



# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS E DI FRUMENTO - *INDICAZIONI TECNICHE* -



## LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS E DI FRUMENTO

A cura di:

Amedeo Reyneri e Giampaolo Bruno

Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA)  
Università di Torino



Maria Grazia D'Egidio, Carlotta Balconi

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria. Unità di ricerca per la valorizzazione qualitativa dei cereali – Roma; Unità di ricerca per la maiscoltura - Bergamo

Con la collaborazione di:

Massimo Blandino, Federico Marinaccio, Valentina Scarpino, Giulio Testa, Francesca Vanara, DISAFA – Università di Torino  
Sabrina Locatelli, Unità di ricerca per la maiscoltura – CREA Bergamo

Per l'Applicazione "Valutazione rischio micotox"

Alessandro Sopegno, Patrizia Busato, Remigio Berruto  
Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari – Università di Torino

Le indicazioni di seguito riportate derivano da informazioni raccolte nell'ambito dei Progetti MICOMAI, MICOPRINCEM, MONIMAI finanziati dal Ministero delle politiche agricole, forestali ed alimentari nell'ambito del **Piano cerealicolo nazionale**, del Progetto Interregionale (Coord. Regione Lombardia) MICOCER e dalla consultazione di fonti Bibliografiche citate al termine delle Linee guida.

Citazione raccomandata:

Reyneri A., Bruno G., D'Egidio M.G., Balconi C. (a cura di), 2015. Linee guida per il controllo delle micotossine nella granella di mais e frumento.

Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali – Dip.to delle politiche competitive, della qualità agroalimentare, ippiche e della pesca - Piano cerealicolo nazionale, 2010

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS E DI FRUMENTO

## Indice

<b>Introduzione</b>	4	<b>Guida all'uso dell'applicazione "Valutazione rischio micotox"</b>	41
<b>MAIS</b>	8	<b>Allegati</b>	
<b>Linee guida per il controllo delle micotossine nella granella di mais</b>	9	Funghi tossigeni e condizioni ambientali di sviluppo	42
Controllo durante la coltivazione e la raccolta:		Stadi colturali di maggiore sensibilità al processo infettivo e condizioni meteorologiche avverse	43
- Aflatossine	10	Livello massimo di micotossine per il mais e il frumento in UE	44
- Fumonisine	13	<b>Bibliografia</b>	45
- Deossinivalenolo e Zearalenone	16		
Controllo durante la conservazione:			
- Aflatossine	19		
- <i>Fusarium</i> -tossine (FUM, DON, ZEA)	23		
<b>Percorsi produttivi ottimali per il contenimento delle micotossine del mais</b>			
- Aflatossine	27		
- <i>Fusarium</i> -tossine (FUM, DON, ZEA)	28		
<b>Definizione del livello di rischio per il mais</b>			
- Aflatossine	29		
- Fumonisine	30		
- Deossinivalenolo e Zearalenone	31		
<b>FRUMENTO</b>	32		
<b>Linee guida per il controllo delle micotossine nella granella di frumento</b>			
Controllo durante la coltivazione e la raccolta di Deossinivalenolo, T2 e HT2	33		
Controllo durante la conservazione di Deossinivalenolo, T2 e HT2.	36		
<b>Percorsi produttivi ottimali per il contenimento delle micotossine del frumento: Deossinivalenolo, T2 e HT2</b>	39		
<b>Definizione del livello di rischio per il frumento: Deossinivalenolo, T2 e HT2.</b>	40		

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS E DI FRUMENTO

## Introduzione

### Scopi e funzioni delle Linee Guida

Le Linee Guida riassumono, con finalità operative, i punti critici e gli interventi volti a ridurre la probabilità di incorrere in elevate contaminazioni da micotossine nella granella di mais e di frumento. A tale fine sono evidenziati le condizioni e gli interventi che maggiormente permettono di contenere tali contaminanti in modo indiretto (gestione delle micotossine - *mycotoxin management*) e diretto (controllo della micotossine - *mycotoxin control*). Le micotossine sono contaminanti naturali prodotte da funghi diffusi nell'ambiente (**Allegato 1**); la presenza di tali tossine, quindi non è completamente attribuibile all'azione dell'uomo e non è mai del tutto eliminabile e controllabile. Pertanto l'approccio al loro controllo è di tipo sistemico e prevede l'adozione di più misure in tutte le fasi del sistema che interagiscono con l'infezione e con l'accumulo delle tossine nella granella dal campo al post-raccolta, fino alla trasformazione in prodotti finiti.

L'origine naturale della contaminazione, la molteplicità delle fonti di inoculo potenziale e l'assenza di singoli strumenti di controllo ad alta efficacia, oltre che la forte dipendenza dalle condizioni meteo-climatiche a scala ambientale e micro-ambientale, implicano che le misure per il loro controllo debbono seguire il principio *ALARA (As low as reasonably achievable)* per le tossine ad azione cancerogena e genotossica. Esso sottolinea la necessità di adottare una serie di misure in grado ridurre le contaminazioni in modo "tanto contenuto quanto è ragionevolmente ottenibile"; ovvero un controllo compatibile con le circostanze ambientali e tecniche, e sostenibile in termini operativi ed economici.

Il raggiungimento di un buon controllo delle micotossine comporta prioritariamente un'analisi del rischio con l'individuazione dei punti più critici del sistema. In linea generale i risultati sono proporzionali alla capacità di controllo del sistema dal campo al termine dello stoccaggio.

Alcune misure, anche quelle di efficacia elevata, acquistano un rilievo molto maggiore se inserite in un complesso organico di azioni preventive e per il controllo diretto, ovvero in percorsi produttivi che includano la lotta integrata (percorsi produttivi).

Le Linee Guida si concentrano sulle micotossine attualmente normate a livello comunitario (UE) o internazionale.

### Applicazione delle Linee Guida

Le Linee Guida – Indicazioni tecniche - sono state impostate per permettere ai responsabili dell'attuazione delle politiche agricole e agli operatori delle filiere di disporre di uno strumento utile per molteplici finalità quali:

- Predisporre le buone pratiche agricole (GAP) e di manipolazione (GMP) (secondo le indicazioni della Raccomandazione 2006/583/CE) tenendo presente le specifiche esigenze e realtà locali;
- impostare i disciplinari di produzione dei contratti integrati di filiera;
- fornire le indicazioni tecniche per la predisposizione dei protocolli di intesa riguardanti le OP e i disciplinari HACCP;
- guidare eventuali misure/azioni di orientamento nei PSR.

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS E DI FRUMENTO

## Introduzione

### Accortezze nell'impiego delle Linee Guida

Si sottolinea agli utilizzatori di non attribuire alle Linee Guida un significato applicativo diverso da quello prima ricordato e che ne ha guidato l'impostazione e la stesura. In particolare le LG possono essere considerate delle Indicazioni tecniche ai fini del loro impiego.

Le presenti Linee guida non sono delle prescrizioni da applicare ai processi di filiera interessati e non sono dei disciplinari di produzione. Infatti nella fase di campo non tutte le misure possono essere applicate in ogni condizione operative; così pure nel post raccolta non tutti le strutture di stoccaggio presentano allo stato attuale impianti adeguati a mettere in atto le indicazioni riportate e quindi vanno adattate di volta in volta alle differenti realtà locali.

Si ritiene importante ribadire che i Disciplinari di produzione e Protocolli di intesa sono infatti il risultato di un accordo tra le parti volto ad applicare le misure possibili e/o necessarie allo scopo condiviso.

### Organizzazione delle Linee Guida

Per facilitare l'attuazione di misure puntuali o di interventi sistemici, le Linee Guida sono organizzate in 4 parti distinte per il mais e quindi per il frumento (tenero e duro):

- Linee guida per il controllo delle micotossine: elencano e descrivono le misure per la gestione e il controllo delle micotossine, evidenziando la motivazione del rischio e le condizioni di criticità, l'efficacia e, infine, le strategie e le azioni di controllo;
- Percorsi produttivi ottimali per il contenimento delle micotossine: esaminano cronologicamente i percorsi produttivi durante il ciclo colturale, le strategie e le azioni di controllo, evidenziando le interazioni tra le diverse misure e la sequenza delle pratiche da porre in atto;
- Definizione del livello di rischio: riguarda la definizione del livello di rischio probabile a seguito di definite condizioni agronomiche;
- Guida all'uso dell'applicativo "Valutazione rischio micotox": è la guida all'utilizzo di un applicativo per computer, tablet e smartphone appositamente messo a punto per prevedere il rischio di contaminazione da micotossine su mais e frumento.

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS E DI FRUMENTO

## Introduzione

### Linee guida per il controllo delle micotossine

Le condizioni agro-ecologico in campo e quindi quelle che si determinano durante la raccolta e lo stoccaggio comportano un effetto diretto o indiretto sullo sviluppo delle muffe tossigene e sulla produzione delle diverse micotossine. Pertanto, le misure elencate nelle Linee Guida presentano un'efficacia attesa diversa e, pertanto, vengono proposte secondo la seguente scala di efficacia nel controllo della contaminazione:

Efficacia della misura nel controllo e nella gestione della contaminazione	Descrizione
molto elevata	Misura della massima importanza per la sistemicità degli effetti e la notevole efficacia nel ridurre la contaminazione, mantiene un'accettabile efficacia anche se non è accompagnata da altre Misure
elevata	Misura frequentemente efficace e in grado di ridurre in modo rilevante la contaminazione
significativa	Misura sovente efficace quando è accompagnata da altre misure di efficacia elevata
bassa	Misura talvolta influente o di effetto ridotto sulla contaminazione

### Percorsi produttivi ottimali per il contenimento delle micotossine

Durante la fase di coltivazione in campo vanno messe in atto una sequenza di pratiche colturali atte a ridurre la probabilità di elevate contaminazioni. In questa parte i percorsi produttivi sono presentati in modo organico.

Si rileva che durante la coltivazione le misure da seguire non comportano quasi mai un vincolo alla piena esplicazione della produttività della coltura; piuttosto è vero il contrario, cioè che le pratiche o le condizioni quanto più favoriscono la produzione del cereale tanto più esercitano un'azione che riduce la probabilità di incorrere in maggiori contaminazioni.

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS E DI FRUMENTO

## Introduzione

### Definizione del livello di rischio

L'esame dei più rappresentativi percorsi produttivi, che combinano una sequenza di pratiche colturali e/o di misure di controllo conduce ad una diversa esposizione al rischio, ovvero di una diversa probabilità di frequenza o gravità della contaminazione. I differenti percorsi produttivi comportano come conseguenza un diverso rischio sintetizzato nel seguente schema a 8 livelli crescenti, individuati per le singole colture e per ciascuna delle micotossine considerate.

Livello di rischio	Descrizione	
	Probabile contaminazione <sup>(1)</sup>	Condizioni ambientali avverse <sup>(2)</sup>
1	trascurabile	Solo in casi di eventi eccezionali e violenti concentrati in alcune fasi critiche
2	molto bassa	Solo annate con decorso eccezionale
3	bassa	Annate con decorso avverso, limitato ad alcune fasi critiche
4	media	Annate con decorso avverso
5	Elevata	Nella maggior parte delle annate
6	molto elevata	Nella maggior parte delle annate
7	grave	In tutte le annate fino ad ora sperimentate
8	molto grave	In tutte le annate fino ad ora sperimentate

<sup>(1)</sup> Si intende l'indicativo livello di probabilità che la granella ottenuta dal percorso colturale possa presentare contaminazioni tali da limitarne l'impiego per alcune destinazioni d'uso nel settore alimentare o in specifici ambiti zootecnici.

<sup>(2)</sup> Nell'**Allegato 1** e nell'**Allegato 2** sono precisate le condizioni considerate avverse, ovvero favorevoli al processo infettivo.

### Allegati

Al fine di non appesantire eccessivamente il testo e le tabelle alcune informazioni di base sono state riportate in Allegato. In particolare:

- **Allegato 1:** contiene le informazioni sui funghi produttori e le condizioni di crescita e sviluppo favorevoli all'accumulo delle diverse tossine;
- **Allegato 2:** descrive le fase colturali di maggiore suscettibilità al processo infettivo dei funghi tossigeni;
- **Allegato 3:** riporta i Livelli massimi di micotossine per il mais e il frumento in UE e le normative di riferimento;

# MAIS





# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS

## Coltivazione e raccolta

### AFLATOSSINE (AFLA)

Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Gestione della coltura	Gli stress di natura biotica (competizione con le malerbe, presenza di fitofagi) e abiotica (in particolare gli stress idrici in fioritura e/o nella seconda parte della maturazione) aumentano in modo molto rilevante le probabilità di incorrere in un'elevata contaminazione. Posizionare la maturazione in modo che la seconda parte della maturazione non coincida con le temperature più elevate.	<b>molto elevata</b>	Contenere gli stress alla pianta, in particolare quello idrico, con una gestione agronomica accurata. Scegliere i cicli dell'ibrido in relazione ai probabili stress.
Sistemazione del terreno	Gli stress idrico e nutrizionale sono le condizioni che maggiormente predispongono la coltura all'infezione da aspergilli. Una coltura con apparato radicale poco sviluppato è più soggetta agli stress.	<b>significativa</b>	Curare le sistemazione per evitare ristagni idrici e/o il compattamento del terreno (non solo nelle capezzagne). Ricorrere alle lavorazioni superficiali solo nei terreni meno soggetti a compattamento.
Concia della semente	La concia fungicida e insetticida non influenza in modo apprezzabile la contaminazione.	<b>bassa</b>	-
Difesa insetticida della plantula	Gli attacchi di elateridi (ferretti) non sono correlati con lo sviluppo di muffe. Forti attacchi di larve di diabrotica alla radice accrescono gli stress (in particolare quello idrico) e lo sviluppo delle muffe.	<b>bassa</b>	Impiegare i geodisinfestanti, alla semina alle dosi adeguate per il controllo della diabrotica in caso di probabili attacchi (monosuccessione e catture elevate nell'anno precedente) e rispettando le indicazioni del PAN.
Gestione dei residui colturali e lavorazione del terreno	I residui colturali contengono spore vitali e fungono da substrato per la contaminazione, l'infezione e per la seguente produzione di tossine del raccolto successivo. Sono predisponenti per la maggiore presenza di inoculo: la monosuccessione di mais granella, la semina diretta e la minima lavorazione in presenza di abbondanti residui.	<b>significativa</b>	Asportare i residui o interrare gli stessi. Evitare di compattare il terreno per l'effetto negativo sullo sviluppo radicale e quindi sulla sensibilità allo stress idrico e nutrizionale.
Avvicendamento	L'avvicendamento con altre colture che rilasciano pochi residui e il loro completo interrimento consentono un miglior controllo sullo sviluppo di funghi e dunque della produzione di tossine. L'avvicendamento colturale non consente alle larve di diabrotica di trovare radici di mais per alimentarsi e abbate per un alcuni anni la popolazione larvale.	<b>significativa</b>	Attuare l'avvicendamento con colture che rilasciano pochi residui (oleaginose, bietola, orticole di pieno campo ecc.). Evitare, in particolare, la monosuccessione di mais granella.

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS

## Coltivazione e raccolta

### AFLATOSSINE (AFLA)

Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Scelta ibrido	La fioritura è la fase in cui è più probabile la contaminazione della spiga. Le alte temperature durante la seconda parte della maturazione favoriscono la crescita della muffa e la sintesi delle aflatoSSine.	significativa	In ambienti asciutti: impiegare Ibridi a ciclo adeguatamente breve in grado di fiorire prima del probabile periodo di massime temperature. Impiegare ibridi stress tolleranti.
Epoca di semina	La fioritura è la fase in cui è più probabile la contaminazione della spiga. Le alte temperature nella seconda parte della maturazione favoriscono la crescita della muffa e la sintesi delle aflatoSSine.	significativa	Seminare tempestivamente appena il terreno raggiunge i 10°C a 3-5 cm di profondità per evitare la coincidenza della fioritura con le temperature più elevate. In coltura irrigua: impiegare ibridi con il completamento della maturazione entro fine estate-inizio autunno.
Investimento alla semina	L'investimento influenza il consumo idrico e il microclima nella coltura. Colture fitte (oltre il 20% rispetto alle densità di riferimento dell'ibrido) determinano un aumento dei consumi di acqua e il rischio di maggiori stress idrici creando un ambiente idoneo allo sviluppo della muffa tossigena.	significativa	In coltura asciutta o con limitati apporti idrici: adottare le densità colturali di riferimento dell'ibrido o ridurla del 20%.
Controllo delle infestanti	Le malerbe competono con la coltura per l'acqua e gli elementi nutritivi, aumentando la probabilità e l'entità degli stress.	bassa	Effettuare un accurato e tempestivo diserbo in pre o post emergenza, meglio se integrato con il controllo meccanico sull'interfila e rispettando le indicazioni del PAN.
Irrigazione	Lo stress idrico predispone agli attacchi di <i>Aspergillus flavus</i> . La traspirazione ridotta determina un aumento della temperatura dei tessuti favorendo la crescita di questa muffa termofila. Particolarmente critico è lo stress idrico nelle fasi di fioritura e di maturazione della granella.	molto elevata	Irrigare sulla base di valutazioni delle effettive esigenze idriche della coltura in rapporto all'andamento evapo-traspirativo e pluviometrico (bilancio idrico). Attuare l'irrigazione anche nelle fasi avanzate del ciclo colturale se le temperature sono elevate e lo stress pronunciato.

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS

## Coltivazione e raccolta

### AFLATOSSINE (AFLA)

Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Fertilizzazione all'impianto e alla semina	La nutrizione squilibrata rende più suscettibile la pianta ad attacchi parassitari e fungini e può favorire lo sviluppo dell' <i>Aspergillus</i> . Inoltre le carenze di fosforo inducono un rallentamento dello sviluppo nella prima parte del ciclo e quindi un ritardo della maturazione.	bassa	Eeguire la concimazione fosfo-azotata localizzata alla semina. Apportare potassio in relazione alla dotazione del suolo e comunque valutando il bilancio dell'elemento.
Fertilizzazione azotata	Carenze di azoto causano frequentemente lo sviluppo stentato della coltura predisponendola ad attacchi di funghi tossigeni e all'accumulo di aflatossine. Carenze di azoto si manifestano spesso in un calo delle rese e in un proporzionale aumento della concentrazione della tossina.	significativa	Apportare azoto tempestivamente ed in quantità equilibrata con gli asporti.
Trattamenti insetticidi	L'attacco delle larve di piralide del mais ( <i>Ostrinia nubilalis</i> ) e di altri minatori non è causa diretta di sviluppo di funghi, ma <i>A. flavus</i> cresce più rapidamente in cariossidi danneggiate da erosioni perché più esposte alla penetrazione del micelio. Inoltre, le piante soggette ad infestazioni e sotto stress possono poi indurre una maggiore sintesi di tossine al fungo. L'attacco delle larve di diabrotica ( <i>Diabrotica virgifera virgifera</i> ) danneggiando l'apparato radicale espone la pianta a maggiori stress idrici e nutrizionali. Gli attacchi degli insetti inducono un significativo calo delle rese e quindi un proporzionale aumento della concentrazione delle aflatossine.	elevata	Piralide In caso di probabile forte infestazione: trattare con insetticidi contro le larve di seconda generazione. Il trattamento è efficace dal momento in cui le catture degli adulti della prima generazione diventano costanti. Diabrotica In caso di monosuccessione: rilevare l'entità dell'infestazione mediante trappole cromotropiche per la verifica della presenza di adulti (soglia critica: 6 catture al giorno o altra soglia indicata dai DPI Regionali). Se la soglia è superata: attuare l'avvicendamento o effettuare trattamento adulticida e/o impiegare geodisinfestanti nel ciclo colturale successivo. In ogni condizione rispettare le indicazioni del PAN.

## LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS

### Coltivazione e raccolta

#### AFLATOSSINE (AFLA)

Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Trattamenti fungicidi	Non esistono trattamenti fungicidi specifici per il controllo di <i>A. flavus</i> . I trattamenti fungicidi per il controllo delle malattie fogliari non esercitano azioni sulle muffe tossigene se applicati entro la fine della fioritura.	bassa	-
Epoca di raccolta	Il momento di raccolta influisce sul contenuto di aflatoSSine, essa deve avvenire non appena il prodotto è maturo ed ha raggiunto l'umidità adeguata per la mietitrebbiatura. Con umidità inferiore al 20-22% della granella e temperature elevate (> 30°C) <i>A. flavus</i> cresce rapidamente e l'accumulo di aflatoSSine può diventare rilevante, anche per la minor competizione con altre specie fungine rallentate da una minor umidità del substrato. Quando la pianta è matura la traspirazione termina e la temperatura della spiga può diventare superiore a quella media dell'aria favorendo questa muffa termofila.	molto elevata	In ambienti soggetti a ricorrenti contaminazioni da aflatoSSine e in annate a rischio si consiglia quando è possibile di effettuare la raccolta con umidità della granella al 22-24% e comunque non inferiore al 20%. In ogni ambiente, completata la maturazione: non lasciare per tempi prolungati il mais in campo, soprattutto quando le temperature sono elevate.
Regolazione mietitrebbia	Le rotture e ogni tipo di danno alla cariosside favoriscono la penetrazione del micelio e la successiva proliferazione delle muffe.	significativa	Regolare accuratamente la mietitrebbiatrice e adottare di velocità di lavoro moderate. Impiegare mietitrebbiatrici dotate di sistemi di pulizia efficaci. Privilegiare le mietitrebbiatrici a flusso assiale.
Trasporto al centro di stoccaggio	Rimorchi sporchi di residui di granella contaminata possono inquinare il nuovo carico.	bassa	Pulire accuratamente i rimorchi dopo ogni trasporto rimuovendo anche le polveri.

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS

## Coltivazione e raccolta

### FUMONISINE (FUM)

Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Gestione della coltura	Gli stress di natura biotica (competizione con le malerbe e soprattutto gli attacchi da fitofagi) e abiotica (carenze o eccessi nutrizionali e idrici) aumentano le probabilità di contaminazioni elevate. Le condizioni che favoriscono la piena produttività comportano in genere una minore contaminazione.	<b>elevata</b>	Contenere gli stress alla pianta con una gestione agronomica accurata. Ridurre l'esposizione agli attacchi della piralide anticipando la fioritura o con la difesa diretta.
Sistemazione del terreno	I terreni più freddi a causa del ristagno causano uno sviluppo iniziale rallentato della coltura. Il ritardo conseguente della fioritura favorisce il successivo attacco della piralide e lo sviluppo del <i>F. verticillioides</i> .	<b>significativa</b>	Curare la sistemazione per evitare ristagni idrici e/o il compattamento del terreno non solo nelle capezzagne. Ricorrere alle lavorazioni superficiali solo nei terreni meno soggetti a compattamento.
Concia della semente	La concia fungicida non influenza in modo apprezzabile la contaminazione da <i>F. verticillioides</i> . La concia insetticida contribuisce a ridurre gli attacchi di ferretti (vedi la misura successiva)	<b>Bassa</b>	-
Difesa insetticida della plantula	Attacchi di elateridi (ferretti) non sono correlati con lo sviluppo di muffe. Forti attacchi di larve di diabrotica alla radice accrescono gli stress, inoltre allettamenti estesi della coltura creano condizioni microclimatiche favorevoli allo sviluppo delle muffe e rallentano le perdite di umidità nel corso della maturazione.	<b>Bassa</b>	In caso di probabili attacchi di diabrotica (monosuccessione e catture elevate nell'anno precedente): impiegare geodisinfestanti alla semina. In ogni condizione rispettare le indicazioni del PAN.
Lavorazione del suolo e avvicendamento	In ambienti colturali maidicoli l'inoculo è molto abbondante e scarsamente influenzato dall'avvicendamento.	<b>Bassa</b>	-

## LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS

### Coltivazione e raccolta

#### FUMONISINE (FUM)

Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Scelta ibrido	La crescita delle muffe è minore nelle parti della cariosside con endosperma vitreo rispetto a quello farinoso. La maturazione rapida riduce il tempo disponibile alla crescita della muffa e alla sintesi della tossina.	significativa	Quando possibile orientarsi verso ibridi con cariossidi a frattura tendenzialmente semivitreo e con precocità opportuna a contenere la durata della seconda parte della maturazione (da quella latteo alla raccolta).
Epoca di semina	Le semine tempestive, anticipando la maturazione, sono meno esposte a infestazioni di piralide e presentano maturazioni più rapide e continue che riducono la crescita della muffa.	elevata	Effettuare tempestivamente la semina appena si presentano buone condizioni termiche ed agronomiche del terreno.
Investimento alla semina	Densità elevate (oltre il 20% rispetto alle densità di riferimento dell'ibrido), senza ridurre l'interfila, comportano condizioni microclimatiche più favorevoli alle muffe rallentando la perdita di umidità della granella.	significativa	Per ibridi a ciclo pieno, in ambienti freschi e suoli fertili: evitare investimenti alla semina troppo elevati.
Controllo delle infestanti	La presenza elevata di infestanti influenza negativamente la sanità della granella per l'accentuazione degli stress idrici e nutrizionali al mais.	Bassa	Nel caso di bordi dei campi molto infestati: separare la produzione, più contaminata, dal resto del raccolto. In ogni condizione rispettare le indicazioni del PAN.
Irrigazione	L'irrigazione non è in grado di influenzare in modo apprezzabile la contaminazione, solo in caso di stress idrici pronunciati la contaminazione aumenta (con rese ridotte la concentrazione aumenta proporzionalmente).	Bassa	-
Fertilizzazione all'impianto e alla semina	Carenze di fosforo inducono un rallentamento dello sviluppo nella prima parte del ciclo e quindi un ritardo della fioritura esponendo ad un maggior rischio di attacco della piralide.	significativa	Effettuare la concimazione fosfo-azotata localizzata alla semina.
Fertilizzazione azotata	Stress nutrizionali e apporti elevati di fertilizzanti azotati comportano rischi di aumento delle fumonisine.	Bassa	Apportare azoto tempestivamente ed in quantità equilibrata con gli asporti.

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS

## Coltivazione e raccolta

### FUMONISINE (FUM)

Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Trattamenti insetticidi contro la piralide	L'attività larvale della piralide ( <i>Ostrinia nubilalis</i> ) e di sesamia ( <i>Sesamia</i> spp.) favorisce in modo determinante la diffusione della muffa tossigena e quindi la contaminazione della granella.	<b>molto elevata</b>	Eeguire il trattamento insetticida di lotta alle uova e alle larve di seconda generazione del fitofago con macchine irroratrici munite di trampoli. Il trattamento è efficace dal momento in cui le catture degli adulti della prima generazione crescono in maniera costante. Il trattamento è meno efficace nelle colture seminate tardivamente e nelle annate più calde, in presenza anche di più forti e continui attacchi di piralide. Preferire le miscele insetticidi per la maggiore persistenza d'azione. In ogni condizione rispettare le indicazioni del PAN.
Trattamenti fungicidi	I trattamenti fungicidi per il controllo delle malattie fogliari non interagiscono con i <i>Fusarium</i> se distribuiti entro la maturazione lattea precoce. Oltre possono favorirne la proliferazione per l'eliminazione di generi di funghi antagonisti. I trattamenti con miscele fusaricide comporta un vantaggio contenuto.	<b>bassa</b>	Eeguire i trattamenti per la difesa della foglia entro la fine della fioritura e l'inizio della maturazione lattea. Applicare i fusaricidi al termine della fioritura. In ogni condizione rispettare le indicazioni del PAN.
Epoca di raccolta	Il momento di raccolta influisce sul contenuto di fusariumtossine e deve avvenire non appena il prodotto è maturo ed ha raggiunto un'umidità adeguata per la mietitrebbiatura. L'attività maggiore dei <i>Fusarium</i> si concentra con umidità compresa dal 20 al 32% della granella e temperature elevate.	<b>elevata</b>	In ambienti soggetti a ricorrenti contaminazioni da fumonisine: eseguire la raccolta tempestivamente e, quando possibile, comunque con granella con umidità non inferiore al 22-24%. Nel caso di maturazioni tardive e condizioni di frequenti precipitazioni: effettuare tempestivamente la raccolta anche con umidità della granella prossime al 30%.
Regolazione mietitrebbia	Le rotture e ogni tipo di danno alla cariosside favoriscono la penetrazione del micelio e la successiva proliferazione della muffa.	<b>significativa</b>	Regolare accuratamente la mietitrebbiatrice e adottare una velocità di lavoro moderata. Impiegare mietitrebbiatrici dotate di sistemi di pulizia efficaci. Privilegiare le mietitrebbiatrici a flusso assiale.
Trasporto al centro di stoccaggio	Rimorchi sporchi di residui di granella contaminata possono inquinare il nuovo carico.	<b>bassa</b>	Pulire accuratamente i rimorchi dopo ogni trasporto. Se necessario: effettuare una disinfezione dei mezzi di trasporto.

## LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS

### Coltivazione e raccolta

### DEOSSINIVALENOLO (DON) E ZEARALENONE (ZEA)

Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Gestione della coltura	La proliferazione e lo sviluppo di <i>Fusarium graminearum</i> , il principale produttore di DON e Zearalenone, è favorita da condizioni ambientali fresche. La probabilità di incorrere in un'elevata contaminazione di queste tossine aumenta nel caso di maturazioni protratte in autunno o prolungate perché interrotte da frequenti precipitazioni.	<b>molto elevata</b>	Effettuare scelte varietali e colturali atte a ridurre il rischio di cicli lunghi e maturazioni tardive.
Sistemazione del terreno	I terreni più freddi a causa del ristagno causano uno sviluppo iniziale rallentato della coltura. Il ritardo conseguente della fioritura aumenta la probabilità di maturazioni protratte in autunno.	<b>significativa</b>	Curare la sistemazione per evitare ristagni idrici e/o il compattamento del terreno (non solo nelle capezzagne). Ricorrere alle lavorazioni superficiali solo nei terreni meno soggetti a compattamento.
Concia della semente	La concia fungicida non influenza in modo apprezzabile la contaminazione. La concia insetticida contribuisce a ridurre gli attacchi di ferretti (vedi la misura successiva)	<b>bassa</b>	-
Difesa insetticida della plantula	Attacchi di elateridi (ferretti) non sono correlati con lo sviluppo di muffe. Forti attacchi di larve di diabrotica alla radice accrescono gli stress, inoltre allettamenti della coltura creano condizioni microclimatiche favorevoli allo sviluppo delle muffe e rallentano la perdita di umidità nel corso della maturazione.	<b>bassa</b>	In caso di probabili attacchi di diabrotica (monosuccessione e catture elevate nell'anno precedente): impiegare geodisinfezzanti alla semina. In ogni condizione rispettare le indicazioni del PAN.
Lavorazione del suolo e avvicendamento	La precessione con colture che lasciano ingenti residui in superficie aumenta l'entità dell'inoculo.	<b>significativa</b>	Interrare i residui e le stoppie con le lavorazioni nel caso di successione a mais da granella, sorgo, o cereale vernino in cui non siano state raccolte le paglie.
Scelta ibrido ed epoca di semina	La maturazione in condizioni meteorologiche fresche favorisce la crescita delle muffe tossigene e pertanto l'effetto della lunghezza del ciclo è molto forte. Gli ibridi più tardivi (classi FAO 600 e, in particolare, 700) presentano maggiori contaminazioni da ZEA e DON.	<b>molto elevata</b>	Ridurre la durata della seconda parte della maturazione (da quella latte alla raccolta) adottando ibridi di precocità opportuna e/o collocando, per quanto è possibile, la maturazione nell'estate quando le temperature accelerano la completa maturazione.



# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS

## Coltivazione e raccolta

### DEOSSINIVALENOLO (DON) E ZEARALENONE (ZEA)

Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Investimento alla semina	Densità elevate (oltre il 20% rispetto alle densità di riferimento dell'ibrido), senza ridurre l'interfila, comportano condizioni microclimatiche più favorevoli alle muffe rallentando la perdita di umidità della granella	<b>significativa</b>	Per ibridi a ciclo pieno, in ambienti freschi e suoli fertili: adottare investimenti alla semina contenuti
Controllo delle infestanti	Le infestazioni elevate influenzano negativamente la sanità della granella per l'accentuazione degli stress idrici e nutrizionali alla pianta.	<b>bassa</b>	Nel caso di bordi dei campi molto infestati: separare la produzione, più contaminata, dal resto del raccolto. In ogni condizione rispettare le indicazioni del PAN.
Irrigazione	L'irrigazione non è in grado di influenzare in modo apprezzabile la contaminazione.	<b>bassa</b>	-
Fertilizzazione all'impianto e alla semina	Carenze di fosforo inducono un rallentamento dello sviluppo nella prima parte del ciclo e quindi un ritardo della maturazione.	<b>significativa</b>	Eseguire la concimazione fosfo-azotata localizzata alla semina.
Fertilizzazione azotata	Apporti troppo elevati di fertilizzanti azotati comportano un rallentamento della maturazione e aumentano i rischi di contaminazione da ZEA e DON.	<b>significativa</b>	Apportare azoto in quantità equilibrata rispetto agli sporti.
Trattamenti insetticidi contro la piralide	L'inoculo non è favorito dall'attività trofica delle larve di piralide. Il trattamento insetticida non è efficace per contenere DON e ZEA.	<b>bassa</b>	-
Trattamenti fungicidi	I trattamenti fungicidi per il controllo delle malattie fogliari non interagiscono con le muffe del genere <i>Fusarium</i> se distribuiti entro la maturazione lattea precoce. Oltre possono favorirne la proliferazione per l'eliminazione di generi di funghi antagonisti. I trattamenti con miscele fusaricide comporta un vantaggio contenuto.	<b>bassa</b>	Quando previsti, eseguire i trattamenti per la difesa della foglia entro la fine della fioritura e l'inizio della maturazione lattea. Applicare i fusaricidi al termine della fioritura. In ogni condizione rispettare le indicazioni del PAN.

## LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS

### Coltivazione e raccolta

### DEOSSINIVALENOLO (DON) E ZEARALENONE (ZEA)

Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Epoca di raccolta	In condizioni meteorologiche fresche (maturazioni protratte in autunno, piogge frequenti) le muffe si sviluppano rapidamente e la probabilità di un peggioramento della qualità igienico-sanitaria risulta assai elevato, con possibili incrementi del 50-90 % di ZEA e DON.	<b>elevata</b>	In condizioni ottimali: raccogliere, quando possibile, con umidità tra il 24 e il 26%. Se la maturazione è ritardata e lenta: raccogliere tempestivamente anche con granella con umidità superiore al 30%.
Regolazione mietitrebbia	Le rotture e ogni tipo di danno alla cariosside favoriscono la penetrazione del micelio e la successiva proliferazione della muffa.	<b>significativa</b>	Regolazione accurata della mietitrebbiatrice e adozione di una velocità di lavoro moderata. Impiegare mietitrebbiatrici dotate di sistemi di pulizia efficaci. Privilegiare le mietitrebbiatrici a flusso assiale.
Trasporto al centro di stoccaggio	Rimorchi sporchi di residui di granella contaminata possono inquinare il nuovo carico.	<b>bassa</b>	Pulire accuratamente i rimorchi dopo ogni trasporto rimuovendo anche le polveri.

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS

## Conservazione

### AFLATOSSINE (AFLA)

Processo	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo e nella gestione della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Segregazione all'accettazione	<p>Al centro di stoccaggio possono pervenire partite molto difformi per condizioni di coltivazione, umidità e livello di contaminazione. Pertanto è cruciale la capacità/possibilità di individuare la probabile contaminazione delle partite per effettuare la segregazione di quelle più contaminate. Le informazioni sulla probabile contaminazione sono desumibili da: umidità alla raccolta, areale di coltivazione, agrotecnica, modelli previsionali, controlli visivi sulla contaminazione, analisi della tossina su campioni rappresentativi dei lotti.</p>	<b>molto elevata</b>	<p>Quando è possibile: impostare la segregazione in base ad uno o più dei seguenti criteri:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Umidità della raccolta (&lt; 20%);</li> <li>b) per areale e/o condizioni agronomiche di coltivazione distinguendo i conferimenti provenienti da campi/aziende: <ul style="list-style-type: none"> <li>- con stress controllato (applicazione delle buone pratiche di coltivazione),</li> <li>- con colture soggette a stress idrico e/o nutrizionale.</li> </ul> </li> <li>c) Eseguire la segregazione in funzione dell'esito dei controlli della contaminazione. I controlli possono essere di tipo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- visivo: valutare la presenza di cariossidi contaminate da funghi tossigeni con lampada UV per evidenziare la fluorescenza dell'acido kojico (metodo orientativo da attuarsi entro 8 ore dal prelievo del campione),</li> <li>- strumentale: valutare il livello di tossine mediante strip-test semi quantitativi (metodi immunoenzimatici ELISA) (metodo consigliato)</li> </ul> </li> </ul> <p>Si raccomanda di effettuare un campionamento rappresentativo.</p>

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS

## Conservazione

### AFLATOSSINE (AFLA)

Processo	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo e nella gestione della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Stoccaggio pre-essiccazione (granella umida)	Nei cumuli di granella umida la temperatura aumenta in relazione alla respirazione della stessa favorendo la proliferazione di <i>A. flavus</i> , muffa termofila. Nelle raccolte estive la temperatura della massa di granella in cumulo è più elevata.	significativa	Quando è possibile programmare le tempistiche con il produttore, il trebbiatore e il centro di raccolta. Limitare gli accumuli pre-essiccazione a non più di 24 ore con temperature ambientali di 26-28°C (sino a 48 ore solo con temperature ambientali < 22°C). I centri dotati di impianto di raffreddamento possono aumentare i tempi di pre-essiccazione fino a 48 indipendentemente dalle temperature ambientali.
Pulizia pre-essiccazione	La pulizia consente di controllare la proliferazione fungina durante lo stoccaggio perché elimina tracce di terra, parti verdi e altri corpi estranei.	significativa	Regolare in modo ottimale gli apparati di pulizia (vagli, soffiatori, aspiratori, spazzolatrici).
Gestione essiccatoi	La presenza di più impianti di essiccazione (fosse di raccolta, pulitrici, torre di essiccazione) consente di trattare in modo differenziato partite con differente livello di contaminazione.	elevata	Eseguire prioritariamente l'essiccazione di eventuali partite molto contaminate rispetto a quelle meno rischiose. Se possibile: essiccare le partite contaminate utilizzando un essiccatoio diverso da quello utilizzato per le partite ritenute non contaminate.
Modalità di essiccazione della granella	L'adeguata essiccazione della granella consente di controllare la proliferazione fungina durante lo stoccaggio. Occorre raggiungere un'umidità tale da assicurare la sicura stabilità delle contaminazioni al termine del processo e non provocare fratture e cracking eccessivi nel processo di riscaldamento e soprattutto di raffreddamento della granella, perché tutte le discontinuità dei tegumenti della cariosside possono favorire la crescita delle muffe durante la conservazione.	significativa	Portare l'umidità a valori almeno pari o, meglio, inferiori al 14%, utilizzando temperature massime di 90 ± 20°C. Nel caso di forte rischio di elevata presenza di Aflatossina i valori di umidità finale della granella debbono essere più contenuti e prossimi a valori compresi tra 12 e 13%. Impostare un raffreddamento il più possibile graduale. Eseguire un passaggio in essiccatoio, anche con granelle raccolte ad un basso tenore di umidità, per uniformare il valore.

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS

## Conservazione

### AFLATOSSINE (AFLA)

Processo	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo e nella gestione della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Pulizia meccanica post-essiccazione	La pulizia meccanica consente di rimuovere le impurità, le polveri, le cariossidi leggere e gli spezzati minuti caratterizzati da livelli di contaminazione maggiori rispetto alle cariossidi integre.	<b>molto elevata</b>	Regolare in modo ottimale gli apparati di pulizia (vagli, soffiatori, aspiratori, spazzolatrici).
Pulizia dei locali di stoccaggio	Le impurità e la sporcizia accumulata nei locali sono fonti potenziali di inquinamenti fungini.	<b>elevata</b>	Pulire accuratamente le strutture di stoccaggio prima e dopo lo stoccaggio. Nelle parti più difficili da pulire: trattare le superfici con antimicrobici.
Refrigerazione e ventilazione	La ventilazione e il controllo delle temperature sono fondamentali per prevenire lo sviluppo di muffe, e in particolare di <i>A. flavus</i> , riducendo al minimo le porzioni della massa stoccata che presentano microclima favorevole alla loro crescita (per fenomeni locali di condensa o accumulo accentuato dalle particelle più fini).	<b>elevata</b>	Quando è possibile: impiegare silos e capannoni dotati di sistemi di ventilazione e/o di refrigerazione. In strutture miste di stoccaggio: destinare ai lotti più contaminati le strutture dove il controllo della temperatura è più agevole. In presenza di una contaminazione significativa: mantenere l'umidità della granella al di sotto del 14% (ottimale: 12-13%) e, quando è possibile, temperature inferiori a 18°C (ottimale 12°C). Allontanare gli scarti di pulitura dal luogo di conservazione.
Movimentazione della massa e pulizia della granella in fase di stoccaggio	Il formarsi di zone con condensa ("rinverdimento") o accumulo di particelle più fini può determinare un innalzamento della temperatura e favorire lo sviluppo di muffe.	<b>molto elevata</b>	Attuare periodiche movimentazioni della massa. Nei silo a torre: rimuovere la carota centrale e procedere con la pulizia meccanica della stessa. In condizioni di contaminazioni significative procedere con pulizie meccaniche durante la movimentazione.

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS

## Conservazione

### AFLATOSSINE (AFLA)

Processo	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo e nella gestione della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Pulizia con selezionatrice ottica	Le cariossidi contaminate da <i>A. flavus</i> sono sovente distinguibili per una colorazione alterata. La loro rimozione dalla massa consente di abbassare significativamente la contaminazione.	<b>molto elevata</b>	Quando la pulitrice ottica è presente, rimuovere le cariossidi alterate dopo la pulitura meccanica nel corso dello stoccaggio. La taratura della selezionatrice deve essere effettuata in relazione alle necessità e al livello di pulitura richiesto. Gli scarti possono quindi essere ripassati alla selezionatrice per un loro parziale recupero.
Trattamento insetticida e rodenticida durante lo stoccaggio	Gli insetti possono lesionare la cariosside favorendo la penetrazione dei funghi. I roditori possono creare, localmente, condizioni microclimatiche favorevoli alla proliferazione fungina.	<b>significativa</b>	In presenza di attacchi: eseguire trattamenti insetticidi e rodenticidi. Quando è possibile mantenere temperature <18°C (ottimale 12 °C) per ridurre la proliferazioni di insetti quando la granella presenta un'umidità < 14.5%.
Monitoraggio delle condizioni di stoccaggio	-	<b>significativa</b>	Effettuare osservazioni frequenti di odore, colore, temperatura, umidità, infestazione di insetti Dotare i locali di stoccaggio di sonde automatiche collocate in ogni parte del locale di stoccaggio Quando è possibile: installare campionatori automatici collocati in linea (dinamici) per poter prelevare campioni più rappresentativi e ottenere dati maggiormente affidabili. Monitorare il contenuto di aflatoSSine con campionamenti periodici e avendo cura di operare campionamenti rappresentativi.
Sequenza di svuotamento delle strutture	-	<b>significativa</b>	Privilegiare lo svuotamento rapido delle strutture dotate di un minore controllo del microclima.

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS

## Conservazione

### FUSARIUM-TOSSINE (FUM, DON, ZEA)

Processo	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo e nella gestione della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Segregazione all'accettazione	Al centro di stoccaggio possono pervenire partite molto difformi per condizioni di coltivazione, umidità e livello di contaminazione. Pertanto è cruciale la capacità/possibilità di individuare la probabile contaminazione delle partite per effettuare la segregazione di quelle più contaminate. Le informazioni sulla probabile contaminazione sono desumibili da: umidità alla raccolta, areale di coltivazione, agrotecnica, controlli visivi sulla contaminazione, modelli previsionali, analisi della tossina su campioni rappresentativi dei lotti.	<b>molto elevata</b>	Quando possibile Impostare la segregazione in base ad uno o più dei seguenti criteri: a) per areale e/o condizioni agronomiche di coltivazione distinguendo i conferimenti provenienti da campi/aziende: - con stress controllato (applicazione delle buone pratiche di coltivazione), - con colture soggette a stress idrico e/o nutrizionale. b) Eseguire la segregazione in funzione dell'esito dei controlli della contaminazione. I controlli possono essere di tipo: - visivo (solo DON): valutare la presenza di cariossidi contaminate da funghi tossigeni con il conteggio delle cariossidi alterate da ammuffimenti (metodo orientativo), - strumentale: valutare il livello di tossine mediante strip-test semi quantitativi (metodi immunoenzimatici ELISA) (metodo consigliato) Ricorrere quando possibile a metodi di campionamento adeguati.
Stoccaggio pre-essiccazione (granella umida)	Nei cumuli di granella prima dell'essiccazione, soprattutto se con elevato contenuto di umidità, la temperatura aumenta in relazione alla respirazione della stessa favorendo la proliferazione di <i>F. verticillioides</i> e <i>F. graminearum</i> .	<b>significativa</b>	Quando è possibile programmare le tempistiche con il produttore, il trebbiatore e il centro di raccolta. Quando è possibile limitare gli accumuli pre-essiccazione a non più di 24 ore con temperature <b>massime</b> ambientali di 26-28°C (sino a 48 ore solo con temperature <b>massime</b> ambientali < 22°C).

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS

## Conservazione

### FUSARIUM-TOSSINE (FUM, DON, ZEA)

Processo	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo e nella gestione della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Pulizia pre-essiccazione (sul verde)	La pulizia consente di controllare la proliferazione fungina durante lo stoccaggio perché elimina tracce di terra, parti verdi e altri corpi estranei.	<b>significativa</b>	Regolare in modo ottimale gli apparati di pulizia (vaghi, soffiatori, aspiratori, spazzolatrici). I prodotti di scarto debbono essere rapidamente allontanati.
Gestione essiccatoi	La presenza di più impianti di essiccazione (fosse di raccolta, pulitrici, torre di essiccazione) consente di trattare in modo differenziato partite con differente livello di contaminazione.	<b>significativa</b>	Eseguire prioritariamente l'essiccazione di eventuali partite molto contaminate rispetto a quelle meno rischiose. Se possibile: essiccare le partite contaminate utilizzando un essiccatoio diverso da quello utilizzato per le partite ritenute non contaminate
Modalità di essiccazione della granella	L'adeguata essiccazione della granella consente di controllare la proliferazione fungina durante lo stoccaggio. Occorre raggiungere un'umidità tale da assicurare una sicura stabilità delle contaminazioni al termine del processo e non provocare fratture e cracking eccessivi nel processo di riscaldamento e soprattutto di raffreddamento della granella (perché tutte le discontinuità dei tegumenti della cariosside possono favorire la crescita delle muffe durante la conservazione).	<b>significativa</b>	Portare l'umidità a valori almeno pari o, meglio, inferiori al 15%, utilizzando temperature massime di $90 \pm 20^{\circ}\text{C}$ . Impostare il raffreddamento affinché avvenga il più possibile gradualmente.
Pulizia post-essiccazione (pre-stoccaggio)	La pulizia meccanica consente di rimuovere le impurità: polveri, cariossidi leggere e spezzati minuti sono caratterizzati da livelli di contaminazione maggiori rispetto alle cariossidi integre.	<b>molto elevata</b>	Regolare in modo ottimale gli apparati di pulizia (vaghi, soffiatori, aspiratori, spazzolatrici). I prodotti di scarto debbono essere rapidamente allontanati.



# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS

## Conservazione

### FUSARIUM-TOSSINE (FUM, DON, ZEA)

Processo	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo e nella gestione della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Pulizia dei locali di stoccaggio	Le impurità e la sporcizia accumulata nei locali sono fonti potenziali di inquinamenti fungini.	elevata	Pulire accuratamente le strutture di stoccaggio prima e dopo lo stoccaggio. Nelle parti più difficili da pulire: trattare la superficie con antimicrobici.
Refrigerazione e ventilazione	L'aerazione e il controllo delle temperature sono fondamentali per prevenire lo sviluppo di muffe riducendo al minimo le porzioni della massa stoccata che presentano microclima favorevole alla loro crescita (per fenomeni locali di condensa o accumulo accentuato dalle particelle più fini).	elevata	Quando è possibile impiegare silos e capannoni dotati di sistemi di ventilazione e/o di refrigerazione Mantenere un'umidità della granella al di sotto del 15% (ottimale 13.5-14.0%) e, quando è possibile, temperature inferiori a 18°C (ottimale 12°C).
Movimentazione della massa e pulizia della granella in fase di stoccaggio	Il formarsi di zone con condensa ("rinverdimento") o accumulo di particelle più fini può determinare un innalzamento della temperatura e favorire lo sviluppo dei <i>Fusarium</i> .	molto elevata	Attuare periodiche movimentazioni della massa. Nei silos a torre: rimuovere la carota centrale e procedere con la pulizia meccanica della stessa. In condizioni di probabile elevata contaminazione: eseguire pulizie meccaniche durante la movimentazione.
Pulizia con la selezionatrice ottica	Le cariossidi contaminate da <i>F. verticillioides</i> e <i>F. graminearum</i> sono distinguibili per la colorazione alterata. La loro rimozione dalla massa consente di abbassare significativamente la contaminazione.	molto elevata	Se presente la selezionatrice, rimuovere le cariossidi alterate dopo la pulitura meccanica nel corso dello stoccaggio. La taratura della selezionatrice deve essere effettuata in relazione alle necessità e al livello di pulitura richiesto. Gli scarti possono quindi essere ripassati alla selezionatrice per un loro parziale recupero.
Trattamento insetticida e rodenticida durante lo stoccaggio	Gli insetti possono lesionare la cariossidi favorendo la penetrazione dei funghi. I roditori possono localmente creare condizioni microclimatiche favorevoli alla proliferazione fungina.	significativa	In presenza di attacchi: eseguire trattamenti insetticidi e rodenticidi. Mantenere temperature <18°C (ottimale 12°C) per ridurre la proliferazioni di insetti.

## LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS

### Conservazione








#### *FUSARIUM*-TOSSINE (FUM, DON, ZEA)

Processo	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo e nella gestione della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Monitoraggio delle condizioni di stoccaggio	-	<b>significativa</b>	Effettuare osservazioni frequenti di odore, colore, temperatura, umidità, infestazione di insetti. Dotare i locali di stoccaggio di sonde automatiche collocate in ogni parte del locale di stoccaggio. Quando è possibile installare campionatori automatici collocati in linea (dinamici) per poter prelevare campioni più rappresentativi e ottenere dati maggiormente affidabili. Monitorare il contenuto delle fusariumtossine con campionamenti periodici.
Sequenza di svuotamento delle strutture	-	<b>significativa</b>	Privilegiare lo svuotamento rapido delle strutture con minore controllo del microclima.

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS

## Percorsi produttivi ottimali








### AFLATOSSINE (AFLA)

Agrotecnica e stadio culturale		Strategie e azioni per il controllo
Scelta ibrido, avvicendamento, lavorazione del suolo		Scegliere il ciclo dell'ibrido in relazione ai probabili stress. Privilegiare precessioni colturali negli avvicendamenti che lasciano pochi residui. Interrare i residui colturali con le lavorazioni.
Semina		Attuare tempestivamente la semina primaverile con investimenti contenuti in caso di probabili stress idrici. Applicare in modo localizzato il concime fosfo-potassico. In caso di probabili attacchi da ferretto e diabrotica (se in monosuccessione): impiegare geodisinfestanti alla semina.
Insediamiento (3-6 foglie)		Effettuare accuratamente il diserbo. Intervenire tempestivamente con le concimazioni azotate in copertura facendole seguire da sarchiature/rincazzature.
Pre-levata (7-10 foglie)		Completare la concimazione azotata in copertura evitando carenze.
Fioritura		Evitare stress idrici fornendo apporti idrici adeguati. Eseguire il trattamento insetticida contro la piralide a partire dal termine della fioritura. Per le seconde semine: intervenire contro la piralide.
Maturazione latte e cerosa		Per le fioriture precoci: eseguire il trattamento insetticida contro la piralide. Evitare stress idrici fornendo apporti idrici adeguati.
Maturazione		In ambienti soggetti a ricorrenti contaminazioni da aflatossine e in annate a rischio: eseguire la raccolta con umidità della granella al 22-24% e comunque non inferiore al 20%. In ogni ambiente, completata la maturazione: non lasciare per tempi prolungati il mais in campo, soprattutto quando le temperature sono elevate.

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS

## Percorsi produttivi ottimali

### FUMONISINE, DEOSSINIVALENOLO e ZEARALENONE

Agrotecnica e stadio culturale		Strategie e azioni per il controllo
Scelta ibrido, avvicendamento, lavorazione del suolo		Privilegiare ibridi con ciclo culturale tale da assicurare maturazioni non tardive e rapide. Quando possibile orientarsi verso ibridi con cariossidi a frattura tendenzialmente semi-vitrea.
Semina		Attuare la semina primaverile tempestiva con investimenti contenuti in caso di probabili stress idrici. Applicare in modo localizzato il concime fosfo-potassico. In caso di probabili attacchi da ferretto e diabrotica (se in monosuccessione): impiegare geodisinfestanti alla semina.
Insediamiento (3-6 foglie)		Effettuare accuratamente il diserbo. Intervenire tempestivamente con le concimazioni azotate in copertura facendole seguire da sarchiature/rincalzature.
Pre-levata (7-10 foglie)		Completare la concimazione azotata in copertura evitando carenze.
Fioritura		Evitare stress idrici fornendo apporti idrici adeguati. Eseguire il trattamento insetticida contro la piralide a partire dal termine della fioritura (per il contenimento di DON e ZEA). Per le seconde semine: intervenire contro la piralide.
Maturazione lattea e cerosa		Per le fioriture precoci: eseguire il trattamento insetticida contro la piralide. Evitare stress idrici fornendo apporti idrici adeguati.
Maturazione		In ambienti soggetti a ricorrenti contaminazioni da fumonisine la raccolta deve essere effettuata con umidità della granella non inferiore al 22-24%. Nel caso di maturazioni tardive e condizioni di frequenti precipitazioni: effettuare tempestivamente la raccolta anche con umidità della granella prossime al 30%.

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS

## Definizione del livello di rischio

### AFLATOSSINE (AFLA)

Stress, tipologia:		Umidità di raccolta (%)	Trattamento piralide	Livello di rischio
idrico	nutrizionale			
irriguo	no	> 26	miscela*	1
			piretroide	1
			no	2
		< 22	miscela*	3
			piretroide	3
			no	4
	si	> 26	miscela*	2
			piretroide	2
			no	3
		< 22	miscela*	4
			piretroide	4
			no	5
asciutto	no	> 26	miscela*	5
			piretroide	5
			no	6
		< 22	miscela*	6
			piretroide	6
			no	7
	si	> 26	miscela*	6
			piretroide	6
			no	7
		< 22	miscela*	7
			piretroide	7
			no	8

\* piretroide + antanilammide o oxadiazine

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS

## Definizione del livello di rischio

### FUMONISINE (FUM)

Modalità di semina:		Umidità di raccolta (%)	Trattamento piralide	Livello di rischio:	
epoca di semina	concimazione localizzata			coltura asciutta o ibrido a ciclo tardivo	coltura irrigua o ibrido a ciclo intermedio
tempestiva (15 marzo,10 aprile)	si (fosforo, azoto)	> 26	miscela	2	1
			piretroide	2	1
			no	4	3
		< 22	miscela	3	2
			piretroide	3	2
			no	5	4
	no	> 26	miscela	3	2
			piretroide	3	2
			no	5	4
		< 22	miscela	4	3
			piretroide	4	3
			no	6	5
ritardata (oltre 20 aprile)	ininfluente	> 26	miscela	4	3
			piretroide	5	4
			no	7	6
		< 22	miscela	5	4
			piretroide	6	5
			no	8	7

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS

## Definizione del livello di rischio

### DEOSSINIVALNEOLO E ZEARALENONE

Modalità di semina:		Umidità di raccolta (%)	Durata del ciclo dell'ibrido	Livello di rischio
epoca di semina	concimazione localizzata			
tempestiva (15 marzo,10 aprile)	si (fosforo, azoto)	> 26	precoce	1
			intermedio	2
			tardivo	4
		< 22	precoce	1
			intermedio	3
			tardivo	5
	no	> 26	precoce	1
			intermedio	3
			tardivo	5
		< 22	precoce	2
			intermedio	4
			tardivo	6
ritardata (oltre 20 aprile)	ininfluente	> 26	precoce	3
			intermedio	5
			tardivo	7
		< 22	precoce	4
			intermedio	6
			tardivo	8

# FRUMENTO





# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI FRUMENTO

## Coltivazione e raccolta

### DEOSSINIVALENOLO (DON) – T2-HT2

Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Gestione della coltura	La proliferazione e lo sviluppo di <i>Fusarium graminearum</i> , il principale produttore di DON, è favorita dalla presenza di inoculo e da condizioni ambientali fresche (frequenti piogge) dall'inizio della fioritura alla maturazione cerosa. Il Frumento duro è più suscettibile alla fusariosi della spiga di quello tenero.	<b>elevata</b>	Ridurre la presenza di residui colturali in superficie con opportune lavorazioni e/o avvicendamenti e scelta di varietà meno suscettibili alla fusariosi della spiga.
Sistemazione del terreno	I terreni più freddi a causa del ristagno causano un rallentamento dello sviluppo della coltura, una minore crescita della radice e possibili attacchi da funghi del complesso del "mal del piede" aumentando gli stress e facilitando l'insorgenza della fusariosi della spiga.	<b>significativa</b>	Curare le sistemazione per evitare ristagni idrici e/o il compattamento del terreno (non solo nelle capezzagne). Ricorrere alle lavorazioni superficiali solo nei terreni meno soggetti a compattamento.
Concia della semente	La concia fungicida influenza apprezzabilmente la contaminazione, riducendo lo sviluppo di muffe tossigene nelle parti vegetative e il trasferimento di DON nella granella.	<b>significativa</b>	Scegliere sementi sane. Conciare con fungicida la semente. Orientarsi verso miscele di sostanze attive di più elevata efficacia e di ampio spettro d'azione.
Lavorazione del suolo e gestione dei residui colturali	I residui colturali contengono spore vitali di <i>F. graminearum</i> e <i>F. culmorum</i> e fungono da substrato essenziale per la contaminazione, l'infezione e per la produzione di tossine nel raccolto che segue. La rimozione dei residui della coltura precedente e gli interventi di lavorazione del suolo volti a interrare i residui sono quindi di primaria importanza per ridurre l'inoculo potenziale.	<b>molto elevata</b>	Asportare i residui o interrare gli stessi privilegiando l'aratura (e, solo in caso di presenza modesta di residui le minime lavorazione), rispetto alla semina diretta. Quest'ultima deve essere praticata solo nel caso di precessioni che non favoriscono la produzione di inoculo (erba medica, oleaginose, bietola ecc.). Applicare i competitori biologici alla semina sui residui per ridurre l'inoculo dei <i>Fusaria</i> : l'efficacia è media, ma fortemente influenzato dalle condizioni ambientali al momento dell'applicazione e nel corso della campagna agraria.

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI FRUMENTO

## Coltivazione e raccolta

### DEOSSINIVALENOLO (DON) – T2-HT2

Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Avvicendamento	L'avvicendamento con colture che rilasciano pochi residui facilmente interrabili (oleaginose, bietola, orticole da pieno campo, erba medica) consente un miglior controllo sullo sviluppo di funghi e dunque una minore produzione di tossine.	<b>molto elevata</b>	Avvicendare il frumento con colture che rilasciano pochi residui. Evitare la monosuccessione o l'avvicendamento tra frumento tenero e duro, soprattutto la coltivazione dopo mais da granella o sorgo. Dopo queste 2 ultime colture evitare la semina diretta.
Scelta varietale	La suscettibilità alla fusariosi della spiga e alla contaminazione è assai diversa tra le varietà. Aspetti morfologici, fisiologici, compositivi della cariosside e di ciclo colturale, interagiscono e possono facilitare o limitare lo sviluppo del <i>F. graminearum</i> e la tossinogenesi.	<b>elevata</b>	Scegliere varietà tolleranti o mediamente tolleranti la fusariosi della spiga. Impiegare varietà con precocità adeguata all'ambiente.
Epoca di semina e investimento alla semina	L'epoca di semina ha alcuna una diretta relazione con la fusariosi della spiga. Alte dosi di seme e semine precoci possono stimolare un eccessivo accostamento e una grande densità di spighe alla raccolta, determinando un microclima più favorevole alla contaminazione da parte delle muffe tossigene.	<b>bassa</b>	Evitare elevate dosi di seme in epoche di semina precoci per non predisporre la coltura ad eccessiva densità.
Controllo delle infestanti	Le malerbe competono con la coltura per gli elementi nutritivi, l'acqua e la luce aumentando la probabilità e l'entità degli stress e creano un microambiente favorevole allo sviluppo di inoculo e alla crescita delle muffe tossigene.	<b>significativa</b>	Eseguire un accurato e tempestivo diserbo in pre o post-emergenza. In ogni condizione rispettare le indicazioni del PAN.
Fertilizzazione fosfo-potassica	La nutrizione squilibrata influenza negativamente la fertilità della spiga e rende più suscettibile la pianta ad attacchi delle muffe tossigene del genere <i>Fusarium</i> .	<b>bassa</b>	Eseguire apporti di potassio e fosforo in relazione alla dotazione del suolo e in funzione del bilancio degli elementi.

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI FRUMENTO

## Coltivazione e raccolta

### DEOSSINIVALENOLO (DON) – T2-HT2

Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Fertilizzazione azotata	Le carenze di nutrizione azotata causano frequentemente sviluppo stentato della coltura predisponendola agli attacchi dei funghi tossigeni; tali carenze si manifestano spesso con calo delle rese e proporzionale aumento della concentrazione di tossine. Gli eccessi provocano un maggior rischio di allettamento e maturazioni più tardive con effetti favorevoli allo sviluppo delle muffe.	significativa	Apportare quantitativi di azoto equilibrati e correttamente frazionati.
Trattamenti fungicidi per la difesa della foglia	Le infezioni rilevanti di oidio, ruggini o septoria possono determinare condizioni di stress con ricadute marginali sulla fusariosi della spiga. L'applicazione di fungicidi dall'accestimento alla foglia a bandiera non influenza in modo significativo la fusariosi della spiga e l'accumulo di DON e delle tossine T2-HT2.	bassa	-
Trattamenti fungicidi per la difesa della spiga	L'impiego di sostanze attive che inibiscono i funghi tossigeni è efficace quando difendono la spiga durante la fioritura, nel momento in cui l'inoculo può penetrare nell'infiorescenza e successivamente colonizzare la cariosside.	elevata	Applicare fungicidi attivi su <i>Fusarium</i> dalla fine della spigatura alla piena fioritura. Preferire le miscele per ridurre il rischio di insorgenza di resistenze. L'applicazione di fungicidi non attivi contro <i>Fusarium</i> può aumentare lo sviluppo di questi ultimi e l'accumulo di DON e T2-HT2. In ogni condizione rispettare le indicazioni del PAN.
Trattamenti insetticidi e con regolatori della crescita	Gli insetti fitofagi possono favorire stress e cali di resa aumentando indirettamente il rischio di incorrere in maggiori contaminazioni. I regolatori di crescita ad effetto brachizzante possono creare un ambiente colturale più favorevole allo sviluppo delle muffe.	bassa	-
Epoca di raccolta	Nel caso di andamenti meteorologici piovosi nel corso della maturazione la crescita delle muffe può protrarsi anche oltre la maturazione fisiologica.	significativa	In condizioni a rischio di elevate contaminazioni: raccogliere appena possibile e comunque con umidità < 14%.

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI FRUMENTO

## Coltivazione e raccolta

### DEOSSINIVALENOLO (DON) – T2-HT2

Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Regolazione mietitrebbia	Le rotture e ogni tipo di danno alla cariosside favoriscono la penetrazione del micelio e la successiva proliferazione delle muffe	<b>bassa</b>	Regolare accuratamente la mietitrebbiatrice e adottare una velocità di lavoro adeguata. Impiegare mietitrebbiatrici dotate di sistemi di pulizia efficaci. Privilegiare le mietitrebbiatrici a flusso assiale.
Trasporto al centro di stoccaggio	Rimorchi sporchi di residui di granella contaminata possono inquinare il nuovo carico.	<b>bassa</b>	Pulire accuratamente i rimorchi dopo ogni trasporto rimuovendo anche le polveri.

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI FRUMENTO

## Conservazione

### DEOSSINIVALENOLO (DON) – T2-HT2

Processo	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo e nella gestione della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Segregazione all'accettazione	Al centro di stoccaggio possono pervenire partite molto difformi per condizioni di coltivazione, umidità e livello di contaminazione. Pertanto è cruciale la capacità/possibilità di individuare la probabile contaminazione delle partite per effettuare la segregazione di quelle più contaminate. Le informazioni sulla probabile contaminazione sono desumibili da: umidità alla raccolta, areale di coltivazione, agrotecnica, controlli visivi sulla contaminazione, modelli previsionali, analisi della tossina su campioni rappresentativi dei lotti.	<b>molto elevata</b>	Quando possibile Impostare la segregazione in base ad uno o più dei seguenti criteri: c) per areale e/o condizioni agronomiche di coltivazione distinguendo i conferimenti provenienti da campi/aziende: - con stress controllato (applicazione delle buone pratiche di coltivazione), - con colture soggette a stress idrico e/o nutrizionale. d) Eseguire la segregazione in funzione dell'esito dei controlli della contaminazione. I controlli possono essere di tipo: - visivo: valutare la presenza di cariossidi contaminate da funghi tossigeni ("fusariate") con il conteggio delle cariossidi alterate da ammuffimenti (metodo orientativo), - strumentale: valutare il livello di tossine mediante strip-test semi quantitativi (metodi immunoenzimatici ELISA) (metodo consigliato)
Pulizia meccanica post-essiccazione	La pulizia meccanica consente di rimuovere le impurità, le polveri, le cariossidi leggere e gli spezzati minuti caratterizzati da livelli di contaminazione maggiori rispetto alle cariossidi integre.	<b>molto elevata</b>	Regolare in modo ottimale gli apparati di pulizia (vagli, soffiatori, aspiratori, spazzolatrici). Gli scarti di produzione devono essere rapidamente allontanati.
Pulizia dei locali di stoccaggio	Le impurità e la sporcizia accumulata nei locali tra i cicli di stoccaggio sono fonti potenziali di inquinamenti fungini.	<b>elevata</b>	Pulire accuratamente le strutture di stoccaggio prima e dopo lo stoccaggio. Nelle parti più difficili da pulire: trattare la superficie con antimicrobici.

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI FRUMENTO

## Conservazione

### DEOSSINIVALENOLO (DON) – T2-HT2

Processo	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo e nella gestione della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Refrigerazione e ventilazione	La ventilazione e il controllo delle temperature sono fondamentali per prevenire lo sviluppo di muffe riducendo al minimo le porzioni della massa stoccata che presentano microclima favorevole alla loro crescita (per fenomeni locali di condensa o accumulo accentuato dalle particelle più fini).	elevata	Quando è possibile: impiegare silos e capannoni dotati di sistemi di ventilazione e/o di refrigerazione Mantenere un'umidità della granella al di sotto del 18% (ottimale 12%) e comunque non superiore a 25°C.
Movimentazione della massa e pulizia della granella in fase di stoccaggio	Il formarsi di zone con condensa ("rinverdimento") o accumulo di particelle più fini può determinare un innalzamento della temperatura e favorire lo sviluppo di muffe.	elevata	Attuare periodiche movimentazioni della massa, eseguendo se possibile ricicli ed areazioni per evitare la formazione di condensazioni e nuclei surriscaldati. Nei sili a torre: rimuovere la carota centrale e procedere con la pulizia meccanica della stessa. In condizioni di probabile elevata contaminazione: procedere con pulizie meccaniche durante la movimentazione.
Pulizia con la selezionatrice ottica	Le cariossidi contaminate da muffe del genere <i>Fusarium</i> sono ben distinguibili per la colorazione alterata. La loro rimozione dalla massa consente di abbassare significativamente la contaminazione.	molto elevata	Quando la selezionatrice è presente, rimuovere le cariossidi alterate dopo la pulitura meccanica nel corso dello stoccaggio. La taratura della selezionatrice deve essere effettuata in relazione alle necessità e al livello di pulitura richiesto. Gli scarti possono quindi essere ripassati alla selezionatrice per un loro parziale recupero.
Trattamento insetticida e rodenticida durante lo stoccaggio	Gli insetti possono lesionare la cariossidi favorendo la penetrazione dei funghi. I roditori possono localmente creare condizioni microclimatiche favorevoli alla proliferazione fungina.	significativa	In presenza di attacchi: seguire trattamenti insetticidi e rodenticidi. Quando è possibile mantenere temperature <18°C per ridurre la proliferazioni di insetti.

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI FRUMENTO

## Conservazione





### DEOSSINIVALENOLO (DON) – T2-HT2

Processo	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo e nella gestione della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Monitoraggio delle condizioni di stoccaggio	-	significativa	Effettuare osservazioni frequenti di odore, colore, temperatura, umidità, infestazione di insetti. Dotare i locali di stoccaggio di sonde automatiche collocate in ogni parte del locale di stoccaggio. Quando è possibile installare campionatori automatici collocati in linea (dinamici) per poter prelevare campioni più rappresentativi e ottenere dati maggiormente affidabili. Monitorare il contenuto di DON e T2-HT2 con campionamenti periodici.
Sequenza di svuotamento delle strutture	-	significativa	Privilegiare lo svuotamento rapido delle strutture con minore controllo del microclima.

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI FRUMENTO

## Percorsi produttivi ottimali

### DEOSSINIVALENOLO (DON) – T2-HT2

Agrotecnica e stadio culturale		Strategie e azioni per il controllo
Scelta varietà, avvicendamento, lavorazione del suolo		Privilegiare gli avvicendamenti che fanno seguire il frumento a colture che lasciano pochi residui. Curare la sistemazione del terreno per evitare ristagni che inducono stress e sviluppo di Fusarium nelle parti vegetative. Interrare completamente i residui colturali con le lavorazioni. Scegliere varietà tolleranti o mediamente tolleranti alla fusariosi della spiga. Impiegare esclusivamente seme conciato con fungicida.
Accestimento		Eeguire una lotta tempestiva alle erbe infestanti. Intervenire tempestivamente con le concimazioni azotate in copertura al fine di favorire un accestimento adeguato.
Fioritura		Eeguire il trattamento fungicida per la difesa della spiga dalla fusariosi (tra gli stadi di inizio fioritura e lo stadio di 30% di antere emesse). Applicare il fungicida con elevati volumi d'acqua (400 l/ha) ad almeno 12 h dall'evento infettante (pioggia, nebbie o rugiade prolungate).
Maturazione		Eeguire la raccolta appena completata la maturazione.



# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI FRUMENTO

## Definizione del livello di rischio

### DEOSSINIVALENOLO (DON), T2-HT2

Gestione dei residui:		Sensibilità varietale	Trattamento fusaricida	Livello di rischio	
precessione	lavorazioni			Condizioni meteo asciutte*	Condizioni meteo piovose*
cereali a paglia e altre colture dicotiledoni	aratura	mediamente tollerante	specifico	1	1
			ampio spettro	1	2
			no	1	3
		sensibile	specifico	2	3
			ampio spettro	2	3
			no	3	4
	minima lavorazione e semina su sodo	mediamente tollerante	specifico	1	4
			ampio spettro	1	5
			no	2	6
		sensibile	specifico	3	5
			ampio spettro	3	6
			no	4	7
mais, sorgo	aratura	mediamente tollerante	specifico	1	2
			ampio spettro	1	3
			no	1	4
		sensibile	specifico	2	4
			ampio spettro	2	4
			no	3	5
	minima lavorazione e semina su sodo	mediamente tollerante	specifico	2	5
			ampio spettro	2	6
			no	3	7
		sensibile	specifico	4	6
			ampio spettro	4	7
			no	5	8

\* nelle fasi del ciclo dalla spigatura alla maturazione cerosa.

## LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS E DI FRUMENTO

### Guida all'uso dell'applicazione "Valutazione rischio micotox"

La *web app mobile* "Valutazione rischio micotox" è stata messa a punto per prevedere il rischio di contaminazione da micotossine su mais e frumento. L'applicativo non ha la pretesa di fornire risultati certi, ma di dare un'indicazione di massima all'utilizzatore contribuendo ad aumentare, tra gli operatori del settore, il livello di sensibilità e di conoscenza in materia di micotossine.

Essa è consultabile gratuitamente all'indirizzo Internet: <http://www.meccolt.unito.it/micotossine/index.html>

E' possibile consultarla con il proprio PC attraverso i *web browser* più comuni (es. Google Chrome, Internet Explorer, Mozilla Firefox, Safari, Opera) ed è inoltre ottimizzata per la visualizzazione tramite *tablet* e *smartphone* indipendentemente dal sistema operativo (es. iOS, Android, Windows phone).

L'utilizzazione della *web app* prevede i seguenti passaggi:

- selezionare la coltura (mais o frumento) nella barra di navigazione posizionata nella parte superiore della schermata iniziale;
- rispondere a tutte le domande di carattere agronomico scegliendo tra le opzioni dei menù a tendina;
- cliccare sul tasto "calcola rischio" posizionato al fondo della schermata.

Quindi comparirà a schermo il livello di rischio atteso per ciascuna delle micotossine trattata nelle Linee Guida secondo la modalità di classificazione descritta nell'introduzione.

Per una più facile fruizione della *web app* tramite *smartphone* o *tablet* è possibile salvare il link nel seguente modo:

- Android: una volta aperto il link cliccare nel menù del browser (in alto a destra) e scegliere "Aggiungi a schermata Home";
- iOS: una volta aperto il link cliccare sul tasto "condividi" della barra (nella parte bassa) del browser e scegliere "Aggiungi a Home".

In questo modo sarà possibile entrare nella *web app* come se fosse una qualsiasi app del *smartphone* o *tablet*.

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS E DI FRUMENTO

## Allegati

### Allegato 1 Funghi produttori di micotossine del mais e del frumento e condizioni ambientali di sviluppo

Fungo produttore	Micotossina prodotta	Condizioni di sviluppo:						
		Temperatura min (°C)	Temperatura max (°C)	Temperatura opt (°C)	Umidità relativa dell'aria (%)	Umidità relativa della granella (%)	Umidità relativa minima della granella (%)	a <sub>w</sub> <sup>(1)</sup>
<i>Aspergillus flavus</i> , <i>Aspergillus parasiticus</i>	Aflatossine (B1, B2, G1, G2)	8	42	30-40	82	16-30	17,5-18,5	0.85
<i>Fusarium graminearum</i> , <i>Fusarium culmorum</i>	Deossivalenolo, Zearalenone	4	37	-	94	20-22	20-22	0.95
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	T2 - HT2	4	35	-	94	20-22	20-22	0.95
<i>Fusarium verticillioides</i> (moniliforme), <i>Fusarium proliferatum</i>	Fumonisine	15	30	30	91	18-22	20-22	0.91
<i>Aspergillus ochraceus</i>	Ocratossina A*	12	37	36-38	> 80	15-20	15-15,5	0.83
<i>Penicillium verrucosum</i>	Ocratossina A*	4	31	23	> 80	15-20	17-20	0.83

\* non trattata nelle Linee guida

(1) a<sub>w</sub>: activity water. L'attività dell'acqua è un parametro che esprime la parte attiva dell'acqua, ossia la frazione libera e disponibile per le reazioni biologiche; infatti l'acqua contenuta in un alimento è legata in maniera più o meno intensa a seconda del tipo di substrato e alla presenza in questo di gruppi idrofobi e idrofili. Esiste un valore soglia di a<sub>w</sub> sotto al quale non si ha sviluppo microbico, in quanto l'acqua presente nel substrato rimane strettamente legata alle altre molecole, ed è quindi indisponibile per le attività cellulari: si è osservato come le specie fungine tossigene più xerofile non siano in grado di crescere a valori di a<sub>w</sub> < 0,78, mentre il processo di tossinogenesi richiede valori di a<sub>w</sub> ancora superiori (Guerra, 2000).

(Fonte: Lacey, 1989; Ominski K.H. et al., 1994; Bottalico, 1999; Battilani, 2002)

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS E DI FRUMENTO

## Allegati

### Allegato 2 Stadi colturali di maggiore sensibilità al processo infettivo dei funghi tossigeni e condizioni meteorologiche avverse

Fungo produttore	Mais	Frumento tenero e duro	Condizioni meteorologiche avverse negli stadi citati <sup>(1)</sup>
<i>Aspergillus flavus</i> , <i>Aspergillus parasiticus</i>	da piena fioritura (BBCH 65) a imbrunimento delle setole (BBCH 69)	-	temperature massime > 30 °C e Temperature minime > 20 °C per più giorni consecutivi
<i>Fusarium graminearum</i> , <i>Fusarium culmorum</i>	da inizio fioritura (BBCH 61) a inizio imbrunimento delle setole (BBCH 69)	da inizio fioritura (BBCH 61) a fine fioritura (BBCH 69)	precipitazioni frequenti (almeno 2 giorni piovosi consecutivi). Temperature minime > 10 °C
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	-	da inizio fioritura (BBCH 61) a fine fioritura (BBCH 69)	temperature fresche
<i>Fusarium verticillioides</i> (moniliforme), <i>Fusarium proliferatum</i>	da inizio della maturazione lattea (BBCH 73) a termine maturazione fisiologica (BBCH 87)	-	temperature minime > 20 °C per più giorni consecutivi
<i>Aspergillus ochraceus</i> *	da piena fioritura (BBCH 65) a imbrunimento delle setole (BBCH 69)	-	-
<i>Penicillium verrucosum</i> *	da piena fioritura (BBCH 65) a imbrunimento delle setole (BBCH 69)	-	temperature fredde durante la fase finale di maturazione

<sup>(1)</sup> Le condizioni meteorologiche avverse sono quelle favorevoli al processo infettivo e possono differire in parte dalle condizioni ambientali di sviluppo e si riferiscono ad osservazioni pluriennali di campo.

\* non trattata nelle Linee guida

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS E DI FRUMENTO

## Allegati

### Allegato 3 Livello massimo di micotossine per il mais e il frumento in UE

Destinazione prodotto		Micotossine, livello massimo ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )						
		AFLA B1-B2-G1-G2	AFLA B1	OTA*	DON	ZEA	FB1 - FB2	T2 - HT2
Alimentazione umana <sup>a, b, c</sup> (granella tal quale)	Frumento tenero	-	-	5	1 250	100	-	100
	Frumento duro	-	-	5	1 750	100	-	100
	Mais	10	5	5	1 750	350	4 000	200
Impiego zootecnico <sup>c, d, e</sup> (Mangimi complementari completi)	Pollame	-	20	100	-	-	20 000	250
	Suini	-	20	50	900	250	5 000	250
	Vitelli	-	10	-	2 000	500	2 000	250
	Cavalli	-	-	-	-	-	5 000	250
	Vacche da latte	-	5	-	-	500	-	250
	Ruminanti	-	-	-	-	-	50 000	250

<sup>a</sup> European Commission, 2007. Commission regulation (EC) No 1126/2007 of 28 September 2007 amending Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs as regards Fusarium toxins in maize and maize products.

<sup>b</sup> European Commission, 2010. Commission regulation (EU) No 165/2010 of 26 February 2010 amending Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs as regards aflatoxins.

<sup>c</sup> European Commission, 2013. Commission recommendation (2013/165/EU) of 27 March 2013 on the presence of T-2 and HT-2 toxin in cereals and cereal products.

<sup>d</sup> European Commission, 2006. Commission recommendation (2006/576/EC) of 17 August 2006 on the presence of deoxynivalenol, zearalenone, ochratoxin A, T-2 and HT-2 and fumonisins in products intended for animal feeding.

<sup>e</sup> European Commission, 2003. Commission directive 2003/100/EC of 31 October 2003 amending Annex I to Directive 2002/32/EC of the European Parliament and of the Council on undesirable substances in animal feed. In Italy: Decreto Legislativo 10 maggio 2004 n. 149. Attuazione della direttiva 2001/102/CE, della direttiva 2002/32/CE, della direttiva 2003/57/CE e della direttiva 2003/100/CE, relative alle sostanze ed ai prodotti indesiderabili nell'alimentazione degli animali.

\* non trattata nelle Linee Guida.

# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS E DI FRUMENTO

## Bibliografia

### Bibliografia

- AA.VV. 2013. Manuale di corretta prassi per la gestione del rischio aflatossine nel mais destinato all'alimentazione animale. Confederazione nazionale Coldiretti (bozza).
- Aldred, D., Magan, N., 2004. Prevention strategies for trichothecenes. *Toxicol. Lett.* 153, 165-171.
- Battilani, P., 2002. Biologia ed epidemiologia dei funghi micotossigeni. Convegno: Le micotossine nei prodotti vegetali ricadute nelle filiere produttive collegate. Piacenza 22 novembre 2002.
- Beyer, M., Klix, M.B., Klink, H., Verreet J.-A., 2006. Quantifying the effect of previous crop, tillage, cultivar and triazole fungicides on the deoxynivalenol content of wheat grain – a review. *J. Plant Dis. Prot.* 113, 241-246.
- Blandino M., Haidukowski M., Pascale M., Scudellari D., Reyneri A. 2012. Controllare il DON nel frumento tenero è una questione agronomica. *L'Inf. Agr.*, 31, 42-45.
- Blandino M., Haidukowski M., Pascale M., Plizzari L., Scudellari D., Reyneri A., 2012. Integrated strategies for the control of Fusarium head blight and deoxynivalenol contamination in winter wheat. *Field Crops Research*, 133: 139-149
- Blandino M., Reyneri A., Vanara F., 2010. Micotossine dei cereali. Schede di assistenza tecnica della regione Piemonte Supplemento. N56 di "Quaderni della Regione Piemonte - Agricoltura".
- Blandino M., Vanara F., Reyneri A., Colombari G., Pietri A., 2009. Percorsi produttivi per prevenire la contaminazione da micotossine nel mais. *I Georgofili – Quaderni*, IV, 121-132
- Blandino M., Vanara F., Reyneri A., Pascale M., Haidukowski M., Corbellini M., Scudellari D., 2009. Percorsi produttivi per prevenire la contaminazione da deossinivalenolo nel frumento tenero. *I Georgofili – Quaderni*, IV, 105-119.
- Blandino, M., Minelli, L., Reyneri, A., 2006. Strategies for the chemical control of Fusarium head blight: effect on yield, alveographic parameters and deoxynivalenol contamination in winter wheat grain. *Eur. J. Agron.* 25, 193-201.
- Blandino, M., Pilati, A., Reyneri, A., Scudellari, D., 2010. Effect of maize crop residue density on Fusarium head blight and on deoxynivalenol contamination of common wheat grains. *Cereal Res. Commun.*, 38, 550-559.
- Blandino M., Scarpino V., Vanara F., Sulyok M., Krska R., Reyneri A., 2015. The Role of the European Corn Borer (*Ostrinia nubilalis*) on contamination of maize with thirteen Fusarium mycotoxins. *Food Additives and Contaminants*, DOI: 10.1080/19440049.2014.966158.
- Bottalico, A., 1998. Fusarium diseases of cereals: species complex and related mycotoxin profiles in Europe. *Journal of plant Pathology* 80 (2) 85-103.

- Bottalico, A., 1999. Muffe e micotossine delle granaglie. *Tecnica Molitoria* 12:195-219.
- Bruns, H.A., 2003. Controlling aflatoxin and fumonisin in maize by crop management. *Journal of Toxicology, Toxin Reviews* 22: 153-173.
- Bruns, H.A., Abbas, H.K., 2005. Ultra-high plant populations and nitrogen fertility effects on corn in the Mississippi Valley. *Agronomy Journal* 97: 1136-1140.
- Campagna, C., Fusarini, L., 2010. Contribution of Celest in seed treatment to management of mycotoxins in wheat. *Proceedings of the Giornate Fitopatologiche*, 9-12 March 2010, Cervia (RA) Italy, Vol. 2, pp. 381-386.
- Chala, A., Weinert, J., Wolf, G.A., 2003. An integrated approach to the evaluation of the efficacy of fungicides against *Fusarium culmorum*, the cause of head blight of wheat. *J. Phytopathol.* 151, 673-678.
- Champeil, A., Dore, T., Fourbet, J.F., 2004a. Fusarium head blight: epidemiological origin of the effects of cultural practices on head blight attacks and the production of mycotoxins by Fusarium in wheat grains. *Plant Sci.* 166, 1389-1415.
- Champeil, A., Fourbet, J.F., Dore, T., Rossignol, L., 2004b. Influence of cropping system on Fusarium head blight and mycotoxin levels in winter wheat. *Crop Prot.* 23, 531-537.
- Dill-Macky, R., Jones, R.K., 2000. The effect of previous crop residues and tillage on Fusarium head blight of wheat. *Plant Dis.* 84, 71-76.
- Doohan, F.M., Brennan, J., Cooke, B.M., 2003. Influence of climatic factors on Fusarium species pathogenic to cereals. *European Journal of Plant Pathology* 109: 755-768.
- Edwards, S.G., 2004. Influence of agricultural practices on *Fusarium* infection of cereals and subsequent contamination of grain by trichothecene mycotoxins. *Toxicol. Lett.* 153, 29-35.
- Gourdain E. 2012. Regards croisés sur les outils pour gérer le risqué fusarotoxine: développement, utilisations et perspectives. 4eme Colloque qualité sanitaire des cereals. ARVALIS.
- Gourdain, E., 2008. DON: Maîtriser le risque sur les cultures de blés: quels outils pour quelles utilisations? In *Proc. 2<sup>e</sup> Séminaire Mycotoxines des céréales*. April 3, 2008, Paris, Pages 27-40.
- Guerra P., 2000. Micotossine, rischio da evitare. *Terra e Vita* 26: 34-37.
- Haidukowski, M., Pascale, M., Perrone, G., Pancaldi, D., Campagna, C., Visconti, A., 2005. Effect of fungicides on the development of Fusarium head blight, yield and deoxynivalenol accumulation in wheat inoculated under field conditions with *Fusarium graminearum* and *Fusarium culmorum*. *J. Sci. Food Agric.* 85, 191-198.
- Hasegawa, R.H., Fonseca, H., Fancelli, A.L., Da Silva, V.N., Schammas, E.A., Reis Tam Correa, B., 2008. Influence of macro- and micronutrient fertilization on fungal contamination and fumonisin production in corn grains. *Food Control* 19: 36-43.
- Hoenisch, R.W., Davis, R.M., 1994. Relationship between kernel pericarp thickness and susceptibility to Fusarium ear rot in field corn. *Plant Disease* 78: 578-580.
- Hollins, T.W., Ruckebauer, P., De Jong, H., 2003. Progress towards wheat varieties with resistance to Fusarium head blight. *Food Control* 14, 239-244.
- loos, R., Belhadj, A., Menez, M., Faure, A., 2005. The effect of fungicides on *Fusarium* spp. and *Microdochium nivale* and their associated trichothecene mycotoxins in French naturally-infected cereal grains. *Crop Prot.* 24, 894-902.
- Jenkinson, P., Parry, D.W., 1994. Isolation of Fusarium species from common broad-leaved weeds and their pathogenicity to winter wheat. *Mycol. Res.* 98, 776-780.

- Klix, M.B., Beyer M., Verreet, J.-A., 2008. Effect of cultivar, agronomic practices, geographic location, and meteorological conditions on the composition of selected *Fusarium* species on wheat heads. *Can. J. Plant Pathol.* 20, 46-57.
- Koch, H.-J., Pringas, C., Maerlaender, B., 2006. Evaluation of environmental and management effects on *Fusarium* head blight infection and deoxynivalenol concentration in the grain of winter wheat. *Eur. J. Agron.* 24, 357-366.
- Lacey, J. Et Magan, N., 1991. Fungi in cereal grains: their occurrence and water and temperature relationship. In: *Cereal grain – Mycotoxins, Fungi and Quality in drying and storage* (Chelkowski J., ed.) Elsevier, Amsterdam, Pp. 77-118.
- Lacey, J., Ramakrishna, N., Hamer, A., Magan, N. Et Marfleet, I. C., 1991. Grain fungi. In: D. K. Aurora, K. G. Mukerji and Marth, E. H. (Eds.) *Handbook of Applied Mycology*. Vol. 3. Marcel Dekker, Inc., New York., Pp. 121-177.
- Lauren, D.R., Smith, W.A., Di Menna, M.E., 2007. Influence of harvest date and hybrid on the mycotoxin content of maize (*Zea mays*) grain grown in New Zealand. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 35: 331-340.
- Lemmens, M., Haim, K., Lew, H., Ruckenbauer, P., 2004. The effect of nitrogen fertilization on *Fusarium* head blight development and deoxynivalenol contamination in wheat. *J. Phytopathol.* 152, 1-8.
- Lori, G.A., Sisterna, M.N., Sarandon, S.J., Rizzo, I., Chidichimo, H., 2009. *Fusarium* head blight in wheat: impact of tillage and other agronomic practices under natural infection. *Crop Prot.* 28, 495-502.
- Maiorano, A., Blandino, M., Reyneri, A., Vanara, F., 2008. Effects of maize residues on the *Fusarium* spp. infection and deoxynivalenol (DON) contamination of wheat grain. *Crop Prot.* 27, 182-188.
- Mayerle, M., Pancaldi, D., Haidukowski, M., Pascale, M., Ravaglia, S., 2007. Fusariosi e grano tenero: quali sono le varietà più resistenti. *L'Informatore Agrario* 32, 45-49.
- McMullen, M., Halley, S., Schatz, B., Meyer, S., Jordahl, J., Ransom, J., 2008. Integrated strategies for *Fusarium* head blight management in the United States. *Cereal Res. Commun.* 36 (Suppl.B45), 563-568.
- Mesterházy, A., Bartók, T., Kászonyi, G., Varga, M., Tóth, B., Varga, J., 2005. Common resistance to different *Fusarium* spp. causing *Fusarium* head blight in wheat. *Eur. J. Plant Pathol.* 112, 267-281.
- Mesterhazy, A., Bartok, T., Lamper, C., 2003. Influence of wheat cultivar, species of *Fusarium*, and isolate aggressiveness on the efficacy of fungicides for control of *Fusarium* head blight. *Plant Dis.* 87, 1107-1115.
- Miller, J.D., Culley, J., Fraser, K., Hubbard, S., Meloche, F., Ouellet, T., Seaman, L., Seifert, K. A., Turkington, K., Voldeng, H., 1998. Effect of tillage practice on *Fusarium* head blight of wheat. *Can. J. Plant Pathol.* 20, 95-103.
- Munkvold, G.P., 2003a. Cultural and genetic approaches to managing mycotoxins in maize. *Annu Rev Phytopathol* 41:99-116.
- Nita, M., Dewolf, E., Madden, L., Paul, P., Shaner, G., Adhikari, T., Ali, S., Stein, J., Osborne L., 2006. Effect of corn residue level, fungicide application and cultivar resistance level on disease incidence and severity of *Fusarium* head blight and DON concentration. In: *Proc. 2006 National Fusarium Head Blight Forum*, Dec. 10-12, 2006, Research Triangle Park, NC., East Lansing: Michigan State University, Page 49.



- Obst, A., Lepschy, J., Beck, R., Bauer, G., Bechtel, A., 2000. The risk of toxins by *Fusarium graminearum* in wheat – interactions between weather and agronomic factors. *Mycotoxin Res.* 16A, 16-20.
- Palazzini, J.M., Ramirez, M.L., Torres, A.M., Chulze, S.N., 2007. Potential biocontrol agents for Fusarium head blight and deoxynivalenol production in wheat. *Crop Prot.* 26, 1702-1710.
- Papst, C., Utz, H.F., Melchinger, A.E., Eder, J., Magg, T., Klein, D., Bohn, M., 2005. Mycotoxins produced by *Fusarium* spp. in isogenic Bt vs. non Bt maize hybrids under European corn borer pressure. *Agronomy Journal* 97: 219-224.
- Parry, D.W., Jenkinson, P., McLeod, L., 1995. Fusarium ear blight (scab) in small grain cereal - Review. *Plant Pathol.* 44, 207-238.
- Paul, P.A., Lipps, P.E., Hershman D.E., McMullen, M.P., Draper, M.A., Madden, L.V., 2008. Efficacy of triazole-based fungicides for Fusarium Head Blight and deoxynivalenol control in wheat: a multivariate meta-analysis. *Phytopathology* 98, 999-1011.
- Pietri A., Barnabucci U., Reyneri A., Visconti A. 2004. Come prevenire le aflatossine nel latte. *L'Informatore Agrario*, 14, 49-50.
- Pirgozliev, S.R., Edwards, S.G., Hare, M.C., Jenkinson, P., 2003. Strategies for the control of Fusarium head blight in cereals. *Eur. J. Plant Pathol.* 109, 731-742.
- Pizzolato G. et al., 2004. Mais: qualità e micotossine. Associazione Italiana Raccoglitori, essiccatori, stoccatore di cereali e semi oleaginosi.
- Reid, L.M., Sinha, R.C., 1998. Maize maturity and the development of gibberella ear rot symptoms and deoxynivalenol after inoculation. *European Journal of Plant Pathology* 104: 147-154.
- Reid, L.M., Zhu, X., Ma, B.L., 2001. Crop rotation and nitrogen effects on maize susceptibility to gibberella (*Fusarium graminearum*) ear rot. *Plant and Soil* 237: 1-14.
- Reyneri A., Visconti G., Avvantaggiato M., Blandino M., Desiderio E. 2004. Ridurre il rischio aflatossine negli alimenti zootecnici è possibile. *L'Informatore Agrario*, 14, 53-56.
- Saladini, M., Blandino, M., Reyneri, A., Alma, A., 2008. The impact of insecticide treatments on *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (*Lepidoptera: Crambidae*) and their influence on the mycotoxin contamination of maize kernels. *Pest Management Science* DOI: 10.1002/ps.1613.
- Scarpino V., Sulyok M., Krska R., Reyneri A., Blandino M., 2015. Effect of fungicide application to control Fusarium head blight and 20 Fusarium and Alternaria mycotoxins in winter wheat (*Triticum aestivum*). *World Mycotoxin Journal*, DOI: 10.392/WMJ2014.1814.
- Schaafsma, A.W., Tamburic-Illinic, L., Miller, J.D., Hooker, D.C., 2001. Agronomic consideration for reducing deoxynivalenol in wheat grain. *Can. J. Plant Pathol.* 23, 279-285.
- Snijders, C.H.A., 2004. Resistance in wheat to *Fusarium* infection and trichothecene formation. *Toxicol. Lett.* 153, 37-46.
- Sutton, J.C., 1982. Epidemiology of wheat head blight and maize ear rot caused by *Fusarium graminearum*. *Canadian Journal of Plant Pathology* 4: 195-209.
- Tóth, B., Kászonyi, G., Bartók, T., Varga, J., Mesterházy, A., 2008. Common resistance of wheat to members of the *Fusarium graminearum* species complex and *F. culmorum*. *Plant Breeding* 127, 1-8.
- Xu, X.M., 2003. Effects of environmental conditions on the development of Fusarium ear blight. *Europ. J. Plant Pathol.* 109, 683-689.