stadio, le foglie cotiledonari sono da intendersi escluse.

Per poter comprendere quali siano le problematiche, nonché la mancanza di chiarezza che si è generata in seguito a questa recente introduzione del prodotto principale del sottogruppo suddetto, peraltro non presente nel precedente Reg. UE 212/2013, occorre premettere che le colture sfalciate destinate alla IV gamma e coltivate in serra, oggetto di questo contributo, sono soggette a più cicli all'interno dello stesso anno e più tagli all'interno dello stesso ciclo. Si definisce come ciclo vegetativo il periodo che intercorre tra la semina/trapianto e l'asportazione definitiva dei residui della coltura. Addirittura, per alcune produzioni (es. rucola, bietola da foglia, cicorino, ecc.) si arriva sino a 8-10 tagli.

Il sottogruppo "Lattughe e insalate", come evidenziato in Figura 1, comprende oltre ai "Prodotti baby leaf" - cod. 0251080, anche la "Rucola" e la "Dolcetta/valerianella/gallinella", da sempre comprese tra le colture sfalciate destinate alla IV gamma e comunemente definite anch'esse colture baby leaf, ma che in questo Regolamento sono contraddistinte ciascuna da un codice differente da quello dei "Prodotti baby leaf".

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
0244000		d) Cavoli rapa		<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gongylodes</i>	Prodotto intero, previa rimozione di radici, cime e terra (se presenti)
<b>0250000</b>		<b>Ortaggi a foglia, erbe fresche e fiori commestibili</b>			Prodotto intero, previa rimozione di radici, foglie esterne guaste e terra (se presenti) [eccetto il crescione e gli altri germogli e gemme, i prodotti baby leaf (comprese le brassicacee) e l'erba cipollina]
0251000		a) Lattughe e insalate			
0251010			Dolcetta/valerianella/gallinella	<i>Valerianella locusta</i>	
0251020			Lattughe	<i>Lactuca sativa</i>	
0251030			Scarola/indivia a foglie larghe	<i>Cichorium endivia</i> var. <i>latifolia</i>	
0251040			Crescione e altri germogli e gemme	<i>Lepidium sativum</i> subsp. <i>sativum</i>	Prodotti interi della germinazione di semi propriamente detti (talvolta di tuberi o di bulbi) in acqua, terra o substrato idropo- nico, così come definiti nel parere scientifico dell'EFSA pubblicato nell'EFSA Journal 2011; 9 (11):2424, pag. 9.
0251050			Barbarea	<i>Barbarea verna</i>	
0251060			Rucola	<i>Eruca sativa</i>	
0251070			Senape juncea	<i>Brassica juncea</i> var. <i>rugosa</i>	
0251080			Prodotti baby leaf (comprese le brassicacee)		Giovani foglie e piccioli di qualsiasi prodotto (comprese le brassicacee) raccolto fino allo stadio di ottava foglia vera
0251990			Altri (?)		

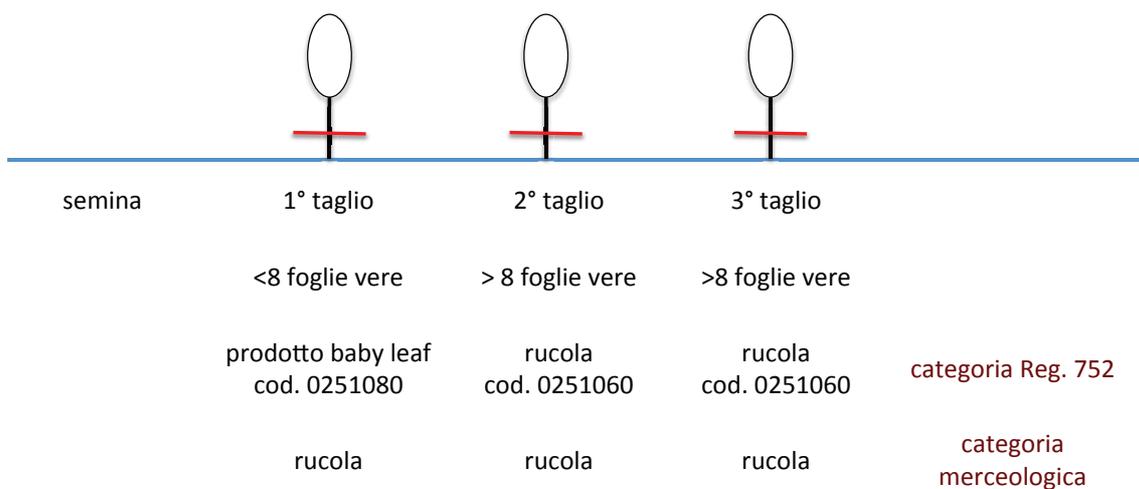
15.7.2014  
L 208/11  
Gazzetta ufficiale dell'Unione europea

**Figura 1. Estratto di pagina L 208/11 del Reg. UE 752/2014.**

Ne deriva che Rucola e valerianella (o dolcetta), se raccolte prima dell’ottava foglia vera, sono da considerarsi comprese nei “Prodotti baby leaf” - cod. 0251080 ed, in particolare nella parte B del Regolamento, tra le “Altre specie raccolte allo stadio di giovani foglie” - cod. 0251080-990. Se raccolte invece dopo l’ottava foglia vera, la Rucola rientra nel Prodotto principale “Rucola” - cod. 0251060 e la valerianella nel Prodotto principale “Dolcetta/valerianella” - cod. 0251010.

Semplificando è evidente che le due colture citate nell’esempio, e nei due casi sopra riportati del differente stadio della raccolta, avranno LMR differenti, ma si tratta di prodotti che, merceologicamente parlando, sono gli stessi.

Paradossalmente e rimanendo all’esempio della Rucola, in una coltura soggetta, come già detto, a più tagli o sfalci nel medesimo ciclo, si verifica che al 1° taglio viene raccolta prima delle otto foglie vere e pertanto rientra nei “Prodotti baby leaf” - cod. 0251080 e con LMR di riferimento relativi al codice corrispondente, mentre nei successivi tagli (2°, 3°, ecc.) il prodotto è raccolto quando ha superato le otto foglie vere, ma in questo caso occorre far riferimento alla coltura considerata “adulta” denominata “Rucola” - cod. 0251060 e ai relativi LMR di riferimento differenti dai precedenti. Quindi, la rucola di 1° taglio ha LMR differenti da quelli del 2° taglio e dei successivi, nonostante il prodotto derivante dal medesimo ciclo colturale sia analogo dal punto merceologico.



**Figura 2. Esempificazione dei successivi tagli della coltura Rucola e relativo stadio morfologico.**

Tutto ciò dal punto di vista pratico e tecnico di gestione della difesa e dei diserbanti diventa difficilmente gestibile, perché comporta il fatto di utilizzare, a livello di impieghi dei prodotti fitosanitari, principi attivi diversi nel caso in cui si faccia riferimento alla coltura cosiddetta “baby” o “adulta” a seconda che al momento della raccolta ci si trovi allo stadio morfologico prima o dopo le 8 foglie vere.

Nel caso, ad esempio, di un trattamento diserbante effettuato in presemina, al momento della distribuzione ancora in assenza di coltura, diventa poi difficile stabilire preventivamente a quale stadio di foglia vera si raccoglierà il 1° taglio e pertanto si può facilmente incorrere in un uso improprio, perché non risulta prevedibile a quale sottogruppo riferire l’impiego autorizzato e a quali LMR successivamente attenersi per le analisi.

### **La flora infestante nelle colture di IV gamma**

Nelle colture orticole di IV gamma la gestione della flora infestante è un problema fondamentale, in quanto si tratta di agricoltura intensiva caratterizzata da un numero elevato di cicli, che si susseguono in un anno in cui la ripetuta coltivazione di una stessa specie o di più specie appartenenti anche a famiglie botaniche diverse, determina la proliferazione di erbe infestanti e malattie telluriche responsabili dei principali decrementi produttivi. Infatti la presenza di flora infestante nelle aree coltivate determina minori rese unitarie dovute alla competizione, a causa della ridotta copertura della coltura e della lenta crescita iniziale, che queste esercitano sulle colture per quanto riguarda la luce, l’acqua ed i nutrienti, all’emissione di tossine con modificazione della

microflora, a parassitismo o soffocamento delle piante per le infestanti rampicanti. Si ha anche una minore efficacia ed efficienza delle tecniche colturali dovuta ad ostacoli che queste determinano alla meccanizzazione, minore efficacia dei concimi e dell'acqua d'irrigazione, fino alla necessità di effettuare più lavorazioni con conseguenti danni alla struttura del terreno.

Le cause della presenza di flora infestante nei lotti coltivati sono molteplici e dovuti in particolare: all'utilizzo di semente contaminata da semi estranei, all'impiego di fertilizzante organico non maturo e quindi contaminato da semi vitali, alla non corretta gestione delle aree non coltivate (scoline, fossi, capezzagne) e delle aree ruderali, che possono fungere da veicolo di flora infestante oltre che di parassiti e malattie che vivono sulla flora spontanea e sono dipendenti per quantità e specie dalla banca semi del suolo.

Particolare attenzione è posta in fase di valorizzazione delle colture destinate alla IV gamma relativamente alla gestione dei "corpi estranei" (di seguito CE). Per CE si intende un contaminante di natura fisica del prodotto orticolo diverso dalla merceologia/referenza/ingrediente di riferimento. Di conseguenza se la referenza è foglie di rucola, diventano corpi estranei anche le radici e i fiori della stessa specie, lo sono inoltre tutte le altre specie, provenienti da ricacci delle colture precedenti, oltre che tutti i contaminati apportati con le attività umane (dalla terra che viene raccolta con le operazioni di sfalcio dei prodotti orticoli, al pezzo di plastica, fino al mozzicone di sigaretta gettato sul campo mentre si raccoglie).

Qui di seguito i valori di tolleranza ammessi per i CE nel caso di erbe infestanti:

**ERBE INFESTANTI, FOGLIE D'ALBERO  $\leq$  10 PER CASSA**

È importante commentare con attenzione questi valori perché in primis significano che, considerando 5 kg di prodotto per cassa e una resa di 1 kg/mq, la tolleranza è di n. 2 infestanti per metro quadrato, mentre se la resa cala a 500 g per metro quadrato, significa n. 1 infestante per metro quadrato, quindi una condizione di per sé impegnativa già con l'uso di normali diserbi.



**Figura 3. Coltivazione di valerianella, notevolmente infestata da lattughino derivante dalla coltura precedente.**

L'altro aspetto fondamentale è che questi valori sono quelli limite di accettabilità, e il superamento renderebbe estremamente impegnativo e costoso il processo di cernita e monda. Le condizioni ottimali di contaminazione vanno da 0 a 1 infestante per cassa (condizione che chiederebbe comunque cernite anche con la migliore tecnica del diserbo).

Le principali erbe infestanti presenti nella IV gamma sono: *Amaranthus* spp., *Abutilon theophrasti*, *Portulaca oleracea*, *Sorghum halepense*, *Senecio* spp., *Poa* spp. *Stellaria media*, *Chenopodium album*, *Galinsoga parviflora*, *Galium aparine*. Si tratta quindi in stragrande maggioranza di dicotiledoni che presentano un ciclo primaverile-estivo-autunnale e di conseguenza questo risulta essere il periodo di maggiore difficoltà o che richiede maggiori attenzioni per il controllo della flora infestante. Nel centro sud c'è una presenza anche di altre specie quali: *Trifolium* spp., *Malva sylvestris*, *Cyperus* spp.

Un altro aspetto di fondamentale importanza è quello della tossicità nei confronti dell'uomo di alcune specie tra cui il *Solanum nigrum* e il *Senecio jacobaea*; in questi casi occorre arrivare rigorosamente a livelli di tolleranza pari a zero. Infatti, la contaminazione con queste specie, anche se presenti in quantità trascurabili rispetto alla soglia di tossicità, può portare alla sospensione delle forniture nelle catene distributive e all'applicazione di penali economiche per l'azienda.

## **Recente evoluzione delle molecole disponibili alla luce del Reg. UE 752/2014**

Le sostanze attive attualmente utilizzate in produzione integrata per le coltura protette di IV gamma sono le seguenti:

**Propizamide:** controlla le infestanti più comuni sia graminacee sia a foglia larga (dicotiledoni). Autorizzato su dolcetta, foglie e germogli di brassica, lattughino, cicoria. Epoca d'impiego: pre-semina, post-semina.

**Benfluralin:** controlla le infestanti più comuni sia graminacee sia a foglia larga (dicotiledoni). Autorizzato su dolcetta, foglie e germogli di brassica, lattughino, cicoria, rucola. Epoca d'impiego: pre-semina.

**Propaquizafop, Cicloxidim, Quizalofop-p-etile, Fluzifop-p-butile:** controllano le più diffuse graminacee sia annuali che perenni. Risultano autorizzati su diverse delle colture baby leaf a seconda della sostanza attiva, però per le rare problematiche di infestazioni delle graminacee, siccome necessitano dell'infestante emersa e per la brevità del ciclo della coltura, trovano occasionali impieghi e quindi il loro contributo complessivo nel controllo delle infestanti in coltura protetta per la IV gamma risulta marginale. Epoca d'impiego: post-emergenza.

**Lenacil:** controlla le infestanti più comuni graminacee e a foglia larga (dicotiledoni). Autorizzato su spinacio. Epoca di impiego: pre e post-emergenza.

**S-metolaclor:** controlla le infestanti più comuni sia graminacee sia a foglia larga (dicotiledoni). Autorizzato su spinacio e bietola da foglia in pre emergenza. Epoca di impiego: pre-emergenza (utilizzabile da febbraio ad agosto).

**Fenmedifam:** controlla le infestanti più comuni a foglia larga (dicotiledoni). Autorizzato su spinacio. Epoca di impiego: post-emergenza

**Metamitron:** controlla le infestanti più comuni a foglia larga (dicotiledoni). Autorizzato su spinacio e bietola da foglia. Epoca di impiego: pre-emergenza

Anche se la disponibilità di molecole per il diserbo di spinacino e bietola da foglia è apparentemente nutrita, le possibilità di impiego si riducono prendendo in considerazione i tempi di sicurezza, che posso arrivare fino a 45 gg e i residui massimi ammessi, che si collocano al limite di determinazione analitica.

Analizzando le sostanze attive utilizzabili in IV gamma, con particolare riferimento alla coltura protetta, risulta evidente che il controllo delle infestanti a foglia larga (dicotiledoni), che rappresentano la più frequente classe presente nei lotti coltivati, è affidato alle sostanze attive propizamide e benfluralin. Il regolamento UE 752/2014, che ha introdotto la categoria baby leaf, definite “giovani foglie e piccioli di qualsiasi prodotto (comprese le brassicacee) raccolto fino allo stadio di ottava foglia vera”, ha portato ad una revisione delle etichette delle due molecole chiave per il diserbo, da parte dei titolari delle registrazioni, per fare fronte ad un abbassamento del Limite Massimo Ammesso (LMA) intervenuto per la categoria baby leaf, rispetto alla categoria adulta dove invece il residuo è rimasto invariato (es. lattughino da taglio raccolto entro l’ottava foglia vera rispetto a lattughino raccolto dopo l’ottava foglia vera presentano residui diversi a fronte di merceologie che appaiono del tutto simili). Tale variazione ha portato all’introduzione in etichetta della dicitura “escluso baby leaf”, che ha di fatto eliminato la possibilità d’impiego delle uniche due molecole disponibili ed efficaci, nonché generato estreme difficoltà di scelta al momento di applicare il prodotto in campo. Infatti benfluralin e propizamide sono applicate in pre-semina e/o pre-emergenza, fase questa che interviene molto prima di potere valutare lo stadio di maturazione commerciale che consente la raccolta e quindi genera dubbi sul fatto che, al momento della raccolta, si sia raggiunto, superato o meno lo stadio delle otto foglie vere.

### **Potenzialità e limiti dei metodi alternativi al diserbo chimico**

Tra i mezzi fisici e meccanici da applicarsi per il contenimento della flora infestante, il più frequentemente utilizzato ad oggi è la scerbatura manuale, che ha di per sé una buona efficacia, non ha impatto ambientale, permette interventi continui e si può effettuare con la coltura in atto. Tuttavia avendo però alti costi economici, si scontra con le esigenze del settore di evolversi in termini di competitività, condizione che consente l’impiego di questa tecnica fino ad limite di accettabilità.

Un’altra agrotecnica sostenibile e di facile esecuzione applicata in queste colture serricole è la solarizzazione; essa ha un ampio spettro di efficacia anche su insetti e patogeni, oltre a garantire anche una buona riduzione della banca semi, ma non è praticabile a tutte le latitudini in quanto, per ottenere risultati apprezzabili, la copertura deve essere tenuta per almeno 35-40 giorni nella stagione di massima insolazione (fine giugno - prima metà di agosto). E' stato infatti dimostrato che la

solarizzazione è efficace se la temperatura supera per un periodo di tempo sufficientemente lungo il valore di 37-40°C, generalmente riconosciuto come soglia termica minima per una significativa riduzione del carico dei microrganismi dannosi. Un altro svantaggio è costituito dalla prolungata sospensione della coltivazione, che non si coniuga con il rapido numero di cicli che si susseguono durante l'anno per le colture di IV gamma.

Il pirodiserbo, come la precedente tecnica, ha tra i benefici certamente l'aspetto legato alla sostenibilità ambientale e alla capacità di alterare la germinabilità dei semi e di avere un buon effetto secondario su malattie e insetti, ma gli elevati costi dei macchinari per la sua applicazione e la possibilità di utilizzo solo in assenza della coltura, non rendono giustificabile l'acquisto aziendale. Si aggiungono inoltre problematiche legate alla sicurezza per lo stoccaggio dei gas.

Anche la falsa semina è tra i mezzi fisici alternativi poco applicabile, in quanto la sua efficacia è legata alla germinazione, ha inoltre dei tempi spesso incompatibili con il livello molto intensivo di queste produzioni e rende poi comunque necessario l'intervento con un diserbo supplementare.

I mezzi meccanici e fisici risultano quindi insufficienti perché le erbe infestanti, che contaminano le insalate destinate alla IV gamma, in fase di raccolta vengono classificate, come già detto, come corpi estranei nelle aziende di valorizzazione della IV gamma.

Negli stabilimenti di confezionamento delle baby leaf, al momento del ricevimento del prodotto si applica la cernita visiva manuale in fase di monda; buona è l'efficacia su di un flusso di prodotto abbastanza ridotto, ma richiede un ricambio continuo degli operatori per non affaticare eccessivamente la vista e perdere quindi in efficienza. Si tratta comunque di un sistema estremamente dipendente dalle caratteristiche personali e dall'attenzione dell'operatore, che varia chiaramente da persona a persona; inoltre un numero elevato di erbe infestanti determina la necessità di ridurre la velocità di avanzamento del prodotto nei nastri di cernita, un aumento di personale con conseguenti ritardi di produzione ed aumenti dei costi.

Sulle linee di lavorazione si utilizzano anche alcuni sistemi di intercettazione dei corpi estranei, come le selezionatrici ottiche le quali, nel caso delle infestanti non eliminate in fase di monda, tramite la programmazione dei sofisticati software sono in grado di intercettare corpi estranei di forma e/o colore differente dalle foglie del prodotto lavorato in quel processo. Tuttavia particolarmente complicata è la calibrazione dello strumento che però, una volta messo a punto, può dare ottime performance per le varie tipologie di CE, meno per le infestanti; si applica sul prodotto sfuso, meglio se asciutto, anche se l'efficacia si riduce moltissimo sui mix di baby leaf con forme e colori diversi.

## **Conclusioni**

In conclusione, la strategia di contenimento della flora infestante deve prevedere un utilizzo congiunto di tecniche agronomiche/fisiche ed utilizzo di erbicidi, in quanto il numero ristretto di sostanze attive a disposizione della IV gamma ed il loro uso ripetuto nei diversi cicli colturali potrebbe determinare la comparsa di una flora di sostituzione generalmente molto specializzata e competitiva e molto più resistente ai trattamenti erbicidi. A tale proposito va aggiunto che la stessa scarsità di molecole disponibili non consente di attuare a pieno una adeguata tecnica del diserbo, perché i concetti sopra elencati non trovano o trovano solo in parte, rispondenza con le attuali molecole disponibili. L'applicazione del Reg. UE 752/2014, per questo gruppo di prodotti sfalciati coltivati in coltura protetta, ha aggravato ulteriormente una situazione di difesa dalle erbe infestanti già critica, anche per una forte limitazione dei prodotti geodisinfestanti autorizzati, che avevano un buon effetto di contenimento delle malerbe.

## **Bibliografia**

Reg. (UE) N. 752/2014 DELLA COMMISSIONE del 24 giugno 2014 che sostituisce l'allegato I del regolamento (CE) n. 396/2005 del Parlamento europeo e del Consiglio.

Aggiornamento delle norme tecniche di produzione integrata di difesa e diserbo per le misure agroambientali del PSR e per OCM ortofrutta - Regione Lombardia, anno 2015.

## PROBLEMATICHE NEL DISERBO E NELLA DIFESA FITOSANITARIA DEL LUPPOLO

OLIVERO G<sup>1</sup>., GANINO T<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> I.I.S.S. "UMBERTO I°" di Alba

<sup>2</sup> Università degli Studi di Parma – Dipartimento di Scienze degli Alimenti

E-mail: giuseppe.olivero45@libero.it, tommaso.ganino@unipr.it

### Riassunto

Dopo aver illustrato sinteticamente le caratteristiche botaniche, origine, morfologia e coltivazione, raccolta, trasformazione e conservazione del luppolo si è passati a descrivere le funzioni del luppolo nella birra e le varietà disponibili.

Dal quadro generale del settore birra-luppolo emerge l'urgente necessità di sviluppare la coltura sul territorio nazionale e di individuare e selezionare genotipi italiani di luppolo adatti al comparto brassicolo italiano.

Per rendere possibile tutto ciò è indispensabile però richiedere l'inserimento dell'Italia nei paesi coltivatori di luppolo e richiedere l'autorizzazione all'impiego di prodotti fitosanitari specifici per il luppolo attivando le procedure previste dal Regolamento (CE) n. 1107/2009 art.40 ed art. 53.

### Parole chiave

*Humulus lupulus* L.; prodotti fitosanitari.

### Summary

In this report a brief description of hop was illustrated: botanical characteristics, origin, morphology, cropping practices, harvest, drying and storage. Also, the use of hop in brewing industry and the different cultivated varieties have been described.

In Italy the analysis of beer sector shows the urgent need to develop an Italian hop cultivation and to identify and select Italian hop genotypes suited to Italian brewing sector. For this reason it is essential to require the inclusion of Italy in hop growing countries; but the main obstacle to hop growing in Italy is the lack of authorized active substances for the control of pathogens and for the control of weeds. Furthermore, for the use in Italy of the hop phytosanitary products, in the next years will be extremely important to enable the authorisation procedures contained in the Regulation (CE) N° 1107/2009 art. 40 and art. 53.

### Key words

*Humulus lupulus* L.; hop; plant protection products.

## **Luppolo: scheda tecnica**

### **1.1 Caratteristiche botaniche**

Il luppolo (*Humulus lupulus* L.) appartiene alla famiglia delle Cannabaceae e all'ordine delle Urticales, che comprende oltre al genere *Humulus*, anche il genere *Cannabis* con le due specie *C. sativa* L. e *C. indica* L.

L'origine di questa specie è incerta, si ipotizza che le prime specie di luppolo siano apparse in Asia e che da lì si siano diffuse nel nord-America e in Europa. In Italia il luppolo si ritrova come specie spontanea in suoli profondi, freschi e ricchi di acqua, occupa un areale che si estende dalla pianura fino ai 1200 metri di altitudine.

La pianta è erbacea e perenne, molto vivace con apparato radicale ramificato e profondo (3-7 m di profondità) dotato di rizomi che emettono polloni (nei primi 20-30-cm di suolo). Il fusto è volubile, rampicante, cavo, ruvido e peloso (tricomi), molto ramificato, raggiunge anche 7-10 metri di altezza. Le foglie si sviluppano in corrispondenza di ogni nodo, sono semplici (palmate a 3-5 lobi acuminati e dentati), opposte, picciolate. È una specie dioica (fiori maschili e femminili portati su individui diversi); i fiori maschili, riuniti in pannocchie pendule, sono portati all'ascella delle foglie superiori, mentre i fiori femminili (strobili o, volgarmente, coni), sono numerosi e riuniti in infiorescenze su grappoli ascellari. La fioritura avviene in estate (giugno-agosto), l'impollinazione è anemofila e in settembre/ottobre si raggiunge la maturazione dei frutti (acheni). Le infiorescenze femminili sono ricche di ghiandole resinose, situate nella parte inferiore delle bratteole, le quali secernono una sostanza giallastra "luppolina" che viene utilizzata per conferire alla birra l'amaro e l'aroma.

### **1.2 Quadro generale del settore**

#### **Produzione di birra**

La birra è la bevanda più diffusa al mondo dopo il tè, le bibite gassate e il latte. Il consumo annuo nel 2013 è stato di circa 1.951 milioni di ettolitri, ovvero un valore 5/6 volte superiore rispetto a quello del vino. Il consumo pro-capite mondiale si consolida intorno ai 27,5 litri/anno.

La produzione in Europa (Report Assobirra, 2014) è pari a 393.128.000 hl con un consumo pro-capite annuo di litri 71,5. Nel 2014 in Italia sono stati prodotti 13.521.000 hl di birra, esportati 1.995.000 hl ed importati 6.203.000 hl per un consumo complessivo pari a 17.544.000 hl con un consumo pro-capite di litri 29,2.

Negli ultimi anni il mondo della produzione di birra in Italia è stato soggetto a profondi cambiamenti, anche a seguito dello sviluppo del movimento della birra artigianale, che ha portato,

dal 1996 ad oggi, all'apertura di circa 600 piccole e medie imprese produttrici (micro birrifici e brewpub con esclusione delle beer firm) la cui produzione si può stimare in 380.000 hl (Report Assobirra, 2014).

Il settore birrario italiano quindi, ha grandi margini di espansione in termini di consumo e produzione, come dimostrato dai piccoli birrifici che con il loro forte aumento negli ultimi anni hanno contribuito a creare occupazione e crescita, nonché lo sviluppo di un prodotto italiano che potrebbe ancora di più diventare un'eccellenza in un settore non strettamente tradizionale. Da questo emerge l'importanza di investire in ricerca in un settore così promettente, nell'ottica di uno sviluppo delle conoscenze, di una continua formazione degli operatori e del miglioramento di un prodotto sempre più legato al territorio.

### **Produzione del luppolo**

La coltivazione di luppolo nel 2012 occupa una superficie di 46.970 ha, con una produzione di 89.090 t di coni di cui 27.290 ha nell'Unione Europea con una produzione di coni di 46.440 t. I principali paesi produttori di luppolo sono la Germania, USA, Repubblica Ceca, Cina, Polonia, Slovenia, Regno Unito e Ucraina. Nell'Unione Europea il luppolo è coltivato in 14 Stati Membri (ora 15 con la Croazia). Le aziende agricole interessate sono 2.700 (Eurostat, 2012) per una superficie di oltre 26.378 ettari con una produzione media annua di oltre 46.400 tonnellate.

In Italia, dove la produzione di birra supera i 13 milioni di ettolitri (Assobirra, 2013) il fabbisogno nazionale di luppolo è di circa 3500 t/anno che vengono acquistate prevalentemente in altri Stati Membri. Il consumo (stimato) di luppolo degli oltre 600 microbirrifici operanti in Italia, che producono complessivamente oltre 380.000 hl di birra, è di 100 t/anno (Assobirra, 2014).

Il luppolo come ingrediente nella produzione della birra consente oggi di soddisfare la crescente richiesta di caratterizzazione sensoriale della birra, rispondendo all'evoluzione che ha portato allo sviluppo di nuovi prodotti da parte dei microbirrifici, ma anche delle maggiori aziende, soprattutto in Italia. Il profilo sensoriale del luppolo è quindi il centro di interesse e le variabili che lo controllano devono essere studiate e sviluppate, tenendo in considerazione il contesto della sua coltivazione, trasformazione ed impiego.

Interessanti sperimentazioni sono state condotte nel quinquennio 1984/89 con il finanziamento del Ministero dell'Agricoltura e di Assobirra, per valutare la risposta della coltura alle diverse condizioni pedoclimatiche, conducendo le prove in diverse località del territorio italiano.

Oggi in Italia non esistono dati ufficiali e certi sulla superficie coltivata a luppolo, si stima che non supererebbe i 50 ha. Si tratta di coltivazioni amatoriali e coltivazioni legate alla nascita del movimento della birra artigianale; una parte dei microbirrifici e brewpub, dei circa 600 esistenti in

Italia, utilizza ed utilizzerebbe luppolo coltivato in Italia, per una scelta di filosofia produttiva e di strategia commerciale (birra 100% italiana).

Il luppolo e i prodotti derivati dal luppolo raccolti ed ottenuti nella Comunità sono soggetti a procedura di certificazione descritta dal Regolamento CE n° 1850/2006. L'applicazione nazionale del suddetto regolamento si è concretizzata con il Decreto n°4281 del 20-07-2015 del MIPAAF che ha individuato nella Direzione Generale delle politiche internazionali dell'Unione Europea (PIUE) l'Autorità di certificazione competente per il settore del luppolo, ai sensi dell'art. 21 del Regolamento (CE) n°1850/2006. Con nota direttoriale (DGPIUE 4293 del 21-07-2015) è stato riconosciuto il Laboratorio di Scienze degli Alimenti dell'Università di Parma quale Centro di certificazione. Inoltre, nel 2015 è stata comunicata a Bruxelles una coltivazione di luppolo in provincia di Modena da commercializzare ai sensi del Regolamento (CE) n°1850/2006.

### **1.3 Coltivazione del luppolo**

#### **Esigenze climatiche e pedologiche**

Le esigenze climatiche e pedologiche del luppolo collocano la sua coltivazione tra il 35° ed il 55° parallelo degli emisferi nord e sud. Un clima moderatamente umido e temperato, l'assenza di venti impetuosi, di grandine, nebbie primaverili e freddi tardivi costituiscono l'ambiente ideale per il luppolo. È una pianta longigiurna, necessita di 16 ore di luce per fiorire e di un periodo di dormienza invernale (6 settimane con temperature tra -12°C e +5°C). I suoli devono essere alluvionali, profondi, permeabili, non troppo sabbiosi, ricchi di humus, a reazione neutra, uniformi ed irrigui.

#### **Impianto**

Per la lunga durata in coltura (25 anni ed oltre) il luppolo si colloca fuori rotazione. Può ritornare su se stesso ma si avvantaggia di una successione che prevede la coltivazione di leguminose da sovescio (medica) e di tutte le sarchiate (mais).

La preparazione del suolo per l'impianto prevede l'esecuzione di lavorazioni profonde che si effettuano in autunno contestualmente alla concimazione organica di base e fosfo-potassica. In marzo-aprile si procede alla messa a dimora delle piante. Le distanze di impianto variano in funzione della precocità e vigoria della varietà, fertilità del suolo ecc. Tra le file le distanze oscillano da 3 a 3,5 m per garantire la meccanizzazione delle operazioni colturali, mentre sulla fila variano da 1,2 a 1,5 m (ca. 2000 piante per ha).

Il luppolo viene fatto sviluppare su una struttura di sostegno costituita da pali e fili metallici, l'altezza della struttura può oscillare dai 4 metri fino a 8; i giovani tralci in numero di 4-8 per ceppo si fanno avvolgere sui fili che ne determinano la forma di allevamento della pianta.

### **Pratiche colturali annuali**

- potatura della ceppaia e dei germogli allevati (cimatura e scacchiatura), sistemazione fili di sostegno dei tralci, eliminazione tralci in soprannumero, ecc;
- nutrizione e fertilizzazione: gli asporti degli elementi nutritivi sono orientativamente di 90-120 kg di N; 29-32 kg di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 81-93 di K<sub>2</sub>O e 112-150 kg di calce;
- gestione del suolo: scalzatura, rincalzatura, gestione dell'interfila ed eventuale ripuntatura per il controllo delle infestanti e miglioramento delle caratteristiche fisico-chimiche del suolo, diserbo;
- irrigazione: epoca, modalità e quantità da distribuire in funzione dei fabbisogni idrici della coltura in quell'ambiente e in quella stagione;
- difesa fitosanitaria: compatibilmente con la disponibilità di prodotti fitosanitari autorizzati.

## **1.4 Raccolta, conservazione e trasformazione**

### **Maturazione e raccolta**

I coni maturano di norma tra la seconda metà di agosto e la metà di settembre. A maturazione i coni sono formati e saldi (squame chiuse), facilmente staccabili, rumorosi ed untuosi al tatto e quando sono pressati entro il palmo della mano restano aggomitolati e un poco aderenti gli uni agli altri, di colore verde pallido con sfumature gialle e con aroma completamente sviluppato.

La raccolta dei coni è fatta meccanicamente, solo su superfici molto limitate ed in particolari condizioni è fatta manualmente.

### **Essiccazione**

Dopo aver separato i coni dalle piante questi devono essere essiccati. L'essiccamento consiste nel sottoporre i coni a correnti d'aria con determinati valori di temperatura e umidità, al fine di ridurre il contenuto d'acqua che alla raccolta varia dal 75% all'85%. Al termine dell'essiccazione il luppolo viene pressato e confezionato in sacchi e/o ballotti e conservato in magazzini a 3-5°C in atmosfera protetta (basse concentrazioni di ossigeno) fino al suo uso e/o lavorazione.

## **Conservazione**

Il decadimento qualitativo ha inizio nel momento in cui il cono di luppolo viene raccolto e inizia l'essiccazione. I composti che più interessano la birra, resine e oli essenziali, vanno incontro ad una rapida degradazione in funzione del tempo, della temperatura, dell'esposizione alla luce, dell'ossigeno e della cultivar. La composizione delle resine varia in funzione della varietà, della zona di coltivazione, delle pratiche colturali e dell'andamento stagionale. Per questa ragione viene essiccato immediatamente dopo la raccolta e condizionato (cioè compresso ed imballato) o trasformato. Il luppolo viene trasformato e commercializzato in varie forme: coni essiccati tali e quali, luppolo in polvere, pellets e resine ed oli estratti e concentrati dalle infiorescenze.

### **1.5 Funzioni del luppolo nella birra**

Il luppolo, grazie alla sua composizione in resine, oli essenziali e polifenoli, conferisce alla birra il caratteristico sapore amaro e contribuisce al suo profilo aromatico; inoltre il luppolo ha un'azione antisettica e antiossidante grazie ad alcuni dei suoi costituenti, contribuisce alla sterilizzazione del mosto grazie alla sua attività antibatterica, favorisce la precipitazione di composti insolubili riducendo i fenomeni di intorbidamento e migliora la stabilità della schiuma.

Le resine presenti nel cono di luppolo di maggior interesse tecnologico sono la frazione costituita da alfa e beta acidi responsabili, in diversa misura, del conferimento del gusto amaro alla birra della stabilità della schiuma e delle proprietà antisettiche una volta subito il processo di isomerizzazione degli acidi.

Gli oli essenziali presenti nel luppolo e la loro composizione (soprattutto in mircene, umulene, cariofillene e farnesene) sono responsabili dell'aroma della birra, mentre i polifenoli (tannini, flavonoidi, catechine, proantocianidine) influenzano il colore, l'aspetto e le caratteristiche sensoriali della birra.

### **1.6 Varietà di luppolo**

Le varietà di luppolo vengono commercialmente classificate in funzione del loro contenuto in resine ed oli essenziali e in base a questo si distinguono: varietà aromatiche (contenuto in alfa-acidi < 4%), varietà amare (contenuto di alfa-acidi 4-7%) e varietà superamare (contenuto in alfa-acidi >13%).

## **1.7 Attività di ricerca e divulgazione**

È in fase di avanzata elaborazione un progetto nazionale coordinato da Assobirra che ha per titolo: “Filiera del luppolo in Italia: biodiversità, selezione, coltivazione e trasformazione” i cui obiettivi saranno:

1. Aspetti legali: richiesta di inserimento dell'Italia nell'elenco dei paesi coltivatori di luppolo e richiesta di autorizzazione all'impiego di prodotti fitosanitari specifici per il luppolo.
2. Individuazione e selezione di genotipi italiani di luppolo adatti al settore brassicolo italiano.
3. Ottimizzazione delle tecniche agronomiche.

L'obiettivo 1 fa riferimento ad aspetti formali e propedeutici che vanno affrontati e risolti all'avvio del progetto in quanto condizionano tutte le attività e gli esiti ottenuti sugli altri obiettivi.

### **Richiesta di attivazione delle procedure previste dal Regolamento (CE) n. 1107/2009 Art. 53 ed art.40.**

In Italia dal 14 giugno 2011 sono applicate le disposizioni del Regolamento (CE) 1107/2009. La Commissione UE sta predisponendo una nuova linea guida ad uso degli Stati membri allo scopo di uniformare le procedure di rilascio di dette autorizzazioni da parte degli Stati stessi.

### **Utilizzo di sostanze attive impiegate in altre realtà geografiche**

#### **Diserbo**

Al fine di coniugare tecniche produttive compatibili con la tutela dell'ambiente naturale con le esigenze tecnico economiche dei moderni sistemi produttivi e di innalzare il livello di salvaguardia della salute degli operatori e dei consumatori, occorre definire i criteri generali in materia di agrotecnica ed in particolare, in questo caso, le modalità di gestione del suolo e le pratiche agronomiche per il controllo delle infestanti. In Tabella 1 si riportano le principali specie infestanti del luppoletto.

La gestione del suolo e le relative tecniche di lavorazione devono essere finalizzate al miglioramento delle condizioni di adattamento della coltura per ottenere i migliori risultati produttivi, favorire il controllo delle infestanti, migliorare l'efficienza dei nutrienti riducendo le perdite per lisciviazione e ruscellamento, mantenere il terreno in buone condizioni strutturali, prevenire erosioni e smottamenti, preservare il contenuto in sostanza organica e favorire la penetrazione delle acque meteoriche e di irrigazione.

Quindi la strategia di gestione delle infestanti prevede l'uso di interventi agronomici quali inerbimento dell'interfila, sfalci/trinciature dell'erba e lavorazioni (potatura della ceppaia,

scalzatura e rincalzatura, ecc.) e l'uso di sostanze attive diserbanti. Per quanto riguarda gli interventi chimici i trattamenti sono localizzati solo sulla fila.

**Tabella 1. Principali specie infestanti del luppolo.**

<b>Dicotiledoni</b>		<b>Monocotiledoni</b>
<i>Amaranthus retroflexus</i>	<i>Rumex obtusifolium</i>	<i>Agropyron repens</i>
<i>Senecio vulgaris</i>	<i>Portulaca oleracea</i>	<i>Cynodon dactylon</i>
<i>Sonchus asper</i>	<i>Veronica persicaria</i>	<i>Digitaria sanguinalis</i>
<i>Tarxacum officinale</i>	<i>Cirsium arvense</i>	<i>Echinochloa crus- galli</i>
<i>Chenopodium album</i>	<i>Urtica dioica</i>	<i>Lolium perenne</i>
<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Malva silvestris</i>	<i>Sorghum halepense</i>
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	<i>Plantago major</i>	<i>Setaria viridis</i>
<i>Lamium purpureum</i>		
<i>Stellaria media</i>		<b>Pteridofite</b>
<i>Polygonum persicaria</i>		<i>Equisetum arvense</i>

Le sostanze attive erbicide di riferimento possono essere:

- Glifosate: la sua applicazione non sempre è possibile (impianti giovani, presenza di germogli ancora erbacei), mentre è utile dopo la raccolta del prodotto e per la pulizia del luppolo (ottobre-novembre e febbraio-marzo) in associazione a s.a. ad azione residuale che limitano lo sviluppo delle infestanti già al momento della germinazione dei semi (oxadiazon, pendimetalin, oxifluorfen);
- MCPA: associato al glifosate consente di limitare lo sviluppo delle erbe di più difficile controllo (Equiseto, Romice, Cirsium, Tarassaco, Ortica, Ciperio, ecc.);
- In presenza di graminacee annuali e perennanti è possibile intervenire con graminicidi tipo ciclossidin e fluazipop-p-butile.

Nello stato di Washington il luppolo si concentra maggiormente nelle provincie di Yakima (80%) e Benton (20%) caratterizzate da estati secche ed asciutte. L'utilizzo degli erbicidi è previsto da tempo ma i prodotti sono limitati (Tabella 2).

**Tabella 2. Erbicidi ammessi per il controllo della flora infestante nello stato di Washington (Washington Agricultural Statistics Service).**

<b>Erbicida</b>	<b>Utilizzo</b>	<b>Modalità somministrazione</b>
Carfentrazone-ethyl	Disseccamento dei succhioni	
Paraquat	Potatura chimica	
Endothal	Potatura chimica, utilizzato con paraquat	
Trifluralin	Controllo graminaceae	Da incorporare nel terreno
Norflurazon	Controllo generico malerbe e infestanti a foglia larga	Da applicare preferibilmente in autunno

### **Difesa da altre avversità biotiche**

Le principali avversità biotiche che possono interessare il luppolo sono riassunte in Tabella 3.

**Tabella 3. Principali avversità biotiche del luppolo.**

<b>Funghi</b>	<b>Parassiti</b>
Peronospora ( <i>Pseudoperonospora humuli</i> )	Afidi del luppolo ( <i>Phorodon humuli</i> )
Oidio ( <i>Sphaerotheca humuli</i> )	Afide nero ( <i>Aphis fabae</i> )
Verticilloso ( <i>Verticillium albo atrum</i> )	Ragnetto rosso ( <i>Tetranychus urticae</i> )
Muffa grigia ( <i>Botrytis cinerea</i> )	Piralide ( <i>Ostrinia nubilalis</i> )
Fusariosi ( <i>Fusarium sambucinum</i> )	Ifantria ( <i>Hyphantria cunea</i> )

<b>Virus</b>
Mosaico del luppolo
Vaiolatura del susino
Mosaico del melo

Poiché al momento non risultano disponibili prodotti fitosanitari autorizzati sul territorio nazionale per l'impiego sul luppolo, una possibile proposta di prodotti per la difesa può essere elaborata partendo da informazioni relative a contesti analoghi a quello italiano. Un possibile esempio è quello indicato in Tabella 4, proposto da Maria Vittoria Bori (comunicazione personale).

**Tabella 4. Prodotti potenzialmente impiegabili nella lotta alle avversità del luppolo<sup>1</sup>.**

<b>Avversità</b>	<b>Sostanza attiva</b>	<b>Indicazioni d'uso</b>
Tetranychus urticae	Bifenazate	Usare almeno 1000 l/ha di acqua, bagnando bene il fogliame. Non eseguire più di 2 trattamenti l'anno
	Sali potassici degli acidi grassi	Ripetere ogni 1-2 settimane, se necessario, ma non eseguire più di tre trattamenti consecutivi, per evitare ogni rischio di fitotossicità. Utilizzabile in agricoltura biologica.
Afdi	Lambda-cialotrina	
	Sali potassici degli acidi grassi	Ripetere ogni 1-2 settimane, se necessario, ma non eseguire più di tre trattamenti consecutivi, per evitare ogni rischio di fitotossicità. Utilizzabile in agricoltura biologica.
	Azadiractina A	Usare 1000 l/ha di acqua. Utilizzare acqua acidificata. Utilizzabile in agricoltura biologica.
Lepidotteri e altri defogliatori	<i>Bacillus thuringiensis var. kurstaki</i> ABTS 351	Usare 1000 l/ha di acqua. Utilizzabile in agricoltura biologica.
	Spinosad	Usare 1000 l/ha di acqua. Max 3 trattamenti all'anno. Utilizzabile in agricoltura biologica.
Pseudoperonospora	Metalaxyl	Distribuire all'inizio di aprile annaffiando il terreno per un'area corrispondente alla rizosfera. Usare 200 l/ha di acqua. Non applicare più di una volta all'anno.
	Dimethomorph	Azione soltanto inibitrice. Applicare preventivamente, quando le condizioni climatiche sono favorevoli allo sviluppo del patogeno. Miscelare con un fungicida attivo contro la peronospora. Non applicare a meno di 10 giorni da una volta all'altra. Non usare meno di 200 l/ha. Non usare più di tre volte all'anno.
	Ametoctradin + Dimethomorph	Cominciare le applicazioni prima che la malattia compaia. Non applicare ad intervalli inferiori a 10 giorni. Usare almeno 200 l/ha di acqua. Non impiegare più di due volte consecutivamente e non più di tre volte all'anno.
	Mandipropamid	Applicare preventivamente, quando le condizioni climatiche sono favorevoli allo sviluppo del patogeno. Non impiegare più di due volte consecutivamente e non più di tre volte all'anno.
	Solfato di rame	Cominciare le applicazioni prima che la malattia compaia. Applicare ad intervalli di 10 giorni. Non impiegare più di 3 volte all'anno. Utilizzabile in agricoltura biologica.

**Tabella 4. Prodotti potenzialmente impiegabili nella lotta alle avversità del luppolo<sup>1</sup>.**

Avversità	Sostanza attiva	Indicazioni d'uso
Oidio	Quinoxifen	Azione soltanto inibitrice. Applicare preventivamente, quando le condizioni climatiche sono favorevoli allo sviluppo del patogeno. Applicare a 14 giorni da una volta all'altra. Non usare più di due volte all'anno.
	Bicarbonato di potassio	Azione soltanto inibitrice. Cominciare le applicazioni ai primi sintomi di attacco. Ripetere i trattamenti ogni 7 giorni finché le condizioni climatiche non sono più favorevoli allo sviluppo del patogeno. Utilizzabile in agricoltura biologica.
	Zolfo	Usare le dosi più basse con bassa pressione della malattia e le più alte in caso di forti attacchi. Provare il prodotto prima su una piccola parte della coltura.

<sup>1</sup>: Elaborazione di Maria Vittoria Bori (comunicazione personale), basata su informazioni reperibili presso: Slovenian Institute of Hop Research and Brewing: *Prodotti per la protezione del luppolo in Slovenia (24-febbraio-2012)* e in Germania (17-gennaio-2012); *Elenco dei prodotti fitosanitari per il luppolo nella Confederazione Svizzera 08-01-2015*; Normes OEPP- Directives sur la bonne pratique phytosanitaire Hoblon(1998).

## Conclusioni

Non esistono in Italia fitofarmaci registrati per l'impiego sul luppolo mentre negli altri Paesi Europei esiste un'ampia gamma di s.a. autorizzate; ciò crea una distorsione dei mercati a sfavore di quello nazionale. Quindi occorre perseguire i seguenti obiettivi:

- 1) Predisporre una ricerca sullo stato dell'arte degli agrofarmaci, delle registrazioni e degli LMR per il luppolo presso gli altri Paesi Europei.
- 2) Predisporre una tabella/prospetto riassuntivo che riporti le principali avversità biotiche del luppolo con i relativi fitofarmaci (s.a. e prodotti commerciali) già registrati ed in uso in altri Paesi Europei, in aree geografiche analoghe alle nostre zone di coltivazione ed in processi produttivi convenzionali e, soprattutto, sostenibili (metodi di produzione integrata e/o biologica, ecc.).
- 3) Individuare le ditte produttrici titolari dell'autorizzazione all'uso del singolo prodotto commerciale per verificare la loro disponibilità ad essere parte attiva del progetto;
- 4) Attivare le procedure previste dal Regolamento (CE) n° 1107/2009 relativo all'immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari ed in particolare alla sottosezione 6 -Deroghe, art. 53 – situazione di emergenza fitosanitaria e alla sottosezione 3 - Riconoscimento reciproco delle autorizzazioni, art. 40 - Riconoscimento reciproco.

## **Bibliografia**

OEPP Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plante, (1998) Directives sur la bonne pratique phytosanitaire OUBLON.

REGOLAMENTO (CE) n. 1107/2009 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 Ottobre 2009, relativo all'immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari e che abroga le direttive del Consiglio 79/117/ CEE e 91/414/CEE.

COMMISSIONE DELLE COMUNITA' EUROPEE, Relazione della commissione al Consiglio sull'evoluzione del settore del luppolo. Bruxelles, 30-9-2003.

REGOLAMENTO (CE) N. 1850/2006 DELLA COMMISSIONE del 14 dicembre 2006 relativo alle modalità di certificazione del luppolo e dei prodotti derivati dal luppolo.

REGOLAMENTO (UE) N 1308/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio del 17 Dicembre 2013 recante organizzazione comune dei mercati dei prodotti agricoli.

Publicato in gazzetta Ufficiale dell'Unione europea n. L 347 del 20-12-2013.

MIPAAF E PIUE IV, (2015) Coltivazione del luppolo in Italia. Documento predisposto per le varie fasi di consultazione con il mondo produttivo agricolo per verificare l'interesse verso la coltura.

## IL CONTROLLO CHIMICO DELLE MALERBE IN QUINOA (*CHENOPODIUM QUINOA* WILLD.), COLTIVAZIONE EMERGENTE IN EUROPA

BERTOGLIO M.<sup>1</sup>, MORETTI S.<sup>2</sup>, NEGRI M.<sup>1</sup>, PENNUCCI C.<sup>2</sup>, BOCCHI S.<sup>1</sup>

1. Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali (DiSAA). Università degli Studi di Milano.

2. Conserve Italia Soc. Coop. Agricola - San Lazzaro di Savena (Bo).

E-mail: [matteo.bertoglio@guest.unimi.it](mailto:matteo.bertoglio@guest.unimi.it)

### Riassunto

Il crescente interesse in Europa per la coltivazione della quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) ha evidenziato il diserbo come uno dei momenti critici della coltivazione. Ad oggi in Italia non vi sono principi attivi registrati per questa chenopodiacea. L'obiettivo del presente studio è stato di verificare in campo l'efficacia nel controllo delle malerbe e la selettività di dieci principi attivi dicotiledonici (selezionati per la comprovata selettività su colture similari) applicati in pre e post-emergenza. Sono stati rilevati per ogni malerba la copertura percentuale della parcella e i danni sulla coltura derivanti dalla fitotossicità del prodotto applicato.

Tra i pre-emergenza, Linuron e Metamitron hanno evidenziato una marcata fitotossicità mentre S-Metolachlor è stato il principio attivo che meglio ha controllato le malerbe del sito sperimentale e non ha prodotto effetti fitotossici. Tra i post emergenza Clopyralid, Lenacil e Trisulfuron metile non hanno prodotti danni alla coltura.

La malerba più difficile da controllare è risultata il *Chenopodium album* L. a causa della vicinanza genotipica a quinoa; i principi attivi non dannosi per quinoa non hanno controllato il farinello.

### Parole chiave

*Chenopodium quinoa*; Controllo malerbe; Fitotossicità.

### Summary

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) is a newly introduced crop in Europe. Weed control is one of the most critical aspects in the cultivation because of the lack of registered active ingredients in the European market. This study wants to evaluate the efficacy and selectivity of ten active ingredients as pre and post-emergence herbicides. Among the pre-emergence active ingredients, Linuron and Metamitron showed high phytotoxicity while S-Metolachlor had the best performances in both efficacy and selectivity values.

Among the post-emergence ones, Clopyralid, Lenacil and Trisulfuron methyl showed no visual damage on the crop. *Chenopodium album* L. was the most difficult weed to control, as none of the active ingredient is able to discriminate the two species.

### Key words

*Chenopodium quinoa*, Weed control, Phytotoxicity.

## **Introduzione**

La quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) sta riscuotendo un sempre maggiore successo come alimento destinato al consumo umano tal quale o trasformato (farine e preparati gastronomici). La pianta è originaria degli altopiani del Sud America ma la sua coltivazione è da anni nota nel nord e nel centro Europa. Il 2013 è stato dichiarato da FAO l'anno internazionale della quinoa e l'interesse del mercato, anche in Italia, è andato crescendo di anno in anno.

La coltivazione di quinoa nei paesi di origine (Bolivia in primis) è prevalentemente manuale e priva di meccanizzazione, eccezion fatta per la semina. L'importazione della coltivazione nei paesi europei, laddove la meccanizzazione è spinta, ha fatto emergere alcuni quesiti di natura tecnica tra cui la problematica della gestione della flora infestante.

Pochi studi sono stati condotti sull'effetto degli erbicidi su quinoa (Alvarez, 1990 e Santos, 2003). In Italia, inoltre, non esistono prodotti fitosanitari registrati sulla coltura; di conseguenza i mezzi di controllo delle avventizie più comuni sono quelli agronomici e meccanici (rotazione, estirpatura, sarchiatura e scerbatura). La vicinanza genotipica di quinoa al farinello (*Chenopodium album* L.) rende quest'ultima la più difficile delle avventizie da controllare anche per la notevole somiglianza morfologica.

L'obiettivo di questo lavoro è la valutazione della fitotossicità di dieci principi attivi erbicidi efficaci contro dicotiledoni.

I principi attivi in prova sono stati scelti in funzione dei seguenti criteri:

1. Epoca di applicazione:
  - a. Pre-emergenza
  - b. Post-emergenza
2. Selettività nota dei p.a. nei confronti di chenopodiacee coltivate (bietola e spinacio)
3. Efficacia provata nei confronti del farinello (*Chenopodium album* L.)

## **Materiali e metodi**

L'esperimento è stato condotto a Lusurasco (PC), le coordinate geografiche del campo prova sono: 44°53'14.80"N, 9°54'11.53"E. Il suolo dell'area di prova era di medio impasto (franco-argilloso), a reazione neutra con una normale dotazione di sostanza organica e potassio scambiabile ed elevata dotazione di fosforo assimilabile.

Il 27 aprile 2015 sulla vegetazione spontanea infestante il campo è stato applicato un diserbante totale; successivamente il 5 maggio è stata effettuata un'aratura ad una profondità di 20 cm seguita da 2 erpicature per l'affinamento e la preparazione del letto di semina. La varietà in prova, Real

Blanca, è stata seminata il 6 maggio con seminatrice pneumatica a file distanti 45cm ad una profondità di 1cm. L'investimento risultante è stato misurato in 12 piante/m<sup>2</sup>.

Il disegno sperimentale utilizzato è stato il blocco randomizzato con 4 repliche. I trattamenti sono elencati in Tabella 1.

**Tabella 1. Descrizione dei trattamenti.**

Trattamento	Epoca	Principio attivo	Formulazione	Dose di p.a. g/ha
1	NT	-	-	-
2	Pre	S-Metolachlor	EC	480
3	Pre	Propizamide	SC	1400
4	Pre	Linuron	SC	450
5	Pre	Linuron	SC	225
6	Pre	Metamitron	MG	4900
7	Pre	Cloridazon	SC	2478
8	Post	Imazamox	SL	40
9	Post	Trisulfuron metile	WG	20
10	Post	Fenmedifam	SE	320
11	Post	Fenmedifam	SE	160
12	Post	Clopyralid	SL	210
13	Post	Lenacil	WP	480
14 <sup>1</sup>	Post	Propaquizafop	EC	120

*1: il trattamento 14 è stato replicato solo una volta su una parcella dimostrativa*

Sono state testate due differenti epoche di applicazione: una pre-emergenza (tesi da 2 a 7) e una post-emergenza (tesi da 8 a 13).

La tesi 14 è stata esclusa dallo schema sperimentale, la sua applicazione è stata replicata una sola volta su una singola parcella a scopo unicamente dimostrativo.

La parcella aveva dimensioni di 2m x 10m (larghezza x lunghezza), con un'area parcellare risultante di 20 m<sup>2</sup>.

I prodotti sono stati distribuiti mediante una pompa motorizzata Echo 170 sl con barra da 5 ugelli flat fan (Teejet XR11002VP) alla pressione di 3 bar la mattina del 9 maggio (pre-emergenza) e del 28 maggio (post-emergenza).

I volumi di acqua distribuiti sono stati di 350 e 250 l/ha rispettivamente per l'applicazione in pre e post-emergenza.

I rilievi sono stati eseguiti nelle date seguenti: 19 maggio, 28 maggio, 9 giugno e 22 giugno 2015.

Sono state rilevate le avventizie presenti in termini di coperture percentuali della parcella e i danni derivanti da fitotossicità del prodotto applicato sulla coltura.

## Risultati e discussione

Al primo rilievo successivo all'applicazione in pre-emergenza non è stata riscontrata l'emergenza né delle infestanti né della coltura; l'assenza di precipitazioni ha condizionato la germinazione dei semi.

Dal secondo rilievo in avanti è stata osservata per ogni parcella la composizione floristica delle avventizie, la loro percentuale di copertura e la tossicità sulla coltura. In questa data i rilievi sono stati effettuati solo sulle parcelle interessate al diserbo in pre-emergenza.

La composizione floristica media del campo consta delle seguenti specie: *Polygonum persicaria* L., *Digitaria sanguinalis* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Chenopodium album* L., *Sorghum halepense* L., *Abutilon theophrasti* Medikus, *Solanum nigrum* L., *Portulaca oleracea* L.

Di seguito sono esposti i risultati dell'ultimo rilievo riportati anche in Tabella 2 e Tabella 3.

**Tabella 2. Percentuale di copertura media per ogni infestante all'ultima data di rilievo.**

Specie	Trattamento												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Sorghum halepense</i>	20	8	8	30	12	17	20	7	22	23	20	20	17
<i>Chenopodium album</i>	5	5	6	-	-	-	-	-	1	5	3	3	5
<i>Abutilon theophrasti</i>	1	1	1	-	2	5	1	-	2	3	4	<1	2
<i>Amaranthus retroflexus</i>	2	2	7	-	4	1	<1	-	<1	10	8	<1	6
<i>Digitaria sanguinalis</i>	2	-	1	-	9	-	-	-	-	-	<1	10	-
<i>Polygonum persicaria</i>	1	-	-	-	-	-	<1	-	1	1	<1	<1	-
<i>Solanum nigrum</i>	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Portulaca oleracea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<1

**Tabella 3. Fitotossicità dei prodotti applicati.**

Sintomi	Trattamento												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Nessuno	x	x	x						x		x	x	x
Clorosi							x			x			
Rallentamento crescita							x						
Arresto crescita								x					
Devitalizzazione germoglio apicale								x					
Sviluppo ramificazioni laterali								x					
Scarsa emergenza (<5%)					x	x							
Mancata emergenza				x									

Linuron applicato a 225 e 450 g/ha e Metamitron hanno confermato la loro efficacia contro le infestanti presenti, ma nello stesso tempo hanno mostrato una forte fitotossicità nei confronti di quinoa. Nessuna plantula è emersa nella tesi trattata con Linuron a 450 g/ha, emergenze inferiori al 5% per le tesi trattate con Linuron a 225 g/ha e Metamitron.

Cloridazon applicato a 2,478 kg/ha ha, come i precedenti, confermato la sua efficacia sulle infestanti causando anche danni da fitotossicità a quinoa. I danni sono riferibili a clorosi e stentata crescita rispetto al non trattato. S-Metolachlor e Propizamide sono risultati selettivi per quinoa, ma non in grado di controllare *Chenopodium album*.

I risultati rilevati il 28 maggio sono stati confermati, per quanto riguarda le tesi trattate con erbicidi di pre-emergenza, nei rilievi successivi: le percentuali di copertura delle specie infestanti hanno incrementato i loro valori.

Le tesi trattate con Cloridazon, inoltre, hanno continuato a manifestare rallentamenti nell'attività vegetativa e clorosi localizzata solo nelle foglie basali.

Per ciò che riguarda gli erbicidi di post-emergenza, Imazamox ha mostrato un ottimo controllo delle infestanti presenti ma elevata tossicità per quinoa: i sintomi rilevati riferiscono arresto della crescita, devitalizzazione del germoglio apicale e conseguente accrescimento dei germogli ascellari, clorosi. Fenmedifam testato a 320 g/ha ha dato segni di fitotossicità (clorosi) in 3 repliche su 4, mentre se testato a 160 g/ha non ha mostrato alcuno di questi sintomi.

Lenacil (480 g/ha) e Clopyralid (210 g/ha) non hanno mostrato segni di fitotossicità nei confronti di quinoa, con conseguente anche scarso controllo del *Chenopodium album* L.

La parcella dimostrativa di Propaquizafop ha dimostrato nessuna tossicità nei confronti di quinoa.

## Conclusione

Il controllo della flora infestante è un aspetto fondamentale nella coltivazione di quinoa, come di tutte le colture agrarie. I principi attivi testati sono stati selezionati per la loro attività dicotiledonica tra quelli registrati su colture simili (chenopodiacee in primis).

A conferma dei dati pubblicati da Alvares (1990), tra gli erbicidi di pre-emergenza, il Linuron e il Metamitron hanno prodotto effetti fitotossici per quinoa, mentre S-Metolachlor è stato il prodotto che ha avuto le migliori performance in termini di mancata fitotossicità e di efficacia contro le infestanti del sito nella quale è stata svolta la prova.

Tra i post emergenza, invece, Clopyralid, Lenacil e Trisulfuron metile non hanno prodotto danni alla coltura.

Dai dati emerge quanto sia difficile il controllo chimico del *Chenopodium album*: i principi attivi che lo controllano sono i medesimi che creano danni alla coltura.

Poiché non esistono erbicidi registrati su quinoa, non vi è la possibilità al momento di utilizzare diserbanti per quinoa destinata al consumo umano. Alcuni principi attivi hanno dimostrato che non vi è tossicità per le prime fasi dello sviluppo della coltura.

Ulteriori studi in più siti e rilievi produttivi dovranno essere condotti per determinarne le reali selettività.

## Bibliografia

Eppo guideline PP1/181 (4). Conduct and reporting of efficacy evaluation trials including good experimental practice.

Eppo guideline PP1/152 (4). Design and analysis of efficacy evaluation trials.

FAO & CIRAD (2015) State of the Art Report of Quinoa in the World in 2013, by D. Bazile, D. Bertero & C. Nieto, eds. Rome.

Jacobsen S (2003). The worldwide potential for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Food reviews international* 19:167–177.

Santos R. et al (2003). Quinoa (*Chenopodium quinoa*) reaction to herbicide residue in a Brazilian Savannah soil. *Pesq. agropec. bras., Brasília* 38: 771-776.

Alvares M (1990). Herbicidas. Quinoa: hacia su cultivo comercial. Quito: Latinreco. p. 61-68.

## **IL TAVOLO TECNICO COPA-COGECA "MINOR USES": OPPORTUNITÀ PER LE COLTURE ORNAMENTALI**

**MINUTO G., TINIVELLA F., MINUTO A.**

*Centro di Sperimentazione ed Assistenza Agricola (Ce.R.S.A.A.) – Albenga (SV) [www.cersaa.it](http://www.cersaa.it).  
E-mail: [cersaa.direzione@sv.camcom.it](mailto:cersaa.direzione@sv.camcom.it)*

### **Riassunto**

L'intervento illustra le criticità del settore florovivaistico di fronte alle necessità della difesa fitosanitaria e descrive gli obiettivi del tavolo tecnico "Minor uses" di COPA-COGECA, spiegandone le attività nel panorama regolatorio europeo.

### **Parole chiave**

Colture minori; Usi minori.

### **Summary**

The role and the activities of the "Minor Uses" working group of the COPA-COGECA is presented and discussed, describing critical points about the control of diseases on minor crops and particularly in the floriculture.

### **Key words**

Minor crops, Minor uses.

### **Introduzione**

La difesa delle colture minori si fa sempre più difficile e complessa anche per quanto attiene la lotta alle infestanti. La ben nota riduzione del numero dei mezzi di difesa disponibili e le difficoltà tecniche ed economiche che incontra l'industria agrochimica nel rispondere positivamente alle sollecitazioni che provengono da quella parte di mondo imprenditoriale agricolo – che produce dall'asparago allo zucchini, dal basilico alla valeriana, fino alle cosiddette "floreali e ornamentali", sta rendendo progressivamente sempre più difficile ottenere produzioni di qualità nel rispetto delle normative e delle regole del mercato.

D'altra parte, non esiste una definizione internazionalmente accettata di "coltura minore" e di "uso minore", ma indicazioni e posizioni differenti. I parametri suggeriti dall'Unione Europea riguardano sia le superfici investite, sia i consumi. Per coltura minore, pertanto, si potrebbe individuare quella specie coltivata in Europa su superfici non superiori a 200.000 ha (circa lo 0,2% della SAU Europea), ovvero, per una determinata area locale, non superiori allo 0,5% della SAU di quell'area, o, ancora, per un singolo Stato Membro, quelle specie coltivate su una percentuale della SAU nazionale non superiore all'1%. Alcuni Stati Membri, poi, individuano una coltura minore come quella specie il cui consumo pro-capite giornaliero non supera i 7,5g, coltivata su una superficie inferiore a 10.000 ha e capace di produzioni non superiori a 100.000 t/anno.

Come riferimento europeo, può essere presa in considerazione la guida SANCO 7525/VI/95, che individua una coltura minore in relazione al contenuto di residui degli agrofarmaci, in relazione all'area di coltivazione, alla produzione e al consumo. Tale indicazione è perfezionata e maggiormente circostanziata nel Regolamento (CE) n° 1107/09 – Articolo 3, punto 26 – in cui per “uso minore” di un agrofarmaco in uno Stato Membro su piante o prodotti è inteso un impiego su colture non largamente coltivate nello Stato Membro stesso, ovvero su specie largamente coltivate, ma bisognose di un intervento specifico o eccezionale. Al successivo Articolo 51(8) dello stesso Regolamento, inoltre, per uso minore è intesa la combinazione tra coltura e la relative necessità di difesa e gli Stati membri sono invitati ad aggiornare regolarmente la lista degli usi minori.

Inoltre, il Regolamento (CE) n° 1107/09 prevede l'autorizzazione all'uso “minore” nei casi in cui l'uso è intrinsecamente “minore”, se le condizioni riferite all'Art. 4(3) sono soddisfatte, ovvero l'agrofarmaco non deve avere effetti negativi sull'uomo né non necessari sui vertebrati o inaccettabili per l'ambiente, se sono rispettate le condizioni dell'Art. 29(1) p. (i), se l'estensione è di pubblico interesse, se la documentazione a supporto dell'estensione è fornita da persone/strutture rappresentative di interessi generali e di categoria e se sono disponibili i dati sui residui e, se necessaria, anche una valutazione dei rischi verso l'operatore, il lavoratore, i *bystanders* e i residenti. Tali richieste devono essere combinate con quelle del Regolamento (CE) n° 396/2005, che richiede l'obbligo della fornitura dei MRLs per tutte le colture alimentari e per mangimi, prodotte in ciascun Stato Membro o importate e conseguentemente fissa un numero dei saggi differenti per colture maggiori e minori: 8 saggi per regione per le colture maggiori e 4 per regione per le minori.

La complessità della materia e le criticità delle colture considerate minori si scontra, di fatto, con l'importanza economica delle stesse, che, in maggioranza, non sono semplicemente una opportunità di reddito per piccoli e ben definiti territori, ma rappresentano una voce importante del fatturato agricolo europeo (oltre 60 miliardi di euro/anno, oltre il 20% del fatturato agricolo europeo) e del nostro Paese in particolare (oltre il 37% del fatturato agricolo italiano), come attestato da Eurostat nel 2013.

### **Il contesto florovivaistico mondiale ed europeo e la posizione dell'Italia nei confronti dei principali *competitors***

Nel mondo l'estensione delle superfici florovivaistiche è stimata in quasi un milione di ettari, di cui circa due terzi investite a fiore reciso e a piante in vaso ed il resto investito a piante da vivaio (oltre il 50% in Asia, il 20% in Europa e il 18% in America). La Produzione Lorda Vendibile mondiale è stimata in circa 50 miliardi di euro comprendendo anche i prodotti vivaistici; si tratta di cifre elevate

il cui valore assoluto, sebbene non sia certo, testimonia comunque l'enorme diffusione di produzioni che oggi risultano presenti in oltre 80 Paesi. Questo rende assolutamente pregnanti questioni come l'organizzazione di filiera, la logistica, il mercato globale, le sfide tecnologiche, ecc. Tra esse, gli aspetti relativi alla difesa fitosanitaria rivestono un'importanza primaria, anche in considerazione della crescente sensibilità del settore del commercio e del consumatore al contesto sociale e alle qualità igienico-sanitarie del prodotto acquistato (Hübner, 2014).

In Europa, tra i Paesi produttori, l'Italia è al primo posto con 12.700 ettari seguita da Olanda, Regno Unito, Germania, Spagna e Francia. Le superfici protette raggiungono il 70% in Olanda, il 60% in Spagna, il 50% in Italia, il 46% in Francia e il 15% in Gran Bretagna. Se si considerano i dati in valore, l'Italia è il secondo produttore subito dopo l'Olanda con un andamento che nel lungo periodo mostra una tendenza alla flessione (Hübner, 2014).

### **Le finalità e la azioni del gruppo di lavoro *Minor Uses* costituito da Copa-Cogeca**

Proprio in considerazione dell'importanza del settore e, nello specifico, della carenza di strategie e prodotti per la difesa fitosanitaria delle colture, nel 2011 l'associazione europea delle Cooperative agricole e delle Associazioni di produttori agricoli (Copa-Cogeca) ha costituito uno specifico gruppo di lavoro dedicato alla conoscenza delle diverse realtà produttive nazionali, alla conoscenza del quadro autorizzativo dei diversi Paesi europei e al coordinamento e all'esecuzione di attività di registrazione, estensione di etichetta e mutuo riconoscimento tra i Paesi aderenti. Inoltre, il gruppo di lavoro condivide le esigenze emergenti dalla base produttiva, formulando proposte di collaborazione alle industrie agrochimiche e trasferendo le necessità ai *policy makers* europei e, in primo luogo, alla DG SANCO.66

A livello italiano, le principali istanze discusse e portate all'attenzione del gruppo di lavoro riguardano alcuni punti critici del sistema nazionale ed europeo, tra cui:

- l'unificazione della nomenclatura riferita alle autorizzazioni all'uso degli agrofarmaci. Per quanto concerne le specie ornamentali. il panorama europeo, in questo momento, è molto variegato e si passa da indicazioni in etichetta molto ampie (es. "bulbose", "ornamentali in pieno campo"), all'estremo opposto (autorizzazioni su una sola specie o *cultivar*). In Italia, poi, esistono almeno una dozzina di definizioni diverse riportate in etichetta, oltre a indicazioni di impiego esclusivo su una determinata specie, che rendono difficile l'uso dei prodotti e la loro corretta iscrizione sul Quaderno dei Trattamenti;
- il perfezionamento e l'armonizzazione del percorso autorizzativo. Benché stabilito a livello europeo, i percorsi sono ancora molto diversificati tra i diversi Paesi;

- la possibile limitazione, per le specie ornamentali, della revisione della sostanza attiva, se già autorizzata all'uso in altri ambiti della difesa fitosanitaria, a casi di comprovata necessità;
- la chiara classificazione della destinazione d'uso di quei generi e specie che si trovano a cavallo tra "ornamentale" e "alimentare" (es. le specie aromatiche, la Calendula e l'Ibiscus), specificando quali specie o *cultivar*, o lotti di produzione sono da considerarsi alimentari e quali ornamentali (es. *Salvia officinalis*; *Salvia greggii*) evitando, quindi, dizioni generiche potenzialmente dannose per il produttore e la filiera a cui il prodotto afferisce;
- la promozione continua di un tavolo di confronto con l'Industria Agrochimica;
- l'individuazione di un gruppo limitato di generi e specie di piante ad uso ornamentale su cui eseguire i saggi di efficacia e di fitotossicità;
- la predisposizione di una circostanziata descrizione dei rischi di fitotossicità a tutela sia del produttore dell'agrofarmaco che dell'imprenditore agricolo, in caso di uso su generi, specie e cultivar non oggetto di specifici saggi di selettività.

## **Conclusioni**

Le imprese florovivaistiche italiane, ma anche quelle europee, si trovano nella condizione di non avere gli strumenti adeguati per una corretta difesa delle colture e gestione della flora infestante, con il rischio, nella migliore delle ipotesi, dell'instaurarsi di resistenze negli organismi dannosi, problema derivante dall'impiego ripetuto di uno stesso principio attivo anche se efficace, o di favorire usi impropri o usi non autorizzati di mezzi di difesa di varia natura. Se le sfide del settore produttivo comunitario non possono prescindere dal principio della qualità, è chiaro che anche il florovivaismo, benché considerato un settore "minore", debba essere opportunamente sostenuto da politiche e azioni di coordinamento a livello europeo che consentano di realizzare una effettiva armonizzazione di norme tecniche e comportamentali. Il gruppo di lavoro "Minor uses" di Copa-Cogeca, in cinque anni di attività, si è impegnato ad avviare questo processo, anche se un maggiore coordinamento con le strutture legislative europee e nazionali deve essere ancora trasformato da evento occasionale a strumento corrente di dialogo tra le imprese e i *policy makers*.

## **Bibliografia**

European commission - health & consumer protection directorate-general. Directorate E-Safety of the food chain, E3-Chemicals, Contaminants, Pesticides. The guidance document SANCO 7525/VI/95, 46 pagg.

Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea. REG 1107/2009/CE – Articolo 3, punto 26 e Articolo 51(8). Eur Lex, 50 pagg.

Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea. REG. 396/2005/CE. 16 pagg.

Hübner S. (2014). Int. Stat. Flowers & Plants 2013 – volume 61 – ZBG der Leibniz Universität, Hannover, AIPH/Union Fleurs (NL).



## **BASILICO E MOLTIPLICAZIONE VIVAISTICA DI FRAGOLA: EVOLUZIONE DELLA DIFESA TRA USI EMERGENZIALI ED ESTENSIONI DI ETICHETTA**

**MINUTO A.<sup>1</sup>, LEIS M.<sup>2</sup>, BOGLIOLO A.<sup>1</sup>, VINOTTI P.<sup>1</sup>, MINUTO G.<sup>1</sup>.**

1. Centro di Sperimentazione ed Assistenza Agricola (Ce.R.S.A.A.) – Albenga (SV) [www.cersaa.it](http://www.cersaa.it).

2. Società Agricola Vivai Mazzoni - Tresigallo (FE)

E-mail: [minuto.andrea@tiscali.it](mailto:minuto.andrea@tiscali.it)

### **Riassunto**

L'intervento traccia l'evoluzione delle tecniche e possibilità di difesa di due colture, il basilico e la produzione vivaistica di fragola, tra loro molto differenti, ma per certi aspetti molto simili: in particolare sono discusse le difficoltà nella gestione della flora infestante alla luce della limitazione di uso di mezzi chimici.

### **Parole chiave**

Colture minori; *Ocimum basilicum*; *Fragaria x ananassa*; Controllo delle infestanti.

### **Summary**

The evolution of control strategies of sweet basil and strawberry runners is discussed: particularly difficulties on weed control are described considering the reduced availability of chemical control methods.

### **Key words**

Minor crops; *Ocimum basilicum*; *Fragaria x ananassa*; Weed control.

### **Introduzione**

La ridotta disponibilità di mezzi chimici, che nell'ultimo decennio ha interessato il settore delle colture minori, ha reso necessario basare le strategie di difesa di tali particolari colture sulla sistematica adozione di strategie integrate. La disponibilità di principi attivi ad azione erbicida, però, rispetto agli altri mezzi di lotta (fungicidi, insetticidi, acaricidi), è stata quella che si è maggiormente ridotta. Per fare fronte a tale limitazione, in particolare per colture minori intensive o ad elevata specializzazione, è aumentato il ricorso a strategie e tecniche di gestione della flora infestante applicate in fase di pre-impianto. Tale scelta, combinata molto spesso con l'impossibilità di adottare vere e proprie rotazioni, ha reso necessario il ricorso a interventi eradicanti quali la fumigazione pre-impianto con principi attivi aventi largo spettro di azione fungicida, nematocida ed erbicida. Oggi, però, anche la disponibilità di mezzi chimici fumiganti specifici per la disinfestazione del terreno ed aventi efficacia erbicida è fortemente limitata, generando la necessità

per gli operatori del settore di ricorrere anche a strumenti normativi tra cui la richiesta di Autorizzazioni in deroga (art. 53 Regolamento (CE) n° 1107/2009).

## **Il basilico**

Le colture minori rappresentano, potremo dire da sempre, un “termometro” molto utile con il quale misurare entità di problemi e possibilità di soluzione e tra queste il basilico rappresenta un interessante caso di studio. In Liguria i terreni dedicati in monocoltura alla produzione di basilico, in serra come in pieno campo, venivano abitualmente e, in genere, annualmente fumigati con bromuro di metile per il contenimento di problematiche fungine tra cui, soprattutto, agenti di alterazione vascolare (*Fusarium oxysporum* f.sp. *basilici*). Venuto meno il bromuro di metile altre sostanze sono state utilizzate e tra queste prodotti a base di metam, dazomet, cloropicrina e 1,3 D, quest’ultimo divenuto necessario per la comparsa sempre più frequente e diffusa di infestazioni di nematodi galligeni. Oggi rimane unicamente la possibilità di applicare il dazomet ed i prodotti a base di metam, ma solo una volta ogni tre anni.

Relativamente alla gestione delle infestanti su basilico le specie di maggiore rilevanza per tale coltura sono *Portulaca oleracea* e *Amaranthus retroflexus*. Notevole è comunque anche la presenza di *Anagallis arvensis*, *Chenopodium album*, *Digitaria sanguinalis*, *Fumaria* spp., *Lactuca serriola*, *Paspalum* spp., *Poa annua*, *Polygonum* spp., *Senecio* spp., *Setaria* spp., *Stellaria media*, *Urtica dioica*, *Verbena officinalis*. Un’indagine condotta nel 2003 (Benvenuti et al., 2003) aveva già confermato e descritto la composizione prevalente della flora infestante delle coltivazioni di basilico in Liguria fornendo, inoltre, indicazioni sulle possibilità di lotta. A tale riguardo la soluzione che veniva prospettata era fondamentalmente orientata alla adozione della tecnica della falsa semina e della rotazione colturale. In entrambi i casi, però, le tecniche proposte vedono limitazioni oggettive sia per la indisponibilità di terreni ove adottare una opportuna rotazione (coltivazione in ambiente protetto) sia per la durata del ciclo colturale delle coltivazioni in pieno campo che, difficilmente, può permettere l’organizzazione di false semine capaci di avere effetti su infestanti caratterizzate da diverse esigenze climatiche.

Relativamente alla possibilità di realizzare interventi di lotta chimica mediante impiego di erbicidi, gli unici attualmente autorizzati sono il diquat (dipiridilico) ed il piridate (diazina). Il primo è utilizzato come dissecante non selettivo ad applicazione fogliare in post emergenza delle infestanti; il secondo, inibitore del processo fotosintetico, agisce fondamentalmente per assorbimento fogliare ed è selettivo sulla coltura a seguito della sua inattivazione biologica successivamente all’assorbimento. Altre sostanze attive (s.a.), al momento non registrate, sono state saggiate per un potenziale utilizzo su basilico e tra queste ricordiamo benfluralin, pendimetalin, propizamide,

fluazifop butile, clorprofam, napropamide con risultati, talora, molto alterni, anche in termini di selettività per la coltura, e difficilmente standardizzabili sia per applicazioni di pre-emergenza delle infestanti e della coltura sia in post-emergenza delle infestanti e della coltura. Sulla base della ridottissima disponibilità di s.a., pertanto, l'intervento fumigante in pre-impianto della coltura è decisamente preferito in quanto più efficace e soprattutto in grado di contenere specie altrimenti non controllate.

In questo quadro il basilico, almeno in coltura protetta, sarebbe certamente una coltura per la quale l'adozione della tecnica di coltivazione fuori suolo risolverebbe d'un sol colpo molti dei problemi legati alle alterazioni radicali e basali. Occorre ora ricordare che il basilico in Liguria è una coltivazione che ha avuto già da alcuni anni il riconoscimento di coltura DOP (Denominazione di Origine Protetta) e che rappresenta quello che oggi è di moda definire "una eccellenza del territorio". Il primo particolare non trascurabile, quindi, è che il disciplinare obbligatorio per il riconoscimento del marchio DOP non prevede la coltura fuori suolo, ma solamente un suo "surrogato" tecnicamente molto difficile da assimilare a quanto viene, al contrario, identificato con coltura fuori suolo. Il secondo particolare non trascurabile è legato al fatto che, almeno in Liguria, il basilico DOP è una realtà economica con numeri di tutto rispetto se raffrontati all'esigua produzione orticola ligure: 60 ha di superficie coltivata a basilico genovese DOP (20 ha in serra e 40 ha in pieno campo); 22.000 quintali di produzione annua di basilico genovese DOP (in grado di condire non meno di 100 milioni di porzioni di trofie al pesto); 35.000.000 di piantine di basilico DOP coltivate ogni anno (pari a circa 8.000.000 di mazzi); 10.000.000 di euro il fatturato della produzione di basilico genovese DOP nel 2011; 600 gli imprenditori che producono e vendono basilico. Sulla base di quanto sopra indicato e considerando l'elevata intensificazione di tale coltura, è chiaro che la gestione della flora infestante sia ancora fortemente basata sulla disponibilità di mezzi di lotta pre-impianto eradicanti ad ampio spettro di azione e non unicamente finalizzati alla limitazione di patogeni e parassiti fungini e animali. Anche per questo motivo i coltivatori di basilico, che già per il contenimento di altri parassiti emergenti (Es: *Rhizoctonia solani*, *Peronospora belbaharii*) avevano richiesto ed ottenuto sia estensioni di etichetta (es: estensione di etichetta di formulati a base di tolclofos metile), sia deroghe per usi di emergenza (es: uso di emergenza per formulati a base di pyraclostrobin + dimethomorph), hanno richiesto ed ottenuto per la decorsa campagna (anno 2015) l'uso di emergenza di cloropicrina, sostanza fumigante a spiccata efficacia fungicida, ma caratterizzata da buona efficacia collaterale su infestanti.

## La moltiplicazione vivaistica di fragola

Il sistema di moltiplicazione più in uso è quello che impiega le piantine che si sviluppano dai filamenti secondari della pianta madre (stoloni). Le piante “frigoconservate” vengono raccolte dal vivaio durante il periodo invernale (dicembre - gennaio), quando si trovano in fase di riposo vegetativo. Sono quindi calibrate e conservate in celle frigorifere, a temperature intorno ai -2° C, fino al momento dell’impianto. Le piante “fresche a radice nuda”, prodotte in genere in altura o in paesi a clima più continentale dove le piante subiscono un precoce arresto vegetativo, sono estirpate nel periodo autunnale e immediatamente messe a dimora. Le piante da “cima radicata” sono delle piante vegetanti, prodotte in vivaio facendo radicare su torba gli stoloni più giovani (generalmente il primo e il secondo), dotati dei soli abbozzi radicali, preventivamente prelevati dai vivai. Da ultimo le piante “waiting bed” sono piante in genere frigoconservate di elevato calibro ripicchettate in vivaio per aumentarne il diametro del fusto e in genere utilizzate per gli impianti “fuori suolo” e per produzioni destagionalizzate e programmate.

La produzione vivaistica finalizzata prevalentemente alla preparazione di piante frigoconservate e di cime radicate si basa sulla realizzazione di impianti di produzione realizzati in pien’aria a terra. Il Nord Est del nostro paese è una delle aree di maggiore importanza per tali produzioni che vengono realizzate prevalentemente nelle provincie di Verona, Ferrara e Ravenna. Qui i suoli vocati per tale produzione sono quelli a prevalente matrice sabbiosa ove, purtroppo, la presenza di specie infestanti appartenenti alla famiglia *Cyperaceae* è talora estremamente elevata. In tali aree, infatti, nonostante la comune pratica preveda il ritorno della produzione vivaistica sullo stesso appezzamento solo a seguito di ampie rotazioni che includono specie orticole (pomodoro da industria, patata, carota, bietola) e cerealicole (orzo, mais, frumento), la presenza di infestanti ciperacee è in costante aumento. A partire dalla eliminazione del bromuro di metile e successivamente a causa della limitazione dell’uso di cloropicrina e 1,3 dicloropropene, infatti, la diffusione della presenza di specie ciperacee è progressivamente aumentata, non trovando sufficienti e efficaci alternative nella applicazione di altri erbicidi pre e post emergenza da utilizzarsi durante le fasi di rotazione colturale. Più recentemente, inoltre, sulla base della revisione dell’etichetta di impiego di formulati a base di metam, caratterizzati da una buona efficacia erbicida, la dose di applicazione massima consentita in pieno campo è stata ridotta a non più di 150 kg s.a./ha con una frequenza massima di uso ogni tre anni, limitandone fortemente l’efficacia e quindi le possibilità di impiego per il contenimento delle infestanti ciperacee.

Come già indicato per il basilico, anche per la produzione vivaistica di fragola numerose sono state le richieste di deroghe di impiego per usi di emergenza in particolare di due sostanze fumiganti: l’1,3 dicloropropene e la cloropicrina. Alla base delle motivazioni che hanno spinto i produttori ad

avanzare dette richieste sicuramente va rammentata la necessità di garantire e certificare la sanità fitosanitaria del materiale propagativo basata, in particolare, sulla possibilità di effettuare la produzione vivaistica su suoli opportunamente “bonificati”. In secondo luogo, ma certamente non di minore importanza, proprio l’applicazione combinata di 1,3 dicloropropene e cloropicrina ha rappresentato e rappresenta tuttora la strategia maggiormente efficace per la lotta in pre-impianto alle infestanti ciperacee, come anche dimostrato da numerose attività sperimentali.

### **Bibliografia**

Benvenuti S, Capurro A, Simonelli G (2003) Analisi dell’accumulo di semi di malerbe e delle relative emergenze nella coltura del basilico (*Ocimum basilicum* L.) in Liguria. *Informatore Fitopatologico* 5: 50-55.



## **FUMIGANTI DEL TERRENO: DEROGHE NECESSARIE IN ATTESA CHE TERMINI IL PROCESSO DI INCLUSIONE IN “ALLEGATO 1”**

**SPOTTI C.**

*SIS - Società Italiana Sterilizzazioni S.p.a.  
E-mail: c.spotti@trisinternational.com*

### **Riassunto**

Il bando del bromuro di metile utilizzato per la geodisinfestazione ha profondamente modificato le strategie di lotta ai parassiti tellurici e alle infestanti nelle colture intensive. Molti sforzi sono stati compiuti da tutto il settore per limitare l'impiego dei fumiganti del suolo alternativi, introducendo pratiche come l'innesto erbaceo e la coltura in fuori suolo; tuttavia esiste una parte di quel mercato ancora non pronta a questo passaggio che resta pertanto fortemente legata alla geodisinfestazione. I principali fumiganti del terreno, come la cloropicrina, sono in revisione presso la Comunità Europea. Nel frattempo tutto il settore dipende fortemente dalla concessione dei loro “usi di emergenza”.

### **Parole chiave**

Fumiganti del suolo; Geodisinfestazione; Infestanti; Cloropicrina; Usi di emergenza.

### **Summary**

The methyl bromide ban, deeply changed the weeds, nematode and soil borne control management in the intensive farming. The whole sector made big efforts in order to replace soil fumigants with no chemical alternatives, like grafted plants and soil less system, nevertheless a part of the sector is not ready to fully adopt these alternatives and which still highly depends on soil disinfestation. The most important soil fumigants, like chloropicrin, are waiting for their Annex 1 inclusion, in the meantime the whole sector strongly depends on the “emergency uses” authorizations.

### **Key words**

Soil fumigants; Geodisinfestation; Weeds; Chloropicrin; Emergency uses.

La SIS S.p.a. è una società specializzata che opera nel settore della disinfestazione del terreno dalla metà degli anni sessanta. Inizia la sua attività importando e sviluppando per prima in Italia la tecnica della geodisinfestazione con il bromuro di metile, di cui progetta e mette a punto le macchine per la sua distribuzione e la tecnologia collegata, poi adottate da tutto il settore. Da sempre applica direttamente i fumiganti con proprio personale specializzato, escludendo gli agricoltori dalla fase di campo. Il suo mercato di riferimento è quello delle colture specializzate, spesso realizzate in stretta monocoltura, dove si assiste ad un accumulo progressivo di parassiti tellurici (principalmente funghi e nematodi) per cui occorre mettere in atto efficaci sistemi di lotta, inclusa quella alle erbe infestanti. Se non adeguatamente gestiti, parassiti del suolo ed erbe infestanti causano perdite economiche rilevanti per gli agricoltori, per via della estrema criticità in cui quelle colture vengono coltivate. L'azienda ha una rete commerciale propria che le consente un contatto diretto col mercato, senza l'interposizione di strutture commerciali esterne, e le permette pertanto di avere una reale conoscenza del suo settore. A seguito della eliminazione del bromuro di metile, avvenuta nel 2005, l'azienda ha diversificato la sua offerta, sostituendolo con fumiganti di pari efficacia, principalmente cloropicrina, ed introducendo al tempo stesso valide alternative al mezzo chimico: la pianta innestata e la tecnica della coltura in fuori suolo. Tramite Centro Seia, un importante vivaio facente parte del gruppo, ha sviluppato la tecnica dell'innesto erbaceo, principalmente su pomodoro, melone, cocomero e melanzana, sfruttando la resistenza/tolleranza ai più importanti parassiti tellurici offerta dai portainnesti. Questo passaggio, tutt'ora in corso, ha richiesto notevoli investimenti economici da parte del vivaio per via dell'adeguamento delle strutture e per la messa a punto della tecnologia necessaria, e indubbi sforzi da parte dei produttori che hanno dovuto adeguarsi alle nuove tecniche di coltivazione richieste dalla pianta innestata e dal fuori suolo. L'introduzione sul mercato di queste alternative non-chimiche ha permesso in molti casi di eliminare, o limitare fortemente, l'impiego dei fumiganti, ma queste alternative non rappresentano una risposta valida per l'intero comparto. Esiste infatti una parte del mercato che non è ancora pronta a fare questo passaggio. A titolo di esempio si possono citare le colture della fragola, del basilico o delle insalate per la quarta gamma, per cui la genetica non offre ancora accettabili livelli di resistenza/tolleranza ai parassiti tellurici e nelle quali la lotta alle erbe infestanti rappresenta una fattore chiave per i produttori. Queste colture oltretutto non possono avvantaggiarsi della pratica dell'innesto. Altro fattore limitante è rappresentato dalla scarsa tolleranza della pianta innestata di pomodoro ad alcuni parassiti come *Pyrenochaeta lycopersici*, o ai nematodi con l'aumentare delle temperature del suolo. Da segnalare anche il fenomeno di pericolosi parassiti emergenti: è il caso di *Sclerotium rolfsii* (fragola e pomodoro), *Macrophomina phaseolina* (fragola) e *Phytophthora* spp. (pomodoro) contro i quali è dimostrata l'efficacia di cloropicrina. Non da meno

va ricordata l'esigenza per il settore vivaistico di produrre materiale di propagazione certificato esente da parassiti, la cui risposta, ad oggi, non può che arrivare dalla fumigazione del suolo. Inoltre, i disciplinari della produzione IGP e DOP non prevedono la coltivazione in fuori suolo. Appare chiaro pertanto che in questo quadro, in attesa che terminino i processi di inclusione in "Allegato 1" dei fumiganti più importanti, per il comparto è essenziale poter contare sulla deroga prevista dal Regolamento CE 1109/2009 in materia di "Situazioni di emergenza fitosanitaria".



## INDICE DEGLI AUTORI

BARTOLINI D. ....	107	MINUTO A. ....	261, 267
BENVENUTI S. ....	195	MINUTO G. ....	261, 267
BERTOGLIO M. ....	255	MONTEMURRO P. ....	47, 213
BOARI A. ....	213	MORETTI S. ....	255
BOCCHI S. ....	255	NEGRI M. ....	255
BOGLIOLO A. ....	267	NICOLETTO C. ....	13
CAMPAGNA G. ....	61	OLIVERO G. ....	243
CAPELLA A. ....	97	PANNACCI E. ....	163
CAZZATO E. ....	47, 213	PENNUCCI C. ....	255
D'ILARIO P. ....	233	ROMANINI M. ....	97
DESTEFANI G. ....	47	SALVÀ M. ....	233
FABBRI M. ....	119	SANA A. ....	233
FACCHETTI M. ....	233	SPOTTI C. ....	273
FERRERO A. ....	33	TEI F. ....	163
FERRETTI M. ....	1	TINIVELLA F. ....	261
FOGLIATTO S. ....	33	VIDOTTO F. ....	33
GANINO T. ....	243	VINOTTI P. ....	267
GUASTAMACCHIA F. ....	47	VITALI A. ....	233
LEIS M. ....	267	VURRO M. ....	213
LIPPARINI A. ....	1	ZANIN G. ....	13
MILAN M. ....	13	ZANIN G.P. ....	13