

# Gestione delle micotossine nei cereali dal campo al commercio del prodotto

**“Valutazione delle  
criticità nel controllo delle micotossine  
nella filiera agroalimentare”**



**Carlo Brera**  
***carlo.brera@iss.it***  
**Istituto Superiore di Sanità**

# Criticità

In un fenomeno fisico o chimico, condizione per cui la variazione anche minima di un parametro determina un effetto di grande entità

# Variazione dei parametri

- **Condizioni climatiche**
- **Condizioni di stoccaggio (Temperatura, Umidità)**
- **Livello e Qualità del controllo (a seconda del rischio percepito) (Campionamento ed analisi)**
- **Frequenza del controllo (autocontrollo e CU)**
- **Selezione dei fornitori**
- **Conoscenza dei Rischi emergenti**

# Le micotossine

- Sono tra le più potenti sostanze tossiche **naturalmente** presenti in un prodotto
- Sono prodotte dal metabolismo secondario di specie fungine
- Sono sostanze dotate di elevato potere cancerogeno
- Sono sostanze che manifestano tossicità croniche e raramente acute
- Sono sostanze termostabili
- Sono fortemente elettrostatiche
- Sono ubiquitariamente presenti sul territorio
- Sono fortemente caratterizzate da una incidenza di contaminazione “stagionale”
- Presentano una tipologia di contaminazione eterogenea (a macchia di leopardo)
- Non presentano difficoltà da un punto di vista di determinazione analitica
- Basso peso molecolare

# Punti critici della filiera

- Campo
- Aziende singole
- Centri di raccolta e stoccaggio
- Essiccatoi
- Mulini
- Allevamento
- Sili industriali
- Impianti di trasformazione
- Distribuzione

# Mais

Micotossina	Probabilità	Rischio
Fumonisine	xxxx	xx
Beauvericina	xxx	xx
Moniliformina	xxx	xx
Deossinivalenolo	xx	xx
Zearalenone	xx	xx
Aflatossine	x	xxxx
Ocratossina	x	x

La fonte principale di micotossine è il mais. Per controllarle dobbiamo verificare con attenzione i fornitori e tenere monitorata la MP in ingresso in azienda e, soprattutto, devono essere puliti frequentemente i silos di stoccaggio all'interno dei quali si possono verificare fenomeni di condensa alle pareti creando le condizioni per lo sviluppo di muffe.

# Frumento

Micotossina	Probabilità	Rischio
Deossinivalenolo	xxx	xx
Ocratossina	x	x
T2/HT2	x	x
Enniatine	x	x

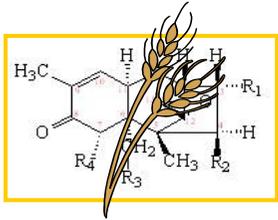
# Fattori critici della contaminazione da micotossine nel MAIS - I

---

- **Epoca di raccolta (più rischiose quelle tardive)**
- **Danno da Piralide (seconda generazione)**
- Scarsa lavorazione del terreno, scarsa aratura, coltivazioni intensive, veicolazione da parte di insetti ed uccelli delle spore aerodisperse, larve di piralide che sopravvivono tra raccolto e raccolto
- residui della pianta che sono lasciati sul terreno dopo il raccolto. Nel mais stocchi, stoppie, spighe, semi infetti.
- Temperature elevate
- Umidità alla raccolta
  - » Valore soglia 24% Fumonisine
  - » Valore soglia 22% Aflatossine
- Acqua libera 0.78 – 0.99
- Trattamento in campo

## **Fattori principali responsabili della contaminazione da micotossine nel mais - II**

- ✓ lesioni o le rotture dei grani al momento della raccolta dovute a battitura veloce, alla bassa percentuale di umidità della granella trebbiata che la rende particolarmente vulnerabile alle azioni delle macchine (rotture, lesioni esterne, fessurazioni etc.).
- ✓ sviluppo di colonie fungine per la persistenza in campo della granella con umidità inferiori al 22% in condizioni ambientali di umidità relativa e temperatura relativamente alta che creano situazioni ideali allo sviluppo e moltiplicazione delle muffe (situazione molto frequente in pianura padana);
- ✓ In fase di essiccazione, difficoltà ad ottenere una disidratazione omogenea dei chicchi in caso di raccolta di granella troppo secca;
- ✓ fermentazione del prodotto in mucchio, per mancato coordinamento delle fasi di raccolta ed essiccazione, porta al degrado chimico fisico del mais, a cali di peso superiori a quelli naturali, alla perdita delle caratteristiche nutrizionali dovute ad azione batterica e soprattutto alla creazione di condizioni favorevoli allo sviluppo di muffe e/o micotossine.



# Prevenzione nel frumento

	DON	T2	HT2	
<b>Rotazioni</b>				
<b>Residui/Lavorazioni</b>				
<b>Epoca di semina</b>				
<b>Epoca di raccolta</b>				
<b>Varietà</b>				
<b>Concimazione</b>		nr	nr	
<b>Diserbo</b>		nr	nr	
<b>Difesa da fusarium</b>				
<b>Effetto moltiplicatore</b>	<b>"1"</b>	<b>&lt; 1.5</b>	<b>1.5-2</b>	<b>&gt; 2</b>

# Variazione dei parametri

- **Condizioni climatiche**
- **Condizioni di stoccaggio (Temperatura, Umidità)**
- **Livello e Qualità del controllo (a seconda del rischio percepito) (Campionamento ed analisi)**
- **Frequenza del controllo (autocontrollo e CU)**
- **Selezione dei fornitori**
- **Conoscenza dei Rischi emergenti**

# Variazioni climatiche

## *Cosa non si può fare*

- ✓ *Impedire la durata ed il momento del fenomeno climatico*

## *Cosa non si deve fare*

- ✧ *Farne un alibi*

## *Cosa si può fare*

- ✓ *Conoscere anticipatamente le condizioni meteo nelle fasi critiche di sviluppo della coltivazione*

## *Cosa si deve fare*

- ✧ *Uso di azioni preventive*

# Controllo pre-raccolto (BPA)

- Sviluppo di varietà resistenti (breeding convenzionale)
- Impianto di varietà precoci
- Epoca e densità di semina (metà aprile – 5-6 piante m<sup>2</sup>)
- Conoscenza della suscettibilità della pianta
- Programmi intensivi di controllo degli insetti
- Rotazione delle coltivazioni
- Uso di erbicidi/pesticidi/fertilizzanti
- Controllo delle condizioni generali di coltivazione (irrigazione)
- Impiego di OGM

# Parametri di crescita dei funghi/micotossine

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

\*  $a_w$ , acqua libera nella granella

## Caratteristiche fisiche per la produzione in campo

Fungo produttore	Umidità granella (%)	T - (T <sub>opt</sub> ) ° C	U.R. (%)	Aw	pH terreno
<i>Aspergillus flavus</i> <i>e parasiticus</i>	16-30	10-42 (25-28)	> 80 (82)	0.78	4 - 6
<i>Fusarium</i> <i>graminearum,</i> <i>culmorum,</i> <i>sporothechioides,</i> <i>verticillioides</i>	16 - 20	5 – 35 (25)	94	0.91 – 0.97	2

# Azioni preventive

## Dalla semina al raccolto - I

- Impiegare ibridi precoci o medio-precoci
- Trinciare ed interrare i residui colturali;
- Avvicendare le colture, alternando la coltivazione dei cereali con altre colture;
- Scegliere il giusto investimento: 5,5-6 piante / mq per gli ibridi tardivi (classi 700 e 600), 6,5-7 piante / mq per gli ibridi medio precoci (classe 500) e 7-8 piante / mq per gli ibridi precoci (classi 400 e 300)
- Concimare in modo adeguato (evitare gli eccessi di azoto)
- Evitare gli stress idrici, i danni meccanici o da insetti
- Controllare lo sviluppo della piralide (le rosure facilitano l'accesso dei funghi): molto efficace risulta essere il trattamento con insetticidi dopo la completa fioritura del mais;
- Anticipare la raccolta, anche se con qualche punto di umidità in più. Non attendere troppo oltre la maturazione fisiologica (formazione del punto nero sul peduncolo del grano), soprattutto per ibridi tardivi ed in condizioni climatiche fresche ed umide.

# Dalla semina al raccolto - II

- evitare gli accumuli delle granelle prima dell'essiccamento e portarle nelle condizioni di umidità da stoccaggio nel più breve tempo possibile
- se non è possibile essiccare in modo tempestivo, trattare la granella con fungicidi
- è necessario che la raccolta sia organizzata in modo che non trascorrono più di 48 ore dalla trebbiatura all'essiccazione della granella di mais e che l'umidità di raccolta della stessa non sia inferiore al 22%
- essiccare il mais con tenore di umidità inferiore al 14%
- Monitorare l'umidità prima dello stoccaggio

# A livello del trebbiatore

## Il trebbiatore avrà cura:

- Prendere accordi con il centro di raccolta o l'essiccatore-stoccatore sulle modalità di consegna affinché l'essiccazione avvenga entro 48 ore dalla raccolta;
- Osservare che i giri del battitore e l'apertura del controbattitore (griglia) siano regolati in modo tale da ridurre il più possibile la rottura della granella (l'eventuale perdita di chicchi striminziti di punta è compensata dalla minore presenza di spezzati, poiché una buona parte viene rigettata in campo con gli stocchi);
- Dotare la parte crivellante di opportuni setacci per separare la granella dai residui vegetali (tutoli frantumati e pezzi di stocco), avendo cura di effettuare periodicamente la rimozione dei residui fissi;
- Regolare la ventilazione in modo tale da asportare le impurità senza creare perdite di granella;
- Regolare la velocità di raccolta in funzione dello stato vegetativo delle piante.

# A livello del centro di raccolta e dell'essiccatore

---

- Ricevere ed essiccare il prodotto entro 48 ore dalla raccolta con umidità finale tale da garantirne la conservazione, in funzione delle proprie strutture di stoccaggio (tradizionali, industriali e ad atmosfera controllata);
- Pulire tempestivamente il mais, dopo la trebbiatura, (pulitura al verde) ed essiccare, per portare l'umidità della massa a valori prossimi al 13%.
- Verificare le caratteristiche fisiche della merce con particolare riferimento alla presenza di chicchi ammuffiti, fermentati, germinati e spezzati avendo cura, nei casi più gravi, di effettuare una lavorazione separata;
- Impostare i tempi e le temperature di essiccazione in funzione dell'umidità del prodotto da essiccare e delle condizioni climatiche esterne;
- Effettuare una corretta pulitura ed un efficiente raffreddamento prima di stoccare la merce in magazzino;
- Pulire e disinfestare i locali atti allo stoccaggio prima di immettervi i prodotti e dotare gli stessi di impianti ventilanti;
- Controllare, con ispezioni periodiche, che non vi sia presenza di insetti e roditori;
- Verificare periodicamente le temperature e le umidità dei prodotti stoccati per evitare l'insorgenza di alterazioni.

# Filiera Mais

- Sistemi di Tracciabilità
- Segregazione dei lotti
- Piani di campionamento rappresentativi
- Metodi di analisi accreditati
- Procedure di Decontaminazione
- Procedure di Detossificazione
- Destinazione finale dei lotti commerciali  
(specie animali più resistenti)

Gestione dei lotti  
non conformi

# Decontaminazione

Il mais non conforme può essere decontaminato attraverso procedure di:

- Pre-pulitura, pulitura, spazzolatura della granella
- Uso di selezionatrici ottiche (eliminazione dei chicchi infungati, chicchi neri)
- Uso di altre selezionatrici fisiche (gravimetria)
- Segregazione dei lotti decontaminati

# Procedure di decontaminazione

- Attraverso l'utilizzo di sostanze sequestranti quali bentoniti, sepioliti, zeoliti, carboni attivi da miscelare direttamente nelle farine.
- L'efficacia dipende dalla sostanza utilizzata e dalla micotossina che si vuole sequestrare.
- Utilizzo di epatoprotettori-antiossidanti.
- Non è consentito diluire il latte contaminato
- Non è consentito l'uso di agenti chimici

# Detossificazione

- Il mais non conforme, anche dopo la decontaminazione ( $\pm$ incertezza di misura), può essere destinato ad usi differenti da quello agro-tecnico come ad esempio la produzione di **biogas**
- E' richiesta obbligatoriamente la etichettatura dei lotti conformemente al Regolamento EC/767/2009
- Gli impianti industriali di detossificazione devono essere riconosciuti ai sensi dell'articolo 10, paragrafi 2 e 3 del Regolamento EC/183/2005

# A livello del mulino

Omogeneizzazione dei grani in ingresso, delle farine, analisi in numero sufficiente, **sono condizioni necessarie** per rispondere in maniera adeguata alle esigenze dei clienti, e in questo contesto il corretto campionamento dei prodotti che si sottopongono ad analisi assume un ruolo determinante

Il controllo del frumento in ingresso è il **principale punto critico** dell'industria molitoria: analisi visiva, olfattiva, setacciatura, verifica della presenza di semi estranei, controllo delle umidità, infestazioni (insetti vivi e/o morti), proteine, peso ettolitrico sono le verifiche che normalmente si fanno per ogni singolo arrivo di grano

Non è possibile, e nemmeno pensabile, effettuare analisi igienico sanitarie complete per ogni singolo lotto di farina che esce dal mulino o per ogni camion di grano in arrivo. Rimane inteso che di fronte a risultati tecnologici e/o igienico sanitari non conformi non esistono alternative al declassamento della farina con tutte le inevitabili conseguenze che ne derivano

# Mais – Filiera latte

- Effettuare la ricerca negli alimenti somministrati all'animale dell'aflatossina B1
- Predisporre la sospensione dell' utilizzazione degli alimenti che con maggiore probabilità possono essere contaminati (granella di mais, semi oleosi) sostituendoli con mangimi costituiti da materie prime con basso rischio di contaminazione (soia, fieno)
- utilizzare partite di alimenti certificati a ridotta contaminazione da AFB1
- somministrare “sequestranti” (es. Bentonite, Zeoliti o simili)
- Effettuare una nuova analisi del latte dopo qualche giorno (4-5) dalla variazione della razione alimentare

# Impiego e prezzo del mais

Specie animale	Percentuale di impiego nella razione
Bovini da carne	20-40
Vitelli (svezzamento)	40
Suini magroni	40
Scrofe	10-30
Suinetti	20-40
Pollame	60
Ovaiole	50

Impiego (mg/kg)	Prezzo (€)
> 0,04 (Biogas)	13-15
> 0,005 - < 0,020	24 - 25
< 0,005	28

# Variazione dei parametri

- **Condizioni climatiche**
- **Condizioni di stoccaggio (Temperatura, Umidità)**
- **Livello e Qualità del controllo (a seconda del rischio percepito) (Campionamento ed analisi)**
- **Frequenza del controllo (autocontrollo e CU)**
- **Selezione dei fornitori**
- **Conoscenza dei Rischi emergenti**

## Livello di Eterogeneità

Prodotto	Livello	Ruolo del campionamento
Granaglie	Molto alto	+++++
Farine	Moderatamente alto	+++
Liquidi (oli, latte)	Nessuno	-
Paste	Nessuno	-

# Il controllo della presenza delle micotossine

## Cosa NON si può fare:

- **Miscelare partite fortemente contaminate con quelle non contaminate**
- **Utilizzare una percentuale *ad hoc* di mais contaminato ad alti livelli nella razione**
- **Pensare che prelevare una piccola quantità di mais in granella possa essere rappresentativo del lotto**
- **Pensare di non ricorrere alla tracciabilità dei flussi di produzione**
- **Pensare che tutti i test di screening/rapidi siano uno strumento attendibile per valutare lo stato di contaminazione di un lotto**
- **Pensare di ignorare il problema**

### *Articolo 3*

#### **Divieti in materia di uso, miscelazione e detossificazione**

1. I prodotti alimentari non conformi ai tenori massimi di cui all'allegato non possono essere utilizzati come ingredienti alimentari.
2. I prodotti alimentari conformi ai tenori massimi di cui all'allegato non possono essere miscelati con prodotti alimentari in cui tali tenori massimi siano superati.
3. I prodotti alimentari da sottoporre a cernita o ad altri trattamenti fisici per abbassare il livello di contaminazione non possono essere miscelati con prodotti alimentari destinati al consumo umano diretto, né con prodotti alimentari destinati a essere impiegati come ingredienti alimentari.
4. I prodotti alimentari contenenti i contaminanti di cui alla parte 2 dell'allegato (Micotossine) non possono essere sottoposti a detossificazione mediante trattamenti chimici.

**Regolamento  
1881/2006**

# Il controllo della presenza delle micotossine

## Cosa si può fare:

- ✓ Tracciare tutti i lotti (dal campo alla commercializzazione)
- ✓ Prelevare campioni in modo rappresentativo
- ✓ Utilizzare adeguatamente le procedure di pulizia
- ✓ Utilizzare le selezionatrici ottiche
- ✓ Utilizzare sistemi alternativi indiretti per la valutazione del livello di contaminazione
- ✓ Utilizzare i campionatori automatici
- ✓ Trasferire il materiale, **IN REGIME DI NON IMMISSIONE SUL MERCATO**, dai centri di raccolta/essiccazione verso impianti dotati di idonea attrezzatura per effettuare la detossificazione
- ✓ Destinare il mais per la produzione di biogas

# **CAMPIONAMENTO**

**Regolamento CE/401/2006**

**Regolamento CE/691/2013**

**ISO 24333:2009**

## Campionamento: Fonti di errore

- Basso numero di campioni incrementali
- Scarsa rappresentatività dei punti di campionamento
- Errata grandezza del campione globale

# Tipologie di Campionamento

- ✓ Manuale
- ✓ In automatico
- ✓ Statico
- ✓ Dinamico

*A prescindere dal sito di campionamento, dalla finalità del controllo, dalla natura fisica del materiale*

# Campionamento manuale e automatico

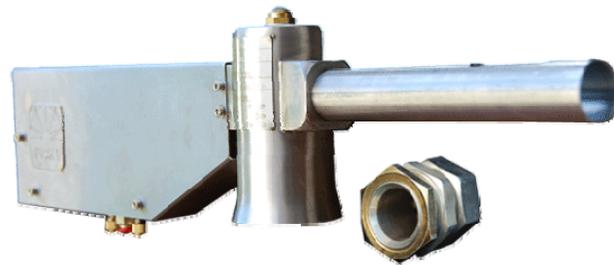
## Manuale

- costi del personale
- formazione del personale
- minore rappresentatività
- scarso controllo

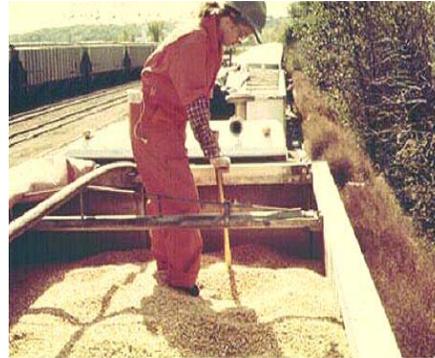


## Automatico

- maggiore rappresentatività
- ripetibilità delle operazioni
- costi ridotti e ammortizzabili
  - controllo informatizzato
- tracciabilità delle operazioni di prelievo
- necessità di segregazione del campione ufficiale



# Procedure di Campionamento STATICO



# Camion 30t

## Campionamento Statico

CU - Regolamento 401/2006 e sua modifica Regolamento 178/2010  
100 CE da 100g ciascuno – 10kg (sonde pneumatiche)

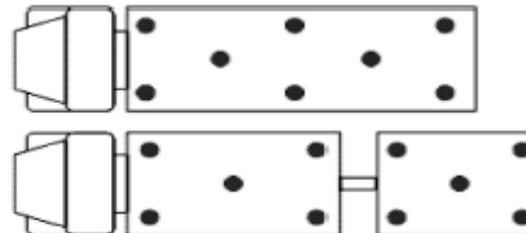
AC – ISO 24333/2009

Dimensione del lotto (t)	Peso CE (g)	Numero di punti di campionamento	Peso del CG (kg)
15t < m ≤ 30t	400 - 3000	8	3-10

Flat bottom trucks

Probe size: 1.6 m minimum

Number of probe samples: 8 minimum/single trailer,  
10 minimum/truck and trailer



# Linea Guida DG SANCO - Sampling

## *Campionamento statico*

### Campionamento di magazzino accessibile da 1 lato

Minime dimensioni della sonda di campionamento 2 m

**ESEMPIO:** magazzino largo 30 m; profondo 50 m; alto 4 m [6000 m<sup>3</sup> = 4500t]

- Possibilità di campionare con sonda da 2 m. [30m x 2m x 4m] = 240 m<sup>3</sup> = 180 t; CI = 100 di 100 g; CG = 10 kg rappresentativo delle 4500 t. Se la sonda ha 4 aperture: il batch deve essere campionato in 25 punti rappresentativamente distribuiti sulla lunghezza.
- Possibilità di campionare con sonda da 5 m [30m x 5m x 4m] = 600 m<sup>3</sup> = 450t; CI = (100 +  $\sqrt{450}$ ) = 121 di 100 g; CG = 12.1kg rappresentativo delle 4500 t. Se la sonda ha 8 aperture: il batch deve essere campionato in 15 punti rappresentativamente distribuiti sulla lunghezza.

# CAMPIONAMENTO DINAMICO

- Prelievi in tempi diversi da una massa in movimento, riferimento ISO 24333:2009

- Campionatori automatici
- Prelievi da nastri trasportatori durante lo scarico/carico
- Intervallo di campionamento (minuti) è funzione della durata dello scarico/carico e del numero di campioni incrementali in movimento secondo la formula

[Es. - Lotto: 4000t di cereali; velocità di scarico: 100t/h; durata scarico: 2400 minuti; per ottenere 163 campioni incrementali, si deve prelevare 1 campione incrementale ogni 15 minuti]

*Durata dello scarico (in minuti) / n° di CI*

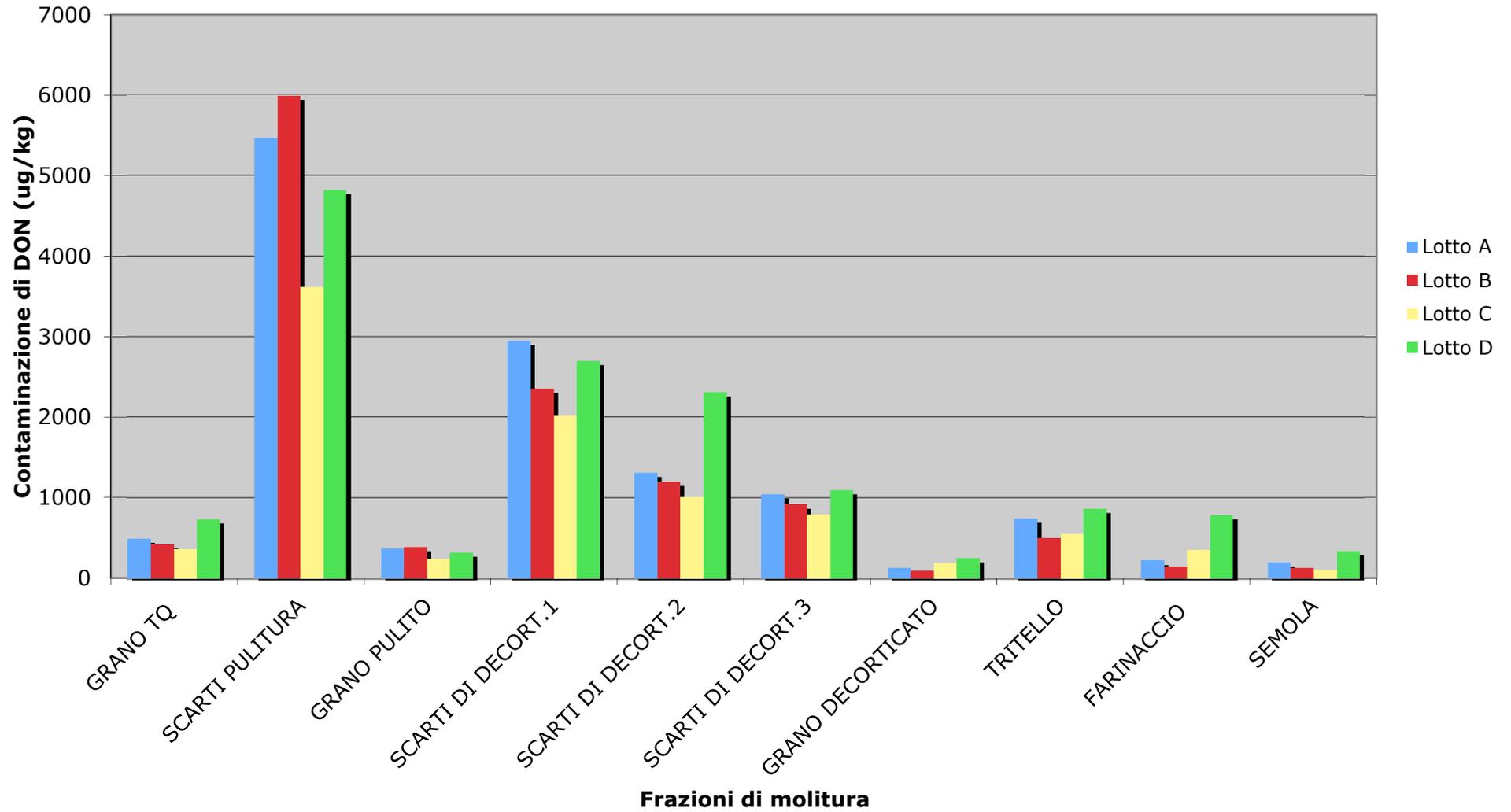
# Silos

<http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/guidance-sampling-final.pdf>

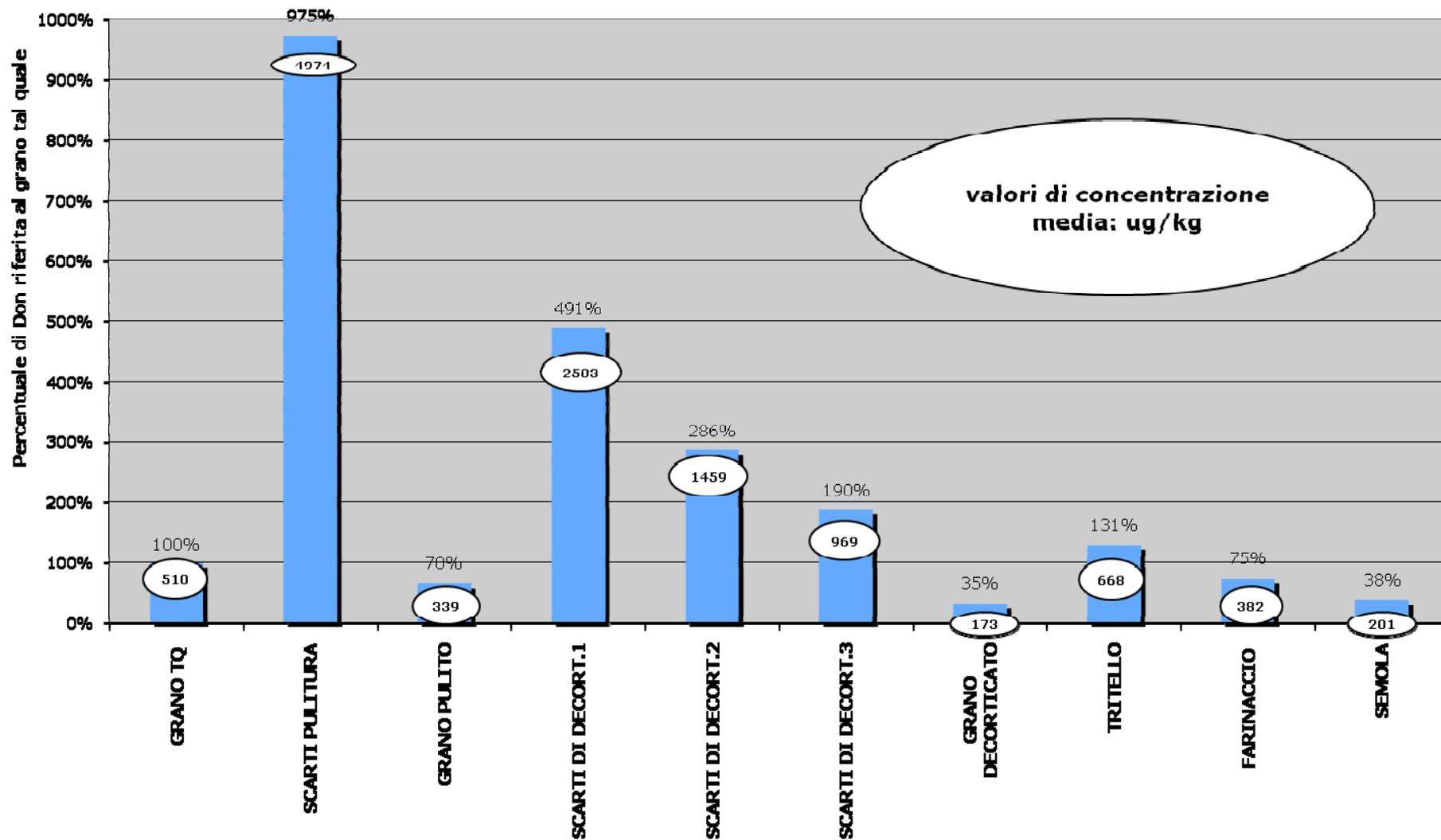
1. Campionare durante il trasferimento da silos pieno a silos vuoto
2. Campionare durante il carico del silos
3. Campionare durante lo scarico del silos
4. Silos non accessibili dall'alto con dimensioni  $\gg 100t$ 
  - Si campionano solo in condizioni dinamiche in accordo con l'operatore che deve informare l'ispettore al momento dello scarico
5. Silos non accessibili dall'alto con dimensioni  $< 100t$ 
  - Si scaricano 50-100 kg di prodotto e si prelevano 5 CE da 2kg ciascuno
6. Silos accessibili dall'alto.
  - Prelevare con sonde di lunghezza minima di 2 mt, considerando il campione rappresentativo dell'intero lotto
7. Campionare in condizioni di riciclo del silos

# **EFFETTO DEL PROCESSO TECNOLOGICO**

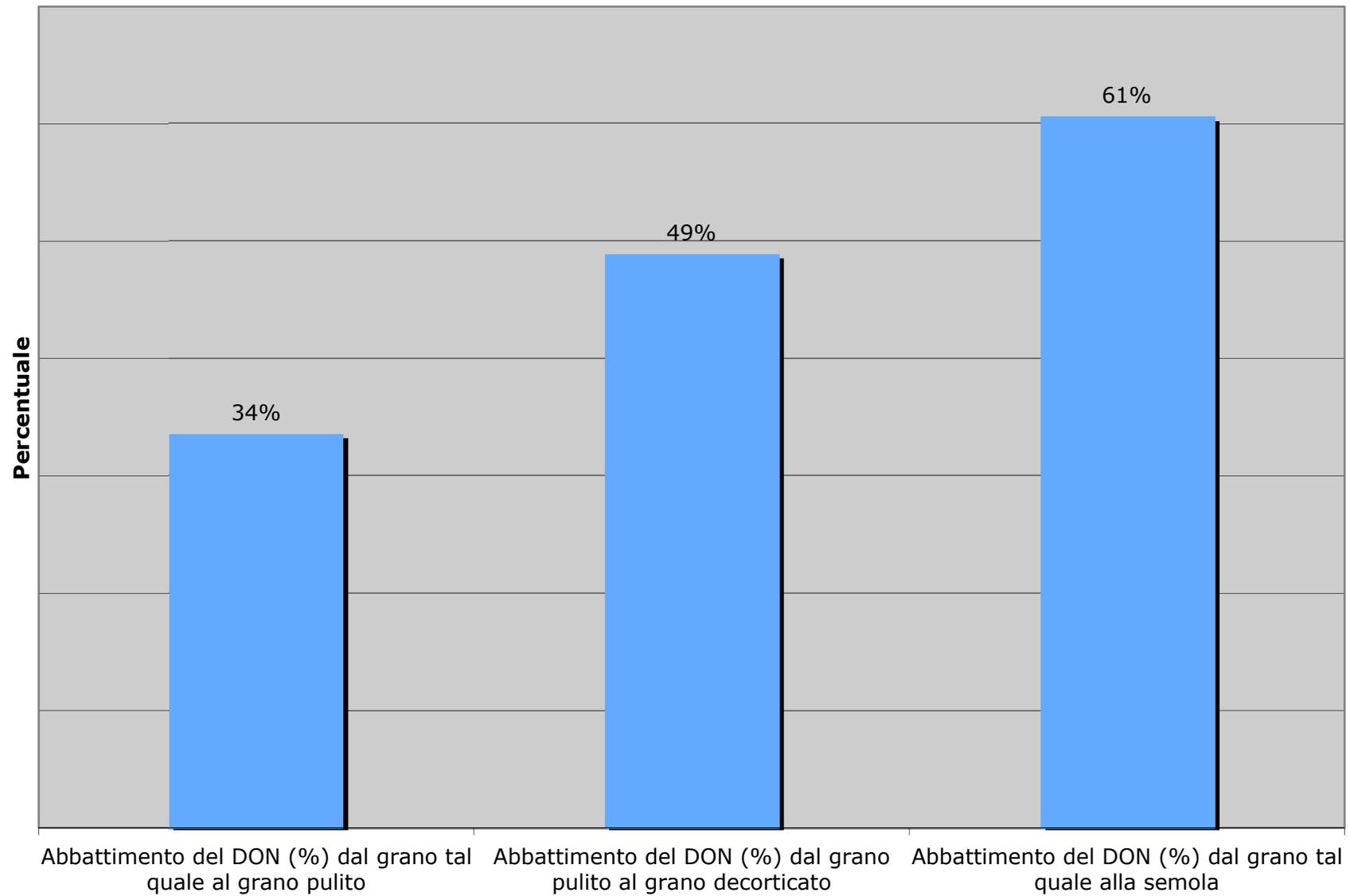
## Deossinivalenolo lungo la filiera del grano



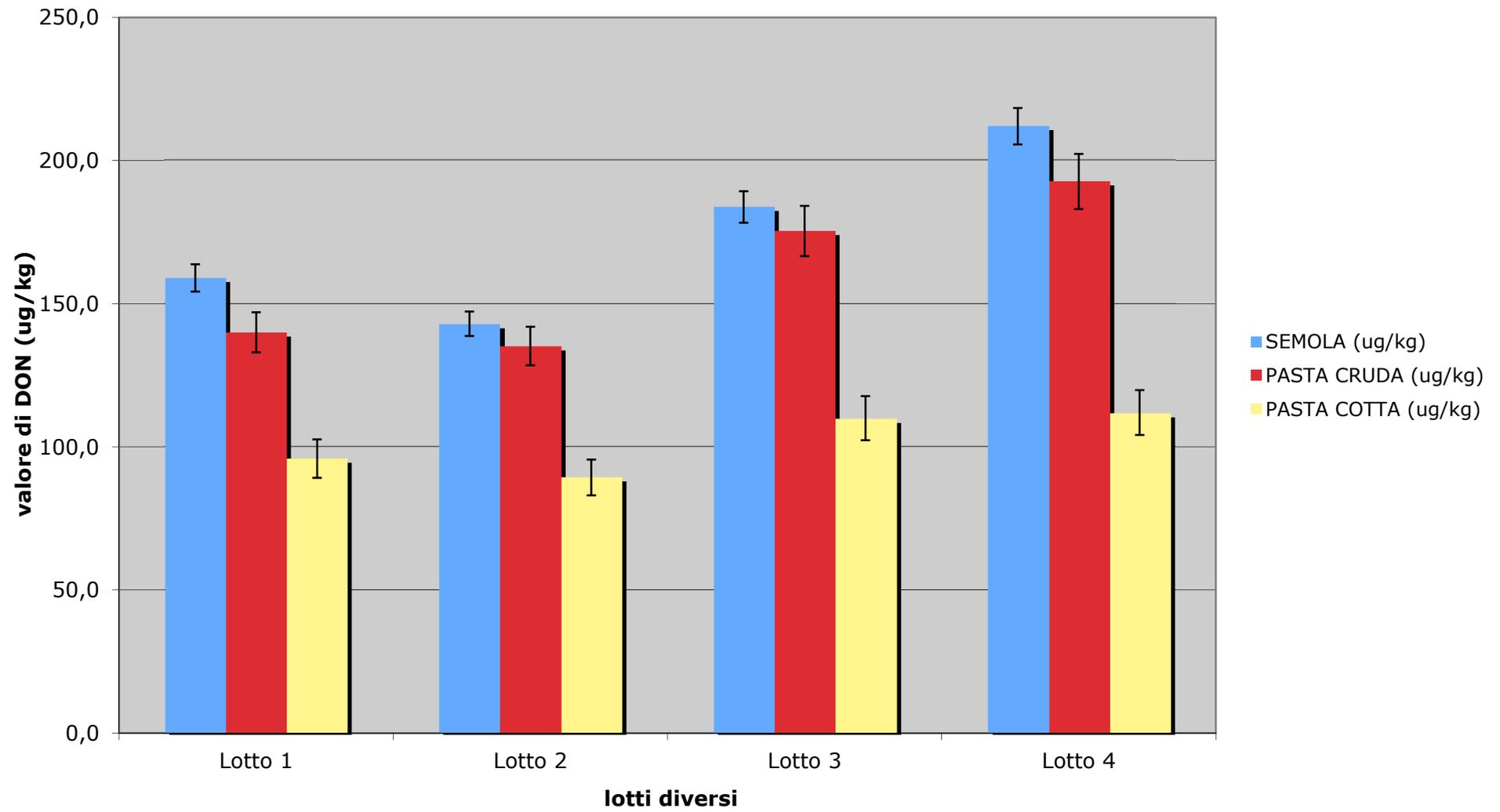
### Distribuzione percentuale di contaminazione del DON lungo il processo di molitura



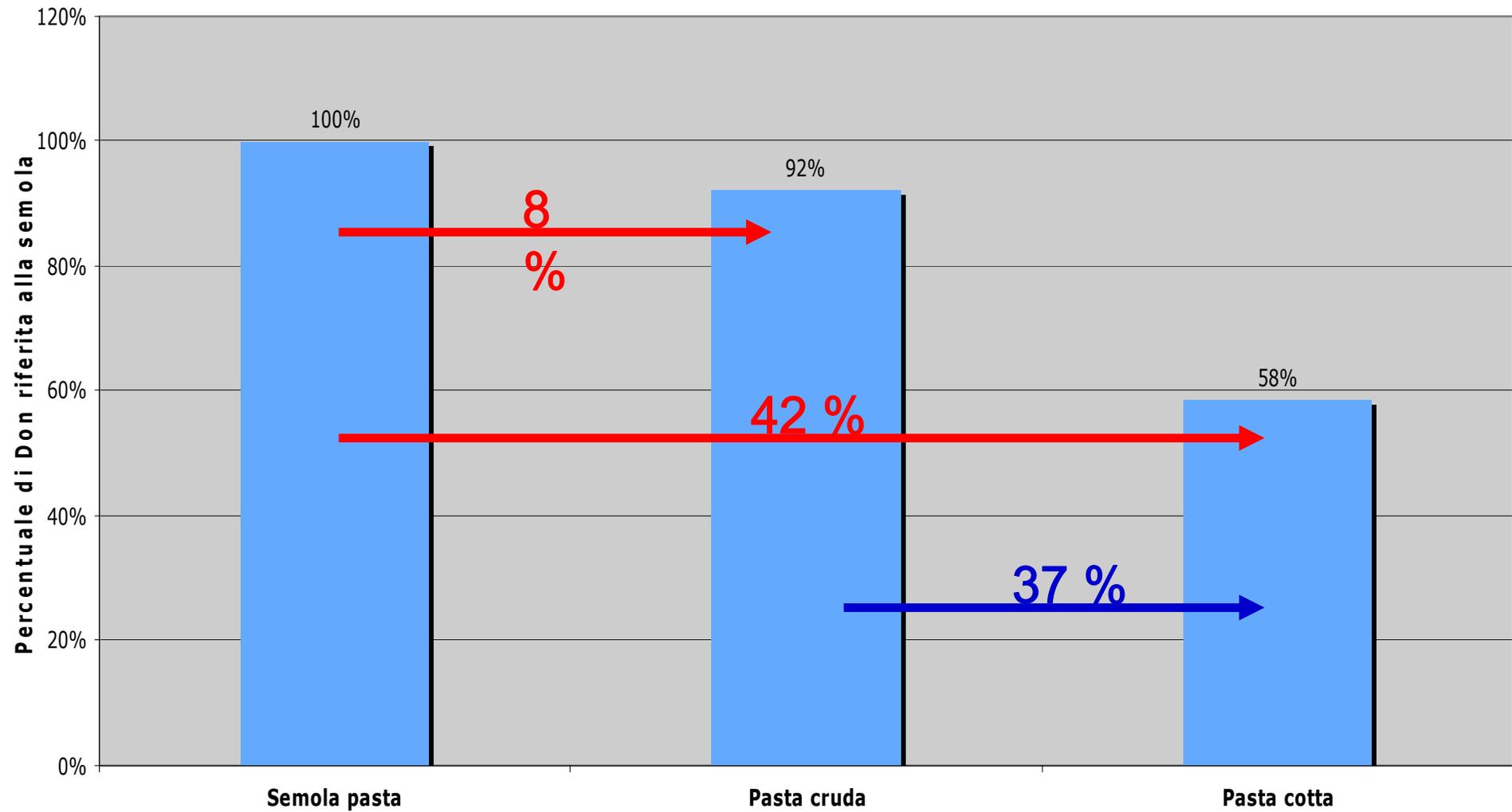
# Percentuali di abbattimento DON



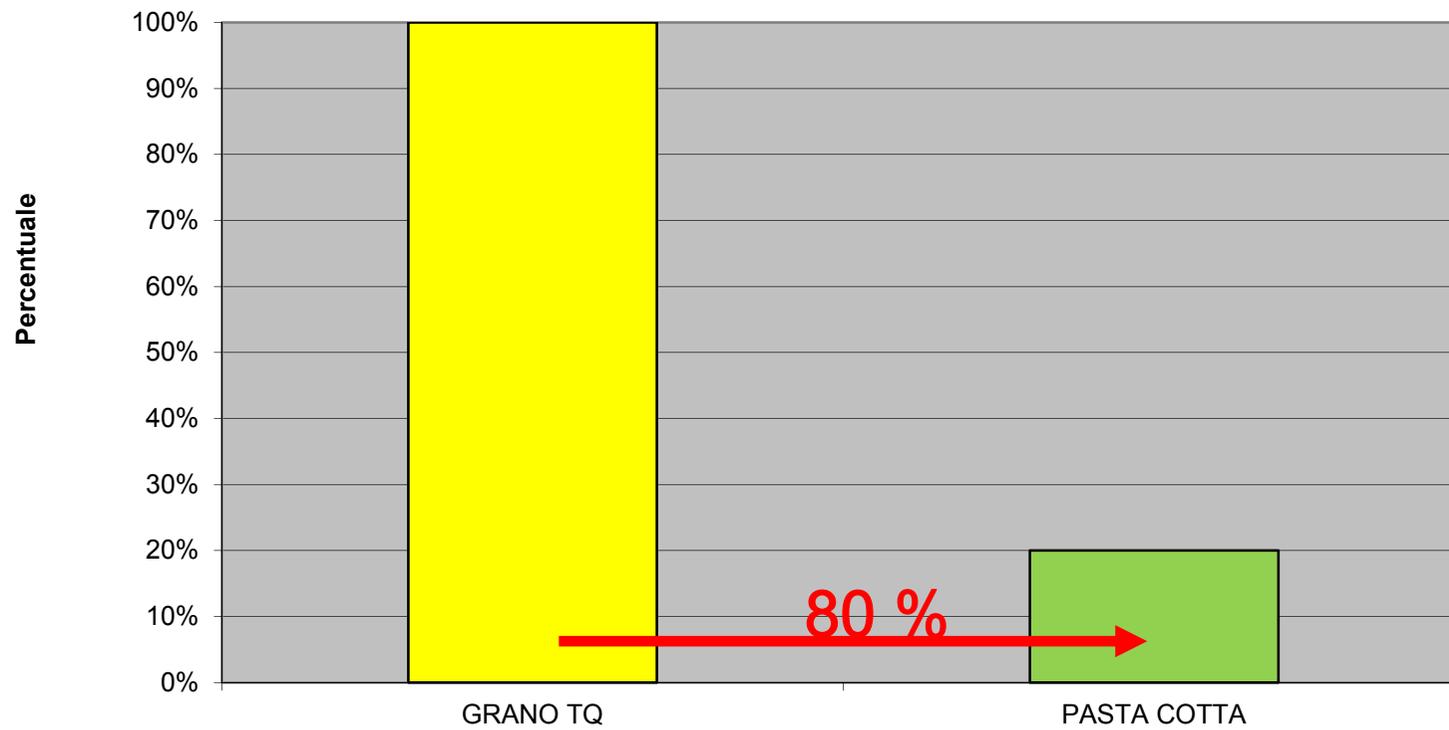
### Trasferimento del DON semola- pasta cruda- pasta cotta



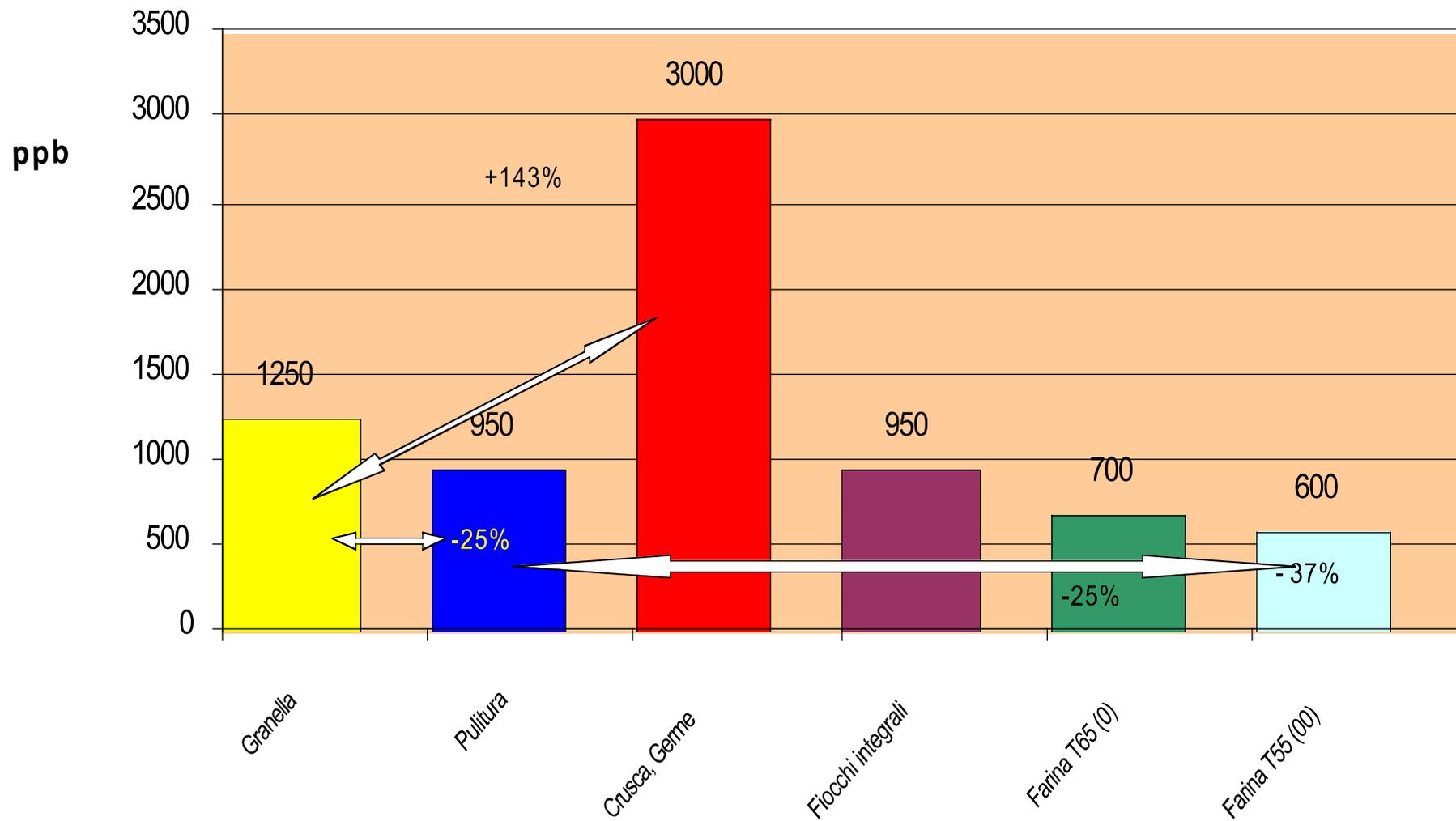
## Andamento (%) di distribuzione del DON



## Contaminazione percentuale DON



# Distribuzione del DON nel processo di molitura



# Metodi di screening e/o rapidi

- Elevato numero di campioni per die
- Interesse ad individuare un livello soglia (ad esempio limite legale)
- Diversità delle matrici da analizzare
- Differenti sostanze da ricercare
- Rapidità di risposta
- Sensibilità accettabile
- Bassa cross-reattività
- Contenimento dei costi
- Esperienza del personale
- Possibilità di utilizzo *in-situ*
- Necessità di pre-calibrazioni
- Necessità di validazione

Si rivolgono principalmente alle aziende nello svolgimento delle attività di autocontrollo

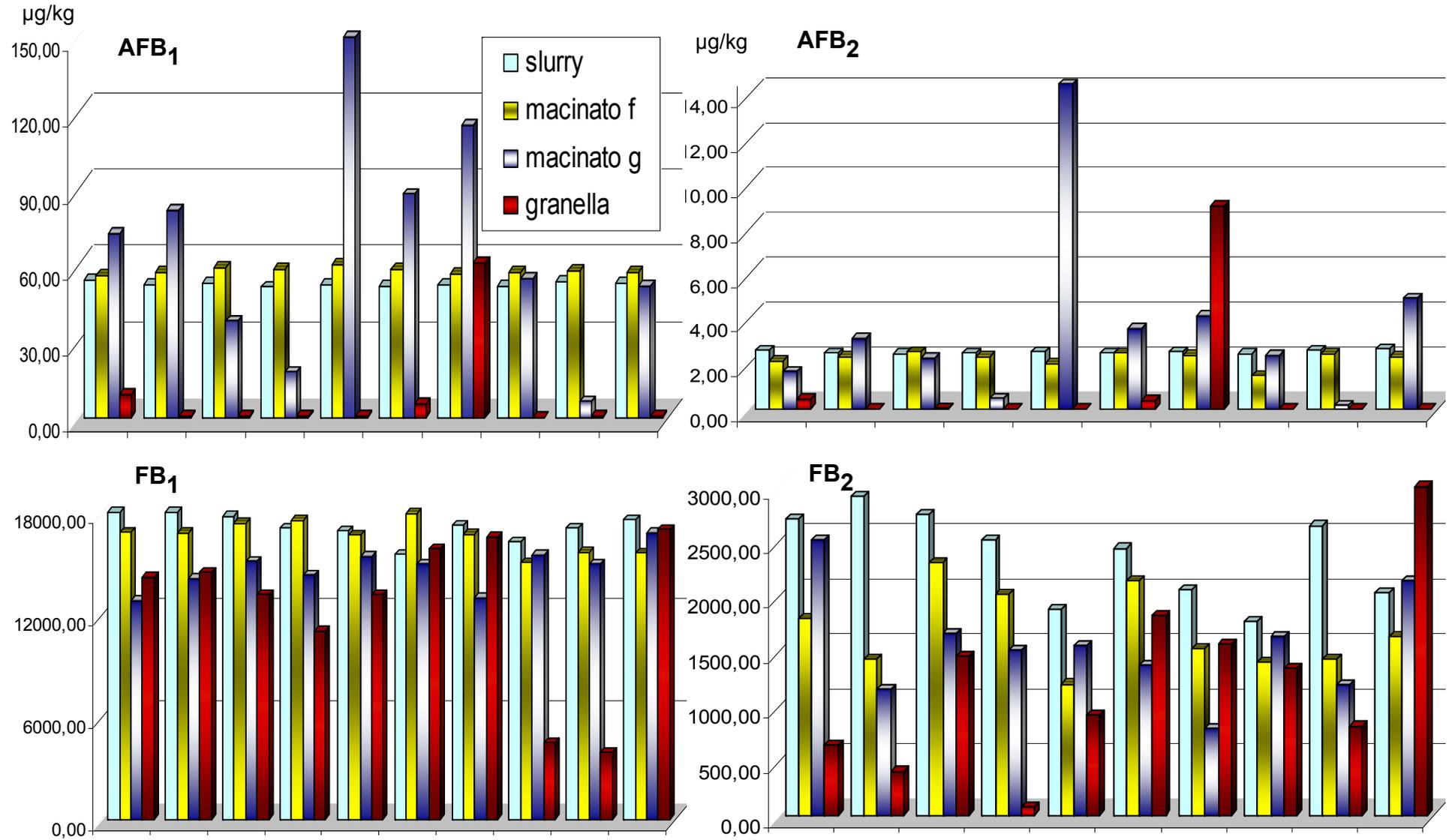


- **Tendenza alla sovrastima**
- **Scarsa ripetibilità e riproducibilità**
- **Scarsa efficienza con matrici complesse**

# Tipi di test

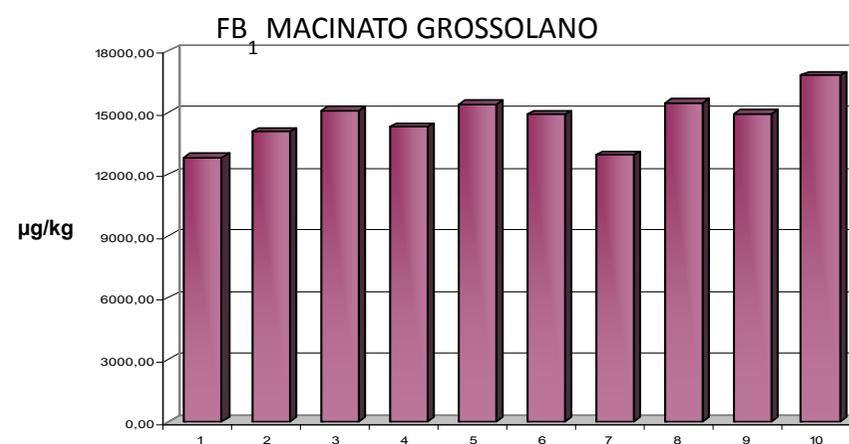
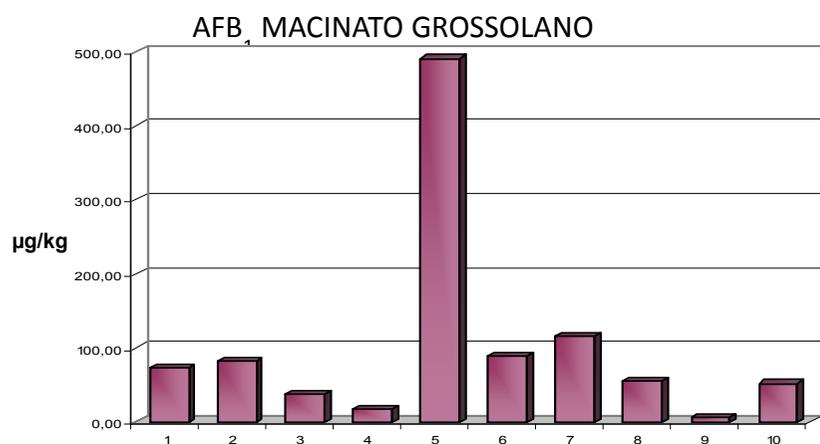
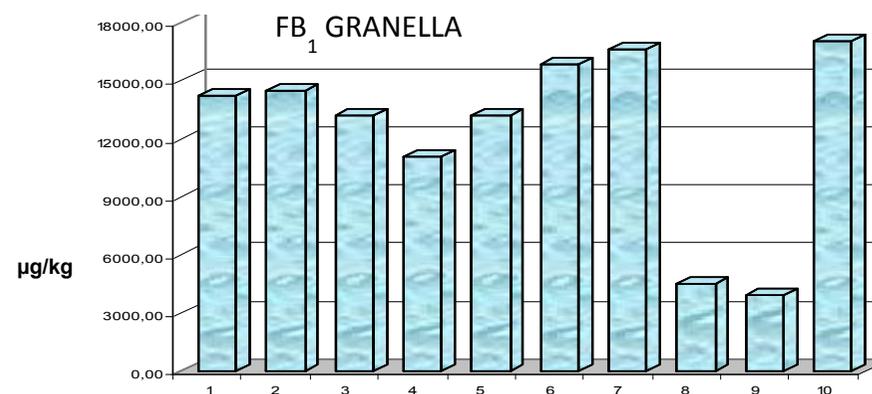
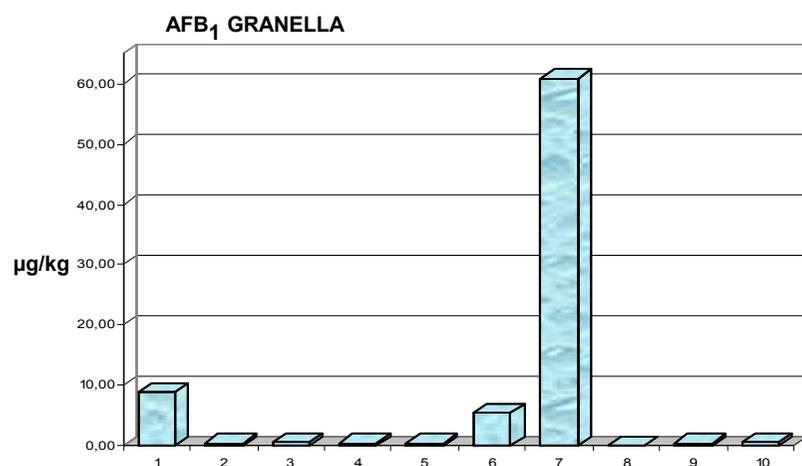
- Test qualitativi con cut-off (risposta si/no) risposta visuale/lettore
- Test quantitativi che richiedono un reader ottico o scanner per la lettura della concentrazione
- Uso del NIR (necessità di pre-calibrazione)

## RISULTATI (II)



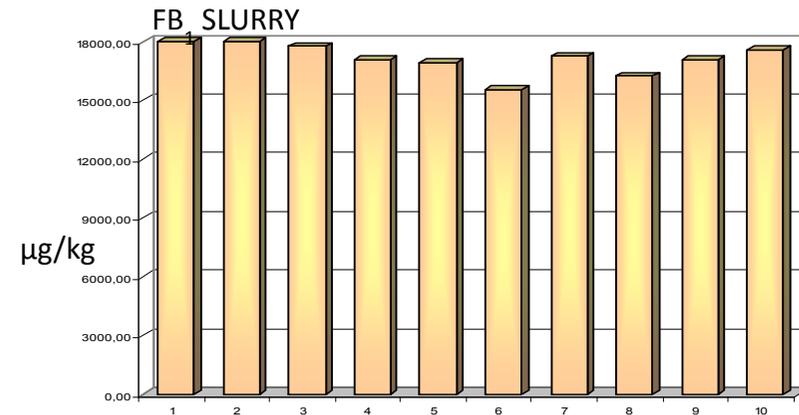
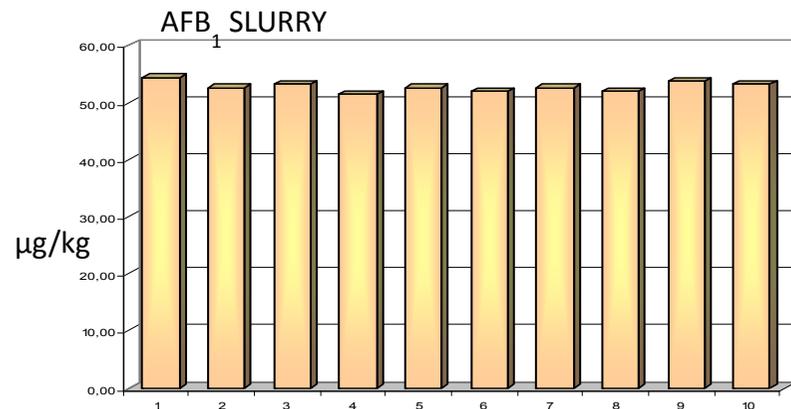
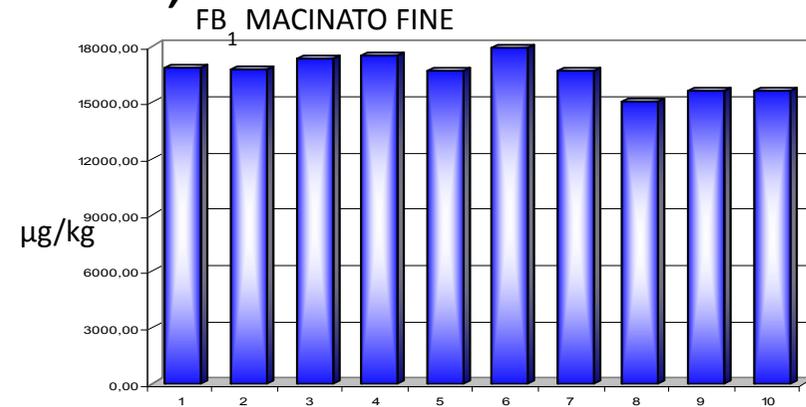
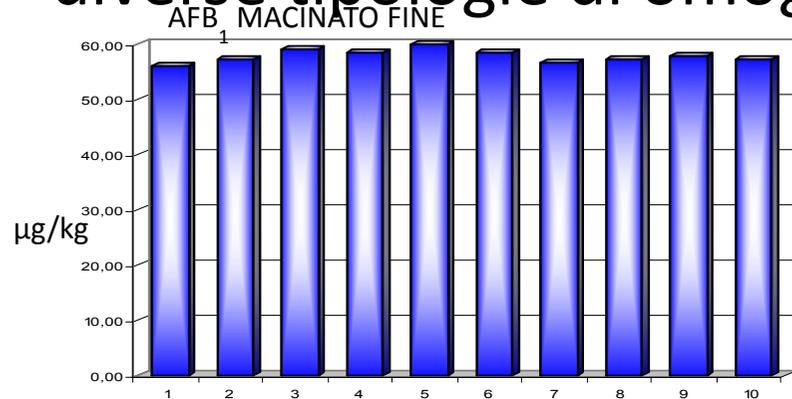
# Variabilità dei risultati

La variabilità dei risultati ottenuti per la contaminazione da aflatossine nelle due diverse tipologie di omogeneizzazione, granella e macinato grossolano, risulta maggiore rispetto a quella osservata per le fumonisine

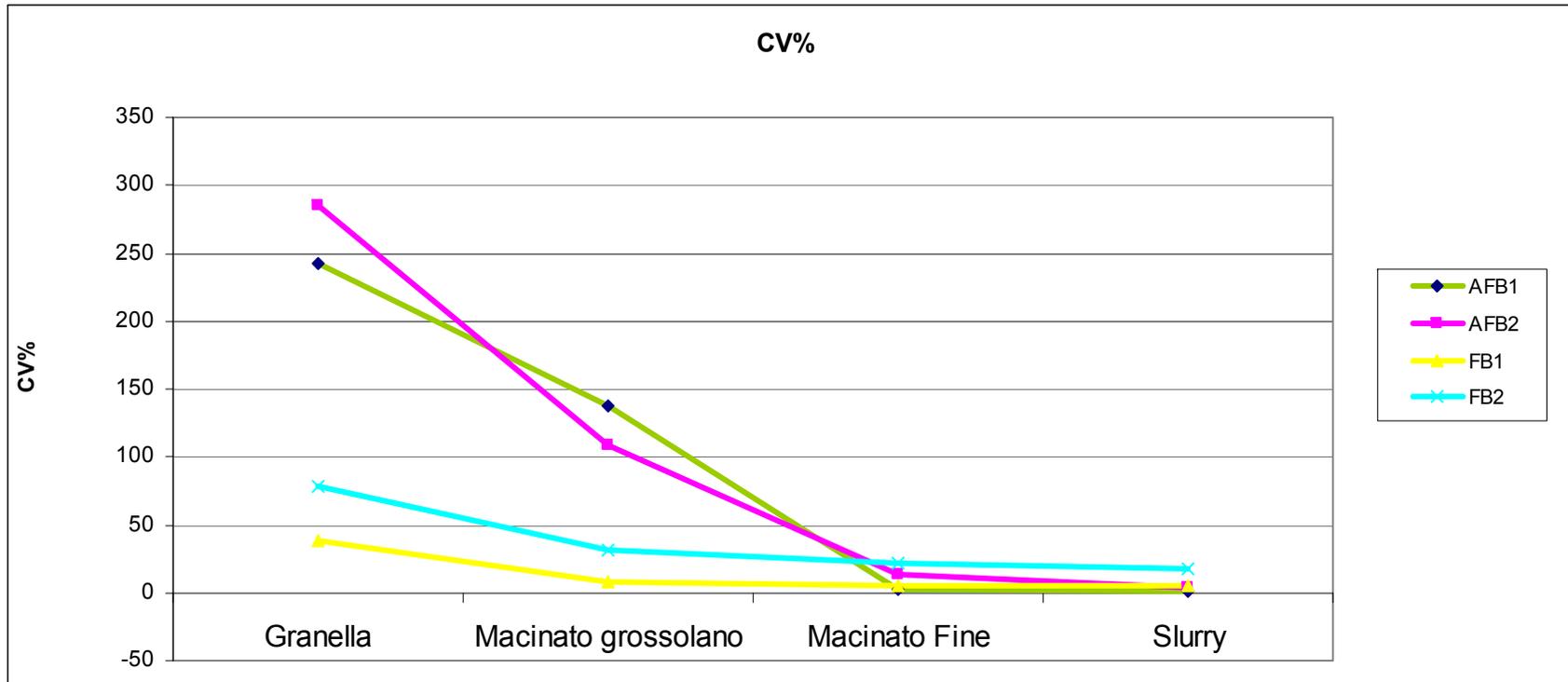


## RISULTATI (IV)

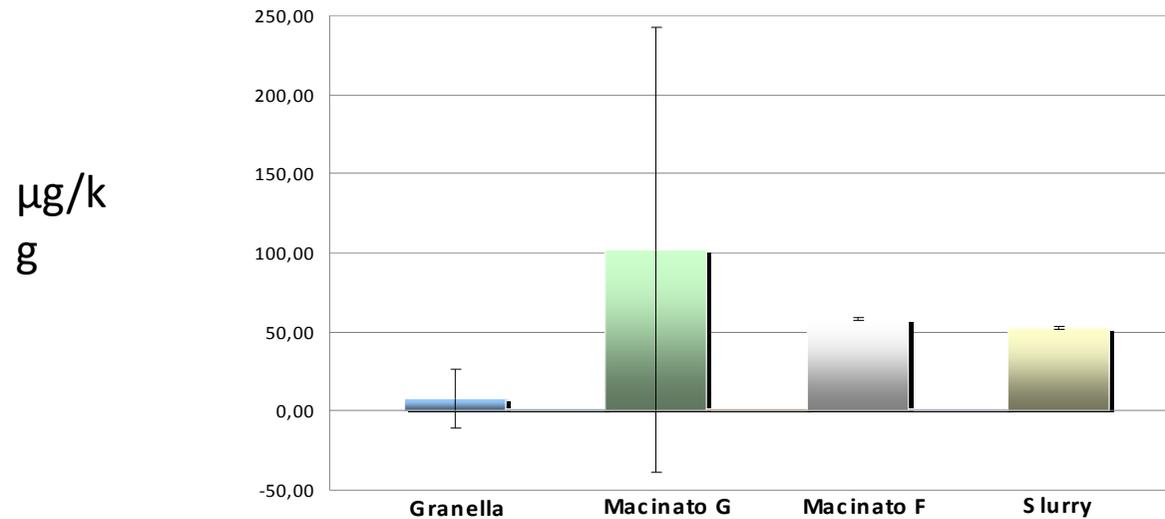
La variabilità dei risultati ottenuti per la contaminazione da aflatossine e fumonisine risulta piuttosto simile nelle due diverse tipologie di omogenizzazione, macinato fine e slurry



# RISULTATI (V)



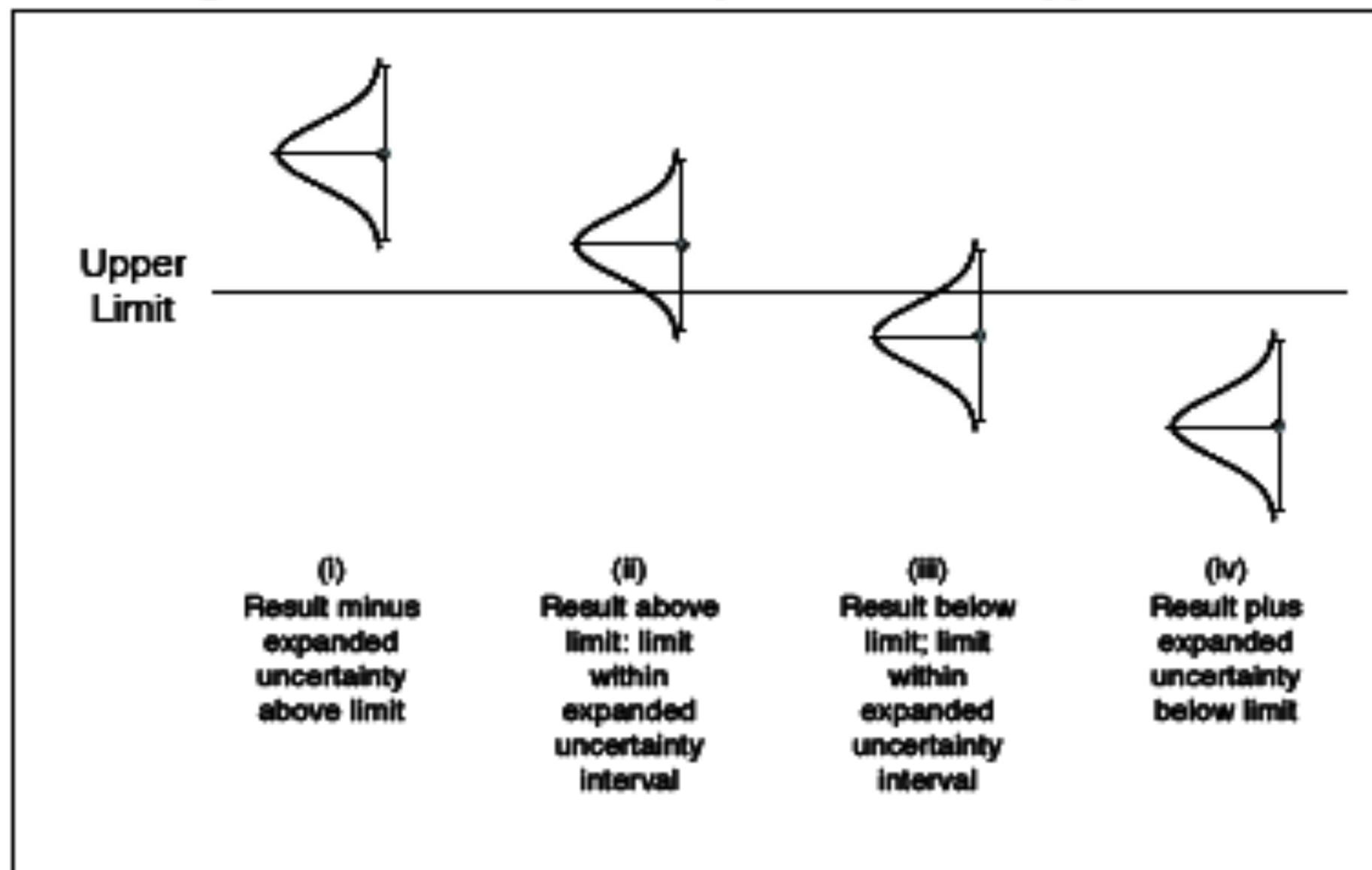
## DEVIAZIONE STD



Il livello di contaminazione medio da aflatossine presenta una spiccata variabilità tra la granella e il macinato grossolano, inoltre i valori ottenuti presentano uno scarso grado di precisione. Uno scenario ben diverso si ottiene nel caso dello slurry e del macinato fine in cui i risultati ottenuti sono precisi e accurati.

Se analizzassi la granella o il macinato grossolano si rischia di prendere decisioni sbagliate a causa della elevata variabilità dei risultati

Figure 1 Assessment of Compliance with an Upper Limit



# Variazione dei parametri

- **Condizioni climatiche**
- **Condizioni di stoccaggio (Temperatura, Umidità)**
- **Livello e Qualità del controllo (a seconda del rischio percepito) (Campionamento ed analisi)**
- **Frequenza del controllo (autocontrollo e CU)**
- **Selezione dei fornitori**
- **Conoscenza dei Rischi emergenti**

## Micotossine emergenti (PROGETTO DIFMIC E MICOPRNCHEM)

Valutazione dello stato di contaminazione delle produzioni cerealicole nazionali (mais e frumento)

I dati relativi ai campioni di mais e frumento costituiscono un primo monitoraggio a livello nazionale per le micotossine emergenti studiate (ENNIATINE, BEAUVERICINA, CITRININA)

In particolare, i dati ottenuti per le ENNIATINE saranno messi a disposizione dell'EFSA che sta preparando l'opinione relativa a queste micotossine (pubblicazione prevista per la fine del 2014)

efsa  
European Food Safety Authority  
Committed to ensuring that Europe's food is safe

de en fr it

Search site

About EFSA News & events Topics A-Z Publications Panels & units Cooperation Applications helpdesk Calls & consultations

Home > Topics A-Z > Mycotoxins

Mycotoxins  
Aflatoxins in food

Mycotoxins

Main work in progress

Requests for EFSA opinions on human and animal health risks related to the following mycotoxins in food and feed:

- T-2 and HT-2 toxin
- Alternaria toxins
- Beauvericin and enniatins ←
- Moniliformin
- Diacetoxyscirpenol
- Nivalenol
- Citrinin ←
- Sterigmatocystin
- Phomopsins

# ANALISI DEI CAMPIONI DI MAIS

Emilia Romagna

Piemonte

Veneto

Lombardia

Friuli Venezia Giulia

**Raccolti 45 campioni di mais**

**(raccolto 2012) presso impianti di  
essiccazione/stoccaggio**



## ANALISI DEI CAMPIONI DI MAIS

### Incidenza di contaminazione

<b>Micotossina</b>	<b>Campioni positivi (%)</b>	<b>Media (<math>\mu\text{g}/\text{kg}</math>)</b>	<b>Intervallo contaminazione (<math>\mu\text{g}/\text{kg}</math>)</b>
<b>ENN_A</b>	-	<LQ	-
<b>ENN_A1</b>	-	<LQ	-
<b>ENN_B</b>	-	<LQ	-
<b>ENN_B1</b>	-	<LQ	-
<b>BEA</b>	<b>89 (40/45)</b>	<b>144</b>	<b>11-563</b>
<b>CIT</b>	-	<LQ	-

## ANALISI DEI CAMPIONI DI FRUMENTO

Emilia Romagna  
Marche  
Lazio  
Puglia  
Sicilia



Raccolti 151 campioni di frumento  
(raccolto 2012) tramite la Rete Qualità  
Cereali del CRA\* presso silos, camion e  
silo-bag



Progetto MicoPrincEm  
Micotossine principali e  
emergenti nei cereali

\*CRA – Consiglio per la Ricerca e l'Agricoltura

# ANALISI DEI CAMPIONI DI FRUMENTO

## Incidenza di contaminazione

	ENN_A	ENN_A1	ENN_B	ENN_B1	BEA	CIT
<b>Emilia Romagna</b>						
Media (n=48), µg/kg	<LQ	9	27	12	<LQ	<LQ
Intervallo contaminazione, µg/kg	4-28	4-215	4-279	4-221	45	-
N campioni positivi	5	5	16	6	1	0
% campioni positivi	10	10	33	13	2	0
<b>Marche</b>						
Media (n=26), µg/kg	11	74	116	91	<LQ	<LQ
Intervallo contaminazione, µg/kg	4-122	4-1052	4-1572	4-1321	-	-
N campioni positivi	6	10	15	11	0	0
% campioni positivi	23	38	58	42	0	0
<b>Lazio</b>						
Media (n=32), µg/kg	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Intervallo contaminazione, µg/kg	26	23	4-55	22	-	-
N campioni positivi	1	1	4	1	0	0
% campioni positivi	3	3	13	3	0	0
<b>Puglia</b>						
Media (n=29), µg/kg	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Intervallo contaminazione, µg/kg	-	-	-	-	-	-
N campioni positivi	0	0	0	0	0	0
% campioni positivi	0	0	0	0	0	0
<b>Sicilia</b>						
Media (n=19), µg/kg	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Intervallo contaminazione, µg/kg	-	-	-	-	-	-
N campioni positivi	0	0	0	0	0	0
% campioni positivi	0	0	0	0	0	0

# RISULTATI

## ✓ **Analisi campioni di mais**

- Assenza di contaminazione per le ENNs e la CIT
- Contaminazione BEA
- Correlazione concentrazione di BEA – difettosità della cariosside (% chicchi avariati)



## ✓ **Analisi campioni di frumento**

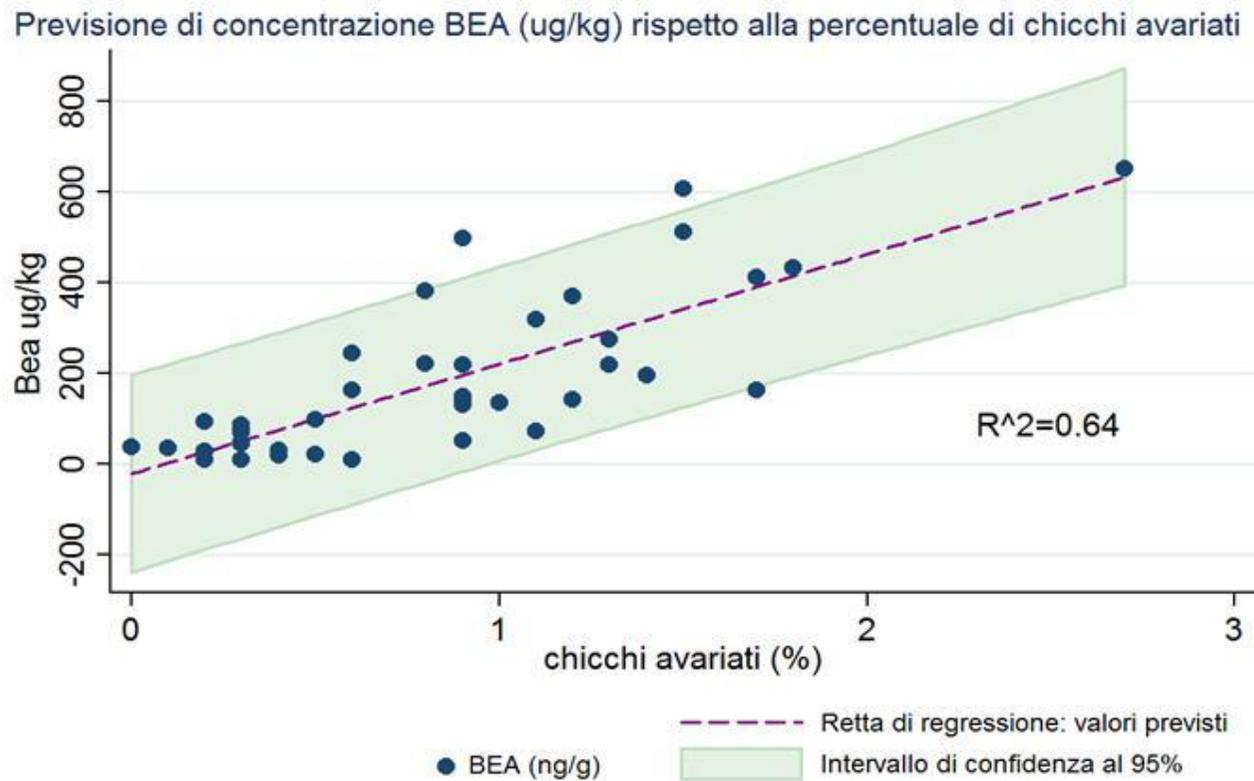
- Assenza di contaminazione per le ENNs, BEA e CIT in Puglia e Sicilia
- Contaminazione da ENNs in Emilia Romagna e Marche, e in misura minore nel Lazio
- La localizzazione della contaminazione suggerisce studi futuri orientati alla caratterizzazione delle specie fungine presenti in quelle regioni e alle condizioni climatiche che portano alla produzione di enniatine

# ANALISI DEI CAMPIONI DI MAIS

## Regressione lineare

L'analisi di correlazione non può stabilire una relazione di causa-effetto

Applicazione di un modello di regressione lineare



## ALTRE MICOTOSSINE EMERGENTI

- ✓ MICOTOSSINE MASCHERATE
- ✓ ALCALOIDI DELL'ERGOT
- ✓ T2/HT2
- ✓ TOSSINE DELL'ALTERNARIA

# CONCLUSIONI

- ✓ Alto impatto delle micotossine
- ✓ La contaminazione da micotossine si può solo minimizzare ma non eliminare
- ✓ Approccio olistico come unica soluzione
- ✓ Maggiore conoscenza e praticabilità dei percorsi produttivi che portano ad una migliore qualità igienico-sanitaria dei cereali
- ✓ E' meglio individuare quello che si può fare a livello individuale più che pensare che vi sia un problema a monte o a valle
- ✓ Sarebbe auspicabile un "premio" per gli agricoltori virtuosi (specialties?)
- ✓ La tipicità del prodotto italiano tiene conto anche di una qualità sanitaria?

# PROCEDURE DI CAMPIONAMENTO PER IL CONTROLLO UFFICIALE DEGLI ALIMENTI

**nell'ambito del Progetto**

***“Attività e modalità pratiche di campionamento e di analisi di alimenti e materiali a contatto con alimenti nell'ambito dei controlli ufficiali eseguiti dagli USMAF”***

**finanziato dal  
Ministero della Salute**

**in collaborazione con  
l'Istituto Superiore di Sanità e l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Regioni Lazio e  
Toscana**

**a cura di**

**Silvio Borrello**

**Antonella Bozzano**

**Carlo Brera**

**Barbara De Santis**

**Carlo Donati**

**Domenico Monteleone**

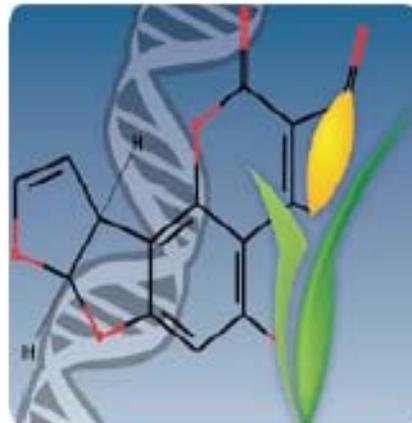


<https://drive.google.com/file/d/0B6fah3d20oy6dlBzWWo4R2tiVmc/edit?usp=sharing>



**V Congresso Nazionale**  
**Le Micotossine**  
**nella Filiera Agro-Alimentare**

*Milano, 10-12 giugno 2015*



Palazzo Italia  
EXPO 2015  
Milano

Grazie per l'attenzione

*Carlo Brera*

ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ

*Dipartimento di Sanità Pubblica Veterinaria e*

*Sicurezza Alimentare*

*Reparto OGM e Micotossine*

Tel. 06-49902377

Fax 06-49902363

[carlo.brera@iss.it](mailto:carlo.brera@iss.it)

# Effetti Sinergico ed Additivo

