

● ANALISI DEI COSTI SU FRUMENTO, MAIS E SOIA IN EMILIA-ROMAGNA

# Come contenere i costi della resistenza agli erbicidi

di **A. Allegri, D. Bartolini, M. Sattin, D. Loddo, M.G. Tommasini**

**L**a resistenza è un fenomeno biologico-evolutivo che coinvolge farmaci essenziali come gli antibiotici e molti prodotti fitosanitari, inclusi gli erbicidi, rendendoli inefficaci verso alcune popolazioni degli organismi target (Gould *et al.*, 2018). Rappresenta un'emergenza a livello globale (Heap, 2018) che provoca ingenti costi economici e umani, nel caso dei farmaci.

La resistenza è la capacità naturale ed ereditabile di alcuni individui, presenti in numero molto limitato in ogni popolazione, di sopravvivere alla dose di erbicida normalmente impiegata per il loro controllo. La continua selezione esercitata dall'uso ripetuto della stessa sostanza attiva, o di erbicidi aventi il medesimo sito d'azione, elimina le piante suscettibili, mentre quelle resistenti possono riprodursi formando così, anche in un periodo breve, una popolazione resistente (Sattin, 2006).

Tale fenomeno costringe l'agricoltore a utilizzare altri erbicidi oppure altri metodi di controllo che potrebbero essere più costosi e/o meno efficaci. Inoltre, anche nel caso di un'oculata

Con l'adozione di strategie preventive si evidenzia un minore incremento dei costi di gestione della resistenza agli erbicidi rispetto alle strategie curative che non consentono un completo controllo delle infestanti sopravvissute. Le variazioni più significative del margine lordo sono dovute alla diversificazione delle rotazioni colturali, con l'inserimento di colture a bassa redditività

gestione, la resistenza può persistere per parecchi anni, anche in assenza dell'erbicida selezionatore, grazie alla banca dei semi che permane nel terreno. Il quadro è complicato dalla riduzione delle sostanze attive e dei meccanismi d'azione a disposizione, è quindi fondamentale preservare l'efficacia degli erbicidi ancora utilizzabili, poiché nel breve-medio periodo non se ne prevede l'introduzione di nuovi.

In Italia sono coinvolte dalla resistenza 25 specie infestanti (15 monocotiledoni, tra cui 11 *Poaceae*, e 10 dicotiledoni). I generi che più frequentemente hanno evoluto popolazioni resistenti sono *Lolium* spp., *Echinochloa* spp. e *Amaranthus* spp. I sistemi colturali più coinvolti sono riso, frumento, mais, soia, uliveti e vigneti (Gire, 2018).

La presenza di resistenza è direttamente proporzionale al livello di standardizzazione dei sistemi colturali, cioè più le tecniche colturali variano nel tempo e nello spazio e meno probabilità c'è di selezionare popolazioni resistenti (Norsworthy *et al.*, 2012). Le situazioni estreme si hanno quando si pratica una monocoltura e si utilizzano sempre gli stessi erbicidi (o erbicidi con lo stesso sito d'azione) su ampie superfici; invece il rischio di evoluzione di resistenza è inferiore quando si adottano rotazioni complesse con colture autunno-primaverili ed estive, si ruotano erbicidi con siti d'azione diversi e si utilizzano metodi di controllo non chimici.

In ogni caso, la resistenza è un costo per tutti gli operatori del settore, e in particolare per gli agricoltori (Orson, 1999),



**Foto 1** Campo di frumento tenero con notevole infestazione di *Lolium* sp.



**Foto 2** Elevata infestazione di *Avena* spp. in un campo di frumento tenero

**TABELLA 1 - Rese medie <sup>(1)</sup> delle colture (t/ha) usate per l'analisi economica dei diversi sistemi colturali**

Coltura	Rese medie
<b>Grano tenero e duro in ambiente non irriguo</b>	
Frumento tenero	7,5
Frumento duro	7,0
Sorgo	8,5
Girasole	3,0
<b>Mais su terreno organico in ambiente irriguo</b>	
Mais	12,0
Frumento tenero	6,5
Soia	4,0
Pomodoro	80,0
<b>Soia su terreno organico in ambiente irriguo</b>	
Soia	4,5
Mais	13,0
Frumento tenero	6,5
Pomodoro	85,0

(1) Definite in base alle medie storiche degli ultimi anni dei differenti ambienti di coltivazione (terreni normali irrigui e non irrigui, terreni organici).

che devono valutare quali sono le migliori soluzioni gestionali dal punto di vista economico e agronomico. Quindi, avere indicazioni su quali sono le opzioni possibili, sia curative sia preventive, per gestire la resistenza, nonché il loro costo, permette un processo decisionale consapevole, minimizzando il rischio.

## Come si calcolano i costi della resistenza

Nell'ambito del Psr 2014-2020, la Regione Emilia-Romagna ha finanziato un progetto triennale (2016-2019) riguardante «Tecniche diagnostiche, distribuzione territoriale e gestione di resistenze dei principali patogeni, fitofagi e malerbe ai prodotti fitosanitari». Una delle attività previste è l'analisi del costo per l'agricoltore della resistenza agli erbicidi, per binomi coltura-malerva resistente sulle principali colture erbacee in Emilia-Romagna, quali frumento tenero e duro, mais e soia, ipotizzando tre possibili gestioni: **● gestione convenzionale delle infestanti**, cioè quella comunemente adottata nell'area considerata, definita senza considerare i possibili fenomeni di resistenza agli erbicidi. Questo scenario **serve per calcolare, per differenza, il costo della resistenza negli altri due scenari;** **● gestione preventiva della resistenza,**

**TABELLA 2 - Tecniche agronomiche e di controllo previste per le gestioni della resistenza agli erbicidi di *Lolium spp.* e *Avena spp.* nel sistema frumento in ambiente non irriguo**

Infestante coinvolta	Gestione convenzionale
Avena spp. Lolium spp.	Lavorazioni ridotte
	Rotazione biennale con coltura primaverile: frumento-sorgo
	Unico trattamento di post-emergenza
Infestante coinvolta	Gestione preventiva
Avena spp. Lolium spp.	Falsa semina autunnale (erpicoltura supplementare)
	Semina ritardata
	Rotazione triennale con due colture primaverili: frumento-sorgo-girasole
	Falsa semina autunnale (erpicoltura supplementare)
Avena spp.	Pre-emergenza (attività parziale)
	Alternanza meccanismo d'azione (ALS vs ACCasi)
	Impiego contemporaneo meccanismi d'azione (ACCasi/ALS)
	Aratura
Lolium spp.	Falsa semina autunnale (erpicoltura supplementare)
	Trattamento di pre-emergenza o post-emergenza precoce
	Trattamento di pre-emergenza o post-emergenza precoce
Infestante coinvolta	Gestione curativa
Avena spp.	Falsa semina autunnale (erpicoltura supplementare)
	Rotazione triennale con due colture primaverili: frumento-sorgo-girasole
	Pre-emergenza (attività parziale)
	Trattamento di post-emergenza con meccanismo d'azione non coinvolto
	Monda manuale o distruzione chiazze
	Falsa semina post-raccolta
Lolium spp.	Aratura
	Rotazione triennale con due colture primaverili: frumento-sorgo-girasole
	Falsa semina autunnale (erpicoltura supplementare)
	Trattamento di pre-emergenza o post-emergenza precoce
	Trattamento di post-emergenza con meccanismo d'azione non coinvolto

che comporta una serie di operazioni e scelte agronomiche, come la variazione delle lavorazioni del terreno e la diversificazione delle rotazioni colturali, volte a ridurre la pressione di selezione esercitata dagli erbicidi e quindi **ridurre il rischio di un'eventuale evoluzione futura della resistenza;**

**● gestione curativa della resistenza,** in cui sono state ipotizzate operazioni specifiche rivolte al controllo di popolazioni di infestanti resistenti già presenti negli appezzamenti, come ad esempio l'utilizzo di erbicidi alternativi o la variazione delle epoche d'intervento.

Nella definizione del margine lordo di ogni sistema colturale sono considerati esclusivamente i costi diretti (mezzi tecnici e operazioni colturali), facendo riferimento ai prezzi medi di mercato nelle aree studiate riferiti ad aziende agricole di medie dimensioni. Le rese medie delle differenti colture (tabella 1) sono state definite in base alle medie storiche degli ultimi anni nei differenti ambienti di coltivazione (terreni normali irrigui e non irrigui, terreni orga-

nici). Nella stima delle rese non sono state considerate le eventuali perdite di produzione dovute al mancato controllo delle infestanti, in quanto difficilmente valutabili perché legate alla densità delle infestanti stesse e a fattori ambientali molto variabili (andamento meteo, competitività coltura).

Per ciascun sistema colturale (frumento, mais, soia) sono stati presi in considerazione vari scenari (suolo normale vs organico, ambiente irriguo vs non irriguo) e analizzate le possibili rotazioni colturali e gestioni agronomiche. In questo articolo sono riportati i risultati ottenuti negli scenari peggiori per la gestione della resistenza, cioè quelli che presentano le maggiori limitazioni agronomiche. Per il frumento sono quindi presentati i risultati relativi agli ambienti non irrigui, dove la scelta di colture primaverili alternative è limitata, mentre per soia e mais quelli relativi agli ambienti con suoli organici, dove l'efficacia di molti erbicidi non è ottimale.

Segnaliamo che i risultati ottenuti per gli altri scenari ambientali più positivi,

**TABELLA 3 - Tecniche agronomiche e di controllo previste per le gestioni della resistenza agli erbicidi di giavone per il sistema mais <sup>(1)</sup>**

Gestione convenzionale
Rotazione triennale: mais-pomodoro-soia
Unico trattamento di post-emergenza (graminacee e dicotiledoni)
Gestione preventiva
Rotazione quadriennale con inserimento cereale autunnale: mais-pomodoro-frumento-soia
Rotazione triennale frumento al posto della soia: mais-pomodoro-frumento
Trattamento di post-emergenza con erbicidi ALS + trichetone
Gestione curativa
Rotazione quadriennale: mais-pomodoro-frumento-soia
Rotazione triennale: mais-pomodoro-frumento
Trattamento di post-emergenza precoce con tembotrione
Trattamenti di post-emergenza tardiva con erbicidi ALS + mesotrione

(<sup>1</sup>) In ambiente irriguo con terreni organici. Sono state considerate due diverse rotazioni colturali.

ciò dove è più ampia la scelta di colture o mezzi di controllo alternativi, sono sempre stati migliori in termini economici di quelli degli scenari qui descritti.

### Frumento tenero e duro

Per quanto riguarda il frumento, le problematiche di resistenza si riscontrano in terreni di medio-impasto o argillosi e non irrigui dove il frumento è la coltura più redditizia e quindi la più frequente nella rotazione. L'impiego ripetuto ed esclusivo di graminicidi inibitori dell'ACCasi (enzima Acetil-CoA carbossilasi) in post-emergenza ha portato all'evoluzione di popolazioni di *Avena* spp. resistenti nelle province di Bologna, Ferrara, Ravenna e Forlì-Cesena. La successiva sostituzione con erbicidi inibitori dell'ALS (enzima Aceto-lattato sintetasi) non ha garantito, come prevedibile, la risoluzione definitiva di questa problematica, e popolazioni con resistenza multipla ad ACCasi e ALS sono state già individuate (Gire, 2018).

Nelle province orientali della regione sono state segnalate popolazioni di *Lolium* spp. resistenti agli inibitori del ACCasi, la cui diffusione è stata favorita da un uso non corretto e ripetuto di quizalofop-etile isomero D+ e quizalofop-p-etile nei medicaì in produzione, posti in precessione ai seminativi di frumento.

Le strategie di gestione che sono state confrontate per cal-

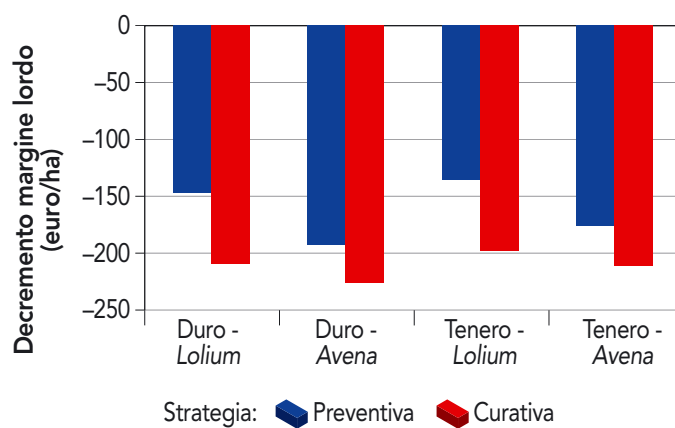
colare il costo per l'agricoltore della resistenza agli erbicidi in frumento tenero e duro negli ambienti non irrigui, sono elencate di seguito (tabella 2).

**Gestione convenzionale.** Il controllo delle infestanti è basato sul solo diserbo di post-emergenza. Sono adottate lavorazioni del suolo ridotte. Fortunatamente in Emilia-Romagna la monocoltura di frumento non è pratica diffusa e la rotazione prevalente in ambienti non irrigui è biennale, in cui il frumento è alternato a cereali estivi o a una dicotiledone di norma a semina primaverile.

**Gestione preventiva.** Si è previsto di fare ricorso al diserbo autunnale (pre-emergenza o post-emergenza precoce) utilizzando molecole a meccanismo d'azione alternativo, quali clortoluron, triallate, flufenacet o prosulfocarb, integrate con diflufenican per ampliare lo spettro d'azione sulle infestanti dicotiledoni. Questa tecnica generalmente risulta molto efficace nei confronti di *Lolium* spp. e in modo minore per *Avena* spp. Per gli interventi di post-emergenza si è previsto di utilizzare formulati che contengano sostanze attive con entrambi i meccanismi d'azione (ACCasi e ALS), oppure alternare le stesse nei differenti cicli di coltivazione del cereale. Oltre alle normali lavorazioni, è utile adottare la tecnica della falsa semina, mediante un'erpicoltura supplementare prima della semina che deve essere posticipata. In caso di presenza massiccia di *Lolium* spp. è preferibile ricorrere all'aratura. In funzione preventiva è consigliabile passare a una rotazione triennale, con l'inserimento di due colture a semina primaverile, essenzialmente sorgo o girasole.

**Gestione curativa.** Innanzitutto è necessario non utilizzare erbicidi con uguale meccanismo d'azione coinvolto nella resistenza e introdurre interventi autunnali di pre o post-emergenza precoce. L'adozione della falsa semina e della semina ritardata diventa indispensabile. Inoltre, la falsa semina va effettuata anche dopo la trebbiatura, confidando in una piovosità che permetta la germinazione dei semi caduti a terra. Molto importante, nel caso di *Lolium* spp., è il ricorso all'aratura. Occorre adottare una rotazione almeno triennale con due colture primaverili, escludendo l'inserimento di altre colture autunno-vernine. Per limitare la disseminazione delle infestanti sopravvissute, limitatamente ad *Avena* spp. e solo quando la densità dell'infestazione non è eccessiva, è opportuno procedere alla monda manuale.

**GRAFICO 1 - Decremento margine lordo con gestione preventiva e curativa della resistenza agli erbicidi di loietto e avena rispetto a quella convenzionale per il sistema frumento in ambiente non irriguo**



La gestione preventiva per *Lolium* spp. comporta un decremento del margine lordo annuale di circa 136 euro/ha. Quella curativa raggiunge i 199 euro/ha. Se le problematiche sono determinate da *Avena* spp., le analisi raggiungono un decremento (con gestione curativa) di 211 euro/ha.

### La resistenza costa fino a 211 euro/ha

Analizzando la coltura del frumento tenero in terreni non irrigui con presenza di *Lolium* spp. resistente (grafico 1), l'adozione della ge-

stione preventiva comporta un decremento del margine lordo annuale di circa 136 euro/ha, mentre considerando una strategia puramente curativa la diminuzione del margine lordo raggiunge i 199 euro/ha.

**Negli stessi ambienti, se le problematiche sono determinate dalla presenza di popolazioni di *Avena* spp. resistenti, le analisi economiche evidenziano un decremento maggiore del margine lordo annuale (178 euro/ha per la strategia preventiva e 211 euro/ha per quella curativa), dovuto alle più complesse e dispendiose tecniche agronomiche che si devono attuare in questo caso. Risultati praticamente identici sono stati ottenuti prendendo in considerazione il frumento duro (grafico 1).**

## Mais

Per quanto riguarda il mais, le uniche popolazioni di infestanti resistenti segnalate in Emilia-Romagna appartengono alla specie giavone (*Echinochloa crus-galli*) e si ritrovano in aree con terreno organico, dove il **controllo di questa specie è basato principalmente su interventi di post-emergenza con erbicidi solfonilureici** (inibitori dell'ALS), in quanto gli erbicidi di pre-emergenza ad azione residuale sono rapidamente degradati dalla componente organica, non conseguendo quindi risultati accettabili. Le solfoniluree sono largamente utilizzate anche nelle coltivazioni di pomodoro poste in rotazione al mais, aumentando quindi la pressione di selezione esercitata sulle infestanti.

Per calcolare il costo per l'agricoltore della resistenza agli erbicidi in mais nei terreni organici sono state confrontate le 3 strategie di gestione: convenzionale, preventiva e curativa (tabella 3).

**Gestione convenzionale.** In generale si effettua un solo trattamento erbicida di post-emergenza, posizionato in epoca tendenzialmente tardiva, causa l'estrema scalarità di emergenza tipica di questi suoli. Nei terreni organici generalmente si utilizza l'aratura. La monocoltura del mais non è molto diffusa e la rotazione tipica è una triennale con pomodoro e soia.

**Gestione preventiva.** Nei terreni organici l'unica possibile modifica della strategia di diserbo è l'inserimento di un trichetone in post-emergenza e un anticipo dell'epoca degli interventi. Nel

pomodoro in rotazione va modificata la gestione dell'infestante, che non può basarsi sul solo rimsulfuron (inibitore dell'ALS), inserendo anche graminicidi specifici (meccanismo d'azione ACCasi). È opportuno inserire nella rotazione un cereale autunno-vernino, per interrompere il ciclo riproduttivo di *Echinochloa crus-galli*, al posto della soia (rotazione mais-pomodoro-frumento) oppure passando a una rotazione quadriennale (mais-pomodoro-frumento-soia).

**Gestione curativa.** Nei terreni organici diventa indispensabile fare due trattamenti di post-emergenza, il primo utilizzando lo specifico trichetone tembotrione in epoca molto anticipata e con successiva rifinitura con miscele a base di solfonilurea graminicida, dicamba e mesotrione. Per quanto concerne la rotazione, per la strategia curativa valgono le stesse indicazioni riportate in quella preventiva.

### La strategia curativa costa di più

Anche nel mais coltivato su terreno organico la strategia preventiva è più vantaggiosa rispetto a quella curativa (grafico 2). L'inserimento del frumento nella rotazione abbassa inevitabilmente il margine lordo annuo, data la minore redditività di questa coltura rispetto a pomodoro e soia. **In ogni modo, il decremento del margine lordo risulta maggiore nella strategia curativa (142 euro/ha per la rotazione quadriennale e 102 euro/ha per la triennale) rispetto a quella preventiva (118 euro/ha per la rotazione quadriennale e 70 euro/ha per la triennale).**

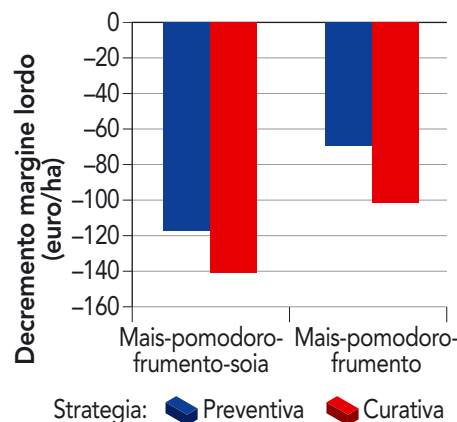
## Soia

Popolazioni di *Amaranthus* spp. resi-

**Foto 3** Campo di mais con elevata infestazione di giavone



**GRAFICO 2 - Decremento margine lordo con gestione preventiva e curativa della resistenza agli erbicidi di giavone rispetto a quella convenzionale per il sistema mais (1)**



(1) In ambiente irriguo con terreni organici. Sono state considerate due diverse rotazioni culturali.

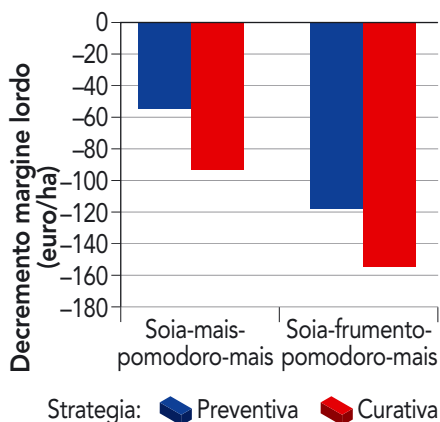
Anche per il mais la strategia preventiva è più vantaggiosa rispetto a quella curativa. L'inserimento del frumento nella rotazione abbassa il margine lordo annuo, data la minore redditività di questa coltura rispetto a pomodoro e soia. In ogni caso il decremento è maggiore nella strategia curativa.

stenti a inibitori dell'ALS rappresentano una problematica diffusa nella parte orientale della provincia di Ferrara. Sono zone caratterizzate da terreni irrigui organici o sabbiosi, dove l'uso degli erbicidi di pre-emergenza è inefficace o sconsigliato a causa di problemi di selettività. La strategia di controllo delle dicotiledoni in soia è stata da tempo ridotta al solo post-emergenza, usando miscele di inibitori dell'ALS e generando quindi una costante pressione di selezione sulle infestanti, che viene accentuata con l'inserimento nella rotazione di pomodoro, in cui le strategie di diserbo prevedono allo stesso modo trattamenti in post-emergenza con erbicidi ALS.

Per calcolare il costo per l'agricoltore della resistenza di *Amaranthus* spp. agli erbicidi in soia, nei terreni organici sono state confrontate le strategie di gestione convenzionale, preventiva e curativa (tabella 4).

**Gestione convenzionale.** Il diserbo nella soia prevede l'applicazione in post-emergenza di una miscela di imazamox+tifensulfuron-metile (entrambi inibitori dell'ALS) + eventuale graminicida specifico. Nei terreni organici viene adottata l'aratura. La rotazione tipica è una triennale soia-pomodoro-mais.

**GRAFICO 3 - Decremento del margine lordo con gestione preventiva e curativa della resistenza agli erbicidi di amaranti rispetto a quella convenzionale per il sistema soia <sup>(1)</sup>**



(1) In ambiente irriguo con terreni organici. Sono state considerate due diverse rotazioni colturali.

Il decremento nella strategia preventiva è di 56 euro/ha per la rotazione di sole colture primaverili e di 118 euro/ha nel caso dell'inserimento del frumento; di 93 euro/ha per la rotazione di sole colture primaverili e 156 euro/ha nel caso dell'inserimento del frumento per la strategia curativa.

**Gestione preventiva.** Non potendo avvalersi di interventi di pre-emergenza si devono ottimizzare le applicazioni precoci di post-emergenza, inserendo nelle miscele bentazone, bifenox o piraflufen-etile. È opportuno inoltre preparare i terreni in anticipo per effettuare la falsa semina, anche nel caso delle colture di secondo raccolto. Per limitare ulteriormente la pressione di selezione occorre portare la rotazione a quadriennale, inserendo il frumento o un ulteriore ciclo di mais.

**Gestione curativa.** Al pari del mais, spesso diventa necessario il doppio trattamento, utilizzando i più efficaci bentazone, bifenox o piraflufen-etile in epoca molto anticipata e con successiva rifinitura, utilizzando le miscele a base di imazamox + tifen-sulfuron-metile. Per quanto riguarda lavorazioni e rotazione valgono le indicazioni date per la gestione preventiva. Inoltre, per limitare la disseminazione dell'infestante diventa importante procedere alla monda manuale prima che le piante di *Amaranthus* spp. sopravvissute giungano a maturazione.

**TABELLA 4 - Tecniche agronomiche e di controllo previste per le gestioni della resistenza agli erbicidi degli amaranti rispetto alla gestione convenzionale per il sistema soia <sup>(1)</sup>**

Convenzionale
Rotazione triennale: soia-pomodoro-mais
Unico trattamento di post-emergenza con erbicidi ALS
Preventiva
Rotazione quadriennale: soia-mais-pomodoro-mais, soia-frumento-pomodoro-mais
Inserimento bentazone linee di diserbo in post-emergenza
Falsa semina colture in secondo raccolto
Curativa
Falsa semina 2° raccolto
Rotazione quadriennale: soia-mais-pomodoro-mais, soia-grano tenero-pomodoro-mais
Doppio trattamento post-emergenza: 1° trattamento precoce con bentazone/bifenox; 2° trattamento con erbicidi ALS + graminicida specifico
Monda manuale sopravvissuti

(1) In ambiente irriguo con terreni organici. Sono state considerate due diverse rotazioni colturali.

**Differenze derivate da colture meno redditizie**

Nel caso della soia le differenze di margine lordo più importanti derivano dall'inserimento nella rotazione di colture meno redditizie come mais o frumento (grafico 3). **Similmente alle altre colture, la strategia preventiva risulta economicamente migliore (decremento di 56 euro/ha per la rotazione di sole colture primaverili e 118 euro/ha nel caso dell'inserimento del frumento) rispetto a quella curativa (decremento di 93 euro/ha per la rotazione di sole colture primaverili e 156 euro/ha nel caso dell'inserimento del frumento).**

**Intervenire prima della resistenza**

Il primo aspetto che è opportuno rimarcare è che la resistenza agli erbicidi rappresenta un costo significativo per gli agricoltori nei principali sistemi colturali dell'Emilia-Romagna. L'entità e l'evoluzione nel tempo di questo costo dipendono dalle scelte gestionali adottate soprattutto prima che la resistenza si manifesti.

**Non apportare modifiche alla gestione convenzionale,** cioè sostanzialmente non prendere in considerazione il rischio di evoluzione di resistenza, **compone un risparmio nel breve periodo, ma potrebbe portare a rilevanti costi futuri qualora si selezionino popolazioni resistenti.** Nei sistemi colturali analizzati si evidenzia infatti un **minore incremento dei costi di gestione con l'adozione di strategie preventive,** quindi prima dell'evoluzione di resistenza agli erbicidi rispetto alle eventuali gestioni curative necessarie una volta che le infe-

stanti resistenti si sono ormai insediate.

Questa differenza diventa **ancora più evidente se consideriamo che è comunque difficile ottenere un controllo ottimale di infestanti resistenti agli erbicidi e che nella stima delle rese non sono stati considerati** i più che probabili cali determinati dalla presenza di infestanti sopravvissute.

Infine, occorre segnalare che le **variazioni più significative del margine lordo sono dovute alla diversificazione delle rotazioni colturali, con l'inserimento di colture a più bassa redditività,** quali sorgo e girasole, e questo evidenzia la problematica della scarsa possibilità di diversificazione produttiva in molte zone agricole dell'Emilia Romagna e dell'Italia in generale.

**Antonio Allegri**

*Op Cereali Padenna - Cotignola (Ravenna)*

**Denis Bartolini**

*Terremerse soc. coop. - Bagnacavallo (Ravenna)*

**Maurizio Sattin, Donato Loddo**

*Cnr - Consiglio nazionale delle ricerche*

*Legnaro (Padova)*

**Maria Grazia Tommasini**

*Crpv - Centro ricerche produzioni vegetali*

*Cesena (Forlì-Cesena)*

Questi studi sono stati finanziati dalla Regione Emilia-Romagna nell'ambito del Psr 2014-2020 Op. 16.1.01 - Go Pei-Agri - FA 4B, Pr. «Resistenze» con il coordinamento del Crpv.

**V** Questo articolo è corredato di bibliografia/contenuti extra. Gli Abbonati potranno scaricare il contenuto completo dalla Banca Dati Articoli in formato PDF su: [www.informatoreagrario.it/bdo](http://www.informatoreagrario.it/bdo)

# Come contenere i costi della resistenza agli erbicidi

## BIBLIOGRAFIA

Gould F., Brown Z.B., Kuzma J., 2018. Wicked evolution: Can we address the sociobiological dilemma of pesticide resistance? *Science* 360, 728-732.

Orson J.H., 1999. The cost to farmers of herbicide resistance. *Weed Technology* 13, 607-611.

GIRE—Gruppo Italiano di lavoro sulla Resistenza agli Erbicidi, 2018. Database della resistenza agli erbicidi in Italia. Disponibile online: [www.resistenzaerbicidi.it](http://www.resistenzaerbicidi.it) (visitato il 30 ottobre 2018).

Heap I., 2018. International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Disponibile online: [www.weedscience.org](http://www.weedscience.org) (visitato il 30 ottobre 2018).

Norsworthy J.K., Ward S.M., Shaw D.R., et al., 2012. Reducing the risks of herbicide resistance: best management practices and recommendations. *Weed Science Special Issue*: 31-62.

Sattin M., 2006. Evoluzione della resistenza agli erbicidi in Italia e in Europa. Preservare l'efficacia degli erbicidi. *L'Informatore Agrario*, 20 suppl., 19-21.

# L'INFORMATORE AGRARIO

[www.informatoreagrario.it](http://www.informatoreagrario.it)



Edizioni L'Informatore Agrario

Tutti i diritti riservati, a norma della Legge sul Diritto d'Autore e le sue successive modificazioni. Ogni utilizzo di quest'opera per usi diversi da quello personale e privato è tassativamente vietato. Edizioni L'Informatore Agrario S.r.l. non potrà comunque essere ritenuta responsabile per eventuali malfunzionamenti e/o danni di qualsiasi natura connessi all'uso dell'opera.