

# Interazione tra erbicidi e geodisinfestanti del mais

di **Giovanni Campagna,**  
**Emanuele Geminiani**

L'impiego degli insetticidi nel terreno (geoinsetticidi o geodisinfestanti) si rende necessario su mais (Blandino et al., 2013) e altre colture per la protezione dei semi in germinazione e delle giovani piante durante le prime fasi di sviluppo dagli attacchi di insetti terricoli, tra cui in particolare gli elateridi (Meinke, 1998), ma anche di altri insetti (Campagna e Zavanella, 2003; Agosti et al., 2011).

Nel corso degli anni Settanta e Ottanta venne effettuata un'intensa attività di sperimentazione a seguito della revoca di vecchi geodisinfestanti (cloroderivati) a favore di altri meno persistenti (fosfororganici e carbammati). In particolare venne valutato il grado di efficacia e di selettività dei geodisinfestanti applicati sia in pieno campo sia in localizzazione del seme.

In numerose coltivazioni si osservarono frequenti sintomi di fitotossicità in fase di emergenza. **Le successive verifiche effettuate a livello sperimen-**

Il crescente ritorno all'impiego dei geodisinfestanti in localizzazione del mais ha riproposto il problema di possibili interazioni negative con gli erbicidi applicati in pre e post-emergenza. È consigliato consultare attentamente le indicazioni riportate in etichetta per limitare possibili effetti di fitotossicità

**tale attribuirono i sintomi a fenomeni di interazione negativa tra geodisinfestanti ed erbicidi su mais, barbabietola da zucchero (Campagna e Zavanella, 2001; Campagna, 2002), pomodoro e altre colture, con influenze dovute alle differenti condizioni pedoclimatiche.**

Lo sviluppo delle tecniche colturali, l'esigenza di migliorare la protezione delle colture nelle prime fasi di sviluppo in sintonia con l'ambiente e a salvaguardia degli operatori, l'evoluzione delle tecniche di applicazione dei geodisinfestanti in concia (neonicotinoidi) e in localizzazione, nonché la revoca della maggior parte dei geodisinfestanti fosfororganici e carbammati, motivò l'esigenza di procedere a una nuova verifica del grado di selettività.

Le nuove tecniche di difesa non misero in evidenza interazioni negative con gli erbicidi applicati in pre e post-emergenza delle colture, a fronte del sempre più diffuso impiego di neonicotinoidi in concia del seme, applicati da soli o con l'aggiunta di altri geoinsetticidi piretroidi.

**Con la sospensione cautelativa di questo gruppo di insetticidi si è ritornati alle applicazioni estemporanee dei geodisinfestanti in localizzazione del mais. Tra questi i fosfororganici non revocati (clorpirifos) e i piretroidi hanno trovato largo impiego fino alle più recenti disponibilità di lambda-cialotrina che ha permesso di ampliare la gamma di scelta.** Le esigue disponibilità di prodotti in concia (attualmente possono essere utilizzati solo con il monitoraggio di appositi deflettori sulle seminatrici) che possono essere utilizzati con il montaggio di appositi deflettori sulle seminatrici potrebbero richiedere l'abbinamento di prodotti in localizzazione qualora la pressione di pericolosi insetti ne giustifichi l'impiego. Da qui l'esigenza di approfondire le verifiche riguardanti gli aspetti di possibile insorgenza di interazioni negative evidenziate da sintomi di fitotossicità.



Qualora si verificano sintomi di fitotossicità, occorre valutare la causa che può derivare da un singolo fattore (di semplice identificazione) o dall'interazione negativa di sostanze attive che in certe condizioni pedoclimatiche possono determinare un rallentamento dei ritmi di degradazione biologica del mais con conseguente accumulo di sostanze fitotossiche

VERIFICHE SPERIMENTALI

Nel corso degli anni 2013-14, presso il Centro di fitofarmacia dell'Università di Bologna sono state effettuate prove per verificare eventuali interazioni negative tra erbicidi di pre-emergenza e geodisinfestanti impiegati in localizzazione alla semina. I rilievi sono stati eseguiti allo stadio di 5-6 foglie della coltura, determinando il peso fresco e secco di un campione di piante.

Le differenze più evidenti sono state rilevate nell'anno 2013 (grafico A),

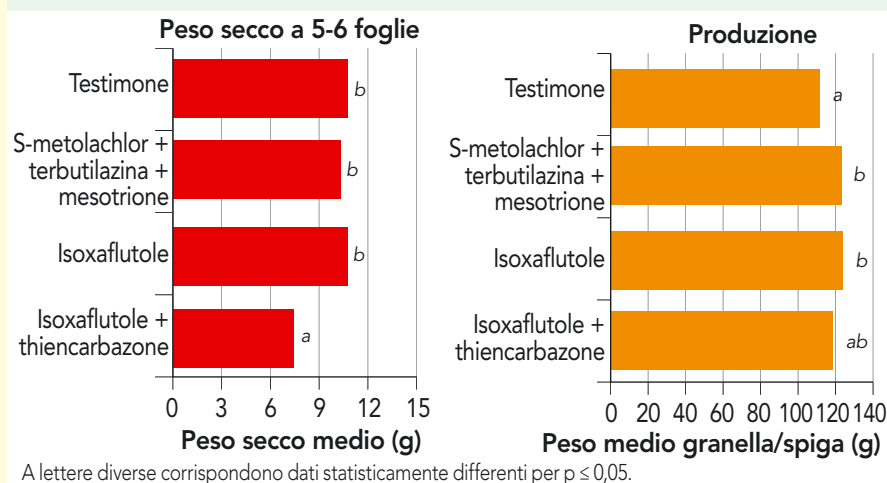
caratterizzato da una più frequente piovosità e abbassamenti di temperatura durante il periodo primaverile.

Rispetto ad altri geodisinfestanti di riferimento, clorpirifos ha manifestato, in queste condizioni sfavorevoli, una minor selettività. È emersa, inoltre, una interazione negativa con la miscela di isoxaflutolo + tiencarbazone-metile (erbicida inibitore dell'enzima ALS). Nel corso della prova tali effetti sono progressivamente diminuiti. Dai rilievi ese-

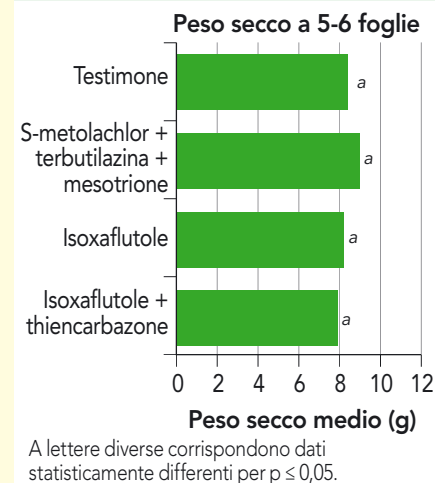
guiti alla raccolta su un campione di spighe si rileva ancora una lieve differenza produttiva nelle parcelle in cui si erano verificate le interazioni negative tra il geodisinfestante clorpirifos e l'erbicida di pre-emergenza (grafico A).

Nel corso del 2014 le differenze sono apparse invece molto più lievi, e non statisticamente significative (grafico B).

**GRAFICO A - Effetti dell'interazione tra erbicidi e geodisinfestante clorpirifos su mais nel 2013**



**GRAFICO B - Effetti dell'interazione tra erbicidi e geodisinfestante clorpirifos su mais nel 2014**



**I rischi di interazioni negative**

L'applicazione di più fitofarmaci, anche se non distribuiti in miscela, può causare fenomeni di interazione negativa con possibile insorgenza di danni da fitotossicità (Geminiani et al., 2013). In particolare nel passato, i fosfororganici hanno provocato sintomi talvolta gravi su mais a causa della riduzione della capacità da parte delle piante, di degradare gli erbicidi applicati in pre o post-emergenza. La generalità delle sostanze attive che agiscono a livello dell'inibizione dell'enzima ALS (solfoniluree, triazoloni, triazolopirimidine, ecc.) sono maggiormente esposti a questo rischio, ma anche gli inibitori di HPPD (trichetoni) possono comportare le stesse problematiche.

Le piante di mais sono in grado di detossificare le sostanze erbicide mediante meccanismi di rottura delle molecole. Tuttavia se questi meccanismi

vengono rallentati e se la concentrazione dei metaboliti risulta troppo elevata, l'accumulo di questi può comportare un'intossicazione della pianta che rallenta ulteriormente il suo metabolismo e la capacità di detossificazione, manifestando i sintomi di fitotossicità.

**I fosfororganici possono interferire negativamente a questo livello causando un accumulo di sostanze tossiche.** La metabolizzazione di molti erbicidi nel mais, ma anche dei fosfororganici, avviene a livello del citocro-

mo mediante il complesso enzimatico P450. Le sostanze attive sistemiche una volta assorbite confluiscono negli apici vegetativi accumulandosi a livello delle aree dove avviene la divisione cellulare. Qualora vengano utilizzati i fosfororganici, è consigliabile non sovraccaricare il metabolismo detossicativo delle piante di mais con gli erbicidi che debbono essere degradati negli stessi siti, come ALS e HPPD.

I fosfororganici più sistemici, come il vecchio terbufos ormai revocato

**TABELLA 1 - Principali influenze negative delle condizioni climatiche sul grado di selettività**

Condizione climatica	Causa-effetto
Frequenti piogge post-trattamento	Maggior assorbimento delle sostanze attive e maggior accumulo negli apici vegetativi
Umidità terreno eccessiva	Asfissia radicale e minor attività degradativa delle sostanze attive
Basse temperature	Riduzione attività degradativa delle sostanze attive
Formazione crosta	Riduzione dei ritmi di emergenza e di sviluppo della coltura

**TABELLA 2 - Compatibilità tra erbicidi e principali geodisinfestanti del mais**

Erbicidi	Meccanismo d'azione HRAC (1)	Geodisinfestanti				
		clorpirifos (2)	lambda-cialotrina (3)	teflutrin (4)	zeta-cipermetrina (5)	

**Interventi di pre-emergenza**

Tiencarbazone	B	■			
Terbutilazina	C1				
Isossaflutolo	F2				
Mesotrione	F2	■			
Sulcotrione	F2	■			
Aclonifen	F3				
Clomazone	F3				
Pendimetalin	K1				
Dimetenamide-P	K3				
Flufenacet	K3				
Petoxamide	K3				
S-metolaclor	K3				

**Interventi di post-emergenza**

Florasulam	B	■			
Foramsulfuron	B	■			
Nicosulfuron	B	■			
Prosulfuron	B	■			
Rimsulfuron	B	■			
Tifensulfuron	B	■			
Tritosulfuron	B	■			
Mesotrione	F2	■			
Sulcotrione	F2	■			
Tembotrione	F2				
2,4D	O				
MCPA	O				
Clopiralid	O				
Dicamba	O				
Fluroxipir	O				

■ = Compatibile. ■ = Possibile comparsa di lievi e transitori sintomi di fitotossicità (increspature fogliari, ingiallimenti). ■ = Possibile comparsa di gravi sintomi di fitotossicità (riduzione di sviluppo, forti ingiallimenti, ecc.).  
 (1) Meccanismo d'azione: **B** = inibizione ALS; **C1** = inibizione fotosintesi a livello del fotosistema II; **F2** = inibizione enzima 4-HPPD; **K1** = inibizione assemblaggio microtubuli; **K3** = inibizione processi di divisione e distensione cellulare;  
**O** = auxino simile. (2) Cyren GR, Poker 7,5, ecc. (3) Ercole. (4) Force, Underline. (5) Crodix Geo.

da tempo (Morton, 1993), influivano maggiormente nei confronti di questi meccanismi, tuttavia anche clorpirifos pur essendo più selettivo, è in grado di influire negativamente in funzione del suo grado di assorbimento e dello stato fisiologico della coltura.

Anche le eventuali applicazioni fogliari di insetticidi fosfororganici sulla coltura (clorpirifos, dimetoato, ecc.) a seguito di attacchi di insetti (nottue, afidi, ecc.), possono determinare interazioni negative con gli erbicidi.

**I sintomi di fitotossicità non sempre sono visibili, ma possono divenire gravi qualora le condizioni di assorbimento vengano esasperate, con riduzioni di sviluppo dell'apparato radicale e aereo, ingiallimenti diffusi, increspature fogliari fino a perdite potenziali di produzione.** Nei casi più gravi si può riscontrare mortalità di alcune piante, in particolare nei terreni più sciolti e con le dosi di applicazione più elevate a seguito di un decorso stagionale freddo e piovoso (tabella 1).

## Il ruolo degli aspetti applicativi

La conoscenza dei meccanismi di selettività di erbicidi (Geminiani e Campagna, 2014) e insetticidi è necessaria per ridurre gli eventuali danni da fitotossicità alle colture da impieghi impropri. La selettività talvolta presenta dei limiti applicativi legati in particolare a dose ed epoca di impiego (Campagna et al., 2007), stato fisiologico del-

le piante, condizioni pedoclimatiche, ecc. Nei trattamenti preventivi, per esempio, svolge un **importante ruolo la natura dei terreni.** (Campagna e Rapparini, 2009). Nei trattamenti di post-emergenza la selettività può essere influenzata da una differenziata capacità da parte della coltura di trattenere, assorbire o traslocare l'erbicida.

In tutti i casi viene fortemente condizionata da meccanismi fisiologici propri delle piante, le quali possono detossificare la sostanza erbicida mediante processi biochimici ed enzimatici talvolta anche in funzione del patrimonio genetico varietale.

## Impiego di antidoti e coadiuvanti

**Gli enzimi deputati alla detossificazione possono essere ulteriormente stimolati nella loro positiva attività mediante una congiunta applicazione di antidoti o fitoprotettori in grado di catalizzare la coniugazione della molecola erbicida con composti endogeni del vegetale** (glutazione, glucosio, amminoacidi). D'altro canto se l'esplicazione del grado di efficacia e di selettività degli erbicidi dipende prevalentemente dall'attività metabolica svolta da ciascuna pianta prima, durante e dopo l'applicazione, anche gli antidoti possono subire le stesse sorti (Campagna e Rapparini, 2007).

Sindrome da stress causata da anormali decorsi climatici come elevate o limitate temperature, ma anche asfissia radicale o siccità impediscono agli



Nel mais la detossificazione dei geodisinfestanti fosfororganici e degli erbicidi che agiscono mediante l'inibizione degli enzimi ALS e 4-HPPD, avviene negli stessi siti e pertanto frequenti piogge, basse temperature, crosta e dosi elevate di applicazione, in particolare nei terreni più sciolti, possono determinare sintomi di fitotossicità

antidoti di svolgere la loro piena azione fitoprotettrice compromettendo parzialmente la selettività varietale.

Anche le miscele erbicide, la formulazione e l'aggiunta dei coadiuvanti che favorisce l'assorbimento, possono influire negativamente (Rapparini et al., 2003).

### Impiego di insetticidi fogliari

**Le applicazioni fogliari di prodotti sistemici (insetticidi fosfororganici ed erbicidi ALS e HPPD inibitori) possono interagire negativamente, e per questo debbono essere distanziate di almeno 7-10 giorni.** Tali applicazioni possono risultare meno fitotossiche per un minor assorbimento di prodotto da parte delle piante fisiologicamente meno attive dopo periodi siccitosi. In tal caso per esempio l'intervallo di tempo può risultare inferiore, ma se il calo fisiologico avviene dopo l'assorbimento, i sintomi di fitotossicità possono risultare più evidenti.

Le interazioni negative più gravi in genere vengono messe in risalto dai prodotti che da soli risultano meno selettivi, comportando un ritardo dello sviluppo vegetativo della coltura.

**In ogni caso è consigliabile consultare preventivamente le indicazioni riportate in etichetta di tutti i formulati che si possono impiegare.** Inoltre è bene considerare le esperienze maturate in campo condividendole a livello tecnico, magari anche mediante bollettini, riproducendo in via sperimentale tutti gli aspetti non sufficientemente approfonditi o chiariti.

Nella tabella 2 si riportano le combinazioni possibili e sconsigliate tra erbicidi e geodisinfestanti.

### Principali fattori pedoclimatici negativi

Il decorso ambientale condiziona lo sviluppo delle piante del mais riducendone lo sviluppo, tra cui in particolare le basse temperature (Campagna e Rapparini, 2008). La frequente piovosità favorisce la riattivazione e l'assorbimento degli erbicidi, nonché dei geoinsetticidi sistemici (fosfororganici). Inoltre compattamento e asfissia dei terreni possono amplificare la manifestazione dei sintomi di fitotossicità a causa della riduzione dell'attività metabolica della coltura e quindi della detossificazione nei confronti dei principi attivi accumulati.



Più i tempi di applicazione dei prodotti meno selettivi sono ravvicinati, maggiore risulterà l'accumulo di sostanze fitotossiche per il mais. Geoinsetticidi fosfororganici in localizzazione alla semina (clorpirifos) e interventi in pre-emergenza con erbicidi ALS inibitori (tiencarbazono), ma anche HPPD inibitori, possono determinare in condizioni pedoclimatiche sfavorevoli sintomi più evidenti rispetto agli erbicidi applicati in post-emergenza

I terreni sciolti e con poca sostanza organica, che scarseggiano in colloidi adsorbenti, rilasciano una maggior quantità di sostanza attiva nella soluzione circolante che viene prontamente assorbita dalle piante. Gli erbicidi che rimangono maggiormente nella soluzione circolante, tra cui quelli più solubili in acqua e con una minor quantità di cariche positive che riducono il grado di adsorbimento al suolo, possono risultare meno selettivi. **La concentrazione erbicida inoltre varia oltre che in funzione del contenuto idrico del suolo, anche dalla dose di applicazione e dal tipo di formulazione** (per esempio i prodotti microincapsulati rilasciano più lentamente il principio attivo). Si viene a determinare pertanto un equilibrio dinamico tra terreno, soluzione circolante e pianta.

Anche i terreni tendenzialmente limosi, che più facilmente formano la crosta superficiale, possono influire maggiormente nei confronti delle interazioni negative, come pure influenzano più vistosamente gli andamenti stagionali umidi e freddi in concomitanza delle fasi di emergenza e di sviluppo delle prime foglie del mais.

Più fattori negativi si verificano contemporaneamente, maggiori possono essere i danni nei confronti della coltura. Al contrario qualora il terreno sia secco, vengono assorbite minori

quantità di principio attivo dal suolo in quanto vi è una minore disponibilità di soluzione circolante.

**Un altro aspetto da considerare è la degradazione delle sostanze attive a opera della microflora batterica, che viene favorita da un maggior contenuto di sostanza organica, temperatura mite e buon livello di umidità del terreno.**

**Giovanni Campagna  
Emanuele Geminiani**  
*Centro di fitofarmacia  
Università di Bologna*

### AGGIORNATI sul mondo degli agrofarmaci

- Con il volume **«Informatore degli agrofarmaci 2015»** Info e ordini: [www.libreriaverde.it](http://www.libreriaverde.it)
- Con la banca dati mobile per smartphone e tablet **«BDFUP»** Info e ordini: [www.informatoreagrario.it/BDF-UP](http://www.informatoreagrario.it/BDF-UP)

**V** Per commenti all'articolo, chiarimenti o suggerimenti scrivi a: [redazione@informatoreagrario.it](mailto:redazione@informatoreagrario.it)

Per consultare gli approfondimenti e/o la bibliografia: [www.informatoreagrario.it/rdLia/15ia13\\_7918\\_web](http://www.informatoreagrario.it/rdLia/15ia13_7918_web)

# Interazione tra erbicidi e geodisinfestanti del mais

## BIBLIOGRAFIA

**Agosti M., Boriani M., Edwards C.R., Michelon L. (2011)** - Concianti e geodisinfestanti alla prova contro la diabrotica. L'Informatore Agrario, 5: 44-46.

**Blandino M., Agosti M., Reyneri A. (2013)** - Geodisinfestanti su mais, efficaci se ben distribuiti. L'Informatore Agrario, 3: 51-54.

**Campagna G. (2002)** - Interazione tra erbicidi e geodisinfestanti su barbabietola. L'Informatore Agrario, 19: 67-71.

**Campagna G., Rapparini G. (2007)** - Antidoti, un ruolo fondamentale nel diserbo delle colture. L'Informatore Agrario, 38: 54-59.

**Campagna G., Rapparini G. (2007)** - Gli aspetti applicativi influenzano selettività ed efficacia erbicida. L'Informatore Agrario, 16: 71-74.

**Campagna G., Rapparini G. (2008)** - Clima e terreno influenzano l'efficacia degli erbicidi residuali. L'Informatore Agrario, 39: 57-61.

**Campagna G., Rapparini G. (2009)** - Ruolo della tecnica agronomica sull'attività degli erbicidi residuali. L'Informatore Agrario, 46: 55-59.

**Campagna G., Zavanella M. (2001)** - The interaction between herbicides and soil insecticides in sugar beet. Atti 64th IIRB Congress - Bruges (B): 419-430.

**Campagna G., Zavanella M. (2003)** - Control of cleonus (*Temnorhinus mendiculus*) with soil insecticides in localisation during sowing and seed dressing in sugar beet - second contribution. Atti 1st Congress IIRB-ASSBT - S. Antonio (Usa): 791-798.

**Geminiani E., Campagna G. (2014)** - Post-emergenza su mais: strategie di intervento. L'Informatore Agrario, 12: 74-79.

**Geminiani E., Campagna G. (2014)** - Pre-emergenza efficace contro le infestanti del mais. L'Informatore Agrario, 5: 50-56.

**Geminiani E., Campagna G., Rapparini G. (2013)** - Diserbo preventivo risolutivo per il mais. L'Informatore Agrario, 4: 53-60.

**Meinke L.J. (1998)** - Adult susceptibility of Nebraska western corn rootworm (*Coleoptera: Chrysomelidae*) populations to selected insecticides. J. Econ. Entomol., 91 (3): 594-600.

**Morton C.A. (1993)** - In-furrow terbufos reduces field and sweet corn (*Zea mays*) tolerance to nicosulfuron. Weed Technol., 7: 934-939.

**Rapparini G., Pazzi U., Nicotra G., Tallevi G., Campagna G. (2003)** - Il ruolo dei coadiuvanti nelle applicazioni erbicide. L'Informatore Agrario, 45: 83-89.

# 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.