



REGIONE DEL VENETO

UNITA' ORGANIZZATIVA FITOSANITARIO

MANUALE DIFESA INTEGRATA DEL MAIS



Utilizzo Sostenibile dei Prodotti Fitosanitari

Direttiva 2009/128/CE

Decreto Legislativo 14 agosto 2012, n. 150

Decreto 22 gen. 2014 – Piano di Azione Nazionale - cap. A.7.2.2

Testo a cura di

Antonio Mingardo, Gabriele Zecchin

Regione del Veneto - Unità Organizzativa Fitosanitario

Contributi tecnici - al fine di migliorare il manuale - vanno inviati a:

antonio.mingardo@regione.veneto.it

gabriele.zecchin@regione.veneto.it

Con la collaborazione di

Lorenzo Furlan, Federica dal Molin, Renzo Converso

Agenzia Veneta per l'innovazione nel settore primario - Veneto Agricoltura

Si ringrazia

per il materiale fotografico

Davide Valentini

Revisione n. 1 – marzo 2020

**Unità Organizzativa Fitosanitario**

Viale dell'Agricoltura 1/a – 37060 Buttapietra (VR)

e-mail: fitosanitari@regione.veneto.it - Tel. 045 8676919

PREMESSA

La Difesa Integrata, intesa come rispetto di alcuni principi generali riportati nella Direttiva 2009/128/CE, relativa all'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari, è diventata un obbligo per tutte le aziende a partire dal 2014.

I principi sui quali si basa la difesa integrata sono:

- ✓ l'applicazione di corrette **pratiche agronomiche** (avvicendamento colturale, scelta di varietà resistenti o meno sensibili alle avversità, fertilizzazione equilibrata, corretta epoca e densità di semina, mantenimento del terreno in buone condizioni di fertilità, ecc.), che permettono di limitare la presenza e di evitare un incremento degli organismi nocivi a livelli tali da causare danni alla coltura, rendendo quindi possibile la effettiva riduzione dell'uso di prodotti fitosanitari;
- ✓ il **monitoraggio** delle avversità con metodi e strumenti adeguati;
- ✓ la **responsabilità dell'utilizzatore** professionale nello **scegliere se intervenire, quando e con quali strumenti**, per contenere le avversità, anche a seguito del parere di consulenti qualificati;
- ✓ la valutazione di **soluzioni alternative** ai mezzi chimici, se disponibili;
- ✓ la scelta, tra i prodotti disponibili, di quelli che hanno **minori effetti negativi** per la salute umana e l'ambiente;
- ✓ l'uso di **dosaggi ridotti**, quando possibile. Ad esempio è possibile limitare l'impiego degli erbicidi residuali con interventi localizzati. La dose degli erbicidi fogliari deve tener conto delle specie presenti, del loro sviluppo e delle condizioni ambientali: interventi su infestanti nei primi stadi di sviluppo, non stressate, permette di ridurre le dosi;
- ✓ l'utilizzo dei prodotti all'interno di **strategie**, anche **al fine di evitare lo sviluppo di resistenza** da parte delle avversità.

E' richiesto quindi al **maiscoltore**, in quanto utilizzatore professionale di prodotti fitosanitari, di **disporre di adeguate conoscenze** in merito alle avversità che normalmente richiedono interventi di difesa, al loro ciclo, alle condizioni che possono favorirne gli attacchi, ai sistemi di monitoraggio disponibili, agli strumenti a disposizione.

Tali conoscenze possono derivare dalla formazione, dai servizi di consulenza, dai bollettini di difesa integrata, dall'esperienza e dalle informazioni in vario modo acquisite. Il maiscoltore è tenuto ad avvalersi delle informazioni – meteo e di difesa - fornite dai servizi tecnici.

Come utilizzatore di prodotti fitosanitari, è tenuto a rispettare le normative in materia: possesso del patentino; rispetto delle indicazioni di etichetta; uso dei DPI; controllo irroratrici; conservazione dei prodotti e corretto smaltimento rimanenze; ecc.. (per questi aspetti si rimanda alla "Guida per il corretto impiego dei prodotti fitosanitari" edita da Veneto Agricoltura).

Il presente manuale, seppure in forma sintetica, **ha l'obiettivo di fornire indicazioni concrete su come applicare i principi della difesa integrata**, almeno in riferimento alle avversità che richiedono il maggiore impegno nella difesa, nell'ordine: infestanti, malattie fungine, insetti. Si ribadisce l'importanza, ai fini della difesa integrata, degli aspetti agronomici, che nel presente testo non vengono approfonditi ma solo richiamati quando direttamente correlati alla prevenzione delle avversità.

Il manuale è **indirizzato a tutti gli operatori del settore**: consulenti, cerealicoltori, rivenditori di prodotti fitosanitari, docenti dei corsi per i patentini. Rappresenta uno strumento, suscettibile di miglioramenti e aggiornamenti, assieme ad altri strumenti informativi che le strutture regionali mettono a disposizione – bollettini, dati meteo, schede informative - per dare concreta attuazione alle indicazioni dell'Unione Europea in materia di uso sostenibile dei prodotti fitosanitari.

Il Direttore U.O. Fitosanitario
dott. Giovanni Zanini

INDICAZIONI AGRONOMICHE

Il mais è una **coltura esigente** in quanto esprime al meglio le proprie potenzialità in presenza di:

- buone lavorazioni del suolo, che devono interessare una sufficiente profondità;
- terreni ben strutturati e fertili;
- buona disponibilità di acqua, in particolare nel periodo che va dalla prefioritura alla post-fioritura;
- disponibilità di azoto in misura crescente dall'emergenza alla fioritura.

Il mais viene coltivato spesso in monosuccessione, in particolare negli areali a vocazione zootecnica. Tuttavia la **rotazione** è fortemente raccomandata in quanto è in grado di contenere o ridurre problematiche fitosanitarie importanti come diabrotica e piralide, oppure l'eccessivo sviluppo di funghi responsabili di micotossine. La rotazione, inoltre, contribuisce a una migliore gestione delle erbe infestanti e permette quindi di ridurre l'impiego di erbicidi.

Anche l'aratura, alla corretta profondità, con l'interramento dei residui, contribuisce al contenimento dei danni della piralide e dei funghi responsabili di micotossine; risulta inoltre utile per ridurre la carica di infestanti. Le **lavorazioni** del terreno consentono inoltre un buon approfondimento dell'apparato radicale in modo da limitare situazioni di stress.

Anche la **scelta varietale** è importante: ci si deve orientare verso ibridi adatti alle diverse condizioni pedoclimatiche; se non si hanno condizioni agronomiche ottimali, in particolare per quanto riguarda la disponibilità irrigua, va evitata la semina di ibridi a ciclo lungo in quanto più esigenti e più suscettibili agli stress idrici. In questi casi è preferibile scegliere varietà più precoci e anticipare le semine.

La densità di **semina** va stabilita in relazione all'ibrido, ma deve anche tener conto della fertilità del terreno e della possibilità di irrigare. In generale gli investimenti più alti sono consigliati nelle migliori condizioni di coltivazione e per le semine anticipate.

La semina va effettuata appena le condizioni di temperatura del terreno sono idonee. L'applicazione di una concimazione localizzata ad effetto "starter", soprattutto nei terreni freddi, è da tenere in considerazione per un rapido avvio della coltura; questo è vantaggioso sia in termini di riduzione di fallanze sia in termini di anticipo delle successivi fasi di sviluppo, fioritura e maturazione.

CONTROLLO delle INFESTANTI

Premessa

Il controllo delle erbe infestanti nel mais è indispensabile per la buona riuscita della coltura.

Tra le **pratiche agronomiche** importanti, al fine di limitare la presenza e l'incremento di infestanti, specialmente quelle di difficile controllo nel mais, sono da tenere in considerazione:

- la rotazione colturale;
- le lavorazioni profonde con rivoltamento del terreno.

Tra i **metodi non chimici** vanno prese in considerazione

- le lavorazioni in pre-semina, abbinate eventualmente alla tecnica della falsa semina;
- interventi meccanici dopo l'emergenza della coltura, in particolare la sarchiatura o meglio la sarchiatura-rincalzatura, intervento quest'ultimo che permette di completare il controllo delle infestanti in situazioni difficili, come nel caso di mais coltivato su terreni organici.

Si può inoltre **limitare l'uso di erbicidi** per il controllo delle malerbe attraverso:

- il **diserbo localizzato** sulla fila. Esistono attrezzature e tecnologie in grado di posizionare il diserbo su fasce anche molto ristrette sia alla semina che in post-emergenza; il completamento del controllo delle malerbe potrà proseguire con interventi meccanici di sarchiatura ovvero, in caso di bisogno, con trattamenti di post-emergenza;
- la razionalizzazione delle dosi. In post-emergenza, con **interventi tempestivi** su infestanti piccole, tenendo conto della composizione floristica e delle condizioni ambientali (la buona umidità del terreno e la buona idratazione delle infestanti permettono un più efficace assorbimento dell'erbicida) è possibile intervenire a dosaggi ridotti, pur mantenendo un'elevata efficacia. Utile anche l'aggiunta di appositi bagnanti-coadiuvanti, che facilitano l'assorbimento del prodotto da parte delle infestanti.

E' comunque difficile fare completamente a meno del mezzo chimico, a meno che non si ricorra all'integrazione con **operazioni manuali di scerbatura**. L'intervento manuale non è da escludere; diventa conveniente ed opportuno quando si ha l'iniziale comparsa nell'appezzamento, spesso dai bordi, di **specie difficili, ruderali**. Una sola pianta è in grado di produrre decine di migliaia di semi, diffondendosi nel giro di pochi anni a tutto l'appezzamento e obbligando a interventi aggiuntivi di diserbo per il suo controllo negli anni successivi, con maggiori costi.

Va infine ricordato che i **mezzi per la raccolta** possono essere la causa della diffusione tra aziende di semi di infestanti, spesso di specie di difficile controllo. Va adottata l'accortezza di pulire le macchine prima di passare da un'azienda o da appezzamenti infestati ad altri.

Il diserbo di pre-emergenza

In questa epoca vengono utilizzati **prodotti ad azione residuale**, detti anche **antigerminello**; sono prodotti caratterizzati da attività sui semi in fase di germinazione e sono caratterizzati da una buona persistenza di azione. Questo rappresenta un vantaggio, in termini di efficacia, potendo controllare infestazioni di specie con nascite scalari per un periodo sufficientemente lungo. I prodotti residuali hanno bisogno di piogge successive al trattamento per esplicare la loro attività.

Per contro, **l'elevata persistenza** – quindi la lenta degradazione - di alcune sostanze attive **può costituire un rischio dal punto di vista ambientale**, in quanto tali prodotti possono raggiungere e inquinare le acque superficiali o di falda, arrivandovi per ruscellamento o per lisciviazione, a seguito di piogge abbondanti. Questo dipende dalla tipologia e struttura dei terreni (si ha ruscellamento in caso di terreni compattati in superficie; invece la lisciviazione o percolazione in profondità interessa i terreni ricchi di sabbia e/o scheletro, con scarsa dotazione di colloidali).

Alcuni dei prodotti maggiormente problematici da questo punto di vista sono tra i più utilizzati e maggiormente presenti nelle miscele impiegate in preemergenza. Il loro impiego dovrà essere limitato per quanto possibile, tenendo conto dei criteri di seguito riportati.

Il diserbo di pre-emergenza viene applicato:

- dove il solo intervento di post-emergenza non è sufficiente per un buon contenimento delle infestanti;
- quando si rende necessario alternare soluzioni e strategie diverse a causa della comparsa (o per prevenire la comparsa) di infestanti difficili o resistenti;
- nelle coltivazioni di secondo raccolto, in quanto l'irrigazione in genere praticata dopo la semina ne favorisce l'efficacia; inoltre con l'impiego dei post-emergenza in presenza di alte temperature si potrebbero avere problemi di fitotossicità.

Per ridurre il quantitativo ad ettaro, oltre ad usare la **dose prevista in funzione della tipologia di terreno** (in genere le etichette danno indicazioni di dosaggi inferiori su terreni leggeri), è consigliato **l'uso localizzato**. In questo modo, su mais seminato a 75 centimetri, con attrezzature adeguate, la dose ettaro distribuita può essere più che dimezzata.

Esistono in commercio diverse soluzioni, spesso costituite da miscele in grado di assicurare una buona efficacia nei confronti delle più frequenti infestanti del mais. Per la scelta si rimanda alle indicazioni dei tecnici di area e all'esperienza del maiscoltore.

Importante

Per l'**efficacia del trattamento di pre-emergenza** è necessaria una sufficiente bagnatura del terreno, almeno nei primi centimetri, in modo da favorire la germinazione dei semi e attivare l'erbicida. In condizioni asciutte al momento della semina e in mancanza di previsioni di pioggia, è opportuno e possibile ritardare l'intervento fino alle 2-3 foglie del mais (escluse alcune sostanze attive, come Aclonifen e Clomazone).

Considerando che la maggior parte delle infestanti sono a nascita scalare, più si sposta in avanti l'intervento e più si aumenta l'azione contro le malerbe a nascita tardiva.

Diserbo di post-emergenza

Gli interventi di post-emergenza sono effettuati **in alternativa al pre-emergenza**, nei seguenti casi:

- nei terreni torbosi, a causa dell'alto contenuto di sostanza organica che inibisce l'azione diserbante dei prodotti;
- nei terreni sciolti, sabbiosi, dove è alto il rischio di fitotossicità con l'impiego dei residuali;
- in presenza di situazioni di infestazione non particolarmente difficili da gestire con il solo post-emergenza.



Il diserbo di post-emergenza può rendersi necessario anche **a completamento delle applicazioni di pre-emergenza**:

- quando non ci sono state le condizioni climatiche ideali per favorire la completa efficacia degli erbicidi residuali;
- per il controllo di infestanti difficili, perennanti (es. Sorghetta, Convolvolo, Stoppione, Equiseto), ruderali e/o a nascita scalare (es. Abutilon).

Prodotti per il diserbo di post-emergenza

Sono disponibili numerose sostanze attive, con meccanismi di azione diversi e differente efficacia nei confronti delle infestanti, per cui la scelta andrà effettuata in funzione delle specie di malerbe da controllare.

Le necessarie valutazioni possono essere fatte conoscendo le infestanti presenti negli anni precedenti e/o con osservazioni in campo.

Di seguito si riporta una sintetica descrizione delle sostanze attive attualmente disponibili.

Solfoniluree

Alcune controllano prevalentemente le graminacee (Nicosulfuron, Foramsulfuron, Rimsulfuron), sia le annuali che la sorghetta da rizoma e manifestano anche una buona efficacia verso diverse specie a foglia larga. Altre (Prosulfuron, Tritosulfuron) controllano esclusivamente infestanti a foglia larga. Halosulfuron metil è in grado di controllare, oltre alle dicotiledoni, infestazioni di ciperacee. Le solfoniluree vengono spesso impiegate (anche in miscele già pronte) con altri prodotti che ne completano lo spettro d'azione.

In alcune aree, l'uso ripetuto di solfoniluree per il controllo di infestanti difficili, come la Sorghetta da rizoma e l'Amaranto, ma anche altre specie, sta evidenziando problemi di riduzione di efficacia. In questo caso occorre fare affidamento sui prodotti di pre-emergenza oppure sui prodotti di post-emergenza con diverso meccanismo d'azione ed efficaci verso tali infestanti. Può essere necessaria la rotazione.

Trichetoni

Le sostanze attive Sulcotrione, Mesotrione e Tembotrione oltre ad agire per via fogliare, hanno anche una buona azione residuale (sono usate anche in miscele di pre-emergenza) e sono efficaci su infestanti a foglia larga, quali *Chenopodium*, *Abutilon*, *Solanum*, *Polygonum*. L'efficacia su graminacee migliora passando dal Sulcotrione al Mesotrione e al Tembotrione. Quest'ultimo può essere indicato dove si è manifestata resistenza del giavone alle solfoniluree.

Composti con azione simile all'acido indol-acetico (composti ormonici).

A questo gruppo appartengono le sostanze attive: 2,4-D; MCPA; Dicamba; Clopiralid; Fluroxipir, bromoxinil. Sono impiegate spesso in miscela oppure utilizzate per specifiche problematiche. Ad esempio le prime tre permettono di controllare infestazioni di equiseti e di convolvolo. Sono tutte efficaci su gran parte delle dicotiledoni, mentre non hanno alcuna attività graminicida. Per assicurare la selettività su mais si deve intervenire entro lo stadio di 5-6 foglie e con temperature inferiori ai 25 ° C.

Sono disponibili anche altre sostanze attive (Piridate, Florasulam ...) per le quali si rimanda alle indicazioni dei tecnici.

Importante

L'efficacia dell'intervento di post-emergenza è migliore se si interviene con **infestanti piccole**, ossia con infestanti graminacee allo stadio di 1-3 foglie e con infestanti dicotiledoni entro le 3-4 foglie. Può essere consigliabile, in situazioni difficili e in assenza di diserbo di pre-emergenza, ricorrere ad **applicazioni frazionate**, di cui la prima allo stadio di 3 – 4 foglie del mais, e la successiva in base alla situazione di campo. Alcuni prodotti si avvantaggiano dell'aggiunta di bagnanti, coadiuvanti o di olio minerale.

Erbicidi e gestione della resistenza

I fattori che favoriscono lo sviluppo di infestanti resistenti – e quindi da evitare/prevenire - sono:

- la monosuccessione;
- l'utilizzo ripetuto nel tempo di erbicidi con lo stesso meccanismo di azione;
- l'applicazione di erbicidi su infestanti troppo sviluppate;
- la scarsa diversificazione del tipo e delle epoche delle lavorazioni (aspetto collegato alla non corretta rotazione tra colture);
- la non esecuzione della sarchiatura o sarchiatura-rincalzatura;
- la mancata esecuzione di interventi di completamento manuali, in caso di inizio comparsa nell'appezzamento di infestanti difficili.

Le problematiche maggiori per il mais, al momento, riguardano il giavone resistente ai prodotti cosiddetti ALS, caratterizzati da questo specifico meccanismo d'azione, a cui appartengono le solfoniluree (e l'Imazamox, usato su soia). Di questo va tenuto conto nell'impostare la rotazione e la scelta dei prodotti.

Non è da trascurare anche la possibile diffusione di Sorghetta e di alcune dicotiledoni, come Amarantho, che presentano anche questa resistenza agli ALS.

Per maggiori e più approfondite informazioni su come evitare o gestire fenomeni di resistenza agli erbicidi, si rimanda al sito del GIRE – Gruppo Italiano Resistenza Erbicidi - <http://gire.mlib.cnr.it>

PRINCIPALI FITOFAGI

ELATERIDI (*Agriotes brevis*, *A. sordidus*, *A. ustulatus*, *A. litigiosus*)

Importanza e danni

I **danni** che vengono riscontrati sui semi e sulle plantule di mais, **nelle prime fasi di sviluppo** della coltura, almeno fino alle 5 foglie, nella grande maggioranza dei casi **sono dovuti agli elateridi**, con prevalenza, in Veneto, delle specie *Agriotes brevis* e *Agriotes sordidus*; meno frequente *Agriotes ustulatus*.

Il danno da altri fitofagi ipogei (ad esempio scarabeidi, diplopodi, ecc.) è trascurabile ed occasionale.

Tenuto conto di ciò, **è possibile ridurre sensibilmente l'uso di geodisinfestanti per la protezione del mais nelle prime fasi del ciclo** senza compromettere la produzione, **limitando l'intervento solo agli appezzamenti con reale rischio di danno**. L'esperienza di 30 anni di osservazioni condotte in Veneto dimostra che danni effettivi, con riduzione della produzione, si sono avuti annualmente su meno del 4% delle superfici investite a mais, e solo quando ricorrono dei fattori di rischio ben definiti: solo in questi casi è giustificato l'uso dell'insetticida.



Biologia

La caratteristica comune alle diverse specie di elateridi è che il ciclo di vita si svolge in gran parte nel terreno, in tutti gli stadi (larve, crisalidi, uova) tranne quello di adulto che vive in superficie. Le larve di elateridi, chiamate comunemente "ferretti", per il loro color ruggine, vivono nel terreno a diversa profondità, in relazione alle temperature e all'umidità, nutrendosi degli organi sotterranei delle piante. Nel caso del mais possono danneggiare i semi in germinazione e le piantine, prima dell'emergenza o nelle prime fasi di sviluppo. Si possono avere fallanze anche estese, spesso localizzate, in relazione alla carica di larve presenti nel terreno.

Altra caratteristica degli elateridi è la durata del **ciclo, che dura due o più anni**; questo fa sì che le eventuali pullulazioni in una stagione siano prevalentemente determinate dalle condizioni favorevoli venutesi a creare negli anni precedenti. In particolare, le uova e gli stadi giovanili hanno necessità di elevata e costante umidità del terreno; pertanto **le femmine cercano terreni freschi e con sostanza organica** o vegetazione per deporre le uova. In questi terreni, negli anni successivi, si avrà una maggiore presenza di larve e quindi possibilità di danni.

Valutazione dei fattori di rischio

Le condizioni favorevoli per il verificarsi di danni da elateridi sono:

- a - un **elevato contenuto di sostanza organica**, come si può riscontrare nei terreni torbosi, o dove si effettuano elevate concimazioni con letame o materiale organico;
- b - la **semina del mais dopo** la rottura di **prati permanenti**, di medicai o di incolti. Va considerato, in questi casi, che se si effettua la rottura del prato non in autunno, ma in primavera, prima della semina del mais, si può ridurre di molto la popolazione di elateridi ed il danno;
- c - mais in **avvicendamenti** colturali **che prevedono una copertura continua** del suolo con doppie colture quali **loiessa-mais**, **colza-sorgo**, **colza-soia**, **frumento-soia**, **loiessa-mais**. Si stima, tuttavia, che anche in queste condizioni, su oltre il 90% della superficie, le popolazioni restino sotto la soglia di danno;
- d - **danni pregressi** nell'appezzamento nel recente passato.

La sopravvivenza dei ferretti e quindi il rischio di attacco aumenta se ai fattori di rischio sopraelencati si associano condizioni che, nell'annata precedente, hanno favorito le ovodeposizioni e la sopravvivenza delle larve: stagioni fresche e umide e/o irrigazioni per aspersione che hanno mantenuto una buona umidità nello strato superficiale del terreno nel periodo critico tra fine maggio e metà agosto.

Inoltre gli elateridi possono essere favoriti anche in appezzamenti con scarso drenaggio e negli avvallamenti, dove si determinano condizioni di umidità in superficie per tempi prolungati.



Adulto di *Agiotes brevis*

Monitoraggio

Il monitoraggio non è del tutto agevole, in quanto richiede tempo e/o strumenti appositi. Tuttavia, negli appezzamenti a rischio e a campione, è opportuno fare delle verifiche per rendersi conto dell'effettiva situazione. A livello aziendale il monitoraggio può essere fatto mediante vasetti trappola oppure con un campionamento del terreno. A livello territoriale e di servizi di consulenza o di aziende di una certa dimensione sono utili le trappole a feromoni. Di seguito si riportano le diverse soluzioni.



Danni al seme

Vasetti trappola

Si tratta di posizionare e interrare in campo dei vasetti in plastica, diametro di 11 cm, riempiti per metà con vermiculite mescolata a semi di mais e frumento (circa 30 + 30 ml), e colmati con altra vermiculite. Vanno abbondantemente bagnati e posizionati in campo. Dopo circa 10 giorni vanno prelevati e conteggiati le larve di ferretti catturate. Per maggiori dettagli vedi in appendice.

Campionamento del terreno

Per avere una stima del numero di larve a metro quadro si possono scavare, in diversi punti in modo da avere una situazione rappresentativa dell'appezzamento, 11 buche di dimensioni 30x30x25 cm di profondità (o a profondità maggiore se le temperature sono basse). Si versa il terreno su un telo, si sminuzza e si contano le larve. Il totale dà il numero di larve per metro quadro.



Larve di elateridi nel vasetto trappola

La soglia indicativa di danno per il mais è pari a 20 larve per metro quadro.

Trappole a feromoni

Monitoraggi con apposite trappole a feromoni vengono effettuate dai servizi tecnici per verificare l'evoluzione delle popolazioni e la presenza delle specie più pericolose. I dati rilevati sono pubblicati periodicamente nel Bollettino Colture Erbacee. Per maggiori dettagli vedi appendice.

Controllo degli elateridi

Tutte le **agrotecniche** (corretta preparazione del letto di semina, corretta profondità del seme, giusta temperatura e umidità del terreno, uso di concimi localizzati, ecc.) **che favoriscono il rapido sviluppo iniziale della pianta** e il rapido raggiungimento dello stadio di 5 foglie **riducono l'incidenza di danni da elateridi**.

La **difesa chimica del mais, nelle prime fasi di sviluppo, andrà effettuato limitatamente agli appezzamenti dove ci sono i fattori di rischio** sopraindicati **e/o dove è stata accertata la presenza di larve** tramite apposito monitoraggio. La difesa chimica prevede la distribuzione di geodisinfestanti granulari.

Nella valutazione della necessità di usare un insetticida alla semina viene spesso considerato anche il controllo delle larve di diabrotica e la possibile diffusione di virusi trasmesse da insetti nelle prime fasi di sviluppo. Si tratta tuttavia di aspetti non rilevanti, in quanto:

- l'uso del geodisinfestante per limitare i danni da diabrotica potrebbe essere utile solo nel caso di semine ritardate, orientativamente dopo la metà di aprile, considerato che le larve nascono nel mese di maggio. Inoltre solo nel caso di mais in monosuccessione, o su parti di appezzamenti confinanti con terreni coltivati a mais l'anno prima e infestati da diabrotica;

- la possibilità di danni da virusi trasmesse da insetti vettori, come le cicaline, provenienti dall'esterno, non è da escludere, ma è limitata sostanzialmente a situazioni particolari, ad esempio dove gli appezzamenti a mais confinano con prati stabili. In ogni caso i prodotti attualmente utilizzabili non sono sistemici, quindi sono inefficaci nei confronti di questi insetti. L'unica soluzione applicabile, in questi casi, è il ricorso a ibridi resistenti o tolleranti.

In sostanza, considerate le problematiche della difesa del mais nelle prime fasi di sviluppo, nell'areale Veneto, si ritiene che **l'uso di geodisinfestanti potrebbe essere una scelta tecnica giustificata sul 10 – 20%, e non oltre, della superficie complessivamente investita a mais**, con la finalità di controllare i possibili danni da elateridi. La ricerca e la sperimentazione dimostrano che questo è un obiettivo raggiungibile se si applicano i principi e criteri della difesa integrata, come sopra riportato.

Il **rischio di un calo effettivo di produzione** si ha, in modo crescente, al di sopra del 15% di piante attaccate. In assenza dei fattori di rischio, la probabilità che questo si verifichi è del tutto trascurabile. In situazioni di incertezza è anche possibile **assicurare**, a costi ridotti, e comunque inferiori al costo del trattamento, le superfici seminate, attraverso specifici **fondi mutualistici**.

Un discorso a parte va fatto per i possibili **danni da uccelli** – gazze, fagiani, cornacchie, colombi – che in particolari situazioni, quali vicinanze ad alberature e boschetti, possono determinare fallanze rilevanti, asportando le plantule in fase di emergenza per nutrirsi del seme. E' possibile anche in questo caso la copertura assicurativa.

DIABROTICA (*Diabrotica virgifera virgifera*)

Comportamento e danni

La *Diabrotica* è un piccolo coleottero, di origine americana, diffuso e dannoso particolarmente negli areali maidicoli **dove si pratica la monosuccessione**. E' presente, a partire dal 2000, in tutta la pianura padana.

L'insetto compie una sola generazione all'anno. L'adulto, di 4-7 mm di lunghezza, presenta il dorso di colore giallastro con tre strisce longitudinali scure. Nei maschi le antenne sono più lunghe ed inoltre il dorso è di frequente quasi interamente scuro.

A seconda delle temperature gli **adulti** cominciano ad emergere dal suolo verso l'inizio di giugno, con picco di presenze usualmente nell'ultima decade di giugno e nella prima di luglio, in coincidenza con la fioritura del mais. Possono poi essere presenti fino ad ottobre.

Gli adulti compiono erosioni con striature evidenti sulle foglie e si nutrono del polline e degli stigmi, o "barba", dell'infiorescenza femminile del mais.

L'ovideposizione avviene generalmente in appezzamenti di mais da luglio in poi; ogni femmina è in grado di deporre, in media, 400 **uova**, che rimangono nel terreno per poi schiudersi nella primavera successiva. Le **larve** che nascono a maggio, vivono nel terreno, sono biancastre e a maturità sono lunghe 15 – 18 mm. Anche se le larve possono alimentarsi su altre specie di graminacee infestanti e spontanee, uno sviluppo significativo si ha esclusivamente sul mais.

Il **danno** più rilevante è **provocato dalle larve che si nutrono delle radici** del mais.

La produzione può non risentirne se la presenza delle larve è limitata e il sistema radicale è ben sviluppato o si rigenera durante e al termine del periodo di alimentazione. Una perdita di resa si ha con popolazioni elevate – vedi soglia di danno - o quando la pianta non riesce a reagire in modo efficace per le particolari condizioni agronomiche o anche per stress dovuti a siccità. In questi casi, quando l'apparato radicale viene compromesso, si ha **crescita stentata, allettamenti e conseguenti ginocchiature**.



Femmina di diabrotica con addome rigonfio per la presenza di uova



Larve di diabrotica sulla radice

Il danno causato dagli adulti sul mais è d'importanza secondaria rispetto a quello delle larve. Gli insetti all'inizio della fioritura si alimentano di polline oppure erodono le foglie. Durante la fioritura gli stigmi freschi possono essere tranciati e questo può influire negativamente sull'allegagione. Dopo la fioritura gli adulti si alimentano ancora per qualche tempo sulle spighe rivolgendo la loro attenzione alle cariossidi neoformate. L'attività degli adulti non influisce comunque in modo significativo sulla produzione di granella e pertanto non sono giustificati interventi insetticidi per limitare i danni sulla coltura in atto. L'intervento insetticida potrebbe giustificarsi per il fatto che non è possibile programmare, nell'anno successivo, la successione con una coltura diversa dal mais.



Allettamenti dopo temporale

Effetti del suolo e del clima sulla sopravvivenza e l'entità dei danni

I **terreni** a composizione equilibrata, di medio impasto, ricchi di sostanza organica, dotati di sufficiente umidità sono i più favorevoli alla sopravvivenza di uova e larve.

La mortalità è più alta nei terreni pesanti e compatti dove viene limitata la mobilità delle larve. Anche i terreni fortemente sabbiosi sono sfavorevoli per le larve, in particolar modo in condizioni di scarsa disponibilità idrica.

Inverni miti e primavere umide facilitano la sopravvivenza delle uova; **situazioni siccitose** comportano la disidratazione delle uova e sono causa di elevata mortalità, più che le basse temperature invernali.

Le larve, presenti nel terreno a maggio e giugno, vivendo in prevalenza nei primi 15 centimetri di terreno, prediligono condizioni di buona umidità. Sono tuttavia estremamente sensibili agli **eccessi idrici** che sono un importante fattore di mortalità durante la schiusa delle uova e la comparsa delle larve di prima età.

Monitoraggio

Obiettivo del monitoraggio è stabilire il rischio di danno per il mais nell'eventualità della sua ripetizione sullo stesso terreno l'anno successivo.

Periodo: va condotto per 6 settimane (42 giorni) a partire dall'inizio dei voli, orientativamente dalla seconda decade di giugno. Le maggiori catture si hanno tra la terza decade di giugno e la prima di luglio, in corrispondenza della fioritura del mais.

Tipo di trappole: cromotropiche gialle, tipo Pherocon® AM.

Numero di trappole: 3 per appezzamento, che vanno a costituire una "batteria" di trappole. Due trappole vanno posizionate su una stessa fila, alla distanza di almeno 30 m dal bordo e tra loro, mentre la terza trappola sarà isolata ed equidistante dalle altre.

Collocazione delle trappole: vengono fissate allo stocco all'altezza della spiga.

Soglia indicativa di danno: media di 6 adulti/trappola/giorno, per almeno una settimana (pari a 42 adulti catturati per trappola in una settimana).

Catture al di sotto della soglia settimanale, al termine del periodo di monitoraggio, indicano la presenza di popolazioni numericamente contenute e tali da rappresentare un basso rischio di danno nel caso si risemini mais sullo stesso appezzamento l'anno successivo. Per i valori intermedi, a cavallo della



soglia, esiste un rischio di danno, che dipende anche dal tipo di terreno, dall'epoca di semina, dall'ibrido scelto, dalle condizioni climatiche che si verificheranno nell'inverno e nella primavera successiva, in quanto, come detto, possono influenzare fortemente la sopravvivenza di uova e larve nel terreno.

In caso di netto superamento della soglia vi è un rischio apprezzabile di danno, con possibile riduzione delle produzioni, per l'anno successivo; in questo caso andrà evitata la monosuccessione.

Gestione trappole: le catture devono essere verificate ogni 7 giorni, rimuovendo e contando gli adulti catturati. Le trappole andranno sostituite tutte almeno una volta, dopo la terza settimana e, in ogni caso, qualora si siano deteriorate o la capacità di cattura si riduca (essiccazione o riduzione della colla, sporco, molti insetti catturati, ecc.).

Fattori di rischio

Il rischio di danno è correlato

- ai **livelli di popolazione** effettivamente raggiunti **nell'area** e nel singolo appezzamento considerato;
- agli anni di coltivazione di mais consecutivi per l'appezzamento interessato
- **all'incidenza delle superfici a mais in monosuccessione** nella zona e/o confinanti con l'appezzamento (l'ovideposizione può interessare significativamente fasce di terreni non coltivate a mais per 20 e più metri a fianco di appezzamenti infestati da diabrotica);
- ai **fattori agronomici e climatici** che possono influire sulla sopravvivenza delle uova e larve.

Per quanto riguarda gli areali maidicoli del Veneto, occorre distinguere tra:

- 1) **zone in cui prevale l'avvicendamento culturale e il mais in monosuccessione è poco diffuso;** tali zone sono largamente prevalenti nella parte sud della regione. In tali areali le osservazioni e le segnalazioni ricevute evidenziano un rischio di danno complessivamente basso, se non in situazioni di monosuccessione. Dove ci sono situazioni di rischio è bene effettuare il monitoraggio;
- 2) **zone in cui è prevalente la monosuccessione** prolungata di mais (province di Vicenza e Belluno e gran parte di Padova, aree settentrionali delle province di Treviso e Verona); in tali zone il rischio è più elevato ed è opportuno monitorare con le trappole gli appezzamenti a mais che succedono a mais.

Prevenzione

La strategia di difesa più efficace è **l'avvicendamento culturale: qualsiasi coltura diversa dal mais**, compresi i cereali (frumento, orzo, sorgo) interrompe il ciclo dell'insetto.

Un solo anno di interruzione della monosuccessione di mais fa sì che nell'appezzamento interessato vi sia una significativa riduzione di adulti nei due anni consecutivi.

L'avvicendamento culturale può opportunamente essere adottato senza aspettare il superamento della soglia di danno, al fine di evitare che le popolazioni di diabrotica si avvicinano ai livelli dannosi.

La rottura della monosuccessione, in particolari contesti culturali, si può realizzare anche seminando il mais dopo che tutte le uova si sono schiuse, orientativamente verso fine giugno; ad esempio seminando un mais come seconda coltura dopo un cereale autunno-vernino.

Trattamenti specifici, con insetticidi, nei confronti degli adulti di diabrotica, se vengono rispettate le indicazioni sopra riportate, non si rendono necessari. Se del caso, la soglia d'intervento da considerare è pari ad almeno 50 adulti per trappola a settimana. Il trattamento, per contenere i danni alla coltura in atto ed evitare ovideposizioni, e quindi danni al mais in successione, va eseguito in prefioritura. Da considerare che l'intervento in prefioritura non consente, se fosse necessario, un sufficiente controllo della piralide.

In definitiva l'indicazione è che la problematica della diabrotica va gestita correttamente con l'avvicendamento.

PIRALIDE (*Ostrinia nubilalis*)

Importanza e biologia

La piralide è una farfalla di medie dimensioni, con ali giallastre nelle femmine e con variegature di colore più scuro nei maschi.

Sverna come **larva matura dentro ai tutoli o ai culmi rimasti in campo**, per formare poi la crisalide in primavera. Gli **adulti** sfarfallano a partire dalla metà di maggio. Le **ovature** vengono deposte in prevalenza sulla pagina inferiore delle foglie vicine alla spiga o sulle brattee della spiga; appaiono come

placche biancastre, di circa 0,9 x 0,6 centimetri, formate da alcune decine di uova. In estate si ha la schiusa in circa 5 giorni.

Le larve sono in grado di alimentarsi su numerose specie di piante erbacee, principalmente mais e sorgo, ma anche su infestanti graminacee, oltre che su piante orticole e frutta.

Su mais le larve della prima generazione attaccano le foglie giovani, ancora arrotolate, che, una volta distese mostrano delle caratteristiche forature. Possono penetrare poi nel culmo, all'ascella delle foglie. Le **larve della seconda generazione** sono quelle che determinano i maggiori danni quantitativi e qualitativi, in quanto **attaccano** principalmente **le spighe**, erodendo le cariossidi; possono penetrare all'interno del tutolo oppure nel culmo.

Si susseguono tre generazioni: la prima tra maggio e giugno, la seconda tra luglio e agosto, la terza a fine estate.

Valutazione della necessità di interventi di difesa

La Piralide è un insetto polifago, che può compiere il ciclo anche su colture diverse dal mais; questo e i possibili spostamenti fanno sì che **non si ha correlazione** tra il livello di attacco dovuto alla **prima generazione**, valutabile sulla base della percentuale di piante che presentano la caratteristica "impallinatura" delle foglie e l'entità della popolazione e del possibile attacco della **seconda generazione**.

L'altra difficoltà è costituita dal fatto che il monitoraggio del volo e la ricerca delle ovature richiede strumenti e conoscenze non sempre disponibili a livello di singola azienda ed è difficile definire delle soglie di intervento.

Dal punto di vista pratico, la necessità o meno di intervenire può essere valutata in base a:

- la destinazione produttiva (granella per uso zootecnico oppure umano, trinciato, uso energetico);
- la suscettibilità dell'ibrido;
- il livello di popolazione di piralide atteso, legata alla situazione storica, all'area di coltivazione, all'andamento climatico (come tutti i lepidotteri è favorita da un clima caldo e asciutto).

Per quanto riguarda la **destinazione del mais** si possono fare le seguenti considerazioni:

- mais per uso energetico: non si ritiene vi sia convenienza ad effettuare trattamenti. Tuttavia anche per questa destinazione vanno adottate corrette pratiche agronomiche, in particolare la rotazione;
- mais da insilato o trinciato: si sconsiglia l'intervento in quanto viene raccolto a maturazione cerosa della granella, in una fase nella quale i danni alla produzione (per il danno diretto della piralide) e alla qualità (per il danno indiretto dovuto al possibile sviluppo di muffe e quindi fumonisine) sono ancora modesti;
- mais da granella per uso zootecnico: la convenienza del trattamento si ha in zone con significativa pressione della piralide, con ibridi non particolarmente tolleranti e in condizioni climatiche e agronomiche non ottimali per la coltura. Le zone più calde e meno piovose del Veneto sono quelle in cui è maggiore il rischio di danni sia quantitativi che qualitativi.
- mais da granella per l'alimentazione umana: il trattamento si rende quasi sempre necessario in quanto il livello di danno accettato dall'industria conserviera è molto basso.



Monitoraggio

Monitoraggio del volo

Il monitoraggio del volo degli adulti può essere fatto attraverso **trappole a feromoni** (che catturano solo i maschi) oppure con trappole innescate con feromoni e altre sostanze in grado di catturare anche le femmine. Esistono inoltre tipologie di trappole diverse, a pagoda o a cono di rete, queste ultime più efficienti e da preferire.

Una migliore correlazione tra intensità delle catture, andamento del volo ed entità della popolazione della piralide si ha con le **trappole luminose**, che catturano sia maschi che femmine. Queste trappole sono utilizzate da personale esperto, nell'ambito di servizi tecnici, pubblici o privati; è necessario infatti saper distinguere gli adulti di piralide, maschi e femmine, da altri lepidotteri che vengono attratti.

Il monitoraggio del volo è necessario in particolare per individuare il picco della seconda generazione e quindi la fase di maggiore ovo deposizione al fine di stabilire il momento più corretto per intervenire.



Ovatura di piralide e adulti di Trichogramma

Ricerca delle ovature

La massima densità delle ovature si riscontra all'incirca a 7-8 giorni dopo il picco delle catture, in genere dopo la fine della fioritura del mais. E' necessario controllare almeno 100 piante per appezzamento e 200 - 300 piante in totale. Sulle piante campionate va osservata la pagina inferiore di foglie inserite in posizione medio-alta del culmo (dall'inserzione della spiga in su) e le brattee della spiga. Successivamente, i campionamenti vanno effettuati sia sulla pagina inferiore sia su quella superiore di foglie poste sopra l'inserzione della spiga. Va utilizzata una lente a 10 ingrandimenti.

Può essere considerata come soglia indicativa la presenza di 2 ovature su 100 piante.

Presenza di larve

Il controllo va effettuato dopo la fioritura. Per valutare l'entità dell'attacco occorre verificare in più punti dell'appezzamento la percentuale di pannocchie che presentano larve, generalmente localizzate nella punta.

Rimuovendo le setole e aprendo le brattee sulla punta della pannocchia, si può verificare la presenza delle larve e il loro stadio di sviluppo. Il livello di attacco può essere considerato basso se meno del 20-30% delle spighe risultano infestate. Tale controllo è utile più per verificare la situazione o l'efficacia del trattamento eseguito, che per programmare un eventuale intervento, in quanto se le larve sono già particolarmente sviluppate, indicativamente di lunghezza maggiore di 1,5 centimetri, sono difficilmente raggiungibili e un eventuale intervento risulterebbe poco o per nulla efficace.



Indicazioni aggiornate, relative all'andamento dei voli e al momento più opportuno per intervenire vengono

fornite con i **bollettini** e con indicazioni dei servizi tecnici presenti sul territorio, basati sui monitoraggi e sulle indicazioni di un apposito modello previsionale.

Difesa dalla piralide

Metodi preventivi

Varietà: esistono tipologie di ibridi che, per il diverso contenuto di particolari sostanze, sono meno soggetti agli attacchi di piralide. Inoltre ci sono ibridi il cui culmo è più resistente o meno suscettibile alle infezioni fungine e batteriche conseguenti ai danni larvali; di conseguenza meno soggetti a rottura.

Le varietà precoci possono essere maggiormente interessate da danni della prima generazione, ma nel complesso il danno risulta inferiore in quanto poi si evita in buona parte l'attacco della seconda generazione, in grado di arrecare danni economicamente rilevanti.

La **sfibratura e il corretto interrimento dei residui** colturali del mais ad una profondità di almeno 30 centimetri consente di eliminare un buon numero di larve.



Ovatura di piralide parassitizzata

Metodi/prodotti biologici

Tra le soluzioni disponibili, abbastanza diffuso è l'impiego di *Trichogramma*, un piccolo imenottero in grado di parassitizzare le uova della piralide.

Viene distribuito nell'appezzamento in capsule di cellulosa che contengono l'insetto in fase di schiusa. E' necessario intervenire tempestivamente, nel momento in cui ci sono le uova della seconda generazione. Va considerato che con alte temperature l'efficacia diminuisce in quanto si accorcia sensibilmente il periodo di suscettibilità dell'uovo della piralide. La distribuzione può essere effettuata per mezzo di droni, con costi ettaro paragonabili all'intervento chimico.

Per il controllo della piralide possono essere utilizzati anche prodotti a base di *Bacillus thuringiensis*. Anche in questo caso, per assicurarne una buona efficacia, la scelta del momento di intervento deve essere molto accurata, considerando la minore persistenza del prodotto biologico rispetto ai prodotti chimici.

Interventi con prodotti chimici

I trattamenti vanno eseguiti nel caso in cui si ritiene possa essere superata la soglia di danno, nel periodo successivo alla fioritura; orientativamente a partire dalla fase di viraggio delle "barbe" delle spighe dal verde al marrone.

Possono essere utilizzati prodotti ovicidi e/o larvicidi; i **trattamenti** devono essere posizionati correttamente, seguendo le indicazioni dei servizi tecnici e **programmati opportunamente**, in relazione al picco del volo della seconda generazione e allo stadio fenologico raggiunto dalla coltura nei diversi appezzamenti. E' preferibile non utilizzare prodotti a base di piretroidi, soprattutto su coltivazioni e in situazione di possibile stress termico del mais, in quanto potrebbe essere favorita l'infestazione di ragnetto rosso, con conseguenti problematiche. Tra i prodotti più utilizzati Indoxacarb e Clorantraniliprole.

L'intervento va eseguito con apposite **attrezzature, operando a velocità non eccessiva ed utilizzando circa 500 – 600 litri di miscela per ettaro**, in modo da bagnare bene la vegetazione. E' preferibile selezionare gli appezzamenti più a rischio e trattarli correttamente, piuttosto che distribuire troppo velocemente e in modo non corretto – quindi con scarsa efficacia - i prodotti su ampie superfici.

FITOFAGI DI IMPORTANZA MINORE

NOTTUE (*Agrotis ipsilon*, *Agrotis segetum*)

Importanza e danni

Gli attacchi più consistenti al mais sono causati dalla specie migrante *Agrotis ipsilon*, che si ritiene sverni sulle coste del Nord Africa e nel Sud Italia e arrivi in Pianura Padana come adulto a inizio primavera sfruttando i venti provenienti da Sud. L'altra specie, *A. segetum*, che sverna anche nei nostri ambienti, è costantemente presente ma non ha mai causato attacchi diffusi e consistenti.

A. ipsilon è una farfalla di medie dimensioni (circa 50 mm di apertura alare), con ali anteriori di colore bruno e un caratteristico disegno nerastro a forma di freccia o di Y al centro delle ali. Le femmine, una volta arrivate nelle zone maidicole, per deporre le uova prediligono appezzamenti freschi, organici, con residui di colture o concimati con reflui zootecnici.

Le larve sono di colore grigio scuro, punteggiate di nero. Il ciclo prevede 6 stadi larvali.

Le larve vivono inizialmente sulla parte aerea della pianta, erodendo le foglie. A partire dal quarto stadio le larve rifuggono la luce, rimangono riparate nel terreno alla base delle piante; da questa fase provocano erosioni al colletto che porta all'appassimento parziale o totale della pianta di mais o addirittura al taglio totale della piantina al di sopra del terreno. Questo avviene in genere quando il mais si trova nello stadio più suscettibile, all'incirca di 4° - 5° foglia.



Agrotis segetum



Larva di nottua



Taglio della pianta al di sopra del terreno

Monitoraggio e strategia di difesa

I danni da nottue sono occasionali e si osservano ciclicamente, ogni 8 – 10 anni; non sono prevedibili a priori.

L'uso di geodisinfestanti alla semina non è efficace, per la distanza temporale tra la semina e la comparsa delle larve dell'insetto.

Il monitoraggio delle farfalle con apposite trappole e l'uso di modelli previsionali basati sulla sommatoria termica permette di stabilire il momento della comparsa del 4° stadio larvale. I servizi tecnici forniscono indicazioni sul verificarsi di situazioni di rischio, segnalando attraverso i bollettini quando è necessario procedere all'osservazione delle colture per verificare se vi è la presenza delle larve.

Se viene superata la soglia di danno, indicativamente pari al 5% di piante attaccate in corrispondenza dello stadio vegetativo del mais dalle 2 alle 6-8 foglie, si potrà intervenire con un insetticida preferibilmente alla sera, con alti volumi d'acqua.

RAGNETTO ROSSO (*Tetranychus urticae*)

Importanza e biologia

Il raghetto rosso è in grado di infestare un elevatissimo numero di piante, sia spontanee che coltivate, tra cui diverse specie di ortaggi, la soia e anche il mais. In pieno campo è in grado di compiere 8-10 generazioni ogni anno, per poi svernare come femmina adulta. I danni si manifestano con intense depigmentazioni, bronzature e disseccamenti fogliari.

Su mais le infestazioni sono occasionali e possono essere legate ad un andamento stagionale estivo caratterizzato da temperature particolarmente elevate, da scarse precipitazioni e conseguenti situazioni di stress idrico, in assenza di interventi irrigui.

La specie è controllata in natura da vari insetti e da acari predatori. Anche i trattamenti insetticidi con prodotti poco selettivi nei confronti dei suoi principali antagonisti, i Fitoseidi, possono favorire le pullulazioni di ragnetto rosso.

Monitoraggio e strategia di difesa

Le infestazioni prendono in genere avvio dai bordi dell'appezzamento o dalle posizioni dove il mais è in sofferenza.

Il mantenimento del ragnetto rosso a livelli non dannosi si ottiene con la **corretta tecnica agronomica**, in particolare curando l'irrigazione, evitando di mettere in stato di stress il mais ed **evitando l'uso di prodotti poco selettivi** come i piretroidi.

Il monitoraggio consiste nel campionamento delle foglie in campo con una lente a 10 ingrandimenti, a partire dai bordi dell'appezzamento. La soglia di danno indicativa per il mais è la presenza di 5 forme mobili/foglia (su un campione di 100 foglie) in assenza di predatori e di piogge significative previste o di irrigazioni per aspersione.

FUNGHI e MICOTOSSINE

Micotossine nel mais

Le micotossine sono sostanze tossiche per l'uomo e gli animali, prodotte da diverse specie di funghi o "muffe" che si sviluppano su matrici vegetali.

Nel caso del mais si possono sviluppare su pannocchie e granella diverse specie di funghi, ciascuna delle quali produce proprie tossine, come riportato in tabella:

Fungo	Tossine prodotte	Stadi di maggiore sensibilità del mais	Condizioni climatiche favorevoli allo sviluppo dei funghi
<i>Fusarium graminearum</i> (marciumi rossi)	Deossinivalenolo Zearalenone	Da inizio fioritura a inizio imbrunimento seta	Condizioni fresche e piovose. Temperature ottimali 24 – 26 °C e temperature minime > 10 °C
<i>Fusarium verticilloides</i> <i>Fusarium proliferatum</i> (marciumi rosa)	Fumonisine	Da inizio maturazione lattea a termine maturazione fisiologica	Condizioni piovose e temperature più alte, fino a 30 °C, e temperature minime > 20 °C per più giorni
<i>Aspergillus flavus</i>	Aflatossine (B1, B2, G1, G2)	Da piena fioritura a imbrunimento seta	Ottimo di sviluppo tra i 34-36°C e fino a 38 °C . Situazione di stress idrico per il mais

La Commissione Europea ha stabilito dei limiti alla presenza di queste sostanze tossiche **sul mais** destinato tal quale **all'alimentazione umana e sui mangimi**, in quanto le tossine possono passare nel latte e suoi derivati, nelle uova e nelle carni prodotte.

Pertanto, considerato che la contaminazione da micotossine del mais dipende molto dalle tecniche colturali adottate, è necessario da parte del maiscoltore applicare correttamente le indicazioni che sono state messe a punto dagli esperti e sono oggetto di specifiche **Linee Guida** pubblicate dal Ministero dell'Agricoltura "LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS E DI FRUMENTO", a cui si rimanda per ulteriori approfondimenti.

Fattori che favoriscono lo sviluppo dei funghi e la produzione di micotossine

Condizioni climatiche

Le diverse specie di funghi, come appare in tabella, sono favorite da condizioni diverse di temperatura e umidità. Pertanto un **clima fresco** e piovoso nella fase della fioritura favorirà lo sviluppo dei funghi responsabili della produzione del Deossinivalenolo (DON) e Zearalenone (ZEA); **condizioni piovose** e temperature sufficienti, nelle fasi successive alla maturazione lattea, aumenteranno il rischio di attacchi dei

funghi produttori di fumonisine. Nei nostri ambienti gli **aspergilli**, responsabili della produzione di aflatossine, sono meno frequenti, ma in particolari annate, come il 2003 e il 2012, in condizioni di **elevate temperature e in situazioni di stress** del mais, hanno causato i maggiori problemi di contaminazione per superamento dei limiti previsti dalla UE. Anche le lesioni da grandine favoriscono l'insediamento di aspergilli.

Sulla spiga del mais si possono trovare dunque tutte queste specie di funghi; lo sviluppo e il prevalere di alcune dipende chiaramente dall'area geografica, caratterizzata da maggiore o minore piovosità e temperature e dall'andamento climatico dell'annata. Nell'areale Veneto le condizioni sono tendenzialmente più favorevoli allo sviluppo di fumonisine; in condizioni particolarmente calde e secche, nelle annate citate o anche in altre annate, come il 2015, seppure in maniera meno diffusa, si ha anche il problema aflatossine.



Fusarium graminearum



Fusarium verticilloides



Aspergillus

Va evidenziato che **non c'è necessariamente correlazione tra presenza ed estensione della "muffa" osservata sulla pannocchia e quantità di micotossine**, in quanto lo stesso fungo, in condizioni di stress (sia stress della coltura, ma anche per competizione tra specie di funghi diverse sullo stesso substrato, in questo caso la pannocchia), può aumentare in maniera esponenziale la produzione di tossine.

Indicazioni tecniche e agronomiche per la prevenzione delle micotossine

Rotazione

L'**avvicendamento** con altre colture che lasciano nel terreno pochi residui (es. oleaginose, bietola, orticole di pieno campo) e il loro completo interrimento consentono un miglior controllo sullo sviluppo di funghi e dunque della produzione di tossine. Va evitata in particolare la monosuccessione di mais da granella, per l'elevata quantità di residui – stocchi – che rimangono in campo.

Lavorazione del terreno

Le lavorazioni del terreno, che comportano un buon interrimento dei residui colturali, riducono di molto l'incidenza dei *Fusarium*. Inoltre la lavorazione e preparazione del terreno deve permettere un buon approfondimento dell'apparato radicale, riducendo in questo modo situazioni di stress. Vanno evitate anche situazioni di ristagno idrico.

Diserbo

La presenza di infestanti non sufficientemente controllate può esercitare competizione con il mais tale da mettere la pianta in stato di stress e favorire la contaminazione da micotossine.

Scelta varietale

La scelta dell'ibrido di mais va fatta in relazione all'ambiente pedoclimatico e alla disponibilità irrigua. Dove non possono essere assicurate le condizioni agronomiche ottimali per i cicli medio lunghi, occorre orientarsi su varietà di mais precoci, con semine anticipate, in modo da far sviluppare la pianta in un periodo in cui normalmente la disponibilità idrica e le temperature sono ancora ottimali. Inoltre si riduce l'incidenza della piralide, i cui danni favoriscono l'insediamento dei funghi, in particolare quelli responsabili delle fumonisine.

Da considerare inoltre che, a parità di ciclo, ci sono varietà o tipologie meno suscettibili alla contaminazione da tossine prodotte dalle varie specie di *Fusarium* e ibridi che sopportano meglio gli stress.

Semina e investimento

E' opportuno seminare tempestivamente appena il terreno raggiunge i 10°C a 3-5 cm di profondità per evitare la coincidenza della fioritura con le temperature più elevate.

L'investimento influenza il consumo idrico e il microclima nella coltura. Colture fitte (oltre il 20% rispetto alle densità di riferimento dell'ibrido) determinano un aumento dei consumi di acqua e il rischio di maggiori stress idrici creando un ambiente idoneo allo sviluppo dei funghi produttori di tossine. Nel caso di coltura asciutta o con limitati apporti idrici è necessario adottare le densità colturali di riferimento dell'ibrido o ridurla fino al 20%.

Concimazione

La nutrizione squilibrata rende più suscettibile la pianta ad attacchi parassitari e fungini e può favorire lo sviluppo dell'*Aspergillus*. Inoltre le carenze di fosforo inducono un rallentamento dello sviluppo nella prima parte del ciclo e quindi un ritardo della maturazione. E' consigliabile quindi la concimazione fosfo-azotata localizzata alla semina.

Il potassio va apportato in relazione alla dotazione del suolo.

Vanno evitati eccessi ma anche carenze di azoto in quanto, oltre al calo delle rese, si ha un proporzionale aumento della concentrazione in particolare di aflatossine.

Lotta biologica ai funghi responsabili delle micotossine

E' in fase di valutazione la possibilità della concia del seme con funghi antagonisti del genere *Trichoderma*, per limitare le successive infezioni di *Fusarium*.

Per quanto riguarda la prevenzione del rischio aflatossine, è possibile distribuire in campo appositi formulati contenenti ceppi di *Aspergillus* non tossigeni, che per competizione riducono la possibilità di sviluppo dei ceppi di *Aspergillus flavus* che producono le aflatossine.

Irrigazione

Lo stress idrico predispone agli attacchi di *Aspergillus flavus*. La scarsità di acqua comporta una traspirazione ridotta e un conseguente aumento della temperatura della pianta, favorendo la crescita di questa muffa termofila. Un corretto apporto irriguo ai fini della prevenzione delle micotossine è fondamentale. L'irrigazione va effettuata anche nelle fasi avanzate del ciclo colturale se le temperature sono elevate e vi è rischio di mettere in stress la coltura.

Controllo dei fitofagi

Gli attacchi di parassiti, aumentando le condizioni di stress della coltura portano, in generale, ad un aumento della contaminazione da micotossine.

Un'attenzione particolare merita la piralide, in quanto le erosioni sulla spiga comportano lo sviluppo dei marciumi causati prevalentemente da *Fusarium* e la conseguente contaminazione soprattutto da fumonisine.

Raccolta del mais

La raccolta va eseguita il più presto possibile dopo la maturazione fisiologica, con umidità della granella al 22-24% e comunque non inferiore al 20% per prevenire il rischio aflatossine. Per limitare la presenza di fumonisine, DON, ZEA, la raccolta va effettuata con umidità della granella verso il 24 – 26%. Con l'abbassarsi dell'umidità, i funghi presenti sulla pannocchia si vengono a trovare in situazione di stress per carenza idrica e questo li stimola ad aumentare la produzione di tossine.

Poiché la parte di granella maggiormente contaminata si trova in genere sulla punta delle spiga ed è di minori dimensioni, è necessario regolare correttamente gli organi della mietitrebbia in modo da realizzare una prima buona pulizia della granella. La corretta regolazione degli organi della mietitrebbia e velocità di lavoro moderate permettono di evitare eccessive lesioni e rotture delle sementi.

Il trasporto al centro di essiccazione e stoccaggio va fatto in tempi sufficientemente rapidi.

Controllo della granella e lavorazione

I Centri di stoccaggio sono attrezzati per il controllo delle partite di mais in arrivo. Se contaminate da micotossine, devono essere separate. Possono essere quindi opportunamente lavorate in modo da eliminare la frazione di granella piccola, rotta e le polveri che contengono le tossine in alta concentrazione.

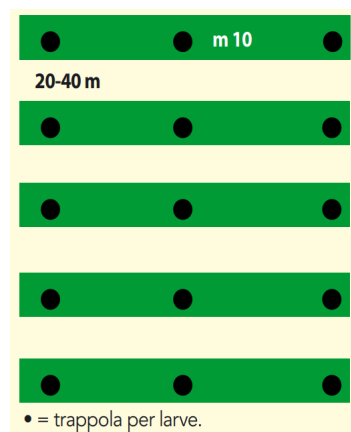
Appendice

Istruzioni per il monitoraggio delle larve di elateridi con vasetti trappola

Per valutare la presenza delle larve di elateridi nel terreno si possono utilizzare dei vasetti in plastica drenanti, diametro 11 cm, riempiti per metà con vermiculite e 30 ml di semi di mais più 30 ml di semi di frumento, quindi colmati con altra vermiculite. Dopo essere stati abbondantemente bagnati, i vasetti vanno interrati in modo che il bordo superiore risulti a 5 cm dalla superficie del terreno.

All'atto dell'interramento vanno collocati sopra i vasetti circa 2 cm di terra, quindi un sottovaso rovesciato (diametro 18 cm) e infine si copre tutto con altro terreno per arrivare alla superficie. Si colloca a fianco un segnale per ritrovare la posizione. Lo schema di distribuzione delle trappole negli appezzamenti può essere come descritto in figura. Dopo 10 giorni con temperatura media del terreno a 10 cm di profondità sopra gli 8 °C, i vasetti vanno raccolti e messi in sacchetti codificati.

I vasetti vanno osservati sminuzzando con le mani la vermiculite frammista ai semi e alle radici formatesi, per individuare le larve di elateridi presenti. Il materiale, una volta osservato manualmente, è opportuno sia messo su imbuto con una provetta all'estremità per raccogliere le larve sfuggite, che con il disseccamento del materiale scenderanno verso il basso. Classificate e contate le larve di elateridi cadute, si stima la consistenza della popolazione (larve per trappola). Le soglie pratiche di danno sono le seguenti: 1 larva/trappola per la specie *Agriotes brevis*, 2 larve per trappola per la specie *Agriotes sordidus*, 5 larve per trappola per *Agriotes ustulatus*.



Istruzioni per il monitoraggio delle larve di elateridi con trappole a feromoni

Per monitorare gli adulti di elateridi (e anche di diabrotica) si possono utilizzare le apposite trappole Yatlorf, innescate con i feromoni sessuali delle diverse specie. Per monitorare anche *A. ustulatus* e diabrotica va utilizzata la trappola con fondo alto.

La tempistica della gestione delle trappole è la seguente: il 20 marzo circa va posizionata la trappola al centro dell'appezzamento/reparto da monitorare con l'esca a base di feromone sessuale per *A. brevis* in posizione bassa e il tappo in basso; il 10 aprile circa vanno prelevati gli insetti catturati e aggiunto il dispenser con feromone per *A. sordidus* in posizione media e il tappo in basso; il 10 maggio circa vanno prelevati gli insetti catturati e sostituito il feromone per *A. sordidus*; va aggiunto il feromone per *A. litigiosus* nella posizione alta; il 10 giugno circa vanno prelevati gli insetti catturati e sostituita l'esca di feromone per *A. brevis* con una nuova per *A. litigiosus* in posizione bassa e il tappo in basso e sostituita l'esca vecchia per *A. litigiosus* in posizione alta con l'esca per *A. ustulatus*; in posizione alta si può aggiungere anche il feromone sessuale per diabrotica; il 10 luglio circa vanno prelevati gli insetti catturati e sostituita l'esca per *A. ustulatus* e per diabrotica, sempre in posizione alta; il 10 agosto vanno raccolti gli insetti catturati e recuperata la trappola per l'anno successivo.

Per prelevare gli insetti dalla trappola, occorre, una volta tolta dal terreno, inserirla in un sacchetto trasparente e abbastanza largo, e poi staccare la base facendo cadere gli insetti nel sacchetto, che va subito chiuso.



Informazioni e indirizzi utili

Corretto impiego dei prodotti fitosanitari

Prima di impiegare un prodotto è necessario leggere l'etichetta, in particolare per quanto riguarda gli impieghi ammessi, le dosi, i tempi di carenza, il numero di trattamenti e ogni altra indicazione specifica.

Nel presente manuale vengono riportate indicazioni di impiego per sostanze attive per le quali esiste almeno un formulato commerciale autorizzato; va quindi sempre verificato che il prodotto riporti l'impiego sul frumento e sull'avversità per la quale si usa. Si precisa che, **ai fini della difesa integrata obbligatoria, possono essere utilizzati anche prodotti contenenti sostanze attive non citate nel manuale, purché autorizzate.**

Pubblicazione ufficiale dei decreti e delle etichette dei prodotti fitosanitari

I prodotti possono essere revocati o possono subire modifiche di impieghi, con decreti del Ministero della Salute, che vengono comunicati alle Società di Agrofarmaci, le quali sono tenute a loro volta ad informare i rivenditori e gli utilizzatori.

Le etichette aggiornate sono disponibili sulla **Banca dati del Ministero della Salute**:

http://www.fitosanitari.salute.gov.it/fitosanitariwsWeb_new/FitosanitariServlet

I decreti di autorizzazione, di revoca e di adeguamento dei prodotti fitosanitari non vengono più pubblicati in Gazzetta Ufficiale, ma su **TROVANORMESALUTE** (circolare Min. Salute 13/10/2017) <http://www.trovanorme.salute.gov.it/norme/home> dove è possibile ricercare gli atti e quindi conoscere con maggiore dettaglio i tempi di smaltimento scorte, le modifiche intervenute, ecc. La ricerca è possibile inserendo nella finestra di "ricerca avanzata" il nome del formulato commerciale o il nome della sostanza attiva.

Guida per il corretto impiego dei prodotti fitosanitari

La guida contiene il materiale didattico usato nei corsi per le abilitazioni all'acquisto e impiego dei prodotti fitosanitari. Si può scaricare al seguente indirizzo:

<http://www.venetoagricoltura.org/2015/02/editoria/guida-per-il-corretto-impiego-dei-prodotti-fitosanitari>

Disciplinari regionali di difesa integrata volontaria

L'U.O. Fitosanitario aggiorna e pubblica annualmente le "Linee Tecniche di Difesa Integrata", distinti nella parte difesa e nella parte agronomica. I disciplinari sono applicati dalle aziende che aderiscono ai Programmi Operativi delle Organizzazioni Produttori e da aziende che aderiscono a sistemi di qualità, anche privati (es. Global Gap). Sono un utile riferimento anche per tutte le aziende che non aderiscono a questi sistemi. Si possono scaricare dal sito dell'**U.O. Fitosanitario**

<http://www.regione.veneto.it/web/agricoltura-e-foreste/difesa-integrata>

Bollettini di difesa integrata

Il **bollettino colture erbacee** relativo ai seminativi è pubblicato almeno settimanalmente dall'**Agenzia Veneta per l'innovazione nel settore primario** - Veneto Agricoltura

<http://www.venetoagricoltura.org/bollettino-culture-erbacee>

Informazioni sulla difesa dei seminativi sono pubblicate anche da **ARPAV**

http://www.arpa.veneto.it/upload_teolo/agrometeo/download.html

e dall'**Unità Organizzativa Fitosanitario**

<https://www.regione.veneto.it/web/agricoltura-e-foreste/bollettini-fitosanitari>

Informazioni meteo

Informazioni relative ai principali parametri meteo (temperature, piogge, bagnature, Ur) e previsioni meteorologiche sono disponibili sul sito di **ARPAV**

http://www.arpa.veneto.it/upload_teolo/agrometeo/download.html