

EFFETTO DI TRATTAMENTI INSETTICIDI E FUNGICIDI, EFFETTUATI IN EPOCHE DIVERSE, SULLO STATO FITOSANITARIO DEL MAIS

R. CAUSIN¹, N. MORI², R. RASERA¹, R. PAVANELLO², M. BOZZOLAN¹,
S. GAMBETTA³, E. TEALDO³

¹Dipartimento TESAF - Sezione Patologia Vegetale
Viale dell'università, 16, 35020 Legnaro (PD)

²Dipartimento agronomia ambientale e produzioni vegetali
Viale dell'Università, 16, 35020 Legnaro (PD)

³Veneto Agricoltura - Istituto per la Qualità e le Tecnologie Agroalimentari
Via San Gaetano, 74, 36016 Thiene (VI)
riccardo.rasera@unipd.it

RIASSUNTO

Nell'ambiente di coltivazione della Pianura Padana il mais risulta regolarmente contaminato dalle fumonisine B₁ e B₂, prodotte principalmente dal fungo *Fusarium verticillioides*. Prove svolte recentemente hanno dimostrato che, oltre all'applicazione delle Buone Pratiche Agricole comprendenti la lotta alla piralide, anche l'esecuzione di trattamenti fungicidi può portare ad un controllo delle infezioni fungine e della conseguente contaminazione da fumonisine. Per ottenere il massimo vantaggio, però, gli interventi insetticidi e fungicidi dovrebbero essere eseguiti in epoche diverse. Tuttavia la limitata redditività del mais non consente di ipotizzare l'esecuzione di più trattamenti. Nel presente lavoro vengono presentati i risultati di una prova volta a saggiare la possibilità di associare in un'unica distribuzione gli insetticidi e i fungicidi. I saggi svolti confermano l'efficacia degli interventi, se eseguiti separatamente e all'epoca corretta, mentre la miscela insetticida+fungicidi si è dimostrata inefficace in tutte le date saggiate.

Parole chiave: *Fusarium verticillioides*, *Ostrinia nubilalis*, mais, trattamenti fitosanitari, micotossine

SUMMARY

EFFECT OF INSECTICIDE AND FUNGICIDE TREATMENTS ON MAIZE GRAIN QUALITY

Maize grain harvested in Po Valley, due to the particularly clima characteristic of this region, is regularly contaminated by fumonisins B₁ and B₂, produced principally by the fungus *Fusarium verticillioides*. Recent studies showed that in addition to Good Agricultural Practices (GAP) including European Corn Borer (ECB) control, fungicide treatment at female flowering may lead to control *Fusarium verticillioides* infection and subsequent fumonisin contamination. But to have higher efficacy insecticides and fungicides treatments have to be performed at different times. However at the moment, the limited economic performance of maize makes impossible to plan control protocol base on multiple treatments. The present work shows results of trial set to test the possibility to put together insecticides and fungicides. The experiment conducted confirmed the effectiveness of treatments if performed separately and correctly scheduled, the mixture insecticide + fungicide was ineffective in all the dates tested.

Keywords: *Fusarium verticillioides*, *Ostrinia nubilalis*, maize, chemical control, mycotoxins

INTRODUZIONE

Le micotossine sono prodotti secondari del metabolismo di funghi (muffe) che possono svilupparsi sulle derrate alimentari sia in campo sia durante la fase di stoccaggio, quando questa non sia stata condotta correttamente (A.A.V.V, 2006). I cereali sono tra i prodotti agricoli più frequentemente contaminati da micotossine, questo fatto risulta di particolare interesse e preoccupazione, soprattutto per l'importanza che essi hanno nell'alimentazione umana e zootecnica (Miraglia e Brera, 2004). I cereali italiani non sono immuni da questa problematica ed in particolare il mais prodotto nella Pianura Padana risulta regolarmente contaminato dalle fumonisine B₁ e B₂; le quali, in determinate annate, raggiungono livelli tali da rendere sconsigliabile l'uso di questo cereale per l'alimentazione umana e delle specie animali più sensibili (suini, equini, conigli e animali da compagnia) (Tealdo *et al.*, 2009). Le fumonisine, infatti, sono poste dallo IARC (International Agency for Cancer Research) nel gruppo 2b, tra le molecole potenzialmente cancerogene per l'uomo, poiché esse possono essere associate all'insorgenza del cancro all'esofago e causare anomalie nei neonati (Leslie e Summerel, 2006). Le conseguenze sulla salute degli animali non sono di minore importanza; si possono verificare manifestazioni acute quali la leucoencefalopatia nei cavalli, l'edema polmonare nei maiali e il cancro al fegato e al rene nelle cavie ed effetti cronici che portano ad un aumento della sensibilità alle malattie, alla riduzione della fertilità e della quantità e qualità delle produzioni zootecniche (Soriano e Dragacci, 2004). Il principale responsabile della contaminazione da fumonisine della granella di mais è *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg che negli areali della Pianura Padana, trova il suo ambiente ideale di sviluppo. Ad oggi in Italia ed in Europa le uniche misure attualmente disponibili per contenere la contaminazione da fumonisine nella granella di mais sono rappresentate dall'applicazione delle buone pratiche agricole (BPA) (Racc. CEE 583/2006). In particolare le BPA che sembrano avere un impatto maggiore sul contenuto di fumonisine sono: epoca di semina, la scelta dell' ibrido ed epoca di raccolta, concimazione, diserbo, irrigazione, rotazioni e interrimento dei residui colturali, ma gli effetti più importanti si ottengono da un'efficace controllo di *Ostrinia nubilalis* Hb (piralide) (Maiorano *et al.*, 2007). Il controllo della piralide quindi è un passaggio obbligato per la salvaguardia della qualità delle nostre produzioni (Pollini, 2002). I migliori risultati nel contenimento di *O. nubilalis* sono ottenuti intervenendo al picco della 2^a generazione. Consentendo la redditività della coltura l'esecuzione di una sola applicazione, di fondamentale importanza è l'individuazione del momento di intervento soprattutto in caso di volo prolungato e con catture limitate (Blandino *et al.*, 2008). Inoltre l'efficacia del trattamento è legata al momento di applicazione ed alla persistenza della sostanza attiva impiegata in quanto le larve sono esposte all'insetticida solo per un periodo di tempo limitato, dalla schiusa delle uova alla prima penetrazione all'interno della pianta. Gli andamenti stagionali, le diverse caratteristiche e pressioni di malattia che distinguono gli areali di coltivazione del mais, condizionano l'efficacia delle pratiche colturali e del controllo della Piralide, ma anche lo sviluppo dei *Fusaria* e la conseguente contaminazione da fumonisine, rendendo variabile il vantaggio ottenuto con l'applicazione delle BPA (Munkvold, 2003). Inoltre, in areali a forte pressione di malattia come il Veneto, l'applicazione di strategie di controllo indiretto non sembrano sufficienti a contenere efficacemente lo sviluppo del fungo e la contaminazione da tossine. In questi casi, risultano interessanti le prospettive che emergono dagli esiti di prove di controllo diretto dove si è visto che l'esecuzione di trattamenti fungicidi sette giorni dopo la fioritura femminile ha portato ad una riduzione media della contaminazione da fumonisine del 78% (Causin *et al.*, 2009). Anche in questo caso però il controllo delle infezioni del fungo non è risultato completo ed appare legato alla tempestività dell'esecuzione. Gli interventi fungicidi, pertanto, devono essere inseriti in una strategia di

lotta integrata che comprenda tutte le possibilità di lotta, tra cui di fondamentale importanza appaiono l'esecuzione del trattamento per il controllo della piralide e l'applicazione delle BPA. In questa ottica sarebbero necessari due distinti interventi, uno fungicida da effettuarsi sette giorni dopo la fioritura femminile ed un secondo insetticida eseguito al picco di catture della piralide che mediamente cade nella prima metà di luglio. La limitata redditività del mais non consente di ipotizzare un doppio trattamento, pertanto, risulterebbe interessante stabilire se sia possibile e vantaggioso associare in un unico intervento sia la lotta contro la Piralide, sia quella contro *F. verticillioides*. Nel presente lavoro vengono presentati i primi risultati di prove volte a saggiare l'efficacia di miscele di insetticida più fungicida, distribuite nel momento più adatto per il controllo del patogeno e in quello consigliato per combattere *O. nubilalis*, rispetto al singolo intervento eseguito all'epoca più opportuna, riferendo sull'effetto che hanno avuto i diversi trattamenti nel contenere nella granella di mais la colonizzazione da *F. verticillioides* e la conseguente contaminazione da fumonisine.

MATERIALI E METODI

La prova sperimentale è stata realizzata durante l'annata agraria 2009, in località Pozzonovo (PD), presso un'azienda ad indirizzo cerealicolo, su terreno di media tessitura tendente al sabbioso. Il campo sperimentale è stato organizzato secondo uno schema a blocchi randomizzati con tre ripetizioni, ciascuna di superficie pari a 300 m², applicando la tecnica agronomica riassunta in tabella 1. Le tesi saggiate con l'indicazione dei prodotti fitosanitari impiegati, le date di intervento e il loro posizionamento rispetto al ciclo di sviluppo del mais e della piralide, sono, invece, elencate in tabella 2. I trattamenti sono stati eseguiti con una macchina semovente dotata di barra a manica d'aria in grado di sollevarsi 1 m al di sopra delle infiorescenze maschili del mais (trampolo). Per la distribuzione dei prodotti si è utilizzato un volume d'acqua pari a 600 L/ha.

Presenza e contenimento di *O. nubilalis*

Il volo di *O. nubilalis* è stato monitorato attraverso l'impiego di una trappola luminosa, giornalmente osservata dal mese di giugno al mese di agosto. Il 20 agosto ed il 1 settembre, 20 spighe per parcella sono state campionate al fine di valutare l'attacco del fitofago; previa rimozione delle brattee si è proceduto al rilievo del numero di fori e larve presenti. I dati raccolti sono stati sottoposti all'Anova e test di Duncan previa normalizzazione.

Presenza e contenimento di *F. verticillioides*

Al momento della raccolta (umidità della granella 25±2%), per ogni ripetizione si è proceduto ad individuare un'area di saggio, lasciando almeno 1 metro di distanza dai bordi della parcella, all'interno della quale sono state prelevate 100 spighe scelte a caso ma in modo da campionare omogeneamente tutta l'area di saggio. Su metà delle spighe, previa rimozione delle brattee, è stato valutato lo stato fitosanitario, come di seguito riportato, l'altra metà è stata riservata alle analisi micologiche.

Valutazione dello stato fitosanitario delle spighe

I rilievi sono stati limitati ai soli marciumi rosa. Le spighe sono state suddivise in classi di severità come proposto da Reid (1996): classe 1=sano: nessuna lesione visibile; classe 2=lesione superiore all'1%; classe 3=dal 2 al 3%; classe 4=dal 4 al 5%; classe 5=dal 6 al 10%; classe 6=dal 11 al 25%; classe 7= al 26 al 50%; classe 8=dal 51 al 75%; classe 9=lesione maggiore del 75% della superficie. Successivamente si è ricavato un indice di gravità del

marciume utilizzando la seguente relazione: $I=(\sum nxc)/(N \times 9)$ dove N=numero totale di spighe considerato; n=numero di spighe catalogate in ciascuna classe; c=valore della classe. Inoltre si è annotato se l'area di evasione del fungo fosse o meno associata a fori causati dall'azione trofica della piralide. I dati ottenuti sono stati analizzati tramite confronto tra i limiti fiduciali delle medie ($P=0,05$).

Tabella 1. Tecnica agronomica

PreceSSIONe colturale	Mais
Preparazione del terreno	Aratura autunnale, estirpatura invernale, preparazione del letto di semina in due passaggi in primavera.
Ibrido	Famoso, classe FAO 500, 127 gg
Data di semina	17 aprile
Concimazione	500 q/ha di letame bovino - distribuzione autunnale; 2,5 q/ha di concime NPK (0-20-20) - durante la preparazione del terreno; 2 q/ha di urea in presemina; 2,5 q/ha di urea in copertura alla sarchiatura.
Irrigazione	no
Data di raccolta	3 settembre

Tabella 2. Piano dei trattamenti

Tesi	Formulati impiegati	Epoca di intervento: stadio fenologico coltura	Andamento volo <i>O. nubilalis</i>	Data di applicazione
1	Testimone trattato con acqua	7 giorni dopo l'emissione delle sete	Inizio catture seconda generazione	10 luglio
2	Karate Zeon*	inizio maturazione fisiologica	Picco catture	14 agosto
3	Karate Zeon* Sportak** Caramba***	7 giorni dopo l'emissione delle sete	Inizio catture seconda generazione	10 luglio
4	Sportak** Caramba***	7 giorni dopo l'emissione delle sete	Inizio catture seconda generazione	10 luglio
5	Karate Zeon* Sportak** Caramba***	Fine fioritura femminile, inizio maturazione latte	Incremento catture seconda generazione	23 luglio
6	Karate Zeon* Sportak** Caramba***	inizio maturazione fisiologica	Picco catture	14 agosto

* Karate Zeon 1.5 prodotto insetticida a base di Lambda-cialotrina 15 g/L, dose di impiego 125 ml/ha;

**Sportak 45 EW prodotto fungicida a base di Procloraz (39,8 g/L), dose di impiego 1 L/ha;

***Caramba 90 SL prodotto fungicida a base di Metconazolo (90 g/L) dose di impiego 1 L/ha

Determinazione della colonizzazione da *F. verticillioides* della granella

Le spighe sono state sgranate e il quantitativo totale di granella è stato pesato e macinato con un mulino a lame. Con il metodo della divisione in quarti si sono ottenuti due campioni di farina del peso di 1 kg ciascuno. Il primo di essi è stato conservato congelato (-20 ± 1 °C) per le successive analisi sul contenuto in micotossine, il secondo è stato mantenuto a $+6 \pm 1$ °C e su esso, entro quattro giorni, sono state eseguite le analisi micologiche. Dalla farina frigoconservata, con il metodo delle diluizioni seriali si è proceduto a quantificare il livello di colonizzazione da parte dei Fusaria tossigeni. L'identificazione delle colonie di *Fusarium* è

stata condotta fino alla specie osservandone le caratteristiche microscopiche e macroscopiche come descritto in Leslie *et al.* (2006). Dai dati raccolti in questo modo e operando come indicato in Bacteriological Analytical Manual (FDA, 2001), sono state calcolate le unità formanti colonie (UFC) per grammo di materiale vegetale (UFC/g), che sono state poi confrontate tramite Anova e il test HSD di Tukey, previa normalizzazione, se necessaria.

Determinazione del livello di contaminazione da fumonisine B₁ e B₂

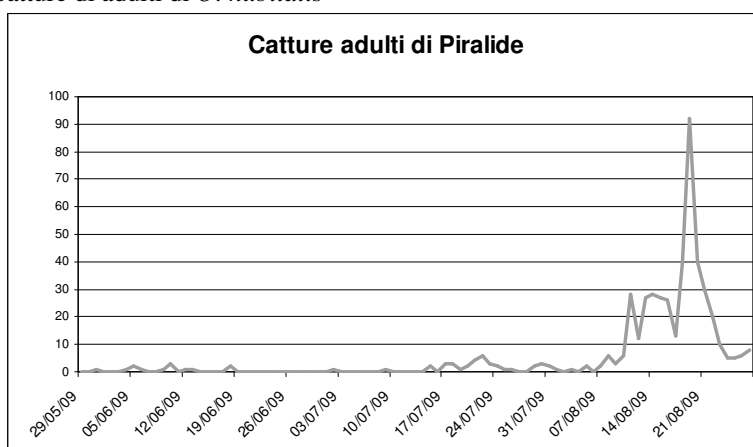
Il campione di farina congelato a -20 °C è stato inviato a Veneto Agricoltura, Istituto per la Qualità e le Tecnologie Agroalimentari di Thiene, dove sono state eseguite le analisi per determinare il contenuto di fumonisine B₁ e B₂. Le analisi si sono svolte applicando il metodo UNI EN 14352:2004, con recupero per FB₁ e FB₂ pari al 90%; LOD: FB₁ = 94 µg/kg , FB₂ = 51 µg/kg; LOQ: FB₁ = 164 µg/kg, FB₂ = 74 µg/kg.

RISULTATI

Presenza e contenimento di *O. nubilalis*

Dai dati raccolti con l'impiego della trappola luminosa (figura 1) è possibile evidenziare che le catture di *O. nubilalis* sono iniziate verso la metà del mese di luglio ed il picco di sfarfallamento è stato osservato nella seconda decade di agosto, con un ritardo di due settimane rispetto all'andamento medio stagionale registrato nella zona. Il trattamento insetticida ha mediamente ridotto del 38% la quantità di fori e del 54% il numero di larve presenti nelle pannocchie delle piante trattate. Rispetto all'epoca d'impiego i migliori risultati, con un'efficacia del 79%, sono stati ottenuti applicando il piretroide al picco del volo (tesi 2 e 6). Applicando il formulato all'inizio delle catture è stata ottenuta un'efficacia del 55% (tesi 3). Un non soddisfacente controllo ha sortito il timing che prevedeva l'applicazione quando le catture iniziavano ad incrementare (tesi 5). In tabella 3 sono stati riportati i risultati ottenuti con la relativa analisi statistica.

Figura 1. Catture di adulti di *O. nubilalis*



Valutazione dello stato fitosanitario delle spighe

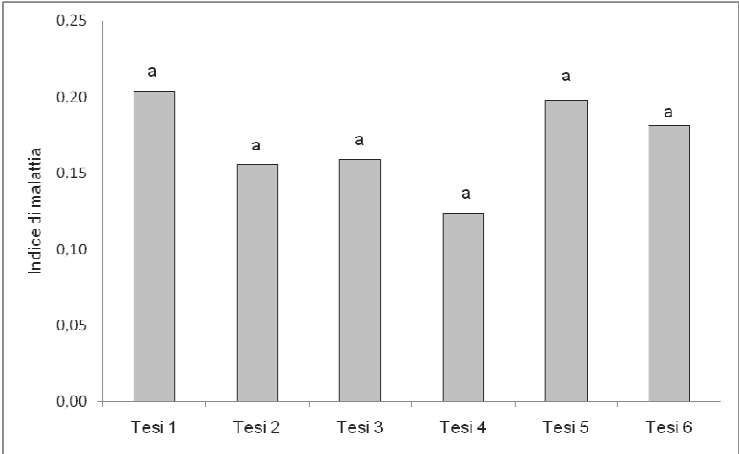
I rilievi eseguiti con lo scopo di valutare lo stato fitosanitario della spiga (figura 2) non hanno evidenziato delle differenze statisticamente significative nell’efficacia dei trattamenti. Si nota, comunque, nella tesi 4 (intervento fungicida 7 giorni dopo la fioritura femminile) una riduzione più marcata dell’entità del marciume. I rilievi condotti sull’associazione tra danni causati dall’azione trofica della piralide e stato fitosanitario della spiga hanno permesso di osservare che nelle tesi 1, 5 e 6 dove si è registrata la presenza di un numero elevato di larve (tra 1,28 e 2,70) e fori (da 2,22 a 3,75) il marciume che si sviluppa in aree non interessate dall’azione trofica della piralide è pari a circa il 30% del totale; nelle tesi 2 e 3, dove c’è un minore numero di larve e fori, il 20% della superficie ammuffita è stato rilevato in assenza dei danni causati dall’azione dell’insetto. Fa eccezione la tesi 4 (trattamento con fungicida 7 giorni dopo la fioritura femminile) dove a fronte di un consistente danno da piralide (3,73 fori medi per spiga e 2,70 larve) lo sviluppo del marciume risulta molto contenuto.

Tabella 3. Efficacia dei trattamenti eseguiti su *O. nubilalis*

Tesi	20 agosto				1 settembre					
	Fori		Larve		Fori		Larve		Peso	
1	1,55	a	1,72	a ; A	3,75	a	2,43	a	0,24	a
2	1,36	a	0,44	bc; BC	1,48	a	0,57	a	0,19	a
3	1,05	a	0,56	bc; BC	1,47	a	0,93	a	0,23	a
4	1,14	a	0,91	ab; ABC	3,73	a	2,70	a	0,21	a
5	1,17	a	1,30	a; ab	2,98	a	1,97	a	0,24	a
6	0,75	a	0,38	c;C	2,22	a	1,28	a	0,26	a

Lettere minuscole differenti indicano differenze significative per P<0,05. Lettere maiuscole differenti indicano differenze significative per P<0,01

Figura 2. Effetto dei trattamenti sullo stato fitosanitario delle spighe

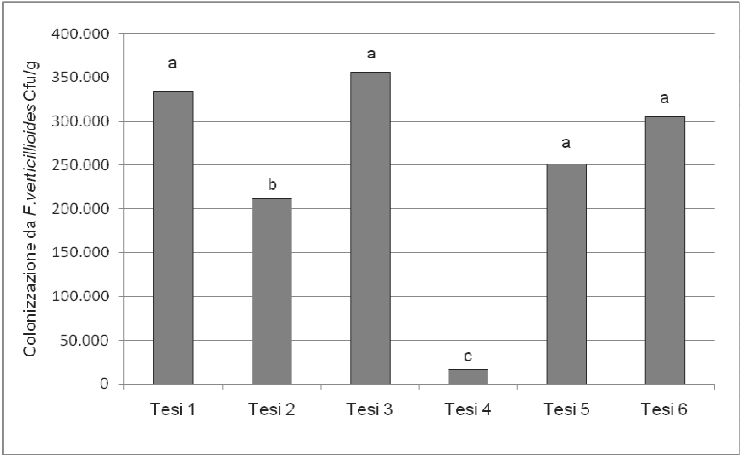


Lettere diverse indicano differenze significative per P<0,05

Determinazione della colonizzazione da *F. verticillioides* e della contaminazione da fumonisine B₁ e B₂ della granella

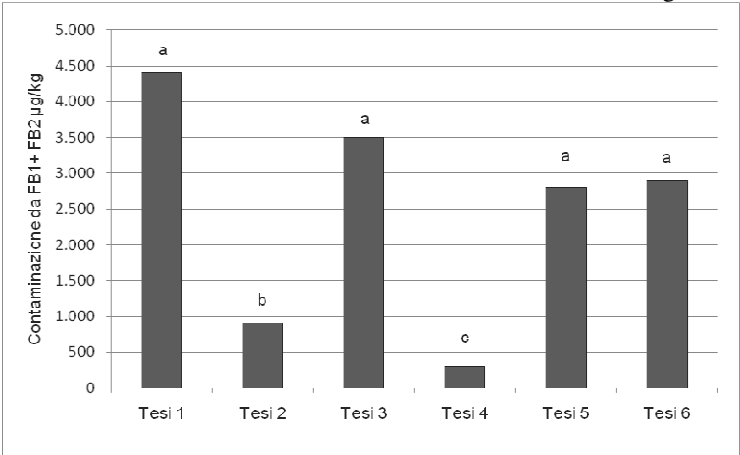
Dall’analisi micologica eseguita sulla granella, la presenza di *F. verticillioides* risulta significativamente minore, rispetto al testimone non trattato, solo nella tesi 2 e 4; nella tesi 2 si registra un abbattimento della carica del 36% mentre particolarmente marcato è l’effetto di contenimento registrato nella tesi 4 dove la riduzione supera il 90% (figura 3). Analoghi risultati si hanno per quanto riguarda il contenuto di fumonisine (figura 4); anche in questo caso i trattamenti più efficaci sono stati quello insetticida al picco di sfarfallamento (-80%) e quello fungicida effettuato sette giorni dopo la fioritura femminile (-93%). L’uso delle miscele, invece, ha evidenziato sempre una efficacia inferiore, con carica del patogeno mediamente inferiore del 30% rispetto al testimone non trattato e statisticamente non diversa da questo.

Figura 3. Effetto dei trattamenti sulla colonizzazione da *F. verticillioides* della granella (UFC/g)



Lettere diverse indicano differenze significative per $P < 0,05$

Figura 4. Effetto dei trattamenti sul contenuto di fumonisine B₁ e B₂ della granella (µg/kg)



Lettere diverse indicano differenze significative per $P < 0,05$

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

I risultati ottenuti, se pur da considerarsi preliminari poiché la prova è stata svolta in una unica località e per un solo anno, hanno permesso sia di ribadire l'importanza del trattamento contro la piralide, sia di confermare l'efficacia dell'esecuzione di trattamenti fungicidi effettuati alla fioritura femminile del mais. Entrambi questi interventi hanno consentito, in condizioni di pieno campo, su superfici ampie e con l'uso di macchine aziendali, di contenere la colonizzazione da parte *F. verticillioides* e la conseguente contaminazione da fumonisine B₁ e B₂ della granella di mais. L'abbattimento del contenuto di fumonisine derivante dal controllo delle infestazioni di *O. nubilalis* è ben noto e documentato ed i dati raccolti nel corso della prova di cui qui si riferisce sono in pieno accordo con quanto ampiamente riportato in letteratura. In particolare emerge l'importanza di posizionare l'intervento in base al picco di sfarfallamento della seconda generazione (tesi 2), anche se questo, come è avvenuto nel nostro caso, si verifica nella seconda decade di agosto, con grande ritardo rispetto all'andamento medio stagionale. È opinione comune che i benefici derivanti dal contenimento degli attacchi di Piralide siano dovuti ad una diminuzione delle lesioni da essa prodotte. In altre parole, le larve durante la loro attività trofica procurano l'apertura di soluzioni di continuità che *F. verticillioides* sfrutta per infettare la spiga; limitando il numero di tali lesioni diminuirebbe di conseguenza anche il danno provocato dal patogeno. Esaminando l'estensione dei marciumi della spiga in relazione all'entità dell'attacco di Piralide, si nota, però, che all'aumentare del numero di fori e larve, aumenta anche l'estensione dell'area interessata da marciume che si sviluppa in zone della spiga non lesionate. Ciò suggerisce una interessante ipotesi di lavoro a proposito del ruolo che il danno provocato dalla piralide può rivestire nel promuovere lo sviluppo del patogeno fungino. L'attacco di *O. nubilalis* potrebbe non essere limitato solamente a conseguenze di tipo meccanico che portano alla creazione di vie d'infezione per *F. verticillioides*, ma provocando modificazioni della fisiologia della pianta, stati di stress in particolare, potrebbe consentire lo sviluppo sintomatico del patogeno anche in cariossidi asintomatiche dove esso sia presente in forma endofitica. Oltre a ciò i medesimi stress, soprattutto se di tipo ossidativo, potrebbero stimolare la produzione di tossina da parte del micelio di *F. verticillioides*, fatto che è stato verificato in prove *in vitro* (Causin *et al.*, dati in via di pubblicazione). Ciò renderebbe conto del fatto che quantità non trascurabili di patogeno talvolta possono tradursi in contenuti limitati di fumonisina, come è parzialmente avvenuto nella tesi 2, dove a fronte di una sensibile diminuzione di micotossina non è stato rilevato un altrettanto marcato abbattimento della carica del patogeno. Poco si sa, invece, sulle possibilità offerte in questo senso dalla lotta contro *F. verticillioides*. L'efficacia di quest'ultima strategia di intervento non è ancora ben indagata. Alcuni autori, riferendosi a prove realizzate in diverse aree maidicole della Francia, riportano che la distribuzione all'epoca della fioritura femminile di fungicidi in associazione agli insetticidi non dà nessun vantaggio in più rispetto alla sola applicazione dell'insetticida, che comunque risulta efficace (Folcher *et al.*, 2009). Gli stessi autori, inoltre, affermano, sulla base di dati non riportati, che i fungicidi usati da soli non danno alcun vantaggio nel contenimento dell'accumulo di fumonisine nella granella di mais. Risultati completamente diversi sono stati ottenuti in Italia, nel Nord-Est della Pianura Padana, dove è stato messo in evidenza come l'applicazione di fungicidi della famiglia degli azoli durante la fioritura del mais riduca sia il livello di colonizzazione di *F. verticillioides*, sia il contenuto di fumonisine della granella alla raccolta (Causin *et al.*, 2009). Rispetto a quanto riferito da Folcher *et al.*, emergono anche altre discrepanze. Contrariamente da quanto affermano questi autori, in tutte le tesi dove si è impiegata una miscela di insetticida e fungicida non si sono registrate differenze statisticamente significative né nel livello di colonizzazione né di contaminazione rispetto a quelli registrati nel testimone non trattato. Ciò

contrasta con quanto già esposto poiché nella tesi 3 (trattamento fungicida 7 giorni dopo la fioritura femminile associato al trattamento insetticida anticipato) ci si aspettava di registrare un livello di efficacia simile a quello della tesi 4 (trattamento fungicida eseguito 7 giorni dopo la fioritura) mentre nella tesi 6 (trattamento fungicida posticipato e controllo della piralide al picco di volo) ci si aspettava un livello di contenimento simile a quello registrato nella tesi 2 (trattamento insetticida al picco di volo), mentre diversità d'effetto erano attese con la distribuzione troppo anticipata dell'insetticida o troppo posticipata del fungicida (tesi 5). Anche in questo caso, i dati raccolti consentono solo di formulare una ipotesi di lavoro ovvero si può solo supporre che nelle condizioni sperimentali in cui è stata svolta la prova ci sia stata un'azione di antagonismo tra insetticida e fungicida che ne abbia ridotto fortemente l'efficacia quando utilizzati in miscela. Ulteriori e più profonde indagini saranno necessarie per chiarire questo aspetto e per verificare la possibilità di associare in un unico intervento lotta insetticida e fungicida. Pur con i limiti in precedenza ricordati, la sperimentazione svolta conferma comunque l'efficacia del trattamento fungicida, che nelle condizioni in cui si è eseguita la prova risulta addirittura avere un effetto migliore del trattamento contro la piralide. Ciò, però, oltre a necessitare di ulteriori verifiche, non deve proporre il trattamento fungicida come alternativa alla lotta contro la piralide, ma deve, invece, favorire un corretto approccio integrato tra queste due pratiche e tutte le altre misure di prevenzione come le BPA che possono contrastare l'insorgere di stati di stress nella pianta che sempre più spesso vengono indicati tra i fattori scatenanti la contaminazione da micotossine della granella.

LAVORI CITATI

- A.A.V.V., 2006. Mais e sicurezza alimentare. Ed. Veneto Agricoltura, Sezione per l'innovazione e lo sviluppo rurale.
- Blandino M., Carnaroglio F., Reyneri A., 2008. Mais, il momento giusto per il controllo della piralide. *Terra e Vita*, 24.
- Causin R., Scopel C., Rasera R., 2009. Conoscere le vie infettive per combattere le fumonisine. *L'Informatore Agrario*, 15, 64-68.
- FDA, 2001. Bacteriological Analytical Manual (BAM). Chapter 3: Aerobic Plate Count. <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/ucm063346.htm>
- Folcher L., Jarry M., Weissenberger A., Gerault F., Eychenne N., Delos M., Regnault-Roger C., 2009. Comparative activity of agrochemical treatments on mycotoxin levels with renard to corn borers and *Fusarium mycoflora* in maize (*Zea mays* L.) fields. *Crop Protection*, 28, 302-308.
- Leslie J.F., Summerell B.A., 2006. The *Fusarium* Laboratory Manual. Blackwell Publishing, Oxford.
- Maiorano A., Reyneri A., Maffioli G., Ramponi C., 2007. Stima del «rischio fumonisine» nella granella di mais. *L'informatore Agrario*, 63 (7), 52-57.
- Miraglia, Brera C., 2004. Le micotossine nella filiera agro-alimentare. *Primo congresso nazionale. Le micotossine nella filiera agro-alimentare. Istituto Superiore di Sanità*. Roma, 29-30 novembre 2004.
- Munkvold G.P., 2003. Cultural and genetic approaches to managing mycotoxins in maize. *Annual Review of Phytopathology*, 41, 99-116.
- Pollini A., 2002. Tecniche di difesa dalla piralide del mais. *L'Informatore Agrario*, 25 (3), 38-42.

- Soriano J.M., Dragacci S., 2004. Occurrence of fumonisins in foods. *Food Research International*, 37 (10), 985-1000.
- Tealdo E., Barcarolo R., Gambetta S., Causin R., Rasera R., Bonini Baraldi A., Checchetto F., Padoan M., 2009. Esiti di un monitoraggio quinquennale sulla presenza di micotossine nei cereali del Veneto. *Terzo congresso nazionale. Le micotossine nella filiera agro-alimentare. Istituto Superiore di Sanità*. Roma, 29-30 settembre 2009.