



**mipaaf**

ministero delle politiche  
agricole alimentari e forestali

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

*- INDICAZIONI TECNICHE -*  
Seconda Edizione 2021



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

A cura di:

Amedeo Reyneri e Valentina Scarpino

Sabrina Locatelli, Patrizia Vaccino

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

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria. Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali – Sedi di Bergamo e Vercelli



Dipartimento  
di eccellenza  
La qualità globale  
nel sistema  
agroalimentare



Con la collaborazione di:

Massimo Blandino, Francesca Vanara, DISAFA – Università di Torino,  
Chiara Lanzanova – CREA Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Bergamo.

Cesare Soldi - AMI: Associazione Italiana Maiscoltori

Enrico Costa - AIREs: Associazione Italiana Essiccatori Raccoglitori Stocicatori di Cereali e Semi oleosi

Le indicazioni di seguito riportate derivano da informazioni raccolte nell'ambito dei Progetti MICOMAIs, MICOPRINCEM, MONIMAIs, RQC finanziati dal Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali 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.

Questo lavoro è stato realizzato nell'ambito dell'accordo di collaborazione (ex art. 15 della Legge 241/90) **"RETI2020: Consolidamento Reti nazionali qualità dei cereali come innovazione scientifica e supporto tecnico-scientifico alle filiere cerealicole e al monitoraggio delle materie prime"**, stipulato tra CREA e MIPAAF (30 aprile 2021 prot. 198541).

Citazione raccomandata:

Reyneri A., Scarpino V., S. Locatelli, P. Vaccino (a cura di), 2021. Linee guida per il controllo delle micotossine nella granella di mais e frumento. II Edizione.

Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali – Dip.to delle politiche competitive, della qualità agroalimentare, ippiche e della pesca - Piano cerealicolo nazionale, 2020

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

Le LINEE GUIDA per il controllo delle micotossine nella granella di Mais e di Frumento vuole essere un ausilio per gli operatori del settore cerealicolo al fine di contribuire ad aumentare la **qualità delle produzioni** nazionali. La contaminazione da micotossine rappresenta il più insidioso e subdolo problema qualitativo dei cereali e in particolare del mais e del frumento tenero e duro, nonché dei frumenti minori e dell'orzo. L'origine della contaminazione da funghi spontaneamente presenti nei campi e negli ambienti agricoli e la stretta dipendenza dagli andamenti meteorologici stagionali non controllabili o attenuabili nelle condizioni di pieno campo, rendono questi contaminanti di **gestione particolarmente difficile e limitata**.

Per questi motivi gli interventi agrotecnici, l'adozione della genetica e delle pratiche di post-raccolta, sono di assoluta rilevanza per ridurre la proliferazione delle muffe tossigene e limitare la frequenza con cui le contaminazioni possono dare origine a vincoli di impiego e commercializzazione con il fine ultimo di assicurare **la conformità igienico-sanitaria delle produzioni** destinate sia al settore food (alimentare) sia feed (ad uso zootecnico). La crescita delle **filiere cerealicole**, attraverso Disciplinari di produzione e Contratti di fornitura ulteriormente evidenzia la necessità di adottare nei processi produttivi il controllo della contaminazione da micotossine, non solo come un pre-requisito, ma imponendo livelli di concentrazione ulteriormente ridotti rispetto ai limiti comunitari. Per questo motivo questa edizione presenta esplicitamente i **percorsi produttivi di filiera** destinati a rispondere alle specifiche esigenze qualitative espresse per tali destinazioni.

Questa Seconda edizione aggiornata delle LINEE GUIDA rappresenta una sintesi delle migliori tecniche di prevenzione e controllo, aggiornando e completando il quadro degli strumenti disponibili sia nella fase di campo, sia di post-raccolta. Questa Edizione inoltre affronta il tema delle **micotossine emergenti**, ovvero di quelle oggetto di attenzione e in prospettiva di entrare nel quadro delle normative di settore, data la loro elevata co-presenza con le micotossine normate principalmente causata da funghi produttori comuni. Tale approfondimento è condotto al fine di valutare la frequenza della loro contaminazione e stabilire eventuali analogie o difformità di comportamento, prevenzione e controllo rispetto alle micotossine normate, per una più attenta e globale gestione della qualità delle produzioni cerealicole. Per il modo con cui le LINEE GUIDA sono state impostate, queste complementano l'azione svolta dai **modelli previsionali**. Se infatti questi sono volti a prevedere la contaminazione principalmente in relazione all'andamento meteorologico, le informazioni fornite in questo contributo si collocano a monte, ovvero fornendo il quadro degli interventi agrotecnici e di impiego della genetica per porre tali cereali nelle condizioni di essere meno soggetti all'alea meteorologica.

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

## Indice

<b>Diffusione delle micotossine nelle produzioni cerealicole italiane.....</b>	<b>4</b>
<b>Mais.....</b>	<b>4</b>
<b>Frumento tenero.....</b>	<b>10</b>
<b>Scopi e impieghi delle Linee Guida.....</b>	<b>12</b>
<b>Scopi e funzioni delle Linee Guida .....</b>	<b>12</b>
<b>Applicazione delle Linee Guida .....</b>	<b>12</b>
<b>Accortezze nell'impiego delle Linee Guida.....</b>	<b>14</b>
<b>Organizzazione delle Linee Guida.....</b>	<b>14</b>
<b>Misure e interventi per il controllo e la gestione delle micotossine .....</b>	<b>15</b>
<b>Percorsi produttivi ottimali per il contenimento delle micotossine .....</b>	<b>15</b>
<b>Individuazione del livello di rischio .....</b>	<b>16</b>
<b>LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NEL MAIS.....</b>	<b>17</b>
<b>Coltivazione - Conduzione e gestione della coltura .....</b>	<b>18</b>
AFLATOSSINE.....	19
FUMONISINE.....	23
DEOSSINIVALENOLO E ZEARELENONE.....	26
<b>Raccolta e conservazione – Gestione della raccolta e della conservazione .....</b>	<b>28</b>
AFLATOSSINE, FUMONISINE, DEOSSINIVALENOLO E ZEARELENONE .....	29
<b>Percorsi produttivi .....</b>	<b>35</b>
AFLATOSSINE.....	36
FUMONISINE, DEOSSINIVALENOLO E ZEARELENONE .....	37
<b>Percorsi produttivi - Granella di mais a bassa contaminazione per filiere .....</b>	<b>38</b>
MAIS GRANELLA PER IL SETTORE ALIMENTARE .....	39
MAIS GRANELLA WAXY E BIANCO PER L'AMIDERIA .....	40
MAIS GRANELLA PER IL SETTORE MANGIMISTICO .....	41
<b>Definizione del livello di rischio .....</b>	<b>42</b>
AFLATOSSINE .....	42
FUMONISINE .....	43
DEOSSINIVALENOLO E ZEARELENONE .....	44
<b>LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NEL FRUMENTO .....</b>	<b>45</b>
<b>Coltivazione - Conduzione e gestione della coltura .....</b>	<b>46</b>
DEOSSINIVALENOLO – T2-HT2 .....	47
<b>Raccolta e conservazione – Gestione della raccolta e della conservazione .....</b>	<b>50</b>
DEOSSINIVALENOLO – T2-HT2.....	51
<b>Percorsi produttivi.....</b>	<b>54</b>
DEOSSINIVALENOLO – T2-HT2.....	55
<b>Percorsi produttivi - Granella di frumento a bassa contaminazione per filiere ...</b>	<b>56</b>
FRUMENTO BIOLOGICO.....	57
FRUMENTO PER IL BABY FOOD .....	58
FRUMENTO PER LE FILIERE INTEGRATE .....	59
<b>Definizione del livello di rischio .....</b>	<b>60</b>
DEOSSINIVALENOLO – T2-HT2.....	60
<b>Allegati.....</b>	<b>61</b>
Allegato 1 – Funghi produttori .....	61
Allegato 2 – Stadi colturali di maggiore sensibilità al processo infettivo .....	62
Allegato 3 e Allegato 4 – Tenori massimi o raccomandati .....	63
<b>Bibliografia .....</b>	<b>65</b>

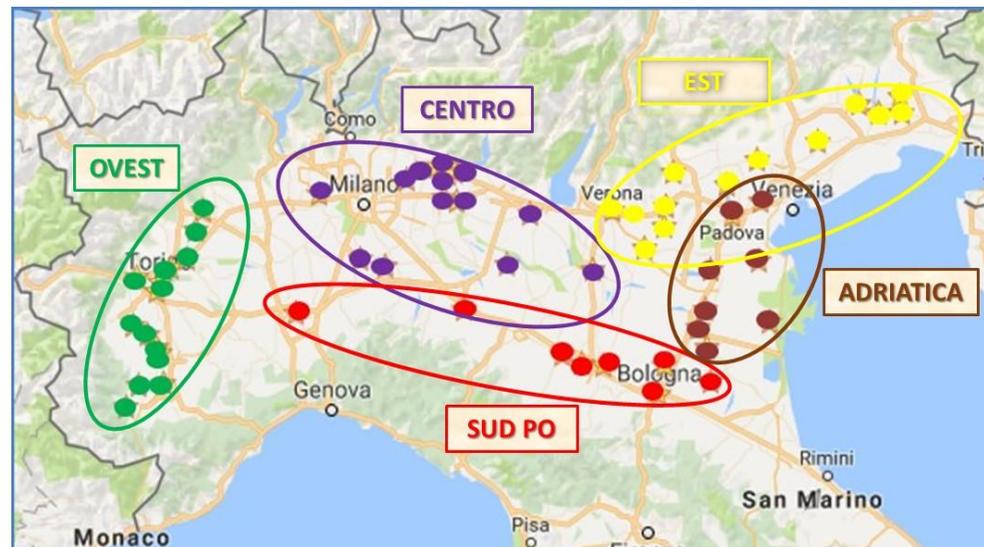
# LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS E DI FRUMENTO

## Diffusione delle micotossine nelle produzioni cerealicole italiane

A causa della variabilità climatica del Territorio nazionale e delle frequenti e peculiari condizioni meteorologiche che caratterizzano i principali areali cerealicoli nazionali, la presenza delle muffe tossigene e la contaminazione da micotossine sono particolarmente frequenti ed elevate. In questo capitolo si riassumono i dati di diffusione su mais e su frumento tenero, colture monitorate da tempo e di cui si dispongono dati raccolti in modo sistematico. I dati presentati si riferiscono a campioni di granella di frumento ottenuti dal monitoraggio della Rete Nazionale di confronto varietale del MIPAAF-CREA (Fonte: MIPAAF-CREA), nel periodo 2011-2020 e di mais provenienti da centri di essiccazione e stoccaggio.

### Mais

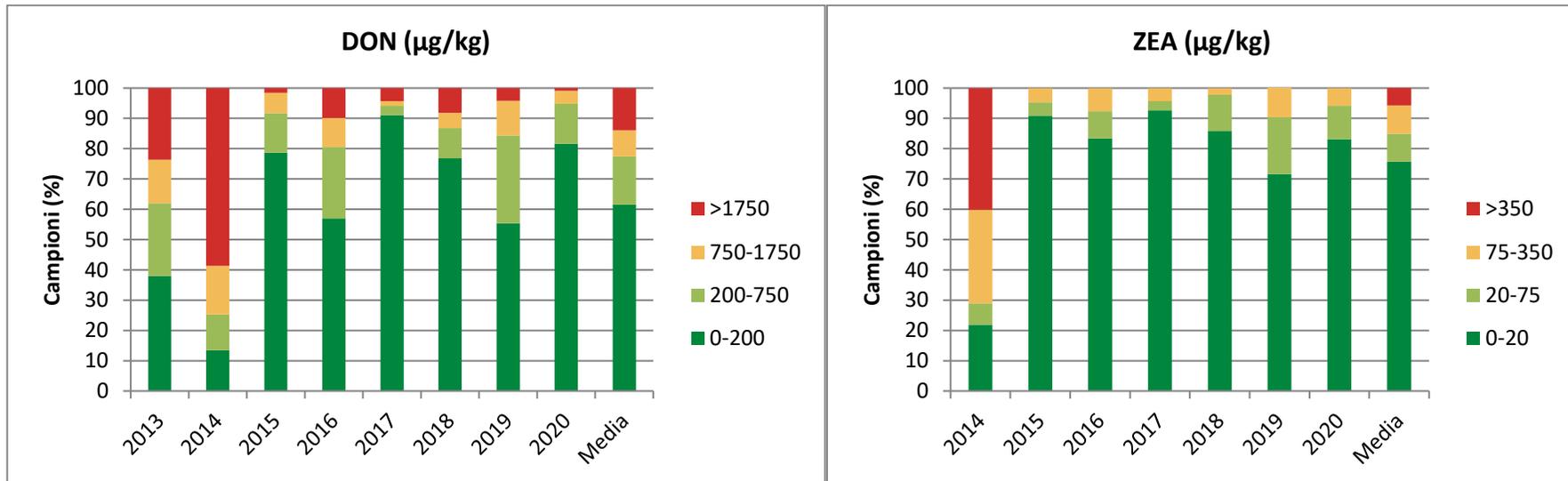
Per il mais è stata valutata la diffusione negli areali maidicoli del Nord Italia (Figura 1) del deossivalenolo (DON), dello zearalenone (ZEA), dell'aflatossina B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>) e delle fumonisine (FBs) (Figure 2-3) in lotti di mais provenienti da centri di essiccazione e stoccaggio (in media ca. 45 per anno).



**Figura 1.** Mais: distribuzione geografica dei centri di stoccaggio, degli areali maidicoli del Nord-Italia, campionati ciascun anno nell'ambito del monitoraggio condotto nel periodo 2011-2020 dal MIPAAF-CREA.

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

## Diffusione delle micotossine nelle produzioni cerealicole italiane



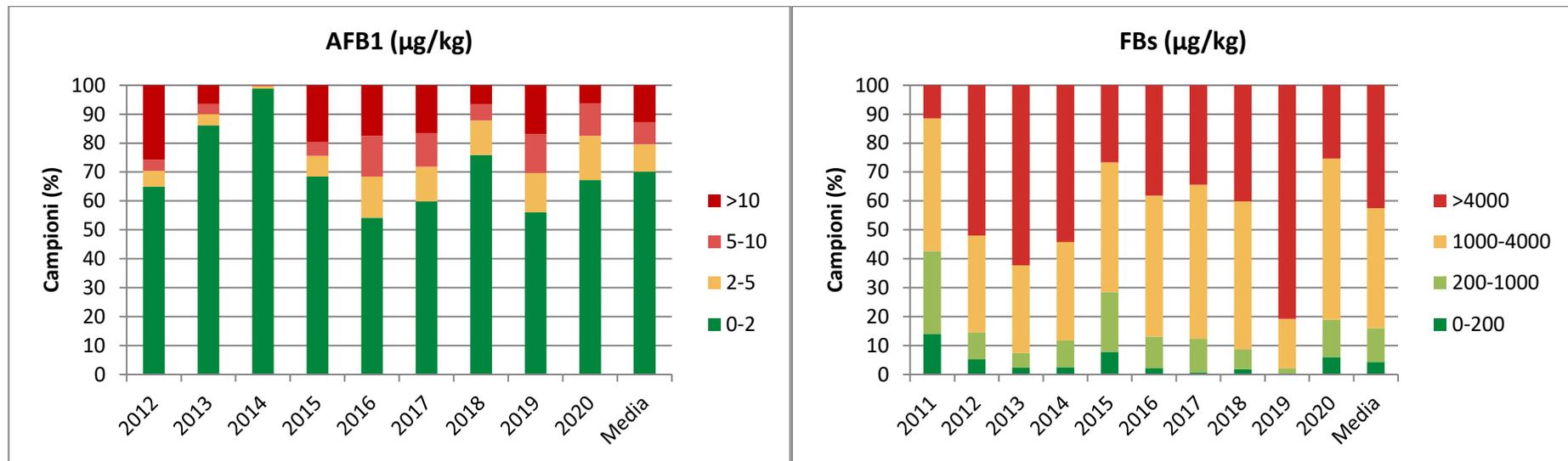
**Figura 2.** Diffusione del deossinivalenolo (DON) e dello zearalenone (ZEA) in lotti di mais dal 2013 al 2020.

I valori riportati nelle Figure 2-3 sottolineano che, nonostante la predisposizione di buone pratiche agricole (GAP) e di manipolazione (GMP) (secondo le indicazioni della Raccomandazione 2006/583/CE) il fattore meteorologico rimane determinante per lo sviluppo delle micotossine. Questo causa una grande variabilità di contaminazioni nei diversi anni e nei diversi areali. Riguardo il DON (Figura 2), mediamente il 14% dei lotti ha presentato valori al di sopra dei 1750 µg/kg e non sono quindi risultati conformi secondo i Regolamenti (CE) n. 1881/2006 e n. 1126/2007. Questa percentuale di non conformità ha raggiunto valori massimi nel 2013 e nel 2014, raggiungendo rispettivamente valori del 24% e del 59%. Analogamente per lo ZEA (Figura 2) solo nel 2014, vi è stato il superamento del limite di 350 µg/kg, e in tale anno ca. il 40% dei lotti di mais non è risultato conforme a tale limite.

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

## Diffusione delle micotossine nelle produzioni cerealicole italiane

L'AFB<sub>1</sub> (Figura 3) ha presentato maggiori criticità nel 2012, 2015, 2016, 2017 e 2019 raggiungendo ca. il 30% di non conformità dei campioni analizzati secondo i Regolamenti (CE) n. 1881/2006 e n. 32/2002 (ultima modifica Reg. EU 186/2015). Le FBs (Figura 3) sono risultate le micotossine che hanno presentato costanti criticità negli anni, raggiungendo nel 2019 il superamento del limite di 4000 µg/kg per ca. l'80% dei lotti campionati.



**Figura 3.** Diffusione dell'aflatossina B1 (AFB<sub>1</sub>) e delle fumonisine (FBs) in lotti di mais dal 2011 al 2020.

Prendendo in considerazione la contaminazione media annua del DON, ZEA, AFB<sub>1</sub> e delle FBs negli areali maidicoli del Nord-Italia (Figura 1), considerati nel monitoraggio condotto dal 2011 al 2020, è stato possibile valutare le principali criticità in funzione dell'areale (A, Adriatica; C, Centro; E, Est; O, Ovest; SP, Sud Po) e dell'anno (Tabella 1). Nonostante le FBs presentino costanti criticità negli anni e risultino ubiquitariamente presenti, gli areali che hanno mostrato maggiori rischi di contaminazione sono gli areali C, E ed A. Le micotossine AFB<sub>1</sub>, DON e ZEA hanno mostrato invece una correlazione più stretta con l'anno e con l'andamento meteorologico caratterizzante l'annata. Nonostante ciò, l'AFB<sub>1</sub> ha presentato criticità trascurabili nell'areale O, mentre quest'ultimo è risultato essere, insieme agli areali C ed E, maggiormente a rischio per il DON e lo ZEA.

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

## Diffusione delle micotossine nelle produzioni cerealicole italiane

**Tabella 1.** Valutazione delle principali criticità legate all'anno e all'areale per le FBs, AFB<sub>1</sub>, DON e ZEA in lotti di mais dal 2011 al 2020 per le produzioni destinate al settore alimentare secondo i tenori massimi del Reg. 1881/2006 e 1126/2007.

Micotossina <sup>a</sup>	Areale <sup>b</sup>	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	REG. CE N. 1881/2006 e N.1126/2007
FBs (µg/kg)	A	● 2224	● 6343	● 7171	● 6829	● 1970	● 4440	● 5636	● 3098	● 8622	● 3456	4000
	C	● 2391	● 5584	● 6027	● 4454	● 4103	● 4836	● 5705	● 6129	● 8030	● 4166	
	E	● 2594	● 11971	● 9088	● 4773	● 5696	● 4889	● 5495	● 4306	● 8063	● 1897	
	O	● 747	● 3365	● 4507	● 3760	● 3599	● 2662	● 2833	● 3459	● 7759	● 1724	
	SP	● 1305	● 4263	● 4314	● 6384	● 2930	● 2843	● 2012	● 2622	● 7809	● 5438	
AFB <sub>1</sub> (µg/kg)	A	nd <sup>c</sup>	● 27	● 11	● 0.5	● 9	● 9	● 23	● 7	● 10	● 4	5
	C	nd	● 9	● 4	● 0.5	● 15	● 9	● 8	● 2	● 4	● 2	
	E	nd	● 9	● 4	● 0.6	● 6	● 8	● 2	● 3	● 10	● 3	
	O	nd	● 0.7	● 0.6	● 0.7	● 3	● 0.7	● 2	● 1	● 2	● 2	
	SP	nd	● 20	● 5	● 0.5	● 10	● 10	● 5	● 2	● 7	● 6	
DON (µg/kg)	A	nd	nd	● 257	● 2058	● 40	● 175	● 23	● 38	● 316	● 151	1750
	C	nd	nd	● 1669	● 4572	● 102	● 1408	● 687	● 462	● 210	● 78	
	E	nd	nd	● 694	● 5556	● 186	● 828	● 125	● 231	● 736	● 440	
	O	nd	nd	● 6469	● 7065	● 582	● 1115	● 211	● 664	● 614	● 118	
	SP	nd	nd	● 231	● 2133	● 168	● 271	● 50	● 149	● 216	● 122	
ZEA (µg/kg)	A	nd	nd	nd	● 172	● 4	● 4	● 1	● 2	● 24	● 14	350
	C	nd	nd	nd	● 362	● 6	● 19	● 18	● 14	● 11	● 7	
	E	nd	nd	nd	● 449	● 12	● 12	● 9	● 6	● 20	● 49	
	O	nd	nd	nd	● 550	● 22	● 28	● 7	● 18	● 47	● 7	
	SP	nd	nd	nd	● 139	● 12	● 4	● 1	● 3	● 11	● 5	

L'assegnazione del semaforo rosso, giallo e verde è stata condotta in funzione dei seguenti range di concentrazione per: 1) FBs = rosso → > 4000 µg/kg, giallo → 2000-4000 µg/kg, verde → 0-2000 µg/kg; 2) AFB<sub>1</sub> = rosso → > 5 µg/kg, giallo → 2-5 µg/kg, verde → 0-2 µg/kg; 3) DON = rosso → > 1750 µg/kg, giallo → 750-1750 µg/kg, verde → 0-750 µg/kg; 4) ZEA = rosso → > 350 µg/kg, giallo → 75-350 µg/kg, verde → 0-75 µg/kg. <sup>a</sup> FBs = fumonisine di tipo B (somma di FB<sub>1</sub> e FB<sub>2</sub>); AFB<sub>1</sub> = aflatossina B<sub>1</sub>; DON = deossinivalenolo; ZEA = zearalenone.

<sup>b</sup> A = Adriatica; C = Centro; E = Est; O = Ovest; SP = Sud Po. <sup>c</sup> nd = non determinato.

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

## Diffusione delle micotossine nelle produzioni cerealicole italiane

Per quanto riguarda la diffusione delle micotossine emergenti negli areali maidicoli del Nord Italia (Figura 1), sono di seguito riportati alcuni dati ottenuti nell'ambito dei Progetti MONIMAIIS e RQC (MIPAAF), utili alla valutazione del rischio e delle criticità legate all'areale e all'anno (Tabella 2).

**Tabella 2.** Valutazione delle principali criticità legate all'anno e all'areale per le micotossine emergenti in lotti di mais dal 2012 al 2015.

Funghi produttori	Micotossina <sup>a</sup>	Areale <sup>b</sup>							
		O		C		SP		A+E	
		µg/kg <sup>c</sup>	% Positivi	µg/kg <sup>c</sup>	% Positivi	µg/kg <sup>c</sup>	% Positivi	µg/kg <sup>c</sup>	% Positivi
<i>Fusarium</i> spp. Section <i>Liseola</i>	MON	563	100	602	100	694	100	509	100
	FA	475	97	642	96	347	91	677	99
	FUS	1183	100	1446	98	834	88	924	92
	BEA	190	100	133	100	150	100	134	100
	BIK	292	100	351	100	300	100	428	100
<i>Fusarium</i> spp. Section <i>Discolor</i>	DON-3-G	777	100	491	85	30	81	414	83
	15-ADON	306	77	219	41	21	25	128	42
	3-ADON	65	68	43	50	4	10	19	60
	NIV	14	60	15	47	30	32	20	64
	CULM	1502	100	1183	76	72	53	383	79
	BUT	382	100	359	86	32	53	197	85
	AUR	4569	99	4810	89	479	78	2879	90

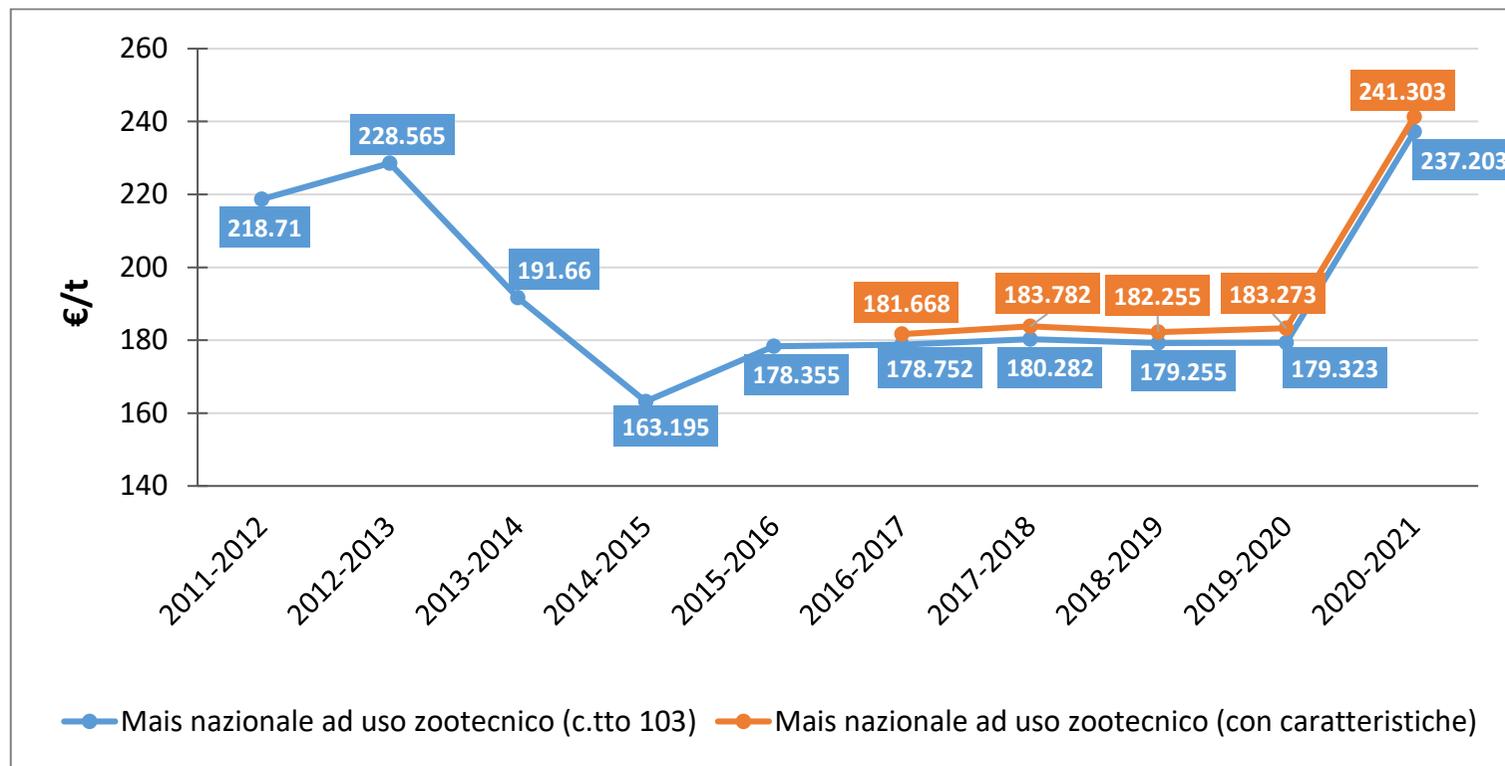
Poiché le micotossine emergenti non sono attualmente normate a livello comunitario l'assegnazione del semaforo rosso, giallo e verde è stata condotta per ciascuna micotossina in funzione dei delta di concentrazione annuale tra gli areali suddivisi in percentuali, in modo da avere il colore rosso per valori eccedenti il 67%, giallo per valori compresi tra il 33 e il 67% e verde per valori compresi tra lo 0 e il 33%. <sup>a</sup> MON = moniliformina; FA = acido fusarico; FUS = fusaproliferina; BEA = beauvericina; BIK = bikaverina; DON-3-G deossinivalenolo-3-glucoside; 15-ADON = 15-acetildeossinivalenolo; 3-ADON = 3-acetildeossinivalenolo; NIV = nivalenolo; CULM = culmorina; BUT = butenolide; AUR = aurofusarina. <sup>b</sup> A = Adriatica; C = Centro; E = Est; O = Ovest; SP = Sud Po. <sup>c</sup> Concentrazione media relativa al periodo 2012-2015.

L'areale O presenta criticità più marcate per le micotossine prodotte da specie *Fusarium* della sezione *Discolor*. Segue l'areale C, anch'esso caratterizzato da livelli di contaminazione consistenti per la stessa categoria di micotossine. Analogamente, gli areali O e C insieme agli areali A ed E risultano anche tra gli areali maggiormente inclini alla contaminazione da micotossine prodotte da specie *Fusarium* della sezione *Liseola*.

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

### Diffusione delle micotossine nelle produzioni cerealicole italiane

Poiché le produzioni nazionali maidicole risultano interessate da contaminazioni da diverse micotossine e date le peculiari condizioni agro-climatiche, il rischio di incorrere in contaminazioni elevate è soprattutto accentuato per la granella di mais negli areali colturali del Nord Italia. Tale rischio si ripercuote negativamente sul valore commerciale di questo cereale, diventando spesso di ostacolo ad una sua valorizzazione nelle filiere nazionali di eccellenza (Figura 4). Da alcuni anni la quotazione del mais vede distinte la voce del mais nazionale con caratteristiche, ovvero con tenori di aflatossine e DON tali da consentire un impiego mangimistico per tutte le specie e categorie di animali in produzione zootecnica da quello più generico.



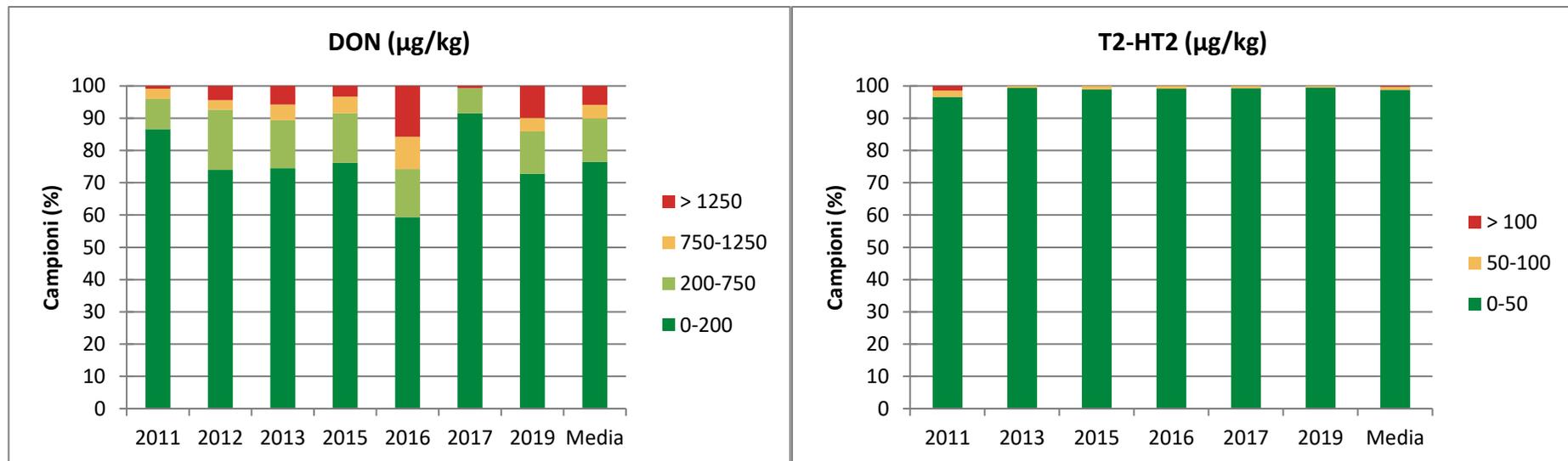
**Figura 4.** Andamento storico del listino annuale (nov-ago) dei prezzi per il mais nazionale ad uso zootecnico (c.tto 103) e per il mais nazionale ad uso zootecnico (con caratteristiche) – Fonte: Camera di Commercio di Bologna.

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

## Diffusione delle micotossine nelle produzioni cerealicole italiane

### Frumento tenero

Per il frumento tenero è stata valutata la diffusione del DON e delle tossine T2 e HT2 (Figura 5) in lotti di frumento tenero provenienti dalla Rete di Confronto varietale (in media ca. 20 località per anno) degli areali del Nord, Centro e Sud Italia.



**Figura 5.** Diffusione del DON e delle tossine T2-HT2 in lotti di frumento tenero dal 2011 al 2019.

Il DON nel frumento tenero ha visto il superamento del limite di legge, mediamente del 6% dei lotti campionati, raggiungendo il 16% nel 2016; mentre le tossine T2 e HT2 non hanno presentato particolari criticità, considerando come riferimento i valori raccomandati dal Ministero della Salute.

Considerando la contaminazione media annua del DON e delle tossine T2-HT2 negli areali del Nord (N), Centro (C) e Sud (S) Italia è stato possibile valutare le principali criticità in funzione dell'areale e dell'anno (Tabella 3). Per il DON le maggiori criticità sono state riscontrate nell'areale N nel 2016 e nel 2019, mentre medie criticità si sono presentate nell'areale C nel 2016 e nell'areale N nel 2013. Criticità trascurabili sono invece state rilevate per le tossine T2 e HT2 in tutti gli areali considerati.

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

## Diffusione delle micotossine nelle produzioni cerealicole italiane

**Tabella 3.** Valutazione delle principali criticità legate all'anno e all'areale per il DON e le tossine T2-HT2 in lotti di frumento dal 2011 al 2019 per le produzioni destinate al settore alimentare secondo i tenori massimi del Reg. 1881/2006, 1126/2007 e Rac. 2013/165/EU.

Micotossina	Areale <sup>a</sup>	2011	2012	2013	2015	2016	2017	2019	REG. CE N. 1881/2006 - N.1126/2007 <sup>b</sup> e Raccomandazione 2013/165/EU <sup>c</sup> (µg/kg)
<b>DON<sup>b</sup></b> (%) <sup>d</sup>	N	1	6	9	5	22	1	28	1250
	C	1	0	0	0	13	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	
<b>T2 - HT2<sup>c</sup></b> (%) <sup>d</sup>	N	0	nd <sup>e</sup>	0	0	0	0	0	100
	C	5	nd	0	0	nd	0	0	
	S	1	nd	0	0	nd	0	0	

Poiché il frumento tenero trova maggiore impiego nel settore food (alimentare), l'assegnazione del semaforo rosso, giallo e verde è stata più stringente e condotta in funzione delle percentuali di campioni che hanno superato i limiti imposti o raccomandati dai Regolamenti comunitari (REG. CE N. 1881/2006 - N.1126/2007 per il DON e Raccomandazione 2013/165/EU per le tossine T2-HT2) e i range sono stati scelti arbitrariamente per entrambe le micotossine come segue: rosso = > 20%, giallo = 8-20%, verde = 0-8% dei campioni superiori ai limiti comunitari imposti o raccomandati. <sup>a</sup> N = Nord Italia; C = Centro Italia; S = Sud Italia. <sup>b</sup> DON = deossinivalenolo, regolamentato dai REG. CE N. 1881/2006 - N.1126/2007. <sup>c</sup> T2-HT2 = tossine T2 e HT2, intese come somma delle singole micotossine e oggetto della Raccomandazione 2013/165/EU. <sup>d</sup> Percentuale di campioni che hanno superato i limiti imposti o raccomandati dai Regolamenti comunitari di riferimento. <sup>e</sup> nd = non determinato

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

## Scopi e impieghi delle Linee Guida

### 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 evidenziate le condizioni e gli interventi che permettono di contenere tali contaminanti in modo indiretto - **gestione delle micotossine** (*mycotoxin management*) - e diretto - **controllo delle 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, almeno per le tossine ad azione cancerogena e genotossica, debbano seguire il principio *ALARA* (*As low as reasonably achievable*). Esso sottolinea la necessità di adottare una serie di misure in grado di 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 di controllo diretto, ovvero in percorsi produttivi che le includano secondo i principi della lotta integrata.

In questa Seconda Edizione, in relazione alle nuove conoscenze, le Linee Guida trattano le singole micotossine attualmente normate a livello comunitario (UE) e le così dette **micotossine emergenti** che nel prossimo futuro potranno essere oggetto dell'introduzione di nuovi possibili limiti.

### 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 le **Buone pratiche di manipolazione** (GMP), secondo le indicazioni della Raccomandazione 2006/583/CE, tenendo presente le specifiche esigenze e realtà locali;
- impostare gli interventi in materia di qualità, igiene e sicurezza nei disciplinari di produzione per i **Contratti integrati di filiera**;

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

### Scopi e impieghi delle Linee Guida

- fornire all'Operatore del Settore Alimentare (OSA) le indicazioni tecniche per la predisposizione delle procedure di autocontrollo da applicare secondo il sistema **HACCP** (Hazard Analysis and Critical Control Points) in maniera più efficace;
- guidare eventuali misure/azioni di orientamento delle **misure agro-climatico-ambientali** e di sostegno agli investimenti nel settore agricolo e dell'industria alimentare;
- proporre alle principali **filiere agro-alimentari** cerealicole gli elementi specifici per un più efficace controllo tenendo presente le peculiari condizioni di produzione, dei targets qualitativi e richiesti dai mercati di sbocco.

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

## Scopi e impieghi delle Linee Guida

### 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 nel loro insieme cogenti.

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 e nel post raccolta non tutte le misure hanno uno stesso significato applicativo in ogni condizione ambientale e operativa; pertanto, le LG vanno adattate di volta in volta alle differenti realtà di applicazione, ribadendo che i Disciplinari di produzione e i Protocolli di intesa sono il risultato di un accordo tra le parti volto ad applicare le misure possibili e/o necessarie ad uno 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.

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

## Scopi e impieghi delle Linee Guida

### Misure e interventi per il controllo e la gestione delle micotossine

Le condizioni agro-ecologico in campo e 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; esse sono quindi evidenziate 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 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

## Scopi e impieghi delle Linee Guida

### Individuazione 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 fasi colturali di maggiore suscettibilità al processo infettivo dei funghi tossigeni;
- **Allegato 3:** riporta i tenori massimi di micotossine per il mais e il frumento destinati all'alimentazione umana in UE e le normative di riferimento;
- **Allegato 4:** riporta i tenori massimi di micotossine per il mais e il frumento destinati all'alimentazione animale in UE e le normative di riferimento.

# MAIS



## **Conduzione e gestione della coltura**



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

## Coltivazione

### AFLATOSSINE (AFs)

Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Avvicendamento	Sui residui colturali l'aspergillo sopravvive durante la stagione avversa. L'avvicendamento con colture che rilasciano pochi residui permettono di ridurre l'entità dell'inoculo. La monosuccessione consente alle larve di diabrotica di moltiplicarsi e danneggiare le radici di mais favorendo lo stress idrico e gli stress che favoriscono la proliferazione dell'aspergillo.	<b>significativa</b>	Attuare l'avvicendamento con colture che rilasciano pochi residui (oleaginose, bietola, orticole di pieno campo ecc.). Evitare la monosuccessione di mais.
Sistemazione del terreno	Gli stress idrico e nutrizionale sono le condizioni che maggiormente predispongono la coltura all'infezione da aspergillo. Una coltura con apparato radicale poco sviluppato è più soggetta agli stress.	<b>significativa</b>	Curare le sistemazioni per evitare ristagni idrici e/o il compattamento del terreno (non solo nelle capezzagne) in particolare nei terreni in cui si esegue la semina su sodo.
Concia della semente	La concia fungicida non influenza in modo apprezzabile la contaminazione. La concia con funzione biostimolante favorisce il primo sviluppo della pianta in primavera e concorre a strutturare un profondo ed efficiente apparato radicale.	<b>bassa</b>	Adottare sementi trattate con miscele fungicide più complete e orientarsi sulla concia con biostimolanti nei suoli freddi e meno dotati.
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) rispettando le indicazioni del PAN.
Gestione dei residui colturali e lavorazioni del terreno	I residui colturali contengono spore vitali e fungono da substrato per la contaminazione, l'infezione e per la seguente produzione di tossine. Sono predisponenti per la maggiore presenza di inoculo: la monosuccessione di mais granella, la semina su sodo e la minima lavorazione in presenza di abbondanti residui.	<b>significativa</b>	Asportare i residui colturali 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. Ricorrere alle lavorazioni superficiali solo nei terreni meno soggetti a compattamento.

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

### Coltivazione

#### AFLATOSSINE (AFs)

Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Scelta ibrido (classe di maturazione)	La fioritura è la fase in cui è più probabile la contaminazione della spiga. Le alte temperature durante la fioritura e durante la seconda parte della maturazione favoriscono la crescita della muffa e la sintesi delle aflatossine.	significativa	Impiegare ibridi a ciclo adeguato in grado di fiorire prima del probabile periodo di massime temperature e di stress idrico. Orientarsi verso ibridi stress tolleranti.
Epoca di semina	La fioritura è la fase in cui si concentra la contaminazione della spiga. Le alte temperature nella seconda parte della maturazione favoriscono la proliferazione della muffa e la sintesi delle aflatossine.	elevata	<b>Per ibridi a ciclo pieno seminare tempestivamente</b> appena il terreno raggiunge i 10°C a 3-5 cm di profondità per evitare la coincidenza della fioritura con le temperature più elevate.
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.	bassa	In coltura asciutta o con limitati apporti idrici: adottare le densità colturali di riferimento dell'ibrido o ridurla del 20%. Quando è possibile adottare la semina di precisione riducendo l'investimento nelle porzioni di campo a rischio maggiore di stress idrico.
Controllo delle infestanti	Le malerbe competono con la coltura per l'acqua e gli elementi nutritivi, aumentando la probabilità e l'entità degli stress.	significativa	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.	molto elevata	Irrigare sulla base di valutazioni delle effettive esigenze idriche della coltura in rapporto all'andamento evapotraspirativo e pluviometrico (bilancio idrico). <b>Concentrare gli interventi nella fase di prefioritura</b> e nella prima parte della maturazione. 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

#### AFLATOSSINE (AFs)

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 flavus</i> . Carenze di fosforo nelle prime fasi inducono un rallentamento dello sviluppo e quindi un ritardo della fioritura.	<b>bassa</b>	Eseguire 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.	<b>significativa</b>	Apportare azoto tempestivamente ed in quantità equilibrata con gli asporti. Quando è possibile seguire un programma di fertilizzazione a rateo variabile per controllare meglio eccessi o carenze.
Fertirrigazione	Interventi che tramite l'irrigazione apportano potassio e azoto in forma prontamente assimilabile in prefioritura pongono la pianta nelle condizioni di sopportare al meglio gli stress in fioritura.	<b>significativa</b>	Nei sistemi che consentono la fertirrigazione concentrare gli apporti di fosforo e potassio in prefioritura.

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

## Coltivazione

### AFLATOSSINE (AFs)

Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Trattamenti insetticidi	<p>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 danneggiati da erosioni perché più esposti alla penetrazione del micelio. Inoltre le piante soggette ad infestazione e sotto stress possono poi indurre una maggiore sintesi di tossine al fungo. L'attacco delle larve di diabrotica (<i>Diabrotica virgifera virgifera</i>) sull'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.</p>	<b>elevata</b>	<p><b>Piralide:</b> per gli ibridi a ciclo pieno (classe 500-700), in caso di probabile forte infestazione <b>trattare con insetticidi contro le larve di seconda generazione</b>. Per gli ibridi precoci in prima semina il trattamento può essere omissivo. Per la maggiore efficacia preferire miscele di p.a. (piretroide + diamide; diamide + oxadiazine) e aggiungere al trattamento concimi liquidi fosfo-potassici. L'impiego di parassitoidi (<i>Trichogramma brassicae</i>) in formulati a schiuma programmata è consigliato in alternativa all'impiego di insetticidi.</p> <p><b>Diabrotica:</b> 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: <b>attuare l'avvicendamento</b> o effettuare trattamento adulticida e/o impiegare geodisinfestanti nel ciclo colturale successivo. In ogni condizione rispettare le indicazioni del PAN.</p>
Impiego di biocompetitori	<p>Nell'ambiente sono presenti ceppi di <i>Aspergillus flavus</i> non tossigeni. Quando diventano prevalenti perché introdotti con applicazioni esercitano un'efficace azione competitiva nei confronti dei ceppi tossigeni riducendo in modo rilevante l'accumulo di aflatossine.</p>	<b>molto elevata*</b>	<p><b>Distribuire i formulati a base di ceppi di <i>A. flavus</i> non tossigeni prima della fioritura in tutti gli ambienti dove il rischio di elevate contaminazioni è forte</b>, soprattutto nel caso del mais da granella.</p> <p>*NB - Il prodotto registrato è autorizzato per il mais destinato ad uso zootecnico.</p>
Trattamenti fungicidi	<p>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.</p>	<b>bassa</b>	-

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

### Coltivazione

#### FUMONISINE (FBs) e micotossine o metaboliti fungini emergenti prodotti da *Fusarium spp.* sezione *Liseola*

Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Avvicendamento	In ambienti colturali maidicoli l'inoculo è molto abbondante e scarsamente influenzato dall'avvicendamento.	bassa	Privilegiare l'avvicendamento con colture che rilasciano pochi residui (oleaginose, bietola, orticole di pieno campo ecc.). Evitare la monosuccessione di mais.
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> .	significativa	Curare la sistemazione per evitare ristagni idrici e/o il compattamento del terreno non solo nelle capezzagne, in particolare nei terreni in cui si esegue la semina su sodo. 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> .	bassa	Adottare sementi trattate con miscele fungicide più complete e orientarsi sulla concia con biostimolanti nei suoli freddi e meno dotati.
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.	bassa	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.
Gestione dei residui e lavorazioni del terreno	I residui colturali contengono spore vitali e fungono da substrato per la contaminazione. Tuttavia, in ambienti colturali maidicoli l'inoculo è molto abbondante e scarsamente influenzato dall'avvicendamento.	bassa	Su suoli freddi e compatti operare lavorazioni del terreno che favoriscano lo sviluppo iniziale della coltura (early vigor) per evitare ritardi nella fioritura.
Scelta ibrido	La crescita delle muffe è fortemente dipendente dall'attività trofica della piralide ed è minore nelle parti della cariosside con endosperma vitreo rispetto a quello farinoso. La maturazione rapida riduce l'attività della piralide e il tempo disponibile alla crescita della muffa e alla sintesi della tossina.	significativa	Quando possibile orientarsi verso ibridi con cariossidi a frattura tendenzialmente semivitrea e con precocità opportuna a contenere la durata della seconda parte della maturazione (da quella latte alla raccolta).

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

### Coltivazione

#### FUMONISINE (FBs) e micotossine o metaboliti fungini emergenti prodotti da *Fusarium spp.* sezione *Liseola*

Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
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 delle muffe.	<b>elevata</b>	<b>Per ibridi a ciclo pieno seminare tempestivamente</b> appena il terreno raggiunge i 10°C a 3-5 cm di profondità per evitare la coincidenza della fioritura con le temperature più elevate.
Investimento alla semina	Densità elevate 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, evitare investimenti alla semina troppo elevati (oltre il 20% rispetto alle densità di riferimento dell'ibrido).
Controllo delle infestanti	La presenza elevata di infestanti influenza negativamente la sanità della granella per l'accentuazione degli stress idrici e nutrizionali del mais.	<b>significativa</b>	Effettuare un accurato e tempestivo diserbo, meglio se integrato con il controllo meccanico. 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 per effetto dell'aumento della concentrazione con rese ridotte.	<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 fioritura esponendo ad un maggior rischio di attacco della piralide.	<b>significativa</b>	Effettuare la concimazione fosfo-azotata localizzata alla semina.
Fertilizzazione azotata	Stress nutrizionali e apporti elevati di fertilizzanti azotati comportano rischi di aumento delle fumonisine per un rallentamento della perdita di umidità (dry down).	<b>bassa</b>	Apportare azoto tempestivamente ed in quantità equilibrata con gli asporti. Quando è possibile seguire un programma di fertilizzazione a rateo variabile per controllare meglio eccessi o carenze.

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

### Coltivazione

#### FUMONISINE (FBs) e micotossine o metaboliti fungini emergenti prodotti da *Fusarium* spp. sezione *Liseola*

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> ssp.) favorisce in modo determinante la diffusione della muffa tossigena e quindi la contaminazione della granella.	<b>molto elevata</b>	<p><b>Eseguire il trattamento insetticida di lotta alle uova e alle larve di seconda generazione</b> 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. Per la maggiore efficacia preferire miscele di p.a. (piretroide + diamide; diamide + oxadiazine) e aggiungere al trattamento concimi liquidi fosfo-potassici.</p> <p>L'impiego di parassitoidi (<i>Trichogramma brassicae</i>) in formulati a schiusa programmata è consigliato in alternativa all'impiego di insetticidi.</p> <p>In ogni condizione rispettare le indicazioni del PAN.</p>
Trattamenti fungicidi	I trattamenti fungicidi per il controllo dell'elmintosporiosi controllano marginalmente muffe del genere <i>Fusarium</i> . Applicazioni oltre la maturazione lattea possono favorirne la proliferazione per l'eliminazione di generi di funghi antagonisti.	<b>bassa</b>	<p>Eseguire i trattamenti per la difesa della foglia entro la fine della fioritura e l'inizio della maturazione lattea.</p> <p>In ogni condizione rispettare le indicazioni del PAN.</p>

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

### Coltivazione

#### DEOSSINIVALENOLO (DON) E ZEARALENONE (ZEA) e micotossine o metaboliti fungini emergenti prodotti da *Fusarium* spp. sezione *Discolor*

Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Avvicendamento	Sui residui colturali <i>Fusarium graminearum</i> sopravvive durante la stagione avversa. L'avvicendamento con colture che rilasciano pochi residui permettono di ridurre l'entità dell'inoculo.	significativa	Attuare l'avvicendamento con colture che rilasciano pochi residui (oleaginose, bietola, orticole di pieno campo ecc.). Evitare la monosuccessione di mais negli ambienti più freschi e con ibridi più tardivi.
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.	significativa	Curare le sistemazioni 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.	bassa	Adottare sementi trattate con miscele fungicide più complete e orientarsi sulla concia con biostimolanti nei suoli freddi e meno dotati.
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.	bassa	In caso di probabili attacchi di diabrotica (monosuccessione e catture elevate nell'anno precedente): impiegare geodisinfezzanti granulari alla semina. In ogni condizione rispettare le indicazioni del PAN.
Gestione dei residui colturali e lavorazioni del terreno	Le lavorazioni che lasciano ingenti residui in superficie aumentano l'entità dell'inoculo.	significativa	Interrare i residui e le stoppie con le lavorazioni opportune 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 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 700) presentano maggiori contaminazioni.	molto elevata	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, il completamento della maturazione nell'estate quando le temperature accelerano la perdita di umidità. <b>Orientarsi verso ibridi di cui è riconosciuta una minore sensibilità all'attacco</b> da <i>Fusarium graminearum</i> .

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

### Coltivazione

#### DEOSSINIVALENOLO (DON) E ZEARALENONE (ZEA) e micotossine o metaboliti fungini emergenti prodotti da *Fusarium* spp. sezione *Discolor*

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), 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, evitare investimenti alla semina troppo elevati (oltre il 20% rispetto alle densità di riferimento dell'ibrido).
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>	Effettuare un accurato e tempestivo diserbo, meglio se integrato con il controllo meccanico. 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 (dry down) e aumentano i rischi di contaminazione.	<b>significativa</b>	Apportare azoto in quantità equilibrata rispetto agli asporti. Quando è possibile seguire un programma di fertilizzazione a rateo variabile per controllare meglio eccessi o carenze.
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 dell'elmintosporiosi controllano marginalmente muffe del genere <i>Fusarium</i> . Applicazioni oltre la maturazione lattea possono favorirne la proliferazione per l'eliminazione di generi di funghi antagonisti.	<b>bassa</b>	Eseguire i trattamenti per la difesa della foglia entro la fine della fioritura e l'inizio della maturazione lattea. In ogni condizione rispettare le indicazioni del PAN.

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

## Raccolta e Conservazione

### GESTIONE DELLA RACCOLTA E DELLA CONSERVAZIONE



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

### Raccolta e Conservazione

#### AFLATOSSINE (AFs), FUMONISINE (FBs), DEOSSINIVALENOLO (DON) E ZEARALENONE (ZEA)

Processo	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo e nella gestione della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Epoca di raccolta	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. Pertanto, il momento di raccolta influisce sul contenuto di aflatossine nella granella. Con umidità inferiore al 20-22% e temperature elevate (> 30°C) <i>A. flavus</i> cresce rapidamente e l'accumulo di aflatossine può diventare rilevante.	<b>molto elevata</b>	<p><b>Rischio AFs</b> - In ambienti soggetti a ricorrenti contaminazioni da aflatossine e in annate a rischio si consiglia di <b>effettuare la raccolta con umidità della granella al 22-24%</b> 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.</p> <p><b>Rischio FBs, DON e ZEA</b> - In ambienti soggetti a ricorrenti contaminazioni <b>eseguire la raccolta tempestivamente</b> e, quando possibile, con granella che presenta umidità non inferiore al 22-24%. Nel caso di maturazioni tardive e condizioni di frequenti precipitazioni <b>effettuare tempestivamente la raccolta</b> anche con umidità della granella prossime al 30%.</p>
Regolazione mietitrebbia	Le rotture e ogni tipo di danno alla cariosside favoriscono la penetrazione del micelio e la successiva proliferazione delle muffe riducendone l'efficacia delle successive puliture.	<b>elevata</b>	<p><b>Regolare accuratamente la mietitrebbiatrice</b> e adottare velocità di lavoro moderate. Impiegare mietitrebbiatrici dotate di sistemi di pulizia efficaci. Privilegiare le mietitrebbiatrici a flusso assiale.</p>
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

## Raccolta e Conservazione

### AFLATOSSINE (AFs), FUMONISINE (FBs), DEOSSINIVALENOLO (DON) E ZEARALENONE (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	<p>Al centro di stoccaggio possono pervenire partite molto difformi per condizioni di coltivazione, umidità e livello di contaminazione. Pertanto, è cruciale l'individuazione della 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>	<p><b>molto elevata</b></p>	<p>Quando è possibile: impostare la segregazione in base ad uno o più dei seguenti criteri:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) <b>umidità della raccolta;</b></li> <li>b) <b>areale e/o condizioni agronomiche di coltivazione</b> 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) <b>eseguire la segregazione in funzione dell'esito dei controlli</b> della contaminazione. I controlli possono essere di tipo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>visivo</u>: <b>AFs</b> - valutare la presenza di cariossidi contaminate da aspergillo con lampada UV a fluorescenza (individuazione dell'acido kojico metabolita dell'aspergillo). Il controllo visivo non si può applicare nel caso di partite da campi trattati con biocompetitori (<i>A. flavus</i> atossigeno); <b>DON e ZEA</b> - valutare la presenza di cariossidi contaminate da <i>Fusarium graminearum</i> con il conteggio delle cariossidi alterate da ammuffimenti (metodo orientativo),</li> <li>- <u>strumentale</u>: valutare il livello di tossine mediante strip-test semi quantitativi immunocromatografici (LFD) o metodi quantitativi immunoenzimatici ELISA (metodo consigliato).</li> </ul> </li> </ol> <p>NB: Si raccomanda di effettuare un campionamento rappresentativo.</p>

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

### Raccolta e Conservazione

#### AFLATOSSINE (AFs), FUMONISINE (FBs), DEOSSINIVALENOLO (DON) E ZEARALENONE (ZEA)

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 in particolare di <i>A. flavus</i> , muffa termofila. Nelle raccolte estive la temperatura della massa di granella in cumulo è più elevata.	<b>significativa</b>	Limitare i tempi di stoccaggio temporaneo 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 ore indipendentemente dalle temperature ambientali.
Pulizia pre-essiccazione	Tale pulizia consente di contenere la proliferazione fungina prima dell'essiccazione perché elimina tracce di terra, parti verdi e altri corpi estranei e aumenta l'omogeneità dell'essiccazione.	<b>significativa</b>	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 umidità e contaminazione.	<b>significativa</b>	<b>Eeguire prioritariamente e tempestivamente l'essiccazione di partite eventualmente più contaminate o molto umide.</b> Se possibile: essiccare le partite contaminate utilizzando un essiccatoio diverso da quello utilizzato per le partite ritenute non contaminate.

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

### Raccolta e Conservazione

#### AFLATOSSINE (AFs), FUMONISINE (FBs), DEOSSINIVALENOLO (DON) E ZEARALENONE (ZEA)

Processo	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo e nella gestione della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Modalità di essiccazione della granella	<p>L'adeguata essiccazione della granella consente di controllare la proliferazione fungina durante lo stoccaggio.</p> <p>Occorre raggiungere un'umidità tale da assicurare la sicura stabilità delle contaminazioni e non provocare fratture e cracking eccessivi nel processo di riscaldamento e raffreddamento della granella, perché le discontinuità dei tegumenti della cariosside possono favorire la crescita delle muffe durante la conservazione e maggiori difficoltà di pulizia.</p>	<b>significativa</b>	<p>Nel caso di forte rischio di elevata presenza di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>AFs</b>: Portare l'umidità a valori almeno pari o, meglio, inferiori al 14% utilizzando temperature massime di 90 +/- 20°C.</li> <li>- <b>FBs, DON e ZEA</b>: i valori di umidità finale della granella debbono essere almeno pari al 15% quando è possibile impiegare silos e capannoni dotati di sistemi di ventilazione e/o di refrigerazione; altrimenti pari al 14%. Eseguire un passaggio in essiccatoio, anche con granelle raccolte ad un basso tenore medio di umidità, per uniformare il valore.</li> </ul> <p>Impostare il raffreddamento affinché avvenga il più possibile gradualmente anche per evitare stress cracking.</p>
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>	<b>Regolare in modo ottimale gli apparati di pulizia</b> (vagli, soffiatori, aspiratori, spazzolatrici).
Pulizia con selezionatrice ottica	Gli ammuffimenti causati da <i>A. flavus</i> e da muffe del genere <i>Fusarium</i> sono sovente individuabili per una colorazione alterata. La loro rimozione dalla massa consente di abbassare significativamente la contaminazione.	<b>molto elevata</b>	<b>Tarare la selezionatrice accuratamente in relazione al livello di contaminazione iniziale</b> e al livello di pulitura richiesto. Ripetere il processo per ottenere ulteriori abbassamenti delle contaminazioni o per un recupero parziale degli scarti. L'impiego in fase di coltivazione del biocontrollo con ceppi di <i>A. flavus</i> non tossigeni può richiedere una taratura specifica.

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

### Raccolta e Conservazione

#### AFLATOSSINE (AFs), FUMONISINE (FBs), DEOSSINIVALENOLO (DON) E ZEARALENONE (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.	<b>elevata</b>	<b>Pulire accuratamente le strutture di stoccaggio</b> 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 possono 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 delle particelle più fini).	<b>elevata</b>	Quando è possibile: <b>impiegare silos e capannoni dotati di sistemi di ventilazione e/o di refrigerazione</b> ; comunque 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 (meglio inferiore a 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>	<b>Attuare periodiche movimentazioni della massa.</b> Nei silos a torre: rimuovere la carota centrale e procedere con la pulizia meccanica della stessa. In condizioni di contaminazioni significative procedere con pulizie meccaniche e/o ottiche durante la movimentazione.
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 proliferazione di insetti quando la granella presenta un'umidità < 14.5%.

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

### Raccolta e Conservazione

#### AFLATOSSINE (AFs), FUMONISINE (FBs), DEOSSINIVALENOLO (DON) E ZEARALENONE (ZEA)

Processo	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo e nella gestione della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Impiego di atmosfera controllata	<p>La composizione dei gas in atmosfera è considerata una delle più importanti condizioni abiotiche che influenzano la crescita di funghi e parassiti. L'uso di un'atmosfera controllata, contenente una concentrazione più elevata di CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>, è uno strumento per controllare la qualità in post-raccolta. Infatti, le muffe sono aerobie e la mancanza di ossigeno ne sospende le attività.</p> <p>La riduzione della proliferazione fungina diventa apprezzabile a concentrazioni di CO<sub>2</sub> del 20%, e sia la sintesi delle aflatossine che la crescita delle relative specie produttrici sono completamente inibite a concentrazioni di CO<sub>2</sub> del 40-60%, anche quando non viene alterata la concentrazione di ossigeno dell'aria.</p>	<b>elevata</b>	<p>Impianti di conservazione in atmosfera controllata, che prevedono l'impiego di aria arricchita di CO<sub>2</sub> e/o N<sub>2</sub> sono impiegati, congiuntamente ad una ridotta temperatura, anche su prodotti non completamente essiccati, per inibire la crescita e la sporulazione di <i>Aspergillus flavus</i>, <i>Fusarium verticillioides</i> e <i>Fusarium graminearum</i>.</p>
Monitoraggio delle condizioni di stoccaggio	-	<b>significativa</b>	<p>Effettuare osservazioni frequenti di odore, colore, temperatura, umidità, infestazione di insetti, avendo cura di operare campionamenti rappresentativi.</p> <p>Dotare i locali di stoccaggio di sonde automatiche.</p> <p>Quando è possibile: installare campionatori automatici collocati in linea (dinamici) per poter prelevare campioni più rappresentativi e ottenere dati maggiormente affidabili.</p>
Sequenza di svuotamento delle strutture	-	<b>significativa</b>	<p>Privilegiare lo svuotamento rapido delle strutture dotate di un minore controllo del microclima.</p>

Le presenti indicazioni sono altresì applicabili per la gestione delle micotossine o metaboliti fungini emergenti affini alle FBs e al DON, rispettivamente prodotti da *Fusarium* spp. sezione *Liseola* e *Discolor*.

**LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NELLA GRANELLA DI MAIS**  
**Percorsi produttivi**

**PERCORSI PRODUTTIVI**



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

## Percorsi produttivi AFLATOSSINE (AFs)

**Strategia colturale: applicare percorsi produttivi in grado di ridurre quanto possibile l'insorgenza di stress, in particolare di quello idrico**

Agrotecnica e stadio colturale		Strategie e azioni per il controllo
Scelta ibrido, avvicendamento, lavorazione del suolo		Scegliere il ciclo dell'ibrido in relazione ai probabili stress. Evitare cicli pieni in coltura asciutta. 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.
Insedimento (3-6 foglie)		Effettuare accuratamente il diserbo. Intervenire tempestivamente con le concimazioni azotate in copertura facendole seguire da sarchiature/rincalzature, stimolando l'early vigor.
Pre-levata (7-10 foglie)		Completare la concimazione azotata in copertura evitando carenze. Per produzioni destinate ad uso zootecnico distribuire prodotti ad azione di bio-competizione (ceppi di <i>Aspergillus flavus</i> non tossigeni).
Fioritura		Evitare stress idrici fornendo apporti idrici adeguati soprattutto in pre-fioritura.
Maturazione lattea e cerosa		Evitare stress idrici fornendo apporti idrici adeguati, se le condizioni lo richiedono anche oltre la maturazione latteo-cerosa. In caso si utilizzino insetticidi eseguire il trattamento contro la piralide a partire dal termine della fioritura. In alternativa ricorrere all'impiego di parassitoidi ( <i>Trichogramma brassicae</i> ) in formulati a schiusa programmata.
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

### FBs, DON, ZEA e altre micotossine o metaboliti fungini emergenti affini

**Strategia colturale: applicare percorsi produttivi in grado di stimolare l'early vigor ed evitare maturazioni avanzate controllando l'infestazione da piralide**

Agrotecnica e stadio colturale		Strategie e azioni per il controllo
Scelta ibrido, avvicendamento, lavorazione del suolo		Privilegiare ibridi con ciclo colturale tale da assicurare maturazioni non tardive e rapide. Quando possibile orientarsi verso ibridi con cariossidi a frattura tendenzialmente semi-vitrea. In ambienti freschi orientarsi verso ibridi di cui è riconosciuta una minore sensibilità all'attacco da <i>Fusarium graminearum</i> . Su suoli freddi e compatti privilegiare lavorazioni del terreno che favoriscano lo sviluppo iniziale della coltura (early vigor) quali aratura o strip till.
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 per stimolare l'early vigor.
Pre-levata (7-10 foglie)		Completare la concimazione azotata in copertura evitando carenze.
Fioritura		Evitare stress idrici fornendo apporti idrici adeguati soprattutto in pre-fioritura.
Maturazione latte e cerosa		Evitare stress idrici fornendo apporti idrici adeguati, se le condizioni lo richiedono anche oltre la maturazione latte-cerosa. In caso si utilizzino insetticidi eseguire il trattamento contro la piralide a partire dal termine della fioritura. In alternativa ricorrere all'impiego di parassitoidi ( <i>Trichogramma brassicae</i> ) in formulati a schiusa programmata.
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%.

## Produrre granella di mais a bassa contaminazione per le filiere



**Mais per il settore alimentare**



**Mais per l'industria dell'amido**



**Mais per il settore mangimistico**

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

## Percorsi produttivi

### MAIS GRANELLA PER IL SETTORE ALIMENTARE

**Strategia colturale: applicare percorsi produttivi per varietà o ibridi vitrei e semi-vitrei controllando lo stress (riduzione rischio Aflatossine), introducendo mezzi di lotta contro la piralide (riduzione rischio Fumonisine) e con maturazioni tempestive (riduzione rischio Deossinivalenolo e Zearalenone)**

**Obiettivi ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ ):** AFB<sub>1</sub> < 5  
 FBs < 4000  
 DON < 1750

Agrotecnica e stadio colturale		Strategie e azioni per il controllo
Scelta ibrido, avvicendamento, lavorazione del suolo		Privilegiare varietà o ibridi vitrei o semi-vitrei con ciclo colturale precoce o intermedio tale da assicurare maturazioni tempestive e mai protratte nei primi mesi autunnali.
Semina		Attuare la semina primaverile tempestiva con investimenti sempre contenuti. Applicare in modo localizzato il concime fosfo-azotato. Privilegiare lavorazioni che interrano i residui della coltura precedente. Evitare la semina su sodo. Evitare semine in secondo raccolto e la monosuccessione.
Insediamiento (3-6 foglie)		Effettuare accuratamente il controllo delle infestanti. 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 soprattutto in pre-fioritura.
Maturazione lattea e cerosa		Evitare stress idrici fornendo apporti idrici adeguati, se le condizioni lo richiedono anche oltre la maturazione latteo-cerosa. In caso si utilizzino insetticidi eseguire il trattamento contro la piralide a partire dal termine della fioritura. In alternativa ricorrere all'impiego di parassitoidi ( <i>Trichogramma brassicae</i> ) in formulati a schiusa programmata.
Maturazione		In ambienti soggetti a ricorrenti contaminazioni da aflatossine e fumonisine la raccolta deve essere effettuata con umidità della granella non inferiore al 24%. Nel caso di maturazioni tardive e condizioni di frequenti precipitazioni: effettuare tempestivamente la raccolta anche con umidità della granella prossime al 30%. Regolare la mietitrebbiatrice per assicurare basse rotture e elevata pulizia della granella.

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

## Percorsi produttivi

### MAIS GRANELLA WAXY E BIANCO PER L'AMIDERIA

**Strategia colturale: applicare percorsi produttivi controllando lo stress (riduzione rischio Aflatossine) e con maturazioni tempestive (controllo rischio Deossivalenolo e Zearalenone)**

**Obiettivi ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ ):** AFB<sub>1</sub> < 5  
 FBs < 10000  
 DON < 4000

Agrotecnica e stadio colturale		Strategie e azioni per il controllo
Scelta ibrido, avvicendamento, lavorazione del suolo		Coltivare ibridi waxy o bianchi in campi di adeguate dimensioni per ridurre la cross-contaminazione. Orientarsi verso cicli di maturazione non tardivi.
Semina		Attuare la semina primaverile tempestiva con investimenti contenuti in caso di probabili stress idrici. Applicare in modo localizzato il concime fosfo-azotato.
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 soprattutto in pre-fioritura.
Maturazione lattea e cerosa		Evitare stress idrici fornendo apporti idrici adeguati, se le condizioni lo richiedono anche oltre la maturazione latteo-cerosa. In caso si utilizzino insetticidi eseguire il trattamento contro la piralide a partire dal termine della fioritura. In alternativa ricorrere all'impiego di parassitoidi ( <i>Trichogramma brassicae</i> ) in formulati a schiusa programmata.
Maturazione		In ambienti soggetti a ricorrenti contaminazioni da aflatossine 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

## Percorsi produttivi

### MAIS GRANELLA PER IL SETTORE MANGIMISTICO (Mais con caratteristiche)

Strategia culturale: applicare percorsi produttivi per il controllo prioritario del rischio Aflatossine e del rischio Deossivalenolo e Zearalenone

Obiettivi ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ ):  
**AFB<sub>1</sub> < 5**  
**FBs < 10000**  
**DON < 4000**

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. Impiegare ibridi precoci o precocissimi in caso di semine dopo erbaio.
Semina		Attuare la semina con investimenti contenuti in caso di probabili stress idrici. Applicare in modo localizzato il concime fosfo-azotato anche se si sono impiegati fertilizzanti organici. Con rischio di attacchi da ferretto e diabrotica impiegare geodisinfestanti alla semina.
Insedimento (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. Applicare prodotti ad azione di biocompetizione formulati con ceppi atossigeni di <i>Aspergillus flavus</i> .
Fioritura		Evitare stress idrici fornendo apporti idrici adeguati. Per le seconde semine: intervenire contro la piralide.
Maturazione latte e cerosa		Evitare stress idrici fornendo apporti idrici adeguati. In caso si utilizzino insetticidi eseguire il trattamento contro la piralide a partire dal termine della fioritura. In alternativa ricorrere all'impiego di parassitoidi ( <i>Trichogramma brassicae</i> ) in formulati a schiusa programmata
Maturazione		In ambienti soggetti a ricorrenti contaminazioni da aflatossine e fumonisine la raccolta deve essere effettuata con umidità della granella non inferiore al 20-22%. 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 (AFs)

Stress Tipologia		Umidità di raccolta della granella	Trattamento piralide	Livello di rischio	
Stress idrico	Stress nutrizionale			Senza biocontrollo*	Con biocontrollo*
no	no	> 26	miscela**	2	1
			piretroide	3	1
			no	4	2
		< 22	miscela**	3	1
			piretroide	3	2
			no	4	2
	si	> 26	miscela**	2	1
			piretroide	3	1
			no	4	2
		< 22	miscela**	4	1
			piretroide	4	2
			no	5	2
si	no	> 26	miscela**	5	3
			piretroide	5	3
			no	6	4
		< 22	miscela**	6	3
			piretroide	6	3
			no	7	4
	si	> 26	miscela**	6	3
			piretroide	6	3
			no	7	4
		< 22	miscela**	7	3
			piretroide	7	4
			no	8	4

\* applicazione di prodotti a base di ceppi di *Aspergillus flavus* non tossigeni. Registrato solo per mais ad uso zootecnico.

\*\* miscele: piretroide + diamide; diamide + oxadiazine.

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

### Definizione del livello di rischio

#### FUMONISINE (FBs) e micotossine o metaboliti fungini emergenti prodotti da *Fusarium spp.* sezione *Liseola*

Modalità di semina		Umidità di raccolta della granella (%)	Trattamento piralide	Livello di rischio	
Epoca di semina	Concimazione localizzata			Coltura asciutta o ibrido a ciclo tardivo	Coltura irrigua o ibrido a ciclo precoce - medio
tempestiva (15 marzo, 10 aprile)	fosfo-azotata	> 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

\* miscele: piretroide + diamide; diamide + oxadiazine.

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

### Definizione del livello di rischio

**DEOSSINIVALENOLO (DON), ZEARALENONE (ZEA) e micotossine o metaboliti fungini emergenti prodotti da *Fusarium* spp. sezione *Discolor***

Modalità di semina		Umidità di raccolta della granella (%)	Ciclo dell'ibrido	Livello di rischio
Epoca di semina	Concimazione localizzata			
tempestiva (15 marzo, 10 aprile)	fosfo-azotata	> 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 TENERO E DURO



## **Conduzione e gestione della coltura**



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

## Coltivazione

### DEOSSINIVALENOLO (DON) – T2-HT2 e micotossine o metaboliti fungini emergenti prodotti da *Fusarium spp.* sezione *Discolor*

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 consente una riduzione dell'entità dell'inoculo di <i>Fusarium graminearum</i> , <i>F. culmorum</i> e <i>F. sporotrichioides</i> riducendo il potenziale accumulo di tossine.	<b>molto elevata</b>	<b>Avvicendere il frumento con colture che rilasciano pochi residui</b> quali: oleaginose, barbabietola, orticole da pieno campo, erba medica e altre leguminose foraggere. <b>Evitare la monosuccessione</b> o l'avvicendamento tra frumento tenero e duro, soprattutto la coltivazione dopo mais da granella o sorgo. Dopo queste due ultime colture evitare la semina su sodo.
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 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 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 certificate. Conciare con fungicida la semente. Orientarsi verso miscele di sostanze attive di riconosciuta efficacia contro le diverse forme di fusariosi e di ampio spettro d'azione, privilegiando formulati ad azione sistemica.
Lavorazione del suolo e gestione dei residui colturali	I residui colturali contengono spore vitali di <i>F. graminearum</i> , <i>F. culmorum</i> e <i>F. sporotrichioides</i> . I residui, quindi, 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 tanto più efficacemente 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 lavorazioni). Negli ambienti a rischio di contaminazione <b>evitare la semina su sodo</b> . Quest'ultima deve essere praticata solo nel caso di precessioni che non favoriscono la produzione di inoculo (oleaginose, barbabietola, orticole da pieno campo, erba medica e altre leguminose foraggere).

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

## Coltivazione

### DEOSSINIVALENOLO (DON) – T2-HT2 e micotossine o metaboliti fungini emergenti prodotti da *Fusarium* spp. sezione *Discolor*

Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
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>molto elevata</b>	<b>Impiegare solo varietà tolleranti o mediamente tolleranti la fusariosi della spiga</b> in ambienti a rischio. Scartare attentamente le varietà suscettibili o mediamente suscettibili alla fusariosi. Impiegare varietà con precocità adeguata all'ambiente.
Epoca di semina e investimento alla semina	L'epoca di semina non ha alcuna influenza diretta con la fusariosi della spiga. Tuttavia, alte dosi di seme e semine precoci possono stimolare un'eccessiva densità colturale, determinando un microclima alla maturazione più favorevole all'attacco delle muffe tossigene.	<b>bassa</b>	Evitare elevate dosi di seme in epoche di semina precoci per non predisporre la coltura ad eccessiva densità.
Qualità della semente	La semente infetta, originata in campi colpiti da fusariosi della spiga trasmettono e diffondono l'inoculo.	<b>elevata</b>	<b>Impiegare semente certificata e conciata con fungicidi.</b>
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 o applicare tecniche di lotta meccanica mediante passaggi ripetuti di strigliatura. 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.	<b>bassa</b>	Eseguire apporti di potassio e fosforo in relazione alla dotazione del suolo e in funzione del bilancio degli elementi.
Fertilizzazione azotata	Le carenze di nutrizione azotata causano sviluppo stentato della coltura predisponendola agli attacchi dei funghi tossigeni; tali carenze si manifestano con un calo delle rese e proporzionale aumento della concentrazione di tossine. Viceversa, gli eccessi provocano un maggior rischio di allettamento e maturazioni più tardive con effetti favorevoli allo sviluppo delle muffe tossigene.	<b>significativa</b>	Apportare quantitativi di azoto equilibrati e correttamente frazionati. Impostare un piano di concimazione coerente con la varietà e l'ambiente.

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

## Coltivazione

### DEOSSINIVALENOLO (DON) – T2-HT2 e micotossine o metaboliti fungini emergenti prodotti da *Fusarium* spp. sezione *Discolor*

Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Trattamenti fungicidi per la difesa della foglia	Attacchi di oidio, ruggini o septoria possono causare 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 T2-HT2. Viceversa, l'applicazione di fungicidi della classe delle strobilurine e SDHI applicati dalla spigatura possono favorire la proliferazione di muffe del genere <i>Fusarium</i> .	significativa	A partire dalla spigatura, non applicare fungicidi della classe delle Strobilurine o SDHI senza un'opportuna miscelazione con fungicidi ad azione fusaricida. In ogni condizione rispettare le indicazioni del PAN.
Trattamenti fungicidi per la difesa della spiga	L'impiego di sostanze attive che inibiscono la crescita dei 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.	molto elevata	<b>Applicare fungicidi attivi su <i>Fusarium</i> dalla fine della spigatura alla piena fioritura.</b> L'applicazione in quegli stadi di fungicidi non attivi contro le specie del genere <i>Fusarium</i> può aumentare l'accumulo di DON e T2-HT2. In agricoltura biologica applicare fungicidi rameici. Applicare il fungicida con elevati volumi d'acqua (400 L/ha) ad almeno 12 h dall'evento infettante (pioggia, nebbie o rugiade prolungate). In ogni condizione rispettare le indicazioni del PAN.
Trattamenti con biocompetitori per la difesa della spiga	Applicazioni che diffondono l'inoculo di funghi ( <i>Trichoderma</i> spp., <i>Pythium oligandrum</i> ) non patogeni e non tossigeni può competere per la nicchia ecologica occupata da funghi patogeni, tra cui quelli tossigeni del genere <i>Fusarium</i> .	significativa	Applicare prodotti a base di <i>Trichoderma</i> spp. o <i>Pythium oligandrum</i> tra gli stadi di fine accestimento alla levata, possibilmente in 2 distribuzioni successive.
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	-

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

## Conservazione

### GESTIONE DELLA RACCOLTA E DELLA CONSERVAZIONE



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

## Conservazione

### DEOSSINIVALENOLO (DON) – T2-HT2 e micotossine o metaboliti fungini emergenti prodotti da *Fusarium* spp. sezione *Discolor*

Processo	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo e nella gestione della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Epoca di raccolta	Nel caso di andamenti meteorologici piovosi nel corso della maturazione la crescita delle muffe può protrarsi anche oltre la maturazione fisiologica.	<b>elevata</b>	In condizioni a rischio di elevate contaminazioni: raccogliere appena possibile e comunque con umidità < 14%.
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.
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) <b>per areale e/o condizioni agronomiche di coltivazione</b> 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) <b>esito dei controlli sulla contaminazione</b> . I controlli possono essere di tipo: - <u>visivo</u> : valutare la presenza di cariossidi contaminate da funghi tossigeni ("fusariate") con il conteggio delle cariossidi alterate da ammuffimenti (metodo orientativo), - <u>strumentale</u> : valutare il livello di tossine mediante strip-test semi quantitativi immunocromatografici (LFD) o metodi quantitativi immunoenzimatici ELISA (metodo consigliato).

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

## Conservazione

### DEOSSINIVALENOLO (DON) – T2-HT2 e micotossine o metaboliti fungini emergenti prodotti da *Fusarium* spp. sezione *Discolor*

Processo	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo e nella gestione della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Pulizia meccanica	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>	<b>Regolare in modo ottimale gli apparati di pulizia</b> (vagli, soffiatori, aspiratori, spazzolatrici). Gli scarti di produzione devono essere rapidamente allontanati.
Pulizia con 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.	<b>molto elevata</b>	<b>Tarare la selezionatrice accuratamente in relazione al livello di contaminazione iniziale</b> e al livello di pulitura richiesto. Ripetere il processo ulteriori abbassamenti delle contaminazioni o per un recupero parziale degli scarti.
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>significativa</b>	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	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).	<b>elevata</b>	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 14% (ottimale 12%) e, quando è possibile, temperature inferiori a 18°C (meglio inferiore a 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>elevata</b>	Attuare periodiche movimentazioni della massa, eseguendo se possibile ricicli ed areazioni per evitare la formazione di condensazioni e nuclei surriscaldati. Nei silos 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.

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

## Conservazione

### DEOSSINIVALENOLO (DON) – T2-HT2 e micotossine o metaboliti fungini emergenti prodotti da *Fusarium* spp. sezione *Discolor*

Processo	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo e nella gestione della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Trattamento insetticida e rodenticida durante lo stoccaggio	Gli insetti possono lesionare la cariosside 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 proliferazione di insetti.
Impiego di atmosfera controllata	La composizione dei gas in atmosfera è considerata una delle più importanti condizioni abiotiche che influenzano la crescita di funghi e parassiti. L'uso di un'atmosfera controllata, contenente una concentrazione più elevata di CO <sub>2</sub> e N <sub>2</sub> rispetto alla norma, è un valido strumento per controllare la qualità della granella in post-raccolta. Infatti, le muffe sono aerobie e la mancanza di ossigeno pur non uccidendole, ne sospende le attività.	elevata	Impianti di conservazione in atmosfera controllata, che prevedono l'impiego di aria variamente modificata ed arricchita di CO <sub>2</sub> e/o N <sub>2</sub> sono impiegati con successo, congiuntamente ad una ridotta temperatura, anche su prodotti non completamente essiccati, per inibire la crescita e la sporulazione di <i>Fusarium graminearum</i> e <i>Fusarium langsethiae</i> .
Monitoraggio delle condizioni di stoccaggio	-	significativa	Effettuare osservazioni frequenti di odore, colore, temperatura, umidità, infestazione di insetti, avendo cura di operare campionamenti rappresentativi. Dotare i locali di stoccaggio di sonde automatiche. Quando è possibile: installare campionatori automatici collocati in linea (dinamici) per poter prelevare campioni più rappresentativi e ottenere dati maggiormente affidabili.
Sequenza di svuotamento delle strutture	-	significativa	Privilegiare lo svuotamento rapido delle strutture dotate di un minore controllo del microclima.

## Percorsi produttivi



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

## Percorsi produttivi

### DEOSSINIVALNEOLO (DON) - T2-HT2 e micotossine o metaboliti fungini emergenti prodotti da *Fusarium* spp. sezione *Discolor*

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 specie del genere <i>Fusarium</i> nelle parti vegetative. Interrare i residui colturali con le lavorazioni. Scegliere varietà tolleranti o mediamente tolleranti alla fusariosi della spiga. Impiegare esclusivamente seme conciato con fungicida.
Accestimento		Attuare un'efficace lotta alle erbe infestanti.
Levata		Intervenire tempestivamente con le concimazioni azotate in copertura al fine di evitare stress nutrizionali.
Fioritura		Eseguire 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		Eseguire la raccolta appena completata la maturazione.

## **Produrre granella di frumento a bassa contaminazione per le filiere**



**Frumento biologico**



**Frumento per il baby food**



**Frumento per le filiere integrate**

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

## Percorsi produttivi

### FRUMENTO BIOLOGICO

**Strategia colturale: applicare percorsi produttivi avendo cura dell'avvicendamento, di sostenere la nutrizione, di contrastare le infestanti e di applicare la difesa contro le malattie fungine basata su la biocompetizione.**

**Obiettivi ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ ):**  
**DON < 1750 f. duro;**  
**< 1250 f. tenero**  
**T2-HT2 < 100**

Agrotecnica e stadio colturale		Strategie e azioni per il controllo
Scelta varietà, avvicendamento, lavorazione del suolo		Privilegiare gli avvicendamenti che fanno seguire il frumento a leguminose prative. Curare la sistemazione del terreno per evitare ristagni che inducono stress e sviluppo di specie del genere <i>Fusarium</i> nelle parti vegetative. Interrare completamente i residui colturali con le lavorazioni. Scegliere varietà tolleranti o mediamente tolleranti alla fusariosi della spiga. Impiegare esclusivamente seme di alta qualità e senza sintomi di fusariosi.
Accestimento		Attuare un'efficace lotta alle erbe infestanti. Prima distribuzione di prodotti a base di <i>Trichoderma</i> spp. o <i>Pythium oligandrum</i>
Levata		Seconda distribuzione di prodotti a base di <i>Trichoderma</i> spp. o <i>Pythium oligandrum</i>
Fioritura		Eseguire il trattamento fungicida per la difesa della spiga dalla fusariosi (tra gli stadi di inizio fioritura e lo stadio di 30% di antere emesse) con prodotti rameici. Applicare il fungicida con elevati volumi d'acqua (400 L/ha) ad almeno 12 h dall'evento infettante (pioggia, nebbie o rugiade prolungate).
Maturazione		Eseguire la raccolta appena completata la maturazione.

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

## Percorsi produttivi

### FRUMENTO PER IL BABY FOOD

**Strategia colturale: applicare percorsi produttivi avendo cura dell'avvicendamento, della scelta varietale, la difesa contro le malattie fungine basata su fungicidi specifici**

**Obiettivi ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ ):**  
**DON < 500 (granella); < 200 (farina)**  
**T2-HT2 < 50 (granella); < 15 (farina)**

Agrotecnica e stadio colturale		Strategie e azioni per il controllo
Scelta varietà, avvicendamento, lavorazione del suolo		Adottare avvicendamenti che fanno seguire il frumento a colture che rilasciano pochi residui colturali (soia, girasole, orticole) o leguminose prative. Curare la sistemazione del terreno per evitare ristagni che inducono stress e sviluppo di muffe del genere <i>Fusarium</i> nelle parti vegetative. Interrare completamente i residui colturali con le lavorazioni. Scegliere esclusivamente varietà tolleranti la fusariosi della spiga. Impiegare esclusivamente seme certificato e conciato con fungicidi ad azione sistemica.
Accestimento		Eseguire una lotta tempestiva alle erbe infestanti.
Levata		Intervenire tempestivamente con le concimazioni azotate in copertura al fine di evitare stress nutrizionali.
Fioritura		Eseguire il trattamento fungicida per la difesa della spiga dalla fusariosi (tra gli stadi di inizio fioritura e lo stadio di 30% di antere emesse). Non applicare miscele di fungicidi con strobilurine o SDHI. Applicare il fungicida con elevati volumi d'acqua (400 L/ha) ad almeno 12 h dall'evento infettante (pioggia, nebbie o rugiade prolungate).
Maturazione		Eseguire la raccolta appena completata la maturazione.

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

## Percorsi produttivi

### FRUMENTO PER LE FILIERE INTEGRATE

<p><b>Strategia colturale: applicare percorsi produttivi avendo cura dell'avvicendamento, della scelta varietale, di applicare la difesa contro le malattie fungine basata su fungicidi specifici in un contesto di apporto sostenibile dei mezzi di produzione e di lavorazione del terreno.</b></p>	<p><b>Obiettivi (<math>\mu\text{g kg}^{-1}</math>):</b>  <b>DON &lt; 1750 f. duro;</b>  <b>&lt; 1250 f. tenero</b>  <b>T2-HT2 &lt; 100</b></p>
---	--

Agrotecnica e stadio colturale		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 specie del genere <i>Fusarium</i> nelle parti vegetative. Scegliere varietà tolleranti o mediamente tolleranti alla fusariosi della spiga. Impiegare esclusivamente seme certificato e conciato con fungicida.
Accestimento		Eseguire una lotta tempestiva alle erbe infestanti. Intervenire tempestivamente con le concimazioni azotate in copertura al fine di favorire un accestimento adeguato.
Levata		Intervenire tempestivamente con le concimazioni azotate in copertura al fine di evitare stress nutrizionali. Intervenire contro le malattie fogliari solo in presenza di sintomi e condizioni agro-ambientali avverse.
Fioritura		Eseguire 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		Eseguire 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 e micotossine o metaboliti fungini emergenti prodotti da *Fusarium* spp. sezione *Discolor*

Gestione dei residui		Sensibilità varietale*	Trattamento di difesa	Livello di rischio	
Precessione	Lavorazioni			Condizioni meteo avverse alla fusariosi	Condizioni meteo favorevoli alla fusariosi
Cereali a paglia e altre colture dicotiledoni	Aratura Minima lavorazione	MT - T	fusaricida	1	2
			biocompetitori	1	3
			no	1	4
		MS - S	fusaricida	1	3
			biocompetitori	2	4
			no	3	5
	Semina su sodo	MT - T	fusaricida	1	4
			biocompetitori	1	5
			no	2	6
		MS - S	fusaricida	1	5
			biocompetitori	2	6
			no	4	7
Mais, sorgo	Aratura	MT - T	fusaricida	1	3
			biocompetitori	1	4
			no	3	5
		MS - S	fusaricida	2	4
			biocompetitori	2	6
			no	4	6
	Minima lavorazione e semina su sodo	MT - T	fusaricida	2	5
			biocompetitori	3	7
			no	4	7
		MS - S	fusaricida	3	6
			biocompetitori	4	8
			no	5	8

\* MT - T: Mediamente Tollerante - Tollerante; MS - S: Mediamente Sensibile - Sensibile.

# 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>	Deossinivalenolo, 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

<sup>(1)</sup> 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 Tenori massimi o raccomandati di micotossine per il mais e il frumento destinato all'alimentazione umana in UE

Destinazione prodotto		Micotossine, tenore massimo o raccomandato ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )						
		AF B <sub>1</sub> -B <sub>2</sub> -G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> <sup>d</sup>	AF B <sub>1</sub>	OTA*	DON	ZEA	FB <sub>1</sub> - FB <sub>2</sub> <sup>d</sup>	T2 - HT2 <sup>c, d</sup>
Alimentazione umana <sup>a, b, c</sup> (cereale non trasformato, 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

I valori delle micotossine riportati in **grassetto** sono limiti di legge. I valori per le tossine T2 – HT2 sono valori raccomandati.

<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> somma delle singole micotossine.

\* non trattata nelle Linee Guida.

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

## Allegati

### Allegato 4 Tenori massimi o raccomandati di micotossine per il mais e il frumento destinato all'alimentazione animale in UE

Destinazione prodotto (alimentazione animale)		Micotossine, tenore massimo o raccomandato ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )															
		AF B <sub>1</sub> <sup>a</sup>			OTA <sup>*b</sup>		DON <sup>b</sup>			ZEA <sup>b</sup>			FB <sub>1</sub> - FB <sub>2</sub> <sup>b,c</sup>		T2 - HT2 <sup>b,c</sup>		
		Materie Prime	Mangimi complementari	Mangimi completi	Cereali	Mangimi composti e completi	Cereali	Sottoprodotti del mais	Mangimi compl. e completi	Cereali	Sottoprodotti del mais	Mangimi compl. e completi	Mais e derivati	Mangimi compl. e completi	Cereali	Mangimi composti	
BOVINI	Vitelli	20	5	10	250	-	8 000	12 000	2 000	2 000	3 000	500	60 000	20 000	500	250	
	Vacche da latte		5						5 000			500		50 000			
	Adulti		20						5 000			-		50 000			
SUINI	Suinetti	20	5	10	250	50	8 000	12 000	900	2 000	3 000	100	60 000	5 000	500	250	
	Scrofe		20									250					250
	Adulti		20									250					250
CAPRINI	Capretti	20	5	10	250	-	8 000	12 000	2 000	2 000	3 000	500	60 000	20 000	500	250	
	Capre da latte		5						5 000					50 000			
	Adulti		20						5 000					50 000			
OVINI	Agnelli	20	5	10	250	-	8 000	12 000	2 000	2 000	3 000	500	60 000	20 000	500	250	
	Ovini da latte		5						5 000					50 000			
	Adulti		20						5 000					50 000			
AVICOLI	Giovani	20	5	10	250	-	8 000	12 000	5 000	2 000	3 000	-	60 000	20 000	500	250	
	Adulti		20														
ANIMALI DA COMPAGNIA		20	10	10	250	-	8 000	12 000	5 000	2 000	3 000	-	60 000	5 000	500	250 (500 gatti)	
PESCI		20	10	10	250	-	8 000	12 000	5 000	2 000	3 000	-	60 000	10 000	500	250	
EQUINI		20	10	10	250	-	8 000	12 000	5 000	2 000	3 000	-	60 000	5 000	500	250	

I valori di AF B<sub>1</sub> (in grassetto) sono limiti di legge. I valori per tutte le altre micotossine sono valori raccomandati.

<sup>a</sup> DIRETTIVA 2002/32/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 7 maggio 2002 relativa alle sostanze indesiderabili nell'alimentazione degli animali.

<sup>b</sup> RACCOMANDAZIONE DELLA COMMISSIONE del 17 agosto 2006 (2006/576/CE) sulla presenza di DON, ZEA, OTA, T-2 e HT-2 e FBs in prodotti destinati all'alimentazione degli animali.

<sup>c</sup> somma delle singole micotossine.

\* non trattata nelle Linee Guida.

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

### Bibliografia

#### Bibliografia

- AA.VV. 2011. Control of Fusarium diseases. Ed. F. M. Alves Santos e J. J. Diez. Research Signpost, Kerala, 250 pp.
- AA.VV. 2013. Manuale di corretta prassi per la gestione del rischio aflatossine nel mais destinato all'alimentazione animale. Confederazione nazionale Coldiretti.
- AA.VV. 2014. Micotossine principali ed emergenti nei cereali. Atti "Progetto MICOPRINCEM" (ed. MG. D'Egidio, M.L. Marano e C. Ripa), CREA, Roma, 113 pp.
- AA.VV. 2016. Coltivare Mais. Manuale per riconoscere le principali avversità. Edagricole. Bologna, 71 pp.
- AA.VV. 2019. Micotossine e Tossine Vegetali nella Filiera agro-alimentare. ISTISAN Congressi 19/C4, Roma, 72 pp.
- Baccarini G., Villani A., 2009. Atlante delle difettosità dei cereali. Edagricole, Bologna, 142 pp.
- Bartolini M., Marocco A. 2013, Malattie e alterazioni del mais. Guida per l'identificazione. Quaderni della Ricerca n. 155. Regione Lombardia, 119 pp.
- 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.
- Bottalico, A., 1999. Muffe e micotossine delle granaglie. Tecnica Molitoria, 12, 195-219.
- Champeil, A., Dore, T., Fourbet, J.F., 2004. 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.
- 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. 2é Séminaire Mycotoxines des céréales. April 3, 2008, Paris, Pages 27-40.
- Orlando B., Grignon G., Vitry C., Kashefifard K., Valade R. 2019. Fusarium species and enniatin mycotoxins in wheat, durum wheat, triticale and barley harvested in France. Mycotoxin Res., 35(4), 369-380.
- Munkvold, G.P., 2003. Cultural and genetic approaches to managing mycotoxins in maize. Annu Rev Phytopathol, 41, 99-116.
- Pietri A., Barnabucci U., Reyneri A., Visconti A. 2004. Come prevenire le aflatossine nel latte. L'Informatore Agrario, 14, 49-50.
- Zanin, G., Ferrero A., Masin R., Reyneri A. 2017. Interventi sulle avversità biologiche: difesa dalle infestanti e dagli altri organismi dannosi. In "Agronomia" (Paolo Ceccon Ed.), EdiSES, Napoli, 325-363.