



Insetti dannosi al mais e micotossine

Lorenzo Furlan, Consorzio di Bonifica Basso Piave, S. Donà di Piave, Venezia
Carlo Duso, Dipartimento di Agronomia ambientale e produzioni vegetali,
Università degli Studi di Padova

3.1 Introduzione

Gli insetti dannosi al mais si possono dividere tradizionalmente in due gruppi: 1) specie che attaccano il seme e le piante nelle prime fasi di sviluppo nonché, successivamente, l'apparato radicale e, 2) specie che attaccano la parte aerea della pianta. Alcuni parassiti, come la diabrotica (*Diabrotica virgifera virgifera*), sfuggono a questa suddivisione in quanto le larve danneggiano l'apparato radicale e gli adulti l'apparato aereo delle piante. In entrambi i gruppi vi sono poi specie che arrecano danni economici con una certa frequenza o che raggiungono raramente livelli di popolazione tali da arrecare danni alla coltura.

Tra le specie più dannose al seme e alle piante nelle prime fasi di sviluppo, vi sono alcuni coleotteri elateridi (in particolare *Agriotes brevis* e *Agriotes sordidus*). Si calcola che ogni anno questi coleotteri causino gravi danni, costringendo alla risemina, su meno del 1% della superficie investita a mais del Veneto; più comunemente (4-5% dei terreni coltivati a mais), i sintomi dell'attacco si osservano sul 5-10% delle piante. Tra i lepidotteri, le nottue, in particolare l'agrotide (*Agrotis ipsilon*), hanno causato danni ingenti su migliaia di ettari nel 1970 e nel 1983, ma recentemente manifestano pullulazioni meno intense e più localizzate. Tra le specie che raggiungono raramente livelli dannosi, possiamo citare il lepidottero crambide *Angustalius malacellus*, il dittero antomiide *Phorbia platura*, i coleotteri scarabeidi *Pentodon punctatus* e *Amphimallon* spp. e il coleottero carabide *Clivina fossor*.

Tra gli insetti che attaccano la parte aerea delle piante di mais, il più importante è la piralide (*Ostrinia nubilalis*). La generalità degli appezzamenti a mais subisce ogni anno attacchi di piralide ma, in molti casi, essi non sembrano comportare una riduzione significativa della produzione. Pertanto, la convenienza economica di eventuali trattamenti insetticidi è oggetto di discussione. Tuttavia, rimane da valutare con grande attenzione l'influenza dei trattamenti sulla qualità del prodotto, comprendendo con questo termine anche il contenuto di micotossine. Le infestazioni dei lepidotteri nottuidi *Sesamia cretica* e *Sesamia nonagrioides* possono risultare importanti negli ambienti maidicoli dell'Italia centro-meridionale. Tra le specie che causano raramente danni economici è possibile citare alcuni afidi (*Rhopalosiphum maidis* e *Sitobion* spp.), tripidi e acari tetranichidi, come il ragnetto rosso comune (*Tetranychus urticae*).



Relativamente ai problemi indotti dall'introduzione della diabrotica (coleottero crisomelide), è possibile affermare che l'opera di prevenzione e di monitoraggio posta in atto dagli Enti preposti del Veneto ha bloccato la diffusione dell'insetto nel territorio regionale.

In linea teorica, molti tra i fitofagi sopra riportati possono favorire lo sviluppo dei funghi in grado di produrre tossine sia debilitando la pianta, che diviene più suscettibile, sia creando vie di penetrazione per i funghi durante l'attività di alimentazione o veicolando gli agenti patogeni. Le specie più temibili sono quelle che attaccano la parte aerea e che possono raggiungere livelli di popolazione consistenti su ampie superfici. Nel Veneto, l'unica specie che attualmente riunisce queste caratteristiche è la piralide del mais.

3.2 Cenni su biologia e comportamento della piralide del mais

La piralide del mais, *Ostrinia nubilalis*, è una specie di origine eurasiatica ampiamente diffusa in Europa e America settentrionale. Gli adulti (apertura alare di 20-30 mm) presentano ali anteriori di colore ocra più o meno intenso e variegato a seconda della popolazione e del sesso. Le uova, appiattite, sono deposte all'interno di ovature di qualche decina di elementi. In piena estate, le uova appena deposte sono di colore bianco, poi diventano più scure; tra il quarto e il quinto giorno di vita si notano al centro di ciascun uovo delle macchie nere che rappresentano il capo delle larve di primo stadio e testimoniano l'imminente schiusura. Le larve mature, di colore grigiastro e punteggiate di nero, raggiungono dimensioni massime di 25 mm. È una specie che, oltre al mais, può infestare svariate colture erbacee (ad es. sorgo, fagiolo, peperone, canapa) e arrecare danni saltuari alle colture contigue agli appezzamenti a mais (ad es. melo e vite). Infine, può evolvere a spese di specie erbacee spontanee, comprese alcune comuni infestanti del mais.

Nei climi caldi, la piralide può svolgere fino a 6 generazioni. In alcuni ambienti della Pianura padana sembra possano coesistere due razze in grado di sviluppare rispettivamente una o due generazioni. Nel Veneto, la piralide svolge di norma 2 generazioni ma sono stati raccolti elementi a favore dello sviluppo di una terza generazione in alcune annate favorevoli.

Le informazioni biologiche più accurate sono disponibili per la razza che compie due generazioni. La piralide trascorre l'inverno allo stadio di larva matura riparata entro residui colturali e vari anfratti. In primavera, le larve si trasformano in crisalidi e gli adulti della prima generazione sfarfallano dalla fine di maggio all'inizio di luglio; in alcune annate sono possibili ritardi di 10-15 giorni rispetto all'epoca indicata. Lo sfarfallamento dei maschi può precedere di pochi giorni quello delle femmine. Gli adulti sono attivi dal crepuscolo alla



notte. Dopo l'accoppiamento, le femmine fecondate depongono placche di uova (ovature) sulle foglie o sul fusto di piante che hanno un'altezza di circa 40-50 cm. Le giovani larve raggiungono densità consistenti a partire dalla seconda metà di giugno. Esse producono erosioni sulle foglie arrotolate che, una volta distese, mostrano serie di piccoli fori; in seguito, penetrano all'interno del culmo entro cui scavano gallerie. In luglio, le larve mature si trasformano in crisalidi all'interno della pianta e i nuovi adulti sfarfallano a partire dalla metà del mese. Questo volo può essere molto prolungato e manifestare dei picchi di intensità tra la fine di luglio e la prima decade di agosto; di norma si completa nella seconda decade di settembre. Le femmine feconde depongono le uova principalmente sulla pagina inferiore delle foglie verdi, in misura inferiore sulle brattee e gli stimmi della spiga. Le larve di questa generazione, numerose da fine luglio-inizio agosto, forano le brattee o il culmo e possono danneggiare le cariossidi, in particolare quelle poste all'apice della spiga e il tutolo. Inoltre, esse scavano gallerie nei fusti indebolendo le piante e provocando rotture sopra o sotto la spiga. Quindi, le larve mature ricercano dei siti ove trascorrere l'inverno.

In alcune annate, sono stati evidenziati tre picchi di catture di cui l'ultimo, particolarmente consistente, tra la fine di agosto e la prima decade di settembre, suggerisce l'avvio di una terza generazione. È plausibile che questa generazione larvale si sviluppi anche a spese di piante più recettive del mais. L'attività alimentare della piralide si riflette sulla produttività delle piante ma soprattutto sulla rottura degli stocchi e sulla perdita di spighe. Le erosioni della granella possono favorire l'insorgenza di muffe (ad es. *Fusarium*) cui sono associate micotossine. La piralide promuove le infezioni di *Fusarium* aprendo le vie d'ingresso e trasportando il fungo, nonché stressando le piante. È stato dimostrato che la piralide può aumentare l'entità delle infestazioni di alcuni *Fusarium* (ad es. *F. verticillioides*) nella spiga e delle fumonisine (in particolare della fumonisinina B1) nella granella. La relazione tra la piralide e gli altri *Fusarium* (ad es. *F. graminearum*) è meno chiara. Infatti, *F. verticillioides*, a differenza di *F. graminearum*, si ritrova nei tessuti lesionati dall'insetto.

L'andamento delle popolazioni e la dannosità della piralide sono stati oggetto di osservazioni per decenni negli ambienti veneti e friulani. In prima generazione, la percentuale di piante che presenta sintomi dell'attacco (la serie di fori) può raggiungere comunemente percentuali che variano tra il 30 e il 70%. A tali entità non sembrano corrispondere sostanziali ripercussioni negative sulla produzione. Tuttavia, se l'ibrido è seminato con una certa precocità, le larve possono essere attive quando avviene la formazione della spiga e causare danni più consistenti. La seconda generazione invece provoca attacchi visibili sulla maggior parte delle piante di un appezzamento ma l'intensità



dell'attacco, espressa in numero di larve per pianta, è molto variabile (fino a 11 larve per pianta, ai primi di settembre). All'aumentare della densità di larve, aumentano sia la percentuale di piante che presentano danni al peduncolo della spiga sia l'incidenza delle piante stroncate. Tuttavia, il numero di spighe perso alla raccolta e delle piante stroncate dipende anche dall'andamento climatico e dagli attacchi di patogeni. Nelle osservazioni recenti effettuate nel Veneto, su colture prossime alla raccolta, il numero di larve per pianta è oscillato tra 0,6 (nel 2000) a circa 2 (negli altri anni). Parallelamente, il numero di tunnel per pianta è variato tra 0,6 (lunghezza media dei tunnel di 0,12 cm) nel 2000, a 10,3 (con lunghezza media dei tunnel di 37 cm) nel 1999. Le perdite di produzione (in rapporto al più efficace dei trattamenti) sono oscillate su valori variabili tra 0 e 13%. In altri ambienti si è stimato che le perdite di produzione variano dal 5% al 30% a seconda dell'annata. Studi preliminari indicano una certa correlazione tra entità delle catture con le trappole luminose e danno alla coltura.

3.3 Il monitoraggio della piralide

L'efficacia degli interventi di lotta si basa sulla conoscenza delle fasi di ovideposizione che precedono la presenza delle larve dannose alle piante.

La presenza delle ovature sulle piante può essere stimata:

- a) indirettamente, in base alla cattura degli adulti con le trappole;
 - b) direttamente, osservando le foglie e le spighe all'interno degli appezzamenti.
- Le trappole per monitorare il volo degli adulti di piralide sono di tipologia diversa:

- trappole a feromoni sessuali: per la piralide esistono due componenti note del feromone, chiamate (Z) e (E)-11-tetradecenyl acetato. Queste trappole catturano maschi e forniscono indicazioni indirette sulla presenza di femmine fecondate. L'efficacia delle trappole a feromoni non è sempre soddisfacente ed è difficile correlare l'andamento delle catture con l'effettiva presenza di ovature o di larve in campo. A parità di miscela di feromone, le trappole a forma di cono in rete (altezza 75 cm, apertura alla base 25 cm, apertura superiore 3,5 cm) sono più efficaci delle trappole a pagoda. Nel corso di esperienze effettuate con attrattivi sintetici sono state individuate alcune sostanze attive nel catturare sia maschi sia femmine. Una delle sostanze più interessanti è la fenilacetaldeide. Le trappole a feromoni (a cono di rete) possono essere "innescate" con fenilacetaldeide ottenendo informazioni dirette sulla comparsa e l'abbondanza delle femmine che è correlata in qualche misura con l'intensità dei danni.
- trappole luminose, che sfruttano la tendenza degli adulti a muoversi verso le fonti di luce presenti nella notte.



L'attività di attrazione degli adulti da parte delle trappole a feromoni o alimentari è di norma inferiore rispetto a quella delle trappole luminose che tuttavia richiedono un'analisi del materiale catturato ad opera di esperti (identificazione della specie e rapporto tra maschi e femmine). La presenza delle ovature si osserva a pochi giorni dall'inizio degli sfarfallamenti e la massima densità delle ovature si riscontra a 7-8 giorni dal picco delle catture. Tale indicazione è fondamentale per gli eventuali interventi di lotta chimica o microbiologica. Le ovature sono deposte sulle parti verdi delle piante, preferibilmente su superfici lisce come la pagina inferiore delle foglie. Ai fini pratici, il campionamento delle ovature dovrebbe iniziare 7-8 giorni dopo l'inizio dello sfarfallamento della seconda generazione. In questa fase, una stima della densità di ovature può essere ottenuta osservando settimanalmente un centinaio di piante scelte al centro di un paio di appezzamenti campione. Su queste piante si osservano la pagina inferiore di foglie inserite in posizione medio-alta della pianta (ad es. dall'inserzione della spiga in su), brattee della spiga e stimmi verdi se presenti. Successivamente, i campionamenti vanno effettuati sia sulla pagina inferiore sia su quella superiore di foglie poste sopra l'inserzione della spiga, su almeno 50 piante per appezzamento.

3.4 Pratiche agronomiche che influenzano le infestazioni

Nel corso di alcune sperimentazioni si è inteso valutare l'influenza di alcune tecniche colturali sull'attacco della piralide. L'anticipo dell'epoca di semina (a metà marzo) e/o l'uso di ibridi precoci può comportare un leggero aumento dell'attacco in prima generazione ma anche una diminuzione dell'infestazione in seconda generazione, di norma più abbondante e dannosa. Per esprimere un giudizio su tale aspetto sono necessari dati di più annate poiché l'andamento climatico può modificare la fenologia della specie.

La concimazione azotata non sembra influenzare in modo accentuato l'entità dell'infestazione di piralide: nel corso di alcune sperimentazioni sono state riscontrate percentuali d'infestazione inferiori su mais non concimato; allo stesso tempo, il mais più concimato è stato caratterizzato da una maggiore densità di gallerie nel corso di una stagione. La concimazione azotata non influisce sull'entità dell'ovideposizione ma forse ha un effetto positivo sull'attività larvale.

L'irrigazione non ha esercitato effetti sull'entità degli attacchi. Negli USA, lo stress idrico non sembra influenzare il comportamento della piralide ma è stata osservata una maggior tendenza all'ovideposizione su appezzamenti irrigati. L'impiego di ibridi selezionati per la resistenza alla piralide (produttori del glucoside DIMBOA) non comporta effetti positivi rilevanti ai fini del contenimento della seconda generazione.



3.5 Controllo biologico della piralide del mais

Il ruolo dei predatori nel controllo della piralide appare modesto. La parassitizzazione naturale delle uova è generalmente apprezzabile mentre quella di larve e crisalidi di piralide è di solito modesta (valori medi del 36,4% sono stati calcolati in Friuli). I parassitoidi larvali sono soprattutto ditteri Tachinidi e imenotteri Icneumonidi, mentre i parassitoidi delle uova sono essenzialmente imenotteri Tricogrammatidi. La parassitizzazione delle uova da parte dei Tricogrammatidi (*Trichogramma* spp.) è frequente e tende ad aumentare con l'evoluzione delle generazioni, ma i livelli raggiunti non sono tali da impedire danni consistenti. Nel Veneto, a fine estate, sono stati osservati livelli di parassitizzazione fino a quasi il 70%. La distribuzione artificiale dei *Trichogramma* è stata tentata più volte nella Pianura padana e in Friuli-Venezia Giulia, con risultati positivi in relazione alla prima generazione ma insoddisfacenti in seconda generazione (al massimo 38-39% di ovature parassitizzate in Friuli). In altri ambienti del Nord Europa, ove la piralide svolge un'unica generazione (ad es. Francia e Germania), la distribuzione commerciale dei *Trichogramma* interessa migliaia di ettari e i risultati ottenuti sono spesso soddisfacenti.

I trattamenti con preparati microbiologici (*Bacillus thuringiensis*) possono fornire livelli di protezione paragonabili ai prodotti chimici se la scelta del momento di intervento è particolarmente accurata. Tale aspetto è cruciale dal momento che la persistenza di questi prodotti è breve in rapporto all'evoluzione delle generazioni larvali.

3.6 Efficacia dei trattamenti insetticidi

I trattamenti chimici, se necessari, devono essere indirizzati contro le larve di seconda generazione. I risultati dei trattamenti sono influenzati da molti fattori: momento del trattamento, tipo di insetticida, efficienza della macchina distributrice, tipologia di ibrido, livello di attacco, condizioni pedo-climatiche.

I livelli di protezione ottenibili differiscono tra mais destinato alla raccolta cerosa o da granella e, per entrambi, tra semina di primo raccolto o di secondo raccolto (fine maggio-giugno). Le sperimentazioni svolte nel Veneto orientale negli ultimi anni hanno evidenziato come vi sia un'elevata variabilità, sia tra località sia tra gli anni, nei risultati ottenuti con i trattamenti insetticidi.

a) Semina in primo raccolto - mais ceroso

I trattamenti insetticidi, basati principalmente sull'impiego di piretroidi e, talora, di esteri fosforici, non hanno comportato miglioramenti significativi della produzione nelle prove effettuate in Veneto. Usualmente, lo sfarfallamento consistente della seconda generazione avviene pochi giorni prima della rac-



colta e così il tempo a disposizione delle larve per danneggiare le piante risulta ridotto rispetto a quello disponibile in una coltura di mais da granella, che può essere soggetta anche all'attacco di larve di terza generazione. Relativamente al contenuto di micotossine, non si sono riscontrate differenze apprezzabili tra insilati derivanti da mais non trattato e trattato una o più volte con piretroidi.

b) *Semina in primo raccolto - mais da granella*

Nell'ambito della stessa stagione, le differenze nell'efficacia dei trattamenti possono essere sensibili, in funzione del momento di intervento e della fase fenologica della coltura. Un ritardo o un anticipo di una decina di giorni nella data del trattamento può vanificare completamente la sua efficacia. L'aumento del numero di interventi (2-3 interventi l'anno) non comporta miglioramenti sostanziali nella protezione della coltura, e nella conseguente resa, rispetto ad un solo intervento effettuato nel momento più opportuno.

Un trattamento insetticida (i prodotti più usati sono i piretroidi, meno diffusi gli esteri fosforici e i regolatori della crescita) effettuato, subito dopo la fioritura ed in presenza di ovideposizioni, ottiene i migliori risultati nel controllo della specie. Nella scelta dell'insetticida va tenuto in particolare considerazione il tempo di carenza. Esso riduce l'attacco alle piante in termini di numero di fori, piante spezzate sopra la spiga, numero e lunghezza dei tunnel nello stocco. Tuttavia, le conseguenze in termini di incremento produttivo possono essere molto variabili ed in alcune zone e/o annate i vantaggi sono trascurabili indipendentemente dal prodotto o dal momento prescelto. In altre annate e situazioni si sono riscontrati aumenti medi produttivi variabili dal 6% al 13% nei casi in cui la scelta del prodotto e dell'epoca di intervento sono state ottimali. Pertanto, è possibile che i vantaggi conseguenti all'intervento insetticida non compensino il suo costo visti gli attuali prezzi del mais.

c) *Semine in secondo raccolto*

Il mais di secondo raccolto (in semina ritardata) risulta molto più soggetto a gravi attacchi di piralide per la concomitanza di due fattori:

- le fasi più suscettibili della coltura si sovrappongono ai picchi di sfarfallamento e di ovideposizione della seconda e talora anche/o della terza generazione;
- la minore disponibilità di mais ancora "verde" e di altre colture che possano attrarre le femmine feconde favorisce la concentrazione di femmine e di conseguenti ovideposizioni sulle piante di secondo raccolto.

Le macchine distributrici con trampoli, specialmente quelle che presentano gli ugelli posizionati all'altezza della spiga ottengono buoni risultati in termini



di efficacia nel controllo della piralide e di riduzione dell'effetto deriva dell'insetticida.

3.7 La riduzione dell'attacco di piralide riduce il contenuto di micotossine?

Sono in corso numerose sperimentazioni tese a stabilire una correlazione tra il danno da piralide e la concentrazione di micotossine. I risultati sono molto variabili, spesso con differenze non statisticamente significative e pertanto allo stato attuale è possibile individuare solo delle tendenze.

In generale, non sembra sussistere una relazione tra presenza di piralide e di aflatossine, mentre la riduzione dell'attacco di piralide (specie se rilevante), causata da trattamenti insetticidi spesso produce una riduzione della concentrazione di fumonisine. L'efficacia dei trattamenti sembra aumentare nelle stagioni più fresche. In alcuni casi sono variati i contenuti di zearelanone e di tricoteceni forse a causa della diminuita competizione con il *Fusarium* che produce le fumonisine.

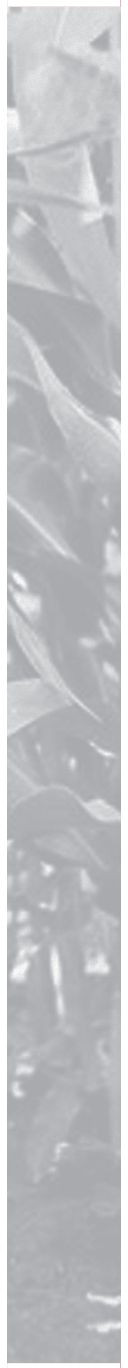
Le sperimentazioni atte ad individuare l'epoca d'intervento insetticida hanno dimostrato che, in generale, più si riduce l'attacco di piralide alla spiga più è probabile contenere l'insorgenza delle micotossine. Il momento del trattamento dovrebbe essere scelto considerando tre fattori: la fase fenologica della pianta, il volo delle femmine di piralide, la presenza di ovature sulle piante. I risultati finora raggiunti consentono di affermare che l'epoca migliore del trattamento si colloca a 7-10 giorni dall'inizio apprezzabile dello sfarfallamento della seconda generazione, in presenza delle prime ovature e all'inizio della comparsa degli stimmi femminili.

Infine, va ricordato che i trattamenti insetticidi causano pesanti ripercussioni sugli equilibri biologici. In particolare, alcuni piretroidi sono molto tossici per acari ed insetti predatori, nonché per gli stessi imenotteri tricogrammatidi. È stato osservato che in altri ecosistemi agrari, i piretroidi possono indurre infestazioni del raghetto rosso comune in quanto la loro repellenza causa una marcata dispersione degli acari dannosi che si ritrovano in una situazione ottimale per la diminuita presenza dei predatori.

In Italia, allo stato attuale, non è consentito coltivare ibridi transgenici Bt (per il *Bacillus thuringiensis*), tuttavia in alcune ricerche effettuate in altri Paesi l'impiego di ibridi Bt (che esprimono la proteina Cry 1A nelle cariossidi) è stato associato ad attacchi inferiori da parte di *F. verticillioides* e *F. proliferatum* ed a concentrazioni di fumonisine inferiori rispetto agli ibridi non transgenici. Gli attacchi di piralide, nelle fasi riproduttive precoci del mais, hanno indotto concentrazioni relativamente elevate di fumonisine. In altre esperienze, è emerso che in seguito all'impiego di linee transgeniche non si sono ottenute sostan-



ziali riduzioni negli attacchi di *F. graminearum* e neppure delle concentrazioni di tossine nella granella. Dall'insieme dei contributi presentati sembra esistere una notevole variabilità nell'efficacia degli ibridi transgenici nella riduzione della concentrazione di fumonisine.



Riassumendo... Lotta alla Piralide

La difesa del mais dalle fusariosi è affidata alla messa a punto di scelte agronomiche e colturali (ad es. coltivazione in ambienti climatici che non creano stress, rotazione, scelta delle varietà in funzione della resistenza e dell'epoca di maturazione) e al controllo delle infestazioni di piralide. Relativamente a quest'ultimo punto e alle condizioni dell'ambiente veneto, si ribadisce che:

- è consigliabile impiegare trappole luminose per il monitoraggio del volo degli adulti di piralide sia per valutare l'abbondanza delle popolazioni sia per individuare il momento adatto per gli eventuali trattamenti;
- le curve di sfarfallamento delle femmine vanno elaborate in relazione allo stadio fenologico della pianta ed in particolare alla comparsa degli stimmi;
- l'osservazione delle ovature facilita l'individuazione del momento d'intervento;
- gli eventuali trattamenti insetticidi vanno effettuati a circa 7-10 giorni dall'inizio dello sfarfallamento della seconda generazione, a patto che siano presenti le spighe tenendo conto nella scelta dell'insetticida del tempo di carenza;
- è opportuno impiegare macchine distributrici con trampoli che presentino gli ugelli orientati verso le spighe;
- l'esecuzione di più interventi insetticidi di norma non aumenta l'efficacia ed è difficilmente sostenibile dal punto di vista economico nonché associata a pesanti ripercussioni sugli equilibri biologici;
- alcune agrotecniche (es. anticipo dell'epoca di semina) possono causare una riduzione dell'impatto della seconda generazione di piralide.