

 <b>CRPV</b> <small>soc. coop.</small> CENTRO RICERCHE PRODUZIONI VEGETALI	<b>DOCUMENTO</b>	<b>Cod. DOCU</b>
Sistema Assicurazione Qualità	Versione 1.0	Edizione del: 18.08.2002

Revisione Marzo 2013

## Linee guida per la riduzione del rischio di contaminazione da micotossine nel mais

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 ammessi o raccomandati rispettivamente per il mais alimentare e per quello ad uso zootecnico (**Tab. 1**).

Il rischio di contaminazione dipende prevalentemente dall'andamento meteo-climatico che, se particolarmente sfavorevole per temperature e precipitazioni, porta le piante in condizioni di stress rendendole più suscettibili alle infezioni fungine. Altro elemento importante è rappresentato dalla disponibilità di acqua durante il periodo estivo che deve essere sufficiente alle esigenze della coltura. Poiché l'irrigazione, come ogni operazione colturale, non deve penalizzare la redditività della coltura, dovranno essere scelti gli ambienti pedoclimatici più vocati attraverso una analisi storica degli andamenti pluviometrici e l'individuazione dei terreni che si mantengono più freschi a lungo e necessitano di un minor numero di interventi irrigui.

### *Le principali micotossine*

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 meteo-climatico piovoso con temperature relativamente fresche nel periodo fioritura – raccolta del mais, mentre gli Aspergilli sono tipici di stagioni con elevate temperature associate a condizioni di stress idrico della pianta. E' opportuno ricordare che le condizioni ottimali di crescita fungina non coincidono con quelle per la produzione di tossine la quale è una risposta del fungo a condizioni di stress (**Tab. 2**).

 <b>CRPV</b> soc. coop. CENTRO RICERCHE PRODUZIONI VEGETALI	<b>DOCUMENTO</b>	<b>Cod. DOCU</b>
Sistema Assicurazione Qualità	Versione 1.0	Edizione del: 18.08.2002

## STRATEGIE AGRONOMICHE A BASSO RISCHIO MICOTOSSINE

Nessuna delle pratiche colturali riportate di seguito è in grado da sola di assicurare una riduzione importante delle principali micotossine, mentre si ottengono risultati apprezzabili soltanto applicando le diverse tecniche in modo combinato e corretto.

Nelle **figure 1 e 2** viene riportato un quadro riassuntivo delle varie fasi della tecnica colturale, seguita comunemente per il mais, con la relativa importanza per quanto riguarda il rischio di contaminazione da fumonisine e aflatossine; il numero tra parentesi rimanda ai rispettivi paragrafi con la descrizione completa della fase.

Fig. 1 - Quadro complessivo del ruolo esercitato dalle diverse tecniche colturali sulla contaminazione della granella di mais da **fumonisine**

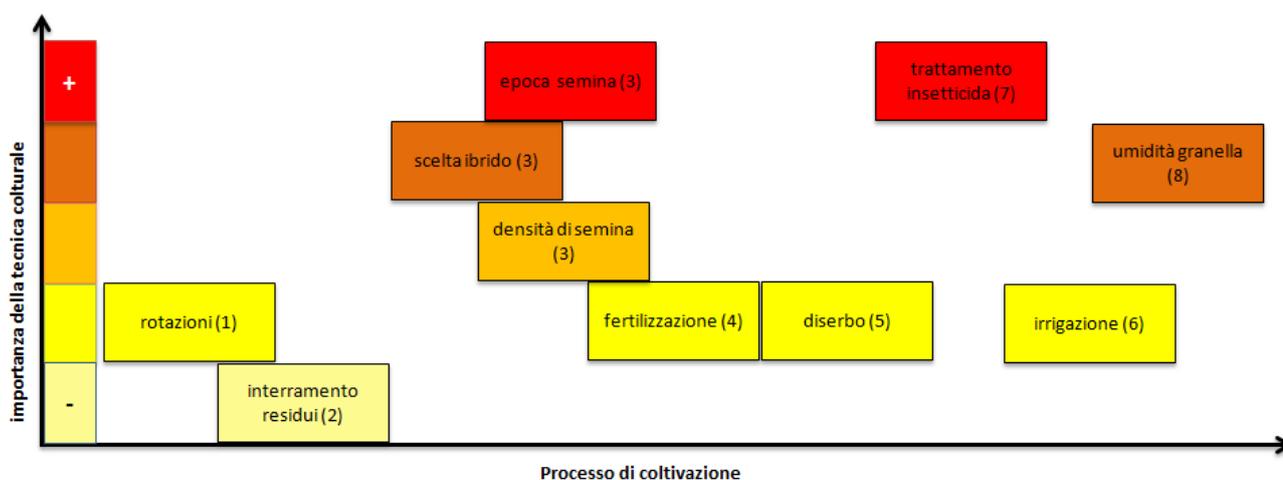
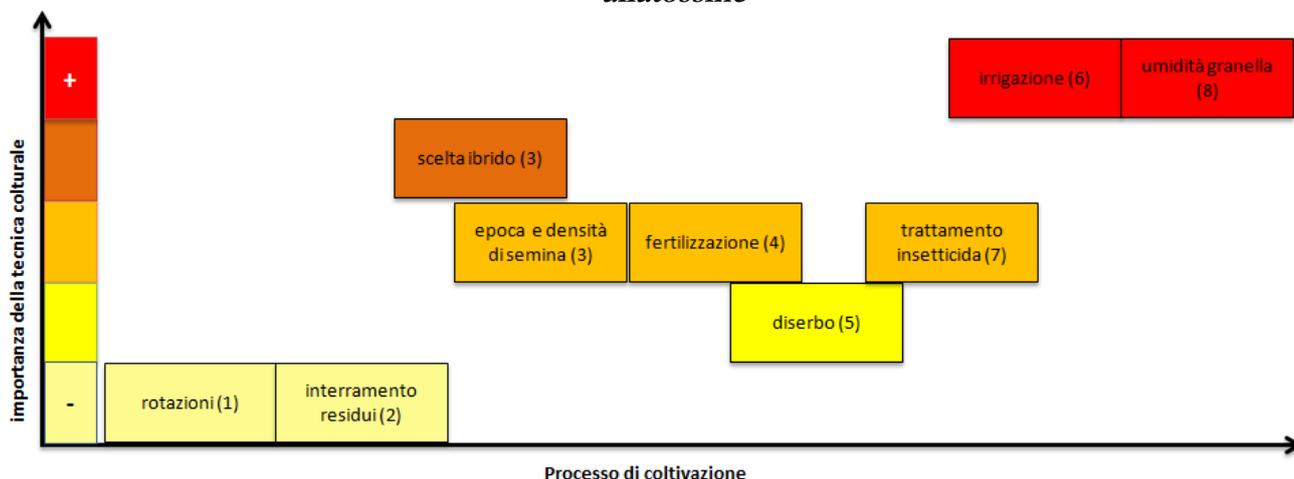


Fig. 2 - Quadro complessivo del ruolo esercitato dalle diverse tecniche colturali sulla contaminazione della granella di mais da **aflatossine**



### 1) 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.

	<b>DOCUMENTO</b>	<b>Cod. DOCU</b>
Sistema Assicurazione Qualità	Versione 1.0	Edizione del: 18.08.2002

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

## 2) 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. Si consiglia di curare 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 terreni più sciolti, cioè con forte componente sabbiosa, la coltura può andare soggetta a rilevanti fenomeni di stress e presentare maggiori contaminazioni, soprattutto di aflatossine. Il ricorso ad una lavorazione del terreno utile all'interramento dei residui colturali della precessione si rende particolarmente utile quando sono presenti residui di specie soggette a infezioni (cereali autunno-vernini, mais). Tale operazione andrà effettuata entro il periodo autunnale.

## 3) Semina

### *Concia*

La concia del seme con agrofarmaci non è in grado di agire direttamente sui funghi tossigeni, infatti questi 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 per la contaminazione della spiga.

### *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 deve mettere la coltura in condizioni tali da poter essere gestita minimizzando gli stress di natura biotica (competizione con le malerbe, presenza di fitofagi) e abiotica (carenze o eccessi nutrizionali e idrici), durante la coltivazione e nella fase di maturazione/raccolta. Nella pratica, 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*

E' 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 dalla seconda metà di aprile) sono più a rischio per contaminazioni da micotossine.

### *Densità*

E' importante scegliere il giusto investimento perché 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

 <b>CRPV</b> soc. coop. CENTRO RICERCHE PRODUZIONI VEGETALI	<b>DOCUMENTO</b>	<b>Cod. DOCU</b>
Sistema Assicurazione Qualità	Versione 1.0	Edizione del: 18.08.2002

favorevoli allo sviluppo dei funghi tossigeni. Per scegliere il giusto investimento è importante fare riferimento alle indicazioni delle aziende sementiere.

In caso di terreno a bassa fertilità e con scarsa disponibilità irrigua occorre ridurre la densità ottimale di 1 – 1,5 piante/m<sup>2</sup> al fine di 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.

#### 4) Fertilizzazione

Una corretta gestione della tecnica di fertilizzazione è importante per evitare stress nutrizionali a carico delle piante (carenze ed eccessi) che possono favorire il rischio micotossine. In tale ottica un buon compromesso, al fine di individuare la dose di concime da somministrare, è fornito dal Metodo del Bilancio previsto dai Disciplinari di Produzione Integrata della Regione Emilia-Romagna (DPI-RER). Tale metodo è un utile supporto decisionale per l'individuazione delle quantità di unità fertilizzanti necessarie alla coltura; il piano di concimazione viene calcolato sulla base dei fabbisogni nutrizionali, della dotazione del terreno, valutata attraverso l'analisi fisico-chimica e di altri importanti parametri agronomici e climatici (es. precessione, resa presumibile in granello, entità delle precipitazioni). Dal sito [www.ermesagricoltura.it](http://www.ermesagricoltura.it) (Disciplinari di produzione integrata\Norme generali) è possibile scaricare gratuitamente il programma di calcolo del Bilancio. In alternativa, è possibile utilizzare un metodo semplificato basato su una scheda "Dose standard" (Disciplinari di produzione integrata\Norme tecniche di coltura).

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 maggiormente predisposte alla contaminazione da aflatoossine e fumonisine. E' opportuno poi evitare gli eccessi di azoto perché possono incrementare sensibilmente la contaminazione da fumonisine, zearalenone e Don; ciò probabilmente a seguito dello sviluppo di condizioni micro-climatiche più favorevoli alla diffusione dei funghi, quali una minore circolazione dell'aria con piante eccessivamente vigorose e il mantenimento di elevati livelli di umidità durante la fase di maturazione.

Per l'azoto sono opportuni interventi frazionati quando la dose da applicare in copertura supera i 100 kg/ha di N. E' buona norma associare le concimazioni di copertura con gli interventi di sarchiatura per provvedere tempestivamente all'interramento dei 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 deve essere adeguatamente impostata, al fine di non eccedere nella quantità di unità fertilizzanti.

Infine, per quanto concerne il potassio (K), le indicazioni sperimentali attualmente a disposizione rilevano che l'apporto di tale elemento nei terreni ben dotati, come 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.

#### 5) Gestione infestanti

Lo sviluppo di erbe infestanti può divenire un elemento di forte stress per la pianta, quindi deve essere considerato come fattore predisponente l'infezione fungina. Per il diserbo chimico si raccomanda di fare riferimento alle norme e ai principi attivi consentiti dal DPI-RER ([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 N).

 <b>CRPV</b> soc. coop. CENTRO RICERCHE PRODUZIONI VEGETALI	<b>DOCUMENTO</b>	<b>Cod. DOCU</b>
Sistema Assicurazione Qualità	Versione 1.0	Edizione del: 18.08.2002

## 6) Irrigazione

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

Condizione ad alto rischio di infezioni in campo da *A. flavus*, fungo produttore delle aflatossine, è la presenza di stress idrico, 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. E' necessario porre la massima attenzione nella gestione dell'irrigazione in quanto 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 tale motivo si raccomanda di adottare il Bilancio idrico della coltura riportato nel sito [www.consorziocer.it](http://www.consorziocer.it), servizio "Irrinet".

Il servizio, completamente gratuito, si avvale dei dati del Servizio Meteorologico Regionale di ARPA-SIMC, per quanto riguarda i valori giornalieri delle piogge e dell'evapotraspirazione, stima gli apporti della falda ipodermica dalle stazioni della rete di rilevamento regionale e le costanti idrologiche sono ricavate con apposite pedofunzioni derivate dai parametri di tessitura del terreno o, in mancanza di dati diretti, sfrutta il data-base della carta dei suoli del Servizio Cartografico Regionale. Il servizio fornisce in tempo reale il consiglio irriguo, in funzione del metodo irriguo adottato, fornendo all'utente le informazioni relative al momento d'intervento e ai volumi irrigui da distribuire: il bilancio idrico diventa così lo strumento migliore per garantire un corretto inizio della campagna irrigua ed una corretta gestione delle irrigazioni, specie in caso di inverni siccitosi, in cui la dotazione idrica dei terreni e gli apporti di falda ipodermica al momento delle semine risulti insufficiente.

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

## 7) Difesa

E' 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, in particolare quello 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 DPI-RER, 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.

## 8) Raccolta

### *Granella*

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 per le fumonisine, mentre per le aflatossine si concentra nel periodo successivo alla maturazione fisiologica. La

	<b>DOCUMENTO</b>	<b>Cod. DOCU</b>
Sistema Assicurazione Qualità	Versione 1.0	Edizione del: 18.08.2002

produzione di aflatossine è favorita in campo da temperature elevate (massima giornaliera superiore a 30°C) e da forti escursioni termiche nel periodo compreso tra maturazione fisiologica della granella e raccolta.

Una sensibile riduzione del rischio aflatossine 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 da fumonisine. Ne consegue che 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 energica di trebbiatura seguita da 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. In caso di cattiva trebbiatura (velocità troppo elevate 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.

E' opportuno che i tempi di raccolta e di trasporto siano concordati tra produttore, trebbiatore, centro di stoccaggio/essiccatoio, in modo da regolare l'afflusso di prodotto nei centri di stoccaggio affinché il completamento dell'essiccazione avvenga nel più breve tempo possibile (vedi fase Post-raccolta – controlli all'accettazione).

Inoltre, si raccomanda di eseguire la pulizia dei mezzi di trasporto al fine di eliminare eventuale materiale contaminato.

#### *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 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).