

# Mais: la prevenzione delle micotossine in campo

Fonte: UCSC PC

*Gli attacchi di piralide del mais aumentano il rischio di infezione da funghi micotossigeni (soprattutto produttori di fumonisine).*



A cura del SERVIZIO PRODUZIONI VEGETALI e del SERVIZIO PRODUZIONI ANIMALI, Regione Emilia-Romagna, in collaborazione con CENTRO RICERCHE PRODUZIONI VEGETALI, Faenza (RA), e UNIVERSITÀ CATTOLICA DEL SACRO CUORE, Piacenza

## UN CEREALE MOLTO VULNERABILE

Il mais è tra i prodotti vegetali più soggetti alla contaminazione da parte delle micotossine. I principali funghi tossigeni sono quelli appartenenti al genere *Fusarium*, produttori di tossine quali fumonisine, zearalenoni, tricoteceni e al genere *Aspergillus* e *Penicillium*, produttori di aflatossine e ocratossine.

Lo sviluppo dei *Fusarium* spp. è favorito in campo da un andamento climatico piovoso con temperature relativamente fresche nel periodo di fioritura – raccolta del mais, mentre gli Aspergilli sono tipici di stagioni con elevate temperature associate a condizioni di stress idrico della pianta.

Le condizioni ottimali di crescita fungina non coincidono con quelle ottimali per la produzione di tossine, considerata una risposta del fungo a condizioni di stress (tabella 1).

In Emilia-Romagna le micotossine più diffuse nel mais sono fumonisine (FB) e aflatossine (AF), mentre deossinivalenolo (DON) e zearalenone (ZEA) si riscontrano in misura limitata e quasi sempre al di sotto dei livelli massimi proposti per il mais alimentare e per quello ad uso zootecnico (tabella 2 a pag. 102).

### IL GRUPPO DI LAVORO

Regione Emilia-Romagna: Servizio Produzioni vegetali, Servizio Veterinario e Igiene degli alimenti, Servizio Produzioni animali, Servizio Fitosanitario, Servizio Sviluppo del sistema agroalimentare; Crpv; Crpa; Cer; Coams; Op Cereali Emilia-Romagna; Op Grandi Colture Italia; Capa Ferrara: Assincer; Asscaer; Ager – Borsa merci di Bologna; Consorzio Quadra; Legacoop Agroalimentare Emilia-Romagna, Agci Emilia-Romagna, Confcooperative Emilia-Romagna; Università Cattolica del S.Cuore (PC): Istituto di Entomologia e Patologia vegetale, Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee, Istituto di Scienze degli alimenti e della nutrizione. ■

La diffusione delle diverse specie fungine e la sintesi di micotossine sono quindi fondamentalmente legate all'andamento climatico e agro-ambientale delle aree di coltivazione.

Conoscere le caratteristiche fisiologiche degli agenti patogeni e il loro modo di interagire con l'ospite permette di indirizzare, sulla base dell'andamento stagionale e delle situazioni agronomiche e grazie all'ausilio di specifici modelli previsionali, le procedure di controllo delle micotossine.

Se l'andamento stagionale rappresenta un elemento

**Tab. 1 - Principali funghi produttori di tossine e loro condizioni di sviluppo.**

SPECIE DI FUNGHI	CONDIZIONI DI CRESCITA DEI FUNGHI	CONDIZIONI DI SVILUPPO MICOTOSSINE	MICOTOSSINE PRODOTTE
<i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus parasiticus</i>	Temperature: 10 - 42 °C Temperatura ottimale: 32 °C Umidità granella: 15 - 30%	Temperature: 20 - 30 °C Temperatura ottimale: 28 °C $a_w^{(1)}$ minimo: 0,78	Aflatossine (AF) B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , G <sub>1</sub> , G <sub>2</sub>
<i>Aspergillus ochraceus</i>	Temperature: 10 - 35 °C Temperatura ottimale: 28 °C Umidità granella: 16 - 20%	Temperature: 10 - 35 °C Temperatura ottimale: 25 °C $a_w$ minimo: 0,80	Ocratossina A (OTA)
<i>Penicillium verrucosum</i>	Temperature: 2 - 36 °C Temperatura ottimale: 23 °C Umidità granella: 20 - 21%	Ancora poco conosciute	Ocratossina A (OTA)
<i>Fusarium culmorum</i> <i>Fusarium graminearum</i>	Temperature: 4 - 35 °C Temperatura ottimale: 25 °C Umidità granella: 20 - 21%	Temperature: 10 - 30 °C Temperatura ottimale: 20 °C F. <i>culmorum</i> 30 °C F. <i>Graminearum</i>	Deossinivalenolo (DON) Zearalenone (ZEA)
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	Ancora poco conosciute	Temperatura ottimale: 20 °C $a_w$ ottimale: 0,95 - 0,97	T-2, HT-2
<i>Fusarium verticillioides</i> (ex <i>F. moniliforme</i> )	Temperature: 4 - 36 °C Temperatura ottimale: 25 °C Umidità granella: 18 - 20%	Temperature: 15 - 30 °C Temperatura ottimale: 30 °C $a_w$ minimo: 0,91 - $a_w$ ottimale: 0,97	Fumonisine (FB)
<i>Fusarium proliferatum</i>	Temperature: 4 - 36 °C Temperatura ottimale: 25 °C Umidità granella: 18 - 20%	Temperature: 15 - 30 °C Temperatura ottimale: 15 °C $a_w$ minimo: 0,91 - $a_w$ ottimale: 0,97	Fumonisine (FB)

<sup>(1)</sup>  $a_w$  acqua libera nella granella



# Micotossine nel mais: la prevenzione in campo

**Tab. 2 - Limiti massimi delle micotossine da applicare nel mais.**

MICOTOSSINE	LIMITE MASSIMO	PRODOTTI	DESTINAZIONE
<b>Aflatossine</b> <i>Reg. Ce n. 165/2010</i>	B1: 5,0 µg/kg B1+B2+G1+G2: 10,0 µg/kg	Granturco da sottoporre a cernita o ad altro trattamento fisico prima del consumo umano	Consumo umano
<b>Deossinivalenolo</b> <i>Reg. Ce 1126/2007</i>	1.750 µg/kg 750 µg/kg	Granturco non trasformato Cereali e derivati destinati al consumo umano diretto	
<b>Fumonisine</b> <i>Reg. Ce 1126/2007</i>	B1+B2: 4000 µg/kg B1+B2: 1000 µg/kg	Granturco non trasformato Granturco destinato al consumo umano diretto	
<b>Ocratossina A</b> <i>Reg. Ce n. 1881/2006</i>	5,0 µg/kg 3,0 µg/kg	Cereali non trasformati Prodotti derivati dai cereali non trasformati	
<b>Zearalenone</b> <i>Reg. Ce 1126/2007</i>	350 µg/kg 75 µg/kg	Granturco non trasformato Cereali e derivati destinati al consumo umano diretto	
<b>Aflatossina B1</b> <i>D.Lgs. 149 10.05.2004</i>	0,02 mg/kg	Materie prime per mangimi	Consumo animale (mangime al 12 % di umidità)
<b>Ocratossina A</b> <i>Decreto 15/05/2006 Ministero della Salute</i>	0,25 mg/kg	Materie prime per mangimi Cereali e prodotti derivati	
<b>Deossinivalenolo</b> <i>Raccomandazione Ce del 17/08/2006</i>	8 mg/kg 12 mg/kg	Materie prime per mangimi - Cereali e prodotti a base di cereali Materie prime per mangimi - Sottoprodotti del granturco	
<b>Zearalenone</b> <i>Raccomandazione Ce 585 del 17/08/2006</i>	2 mg/kg 3 mg/kg	Materie prime per mangimi - Cereali e prodotti a base di cereali Materie prime per mangimi - Sottoprodotti del granturco	
<b>Fumonisine</b> <i>Raccomandazione Ce 585 del 17/08/2006</i>	B1+B2: 60 mg/kg	Materie prime per mangimi Granturco e prodotti derivati	

*Legenda - µg/kg = ppb (parti per miliardo); mg/kg = ppm (parti per milione)*

**Il ricorso alla semina su sodo, soprattutto quando la preceSSIONE è stata un cereale autunno-vernino, è una pratica sconsigliata.**

molto importante nel determinare l'andamento delle contaminazioni da micotossine nella fase di campo, ancor più importante, perché sotto il diretto controllo del produttore, sono le pratiche agronomiche. È ampiamente riconosciuto che la prevenzione risulta essere ancora la migliore strategia di

controllo delle micotossine, purché sia applicata su tutta la filiera, dal campo alla lavorazione del prodotto finito.

Il controllo dei fattori predisponenti la contaminazione nella fase di campo è ancor più importante se si considera che l'accumulo di questi metaboliti difficilmente si accresce nelle operazioni successive alla raccolta, qualora queste vengano effettuate in maniera corretta ed attenta. Ne consegue che la fase di coltivazione è la più critica per l'accumulo di micotossine nella granella.

Non va però dimenticato che il "patosistema" legato alla produzione delle micotossine è molto complesso e i fattori coinvolti sono numerosi, si intrecciano e si condizionano vicendevolmente rendendo l'efficacia dei singoli interventi agronomici spesso parziale. La rilevanza delle numerose pratiche nelle diverse condizioni colturali e ambientali non è infatti di facile definizione: la contaminazione finale da micotossine si deve essenzialmente alla complessa interazione tra ambiente, pratiche colturali e genotipo. Nonostante tale complessità, la definizione di percorsi produttivi capaci di fornire produzioni con ridotta probabilità di elevate contaminazioni, è apparsa fondamentale sin dall'emergere della problematica.



Fonte: Internet



Foto Selmi

È importante scegliere il giusto investimento facendo riferimento alle indicazioni delle aziende sementiere.

## STRATEGIE AGRONOMICHE CONSIGLIATE

### ROTAZIONI

L'avvicendamento colturale è una pratica consigliabile per controllare la diffusione dei funghi che si conservano nei residui colturali e, conseguentemente, per ridurre le sorgenti di inoculo, anche se questo effetto risulta limitato nei comprensori con elevata presenza di mais.

Si ricorda che il ricorso alla rotazione rappresenta una buona pratica agricola, raccomandata anche per la prevenzione e la difesa dalla *Diabrotica virgifera*.

### GESTIONE DEL TERRENO

Le sistemazioni del terreno prima della semina della coltura devono essere condotte in maniera tale da favorire la crescita delle piante ed evitare condizioni anche temporanee di stress. Situazioni che comportano una limitazione dello sviluppo ottimale della pianta sono infatti fortemente a rischio micotossine.

Va curato con attenzione lo sgrondo delle acque in eccesso, in particolare modo nei terreni meno permeabili dove il drenaggio può essere limitato. Anche la tessitura del terreno può influenzare indirettamente la contaminazione delle micotossine: nei ter-



## Micotossine nel mais: la prevenzione in campo



Foto Arch. Università Cattolica S. Cuore di Piacenza

Grave infezione di *Fusarium*, fungo produttore di fumonisine.

reni più sciolti, cioè con forte componente sabbiosa ed in assenza di irrigazione, la coltura può andare soggetta a rilevanti fenomeni di stress e presentare maggiori contaminazioni sia di aflatossine sia di fumonisine.

Il ricorso ad una lavorazione del terreno utile all'interramento dei residui colturali della precessione si rende particolarmente necessario quando la precessione è stata un cereale autunno-vernino. L'operazione andrà effettuata quanto prima e comunque entro il periodo autunnale.

### SEMINA

**Concia.** La concia del seme con agrofarmaci non è in grado di agire direttamente sui funghi tossigeni. Questi ultimi si conservano nei residui colturali e l'inoculo raggiunge la spiga trasportato dal vento e/o dalla pioggia. L'infezione della pianta causata da seme infetto, pur essendo possibile per i *Fusarium*, non è ritenuta rilevante nella pratica.

**Scelta varietale.** Un aspetto fondamentale è l'idoneità dell'ibrido alle condizioni pedoclimatiche e all'agrotecnica applicabile nella zona in cui dovrà essere coltivato. La scelta varietale, tenendo conto della necessità di contenere gli stress di natura biotica (competizione con le malerbe, presenza di fitofagi) e abiotica (carenze o eccessi nutrizionali e idri-

ci), deve essere finalizzata a ridurre la durata del periodo dalla maturazione lattezza alla raccolta, adottando ibridi di classe opportuna.

In terreni poco fertili e non irrigui sono consigliabili ibridi a ciclo precoce e medio-precoce, mentre in terreni fertili e irrigui sono proponibili anche ibridi medio-tardivi.

**Epoca di semina.** È opportuno effettuare la semina in maniera tempestiva e nel momento in cui si presentano buone condizioni agronomiche e climatiche (temperatura del terreno di almeno 10°C da alcuni giorni a 5 cm di profondità). Per identificare meglio il momento ottimale per la semina, in relazione all'andamento meteorologico, si consiglia di fare riferimento ai bollettini tecnici dei Comitati provinciali di coordinamento dei Servizi di sviluppo agricolo.

Si ricorda infine che le semine tardive (indicativamente da fine aprile) sono più a rischio per contaminazioni da fusariotossine, in particolare modo per gli ibridi a ciclo tardivo (Classe FAO 600 - 700).

**Densità di semina.** Densità elevate in ambienti fertili e in prima epoca di semina possono aumentare il rischio di stress idrico delle piante e comportare condizioni micro-climatiche più favorevoli allo sviluppo dei funghi tossigeni. Per scegliere il giusto investimento bisogna fare riferimento alle indica-



Foto ohio agricultural research and development center

zioni delle ditte sementiere.

In caso di terreno a bassa fertilità e di impossibilità ad irrigare la coltura occorre ridurre la densità ottimale di 1 – 1.5 piante/m<sup>2</sup> per non indurre condizioni di stress idrico, particolarmente favorevole alla contaminazione da aflatoossine.

Sperimentazioni condotte in diversi comprensori maidicoli del nord Italia hanno evidenziato che densità di semina superiori a 8,5 piante/m<sup>2</sup> possono aumentare sensibilmente le contaminazioni delle principali *fusarium*-tossine.

### FERTILIZZAZIONE

Una corretta gestione della fertilizzazione è importante per evitare stress nutrizionali a carico delle piante (carenze ed eccessi) che possono favorire il rischio micotossine.

Un buon compromesso per individuare la dose di concime da somministrare, è fornito dal metodo del bilancio previsto dai disciplinari di produzione integrata della Regione Emilia-Romagna. Dal sito [www.ermesagricoltura.it](http://www.ermesagricoltura.it) si può scaricare gratuitamente il programma di calcolo del bilancio.

Per il mais, l'elemento al quale porre maggiore attenzione è l'azoto (N): piante con evidenti sintomi di carenza azotata (limitato sviluppo vegetativo) sono

*A fianco: prevalente infezione da Aspergillus, fungo produttore di aflatoossine.*

*Le larve di piralide contribuiscono alla disseminazione dei funghi micotossigeni e, scavando gallerie, ne favoriscono la penetrazione nelle cariossidi.*



Foto Arch. Università Cattolica S. Cuore di Piacenza



## Micotossine nel mais: la prevenzione in campo



Foto Selmi

Mais in fioritura.

maggiormente predisposte alla contaminazione da aflatossine. Bisogna poi evitare gli eccessi di azoto perché possono incrementare sensibilmente la contaminazione da fumonisine, probabilmente a seguito dello sviluppo di condizioni micro-climatiche più favorevoli alla diffusione dei funghi (come una minore circolazione dell'aria con piante eccessivamente vigorose ed il mantenimento di elevati livelli di umidità).

Per l'azoto sono opportuni interventi frazionati quando la dose da applicare in copertura supera i 100 kg/ha. È buona norma associare le concimazioni di copertura con gli interventi di sarchiatura, per interrare tempestivamente i fertilizzanti.

Al mais, come a molte colture da rinnovo, si attribuiscono ottime capacità di utilizzare ammendanti organici e liquami in particolare. Anche la concimazione organica va adeguatamente impostata, per non eccedere nella quantità di unità fertilizzanti.

Infine, per quanto riguarda il potassio (K), le indicazioni sperimentali attualmente a disposizione rilevano che l'apporto di questo elemento nei terreni ben dotati, come è la maggiore parte dei terreni nei quali si coltiva il mais in Emilia-Romagna, non comporta significative riduzioni del livello di contaminazione delle principali micotossine.

### IRRIGAZIONE

L'irrigazione è uno degli strumenti agronomici più importanti per il controllo delle micotossine più frequenti nel mais.

Condizione ad alto rischio di infezioni in campo da *A. flavus*, agente delle aflatossine, è la presenza di stress idrico successivo alla maturazione cerosa della granella. Pertanto gli interventi irrigui vanno effettuati in maniera corretta non solo nel periodo immediatamente antecedente la fioritura maschile, ma anche successivamente, qualora le condizioni di umidità del terreno siano insufficienti ad assecondare la richiesta idrica della pianta.

È necessario porre la massima attenzione nella gestione della irrigazione, perché apporti irrigui eccessivi e prolungati oltre la fase di maturazione latte della granella favoriscono l'accumulo di fumonisine, senza peraltro determinare significativi incrementi di resa. Per questo motivo si raccomanda di adottare il bilancio idrico della coltura riportato nel sito [www.consorziocer.it](http://www.consorziocer.it) nel link "Irrinet".

Negli ambienti dove l'acqua può essere un fattore limitante è necessario optare per semine anticipate e ibridi che meglio si adattano agli stress idrici.

### GESTIONE DELLE INFESTANTI

Lo sviluppo di erbe infestanti può divenire un elemento di forte stress per la pianta, quindi va considerato come fattore che predispone all'infezione fungina. Per il diserbo chimico si raccomanda di fare riferimento alle norme e ai principi attivi consentiti dal disciplinare di produzione integrata della Regione Emilia-Romagna ([www.ermesagricoltura.it](http://www.ermesagricoltura.it)). Inoltre si consigliano, durante la fase di levata della coltura, interventi di sarchiatura (in abbinamento alla somministrazione di azoto).

**DIFESA**

È ormai assodata una correlazione significativa tra il numero di larve di piralide (*Ostrinia nubilalis*) presenti nella spiga a maturazione cerosa e la contaminazione da fumonisine alla raccolta. Ne consegue che, nelle aree maidicole con forte presenza di piralide, la lotta contro questo fitofago diventa fondamentale soprattutto in un'ottica di prevenzione della contaminazione da fumonisine e, in misura minore, da aflatossine. Infatti, la fusariosi della spiga è associata al danno delle cariossidi, dovuto agli insetti che danneggiano il pericarpo e favoriscono la crescita e la penetrazione del fungo.

La difesa deve essere realizzata secondo le strategie riportate nel disciplinare di produzione integrata della Regione, esclusivamente nelle situazioni con forte pressione del fitofago. I trattamenti vanno orientativamente posizionati sulla seconda generazione del fitofago, facendo riferimento ai Bollettini provinciali per la corretta epoca di intervento e prestando particolare attenzione a possibili fenomeni di acaro-insorgenza provocati dall'impiego di piretroidi. I trattamenti devono essere effettuati utilizzando le apposite macchine irroratrici.

**RACCOLTA**

La raccolta è una delle fasi in cui è possibile intervenire maggiormente per il controllo delle micotossine. La formazione di questi metaboliti avviene a partire dalla fase di maturazione cerosa della granella e la produzione di aflatossine è favorita in campo da temperature elevate (massima giornaliera superiore a 30°C) nel periodo compreso tra "maturazione fisiologica della granella" e "raccolta".

Una sensibile riduzione del rischio di aflatossina può essere perseguita raccogliendo la granella con umidità non inferiore al 22%. Valori di umidità al di sotto del 20% sono considerati ad elevato rischio, in quanto possono favorire l'accumulo delle aflatossine, soprattutto in annate con andamento stagionale caldo e asciutto.

*Effettuare una raccolta anticipata consente anche di ridurre la contaminazione dalle fumonisine.* Perciò è preferibile effettuare trebbiature tempestive, anche se con qualche punto di umidità in più, in modo da ridurre il tempo a disposizione dei funghi tossigeni per svilupparsi e accumulare tossine nella granella.

Un'azione non energetica di trebbiatura, seguita da



Foto Arch.Crpv

*Una raccolta anticipata della granella consente di ridurre il rischio di contaminazione da micotossine.*



## Micotossine nel mais: la prevenzione in campo

*Il completamento dell'essiccazione deve avvenire nel più breve tempo possibile, al massimo entro 48 ore dal ricevimento della granella.*



Foto Selmi

un'accurata pulitura e ventilazione della granella, possono concorrere a ridurre significativamente la presenza di cariossidi ammuffite, spezzate o fessurate.

La trebbiatura ottimale si realizza con le mietitrebbiatrici a flusso assiale, che riducono notevolmente le lesioni alle cariossidi; operando con macchine di tipo tradizionale si possono ugualmente ottenere buoni risultati a condizione che la macchina sia ben regolata, che l'umidità della granella sia sufficientemente elevata e che si mantenga una bassa velocità sia del battitore sia dell'avanzamento.

*Trinciatura del mais.*

In caso di cattiva trebbiatura (velocità troppo ele-

vate su prodotto secco, con lesioni alla granella) si verificano perdite sia in campo, sia al momento della pulitura delle cariossidi, con relativo danno economico per il produttore.

È opportuno che i tempi di raccolta e di trasporto siano concordati tra produttore, trebbiatore, centro di stoccaggio/essiccatoio, in modo tale che il completamento dell'essiccazione avvenga nel più breve tempo possibile, *massimo 48 ore dal ricevimento della granella*. Gli stocicatori che dispongono di impianti di raffreddamento del mais verde possono aumentare i tempi di stoccaggio di pre-essiccazione fino a 72 ore. Inoltre si raccomanda di eseguire la pulizia dei mezzi di trasporto, per eliminare eventuale materiale contaminato.



Fonte Internet: Panoramio

### TRINCIATO INTEGRALE (SILOMAIS) E PASTONE

Per la produzione di trinciato integrale, la trinciatura tempestiva intorno al 35% di sostanza secca dell'intera massa da insilare è un requisito per condizioni di basso rischio di contaminazione da micotossine.

Nella fase di formazione dell'insilato, un basso rischio da aflatossine viene perseguito con tutte quelle pratiche che consentono di compattare e chiudere efficacemente l'insilato per indurre velocemente e compiutamente la fermentazione lattica.

Per il pastone da granella, le indicazioni appena fornite sono ancora più importanti. In particolare la raccolta dev'essere effettuata ponendo particolare attenzione al rispetto dell'umidità del materiale da insilare (65-70% di sostanza secca). ■