

Controllo delle micotossine

Roberto Causin Università di Padova,
Carlo Cappellari Veneto Agricoltura



Importanza del mais e del frumento nel Veneto



REGIONI della PIANURA del PO	MAIS	GRANO DURO	GRANO TENERO
Piemonte	15,2 %	0,37 %	15,45 %
Lombardia	29,3 %	2,65 %	11,5 %
Veneto	26,1 %	1,78 %	17,9 %
Friuli V. G.	9,4 %	-	0,45 %
Emilia-Romagna	11,5 %	9,5 %	28,9 %
PIANURA del PO	91,5 %	14,3 %	74,2 %
ITALIA (q)	84.362.902	38.244.622	29.527.997

Nel Veneto si produce più di $\frac{1}{4}$ del mais nazionale e più o meno metà della superficie arabile viene seminata a mais.

I frumenti sono meno presenti

MAIS: regolarmente contaminato da fumonisine B₁ e B₂ derivanti dai marciumi della spiga causati da *Fusarium verticillioides* (meno *F. proliferatum*)

FRUMENTO: solo con primavere fresche e piovose si possono avere problemi di DON, soprattutto nel grano duro *F. graminearum* (*F. avenaceum* ecc.)

Livelli massimi di fumonisine nel mais: impiego umano

Reg. CE 1126/2007 del 28 settembre 2007

Fumonisine	Somma di B ₁ e B ₂
Granoturco non trasformato ⁽¹⁸⁾ , ad eccezione del granturco non trasformato destinato alla molitura ad umido ^(*)	4 000 ⁽²³⁾
Granoturco destinato al consumo umano diretto, prodotti a base di granturco destinati al consumo umano diretto, ad eccezione degli alimenti elencati ai punti 2.6.3 e 2.6.4	1 000 ⁽²³⁾
Cereali da colazione e merende a base di granturco	800 ⁽²³⁾
Alimenti a base di granturco trasformato e altri alimenti destinati ai lattanti e ai bambini ⁽³⁾ ⁽⁷⁾	200 ⁽²³⁾
Frazioni della molitura del granturco di dimensioni > 500 micron di cui al codice NC 1103 13 o 1103 20 40 e altri prodotti della molitura del granturco non destinati al consumo umano diretto di dimensioni > 500 micron di cui al codice NC 1904 10 10	1 400 ⁽²³⁾
Frazioni della molitura del granturco di dimensioni ≤ 500 micron di cui al codice NC 1102 20 e altri prodotti della molitura del granturco non destinati al consumo umano diretto di dimensioni ≤ 500 micron di cui al codice NC 1904 10 10	2 000 ⁽²³⁾

Livelli massimi di fumonisine nel mais: impiego zootecnico. NB. raccomandazioni

Racc. Commissione 2006/576/CE del 17 agosto 2006

Micotossina	Racc. Commissione 2006/576/CE del 17 agosto 2006 Prodotti destinati all'alimentazione degli animali	Valore di riferimento in mg/kg (ppm) di mangime al tasso di umidità del 12 %
Fumonisine B1 + B2	Materie prime per mangimi (*) — Granoturco e prodotti derivati (***) Mangimi complementari e completi per: — suini, equini (<i>Equidi</i>), conigli e animali da compagnia, — pesci, — pollame, vitelli (< 4 mesi), agnelli e capretti, — ruminanti adulti (> 4 mesi) e visoni	60 5 10 20 50

Livelli massimi di DON nel mais e frumento: impiego umano

Reg. CE 1126/2007 del 28 settembre 2007

Deossivalenolo ⁽¹⁷⁾	
Cereali non trasformati ⁽¹⁸⁾ ⁽¹⁹⁾ diversi da grano duro, avena e granoturco	1 250
Grano duro e avena non trasformati ⁽¹⁸⁾ ⁽¹⁹⁾	1 750
Granoturco non trasformato ⁽¹⁸⁾ , ad eccezione del granturco non trasformato destinato alla molitura ad umido ^(*)	1 750
Cereali destinati al consumo umano diretto, farina di cereali, crusca e germe come prodotto finito commercializzato per il consumo umano diretto, eccetto i prodotti alimentari di cui ai punti 2.4.7, 2.4.8 e 2.4.9	750
Pasta (secca) ⁽²²⁾	750
Pane (compresi piccoli prodotti da forno), prodotti della pasticceria, biscotteria, merende a base di cereali e cereali da colazione	500
Alimenti a base di cereali trasformati e altri alimenti destinati ai lattanti e ai bambini ⁽³⁾ ⁽⁷⁾	200
Frazioni della molitura del granturco di dimensioni > 500 micron di cui al codice NC 1103 13 o 1103 20 40 e altri prodotti della molitura del granturco non destinati al consumo umano diretto di dimensioni > 500 micron di cui al codice NC 1904 10 10	750
Frazioni della molitura del granturco di dimensioni ≤ 500 micron di cui al codice NC 1102 20 e altri prodotti della molitura del granturco non destinati al consumo umano diretto di dimensioni ≤ 500 micron di cui al codice NC 1904 10 10	1 250

Livelli massimi di DON nel mais e frumento: impiego zootecnico. NB: raccomandazioni

Racc. Commissione 2006/576/CE del 17 agosto 2006

Micotossina	Prodotti destinati all'alimentazione degli animali	Valore di riferimento in mg/kg (ppm) di mangime al tasso di umidità del 12 %
Desossinivalenolo	Materie prime per mangimi (*)	
	— Cereali e prodotti a base di cereali (**) fatta eccezione per sottoprodotti del granoturco	8
	— Sottoprodotti del granoturco	12
	Mangimi complementari e completi, ad eccezione di:	5
	— mangimi complementari e completi per suini,	0,9
— mangimi complementari e completi per vitelli (< 4 mesi), agnelli e capretti	2	

Aggiornamento sulle tossine T2 e HT2 - NB. PROPOSTE

Fusarium Toxins Forum di venerdì scorso, 3 febbraio (Bruxelles)

Prodotto	T2+HT2 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
ORZO non processato	200
MAIS non processato	150
AVENA con glume	1000
RISO non processato	Nessun limite
GRANO DURO E TENERO non processato	50
FARINE di cereali escluso crusca e farine di avena	25
PANE, PASTA, PRODOTTI DA FORNO (biscotti, snacks, dolci...)	25
CRUSCA DI CEREALI	50
FARINA DI AVENA	50
CEREALI per prima colazione	50
ALIMENTI PER L'INFANZIA	25
FARINE E ALIMENTI A BASE DI RISO	Nessun limite

POSSIBILITA' DI CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE NEI CEREALI



FRUMENTO

Esiste la possibilità di una efficace lotta chimica, ma l'applicazione delle Buone Pratiche Agricole è fondamentale; tra queste è IRRINUNCIABILE la gestione dei residui colturali, ovvero:

LAVORAZIONE DEL TERRENO e AVVICENDAMENTI COLTURALI

La permanenza in superficie di residui infetti non decomposti innalza fortemente l'inoculo dei patogeni e favorisce lo sviluppo delle malattie. Numerosissime prove dimostrano come nei nostri ambienti basti la sola aratura per avere sensibili diminuzioni della incidenza della Fusariosi della spiga.

FRUMENTO: Conclusioni

Lotta indiretta: Buone Pratiche Agricole; critica la gestione dei residui colturali

Lotta indiretta con microrganismi (Lotta biologica indiretta): è ipotizzabile la possibilità di promuovere la degradazione dei residui colturali inoculandoli con opportune specie e ceppi di funghi e/o batteri cellulosolitici e ligninolitici. Molto interessante ma è poca la sperimentazione pubblicata

Lotta diretta: controllo chimico:

Esistono già affermati protocolli di difesa ma vi sono delle criticità

- Revisione dei p. f. (iscrizione all'all.I)
- Possibilità della comparsa di ceppi di patogeni resistenti
- Criticità derivanti dalla non gestione dei residui colturali
- direttiva 128/2009

Lotta diretta: controllo biologico

Molte le potenzialità e risultati incoraggianti; di particolare interesse l'uso di agenti di biocontrollo in grado di indurre nei cereali a paglia resistenza ai *Fusaria*.

MAIS

Ad oggi, l'applicazione delle Buone Pratiche Agricole (BPA), rappresenta l'**unica strategia di difesa** utilizzabile per controllare le contaminazioni da *Fusarium*-tossine nella granella di mais

MA

1. Aree geografiche con condizioni ambientali (clima) particolarmente favorevoli allo sviluppo di *F. verticillioides*;
2. Annate con situazioni climatiche "difficili", soprattutto nei momenti critici per la pianta e per l'esecuzione delle operazioni colturali;
3. Difficoltà logistiche ed organizzative



Possono ridurre il vantaggio derivante dall'applicazione delle BPA

COSA BISOGNEREBBE FARE

Per ottenere un migliore controllo della contaminazione da fumonisine nel mais, si può associare alle BPA e alla lotta contro la piralide, la lotta diretta contro le infezioni da *Fusarium*



LOTTA INTEGRATA

POSSIBILITA' DICONTROLLO DELLE FUMONISINE NEL MAIS

LOTTA INTEGRATA

LOTTA INDIRECTA

NON POSSIBILI NELLA AZIONE 1

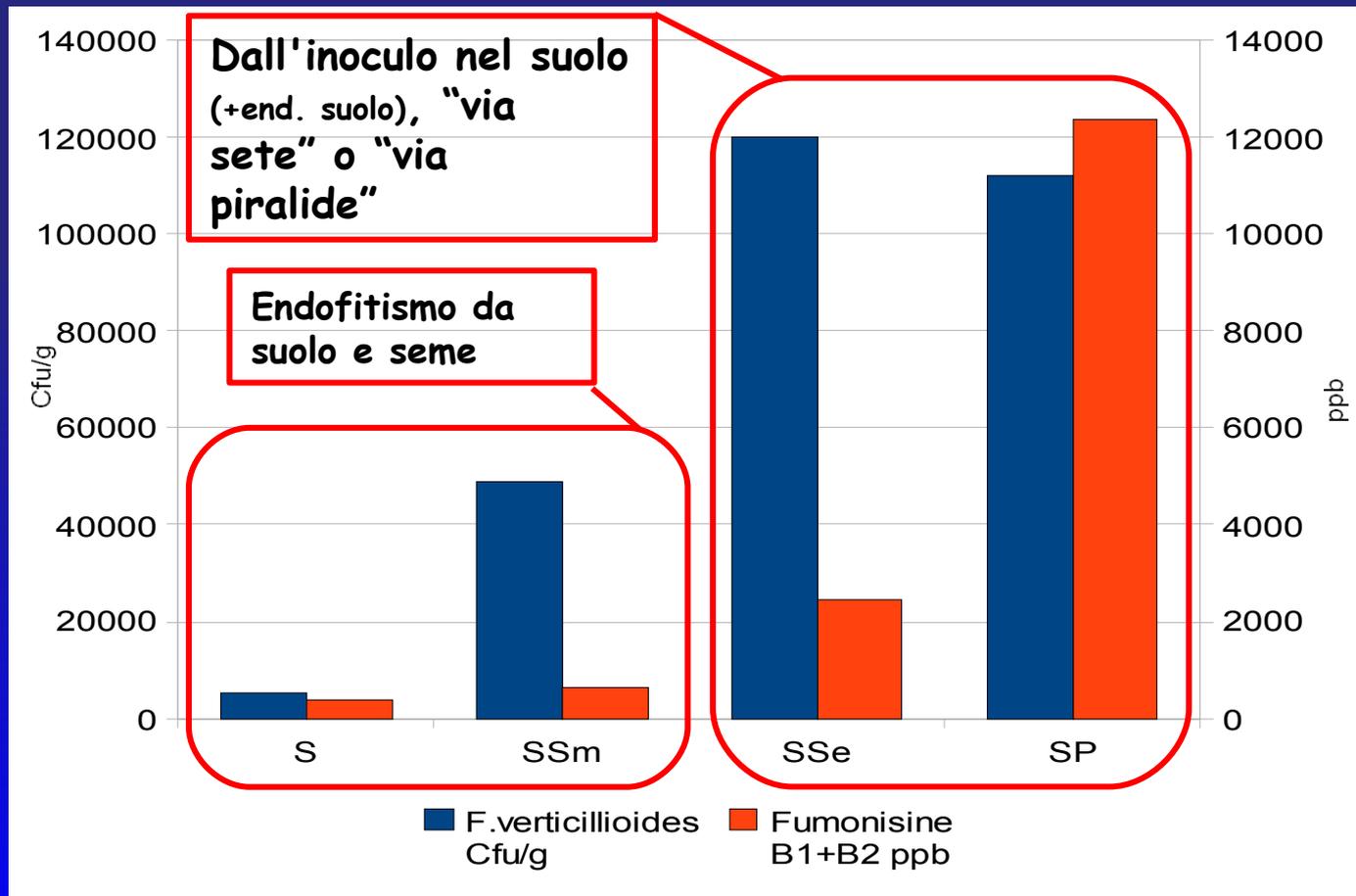
- Buone Pratiche Agricole → Evitare stress abiotici
- Lotta alla Piralide → Evitare stress biotici

LOTTA DIRETTA

- Lotta chimica
- Lotta biologica

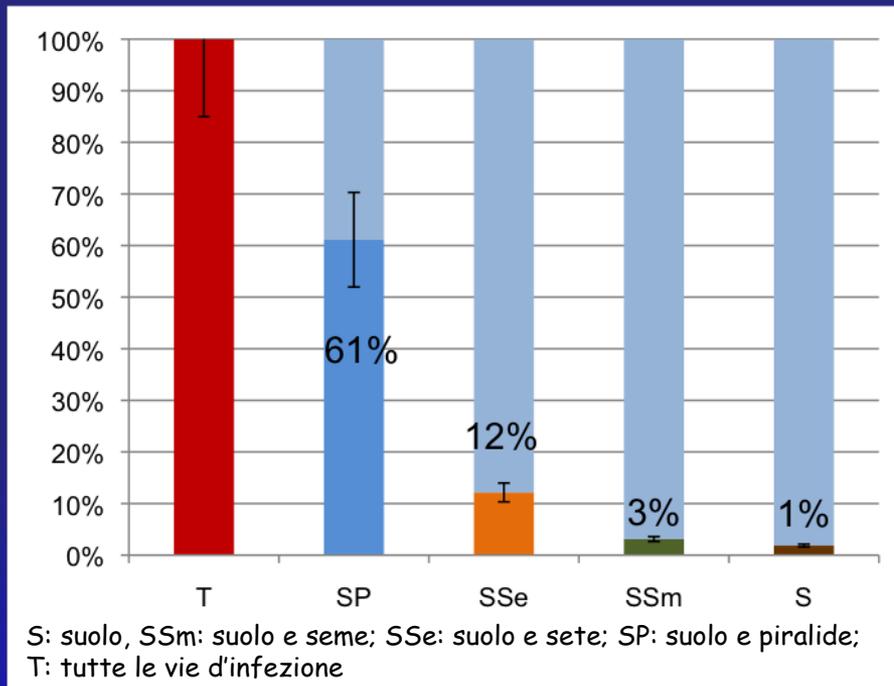
MAIS E FUMONISINE

Per impostare correttamente le azioni di difesa è necessario conoscere l'importanza delle diverse vie attraverso cui *Fusarium verticillioides* (meno *F. proliferatum*) può infettare il mais e produrre le fumonisine



S: suolo, SSm: suolo e seme; SSe: suolo e sete; SP: suolo e piralide

Importanza delle diverse vie d'infezione sulla contaminazione della granella da fumonisine, fatto 100 il testimone(= tutte le vie d'infezioneinsieme)



La lotta contro la piralide è sempre necessaria

Le infezioni che derivano da suolo e seme sono poco importanti per l'accumulo di fumonisine.

Quando tutte le vie d'infezione agiscono insieme il contenuto di fumonisine è più alto della somma delle quantità che derivano dalle singole vie d'infezione.

Sembra esserci un effetto **NON ADDITIVO**

PERO', come visto in precedenza, l'inoculo di *F. Verticillioides* derivante dalle infezioni "via sete" o "via piralide" è più o meno lo stesso. Lo **stress biotico** provocato dall'attacco **della piralide sembra aumentare** l'efficienza della **sintesi di fumonisine** in *F. verticillioides*.

GLI STRESS ABIOTICI POTREBBERO AGIRE NELLO STESSO MODO

INFLUENZA DI ALCUNI FATTORI DI STRESS SULLA CONTAMINAZIONE DA FUMONISINE

FATTORI DI STRESS PER LA PIANTA

- COMPETIZIONE (MALERBE)
- STRESS IDRICO

1 MINORE DIFESA
DALLE INFEZIONI;
SVILUPPO DEL
FUNGO FAVORITO

FATTORI DI STRESS PER IL FUNGO

- STRESS OSSIDATIVO

2 AUMENTO DELLA
EFFICIENZA NELLA
SINTESI DELLE
FUMONISINE

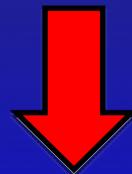
1. Le piante stressate hanno una reazione meno efficace alle infezioni fungine, pertanto, in esse ci si aspetta una maggiore presenza di *F.verticillioides* e un maggiore contenuto di fumonisine
2. Gli stress biotici e abiotici stimolano la produzione di Specie Reattive dell'Ossigeno (ROS). I ROS possono stimolare la biosintesi di fumonisine in *F. verticillioides*

- I ROS stimolano *F. verticillioides* a produrre più fumonisine.
- Le piante sottoposte a stress reagiscono aumentando la produzione di ROS



Le pratiche agricole volte a ridurre il più possibile lo stress del mais possono limitare il contenuto di fumonisine nella sua granella

FATTORI DI STRESS PER LA
PIANTA POSSONO INFLUENZARE
IL CONTENUTO DI FUMONISINE
NELLA GRANELLA DI MAIS



E' INDISPENSABILE APPLICARE LE BPA, e questo è
difficile (impossibile) adottando il no tillage; ma è
possibile pensare anche ad una lotta diretta contro i
funghi micotossigeni?

STRATEGIE DI CONTROLLO
DIRETTO DELLE INFEZIONI DI
FUSARIUM VERTICILLIOIDES



Controllo chimico

✓ Buoni risultati in prove di laboratorio e campo; sono efficaci:

- metconazolo

(non in vendita in Italia)

- prochloraz

- tebuconazolo

- triticonazolo

- prothioconazolo

- e loro miscele



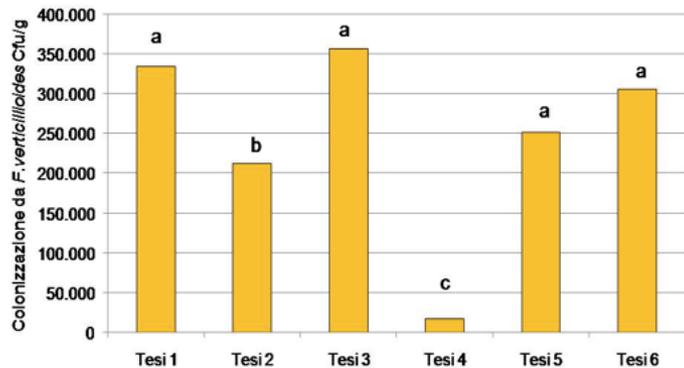
✓ Ma i prodotti fitosanitari saggiati non sono registrati su mais. In questi giorni è stato registrato un fungicida utilizzabile su mais ma sembra essere non efficace contro *F. verticillioides*.

Controllo chimico

PROGETTO INDIMAIIS.

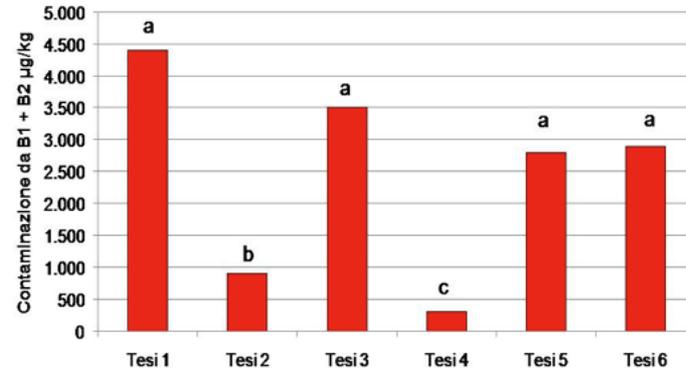
Possibilità di associare il trattamento fungicida a quello insetticida (2009)

Effetto dei trattamenti sulla colonizzazione da *F. verticillioides* della granella (Cfu/g).



Istogrammi seguiti dalla stessa lettera non sono tra loro diversi per $P=0.01$

Effetto dei trattamenti sul contenuto di fumonisine B₁ e B₂ della granella (µg/kg).



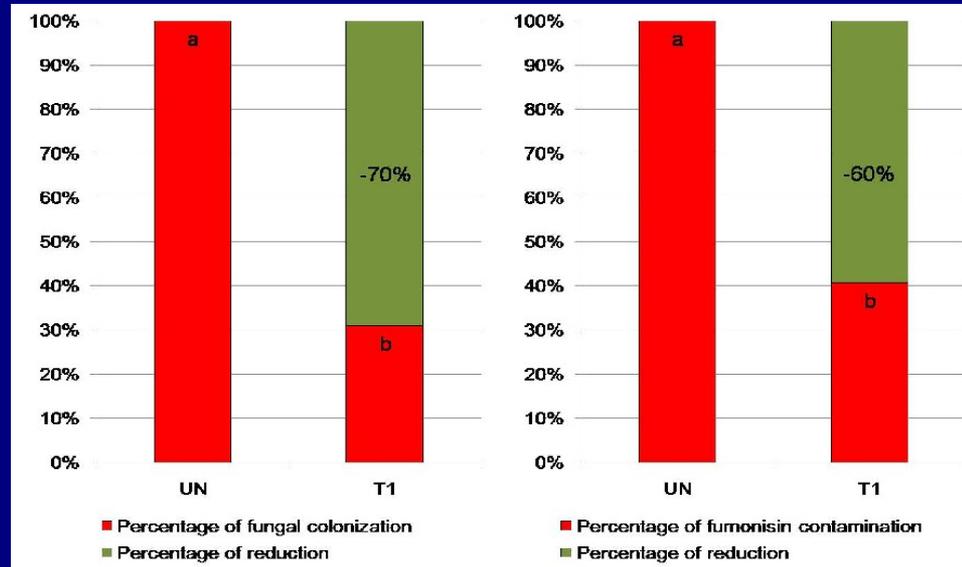
Istogrammi seguiti dalla stessa lettera non sono tra loro diversi per $P=0.01$

tesi	Trattamento	fioritura	piralide	data
1	Testimone			
2	Insett.		picco	14/8
3	Ins+fung	a7gg		10/7

tesi	Trattamento	fioritura	piralide	data
4	fungicida	a 7 gg.		0/7
5	Insett+fung	fine		23/7
6	Ins+fung		picco	14/8

- Confermata l'efficacia dei trattamenti insetticida e fungicida eseguiti separatamente e alla data opportuna;
- Il trattamento anticrittogamico ha dato abbattimenti di fumonisine più elevati (-93%) rispetto all'insetticida (-80%);
- L'uso della miscela insetticida+fungicidi ha evidenziato sempre un'efficacia inferiore, con abbattimenti del 30% rispetto al testimone ma statisticamente non diversi da esso.

Controllo biologico. "Riassunto delle puntate precedenti"



Riduzione della carica di *F. verticillioides* e del contenuto di fumonisine. Media di 3 anni

Controllo biologico

Effetto della concia biologica con *Trichoderma*. 2009

LOCALITA'	Tesi	FB ₁ +FB ₂	Vigore	Piante Fus.te	Muffe spiga	Prod. Q.li/ha
MONSELICE	C	8232	4	9	4	-
MONSELICE	T	5439	3	4	2	-
PIAZZOLA S.B	C	16128	5	2	2	145,48
PIAZZOLA S.B	T	11645	3	1	2	147,14
SCORZE'	C	8139	4	0	2	135,55
SCORZE'	T	2234	2	2	1	122,86
SACCOLONGO*	C	102* ???	4	5	3	-
SACCOLONGO*	T	2721*	2	3	3	-

In tutte le località l'effetto più evidente è stato un'energia germinativa migliore nelle tesi trattate con *Trichoderma*. Fino alla 5-6° foglia

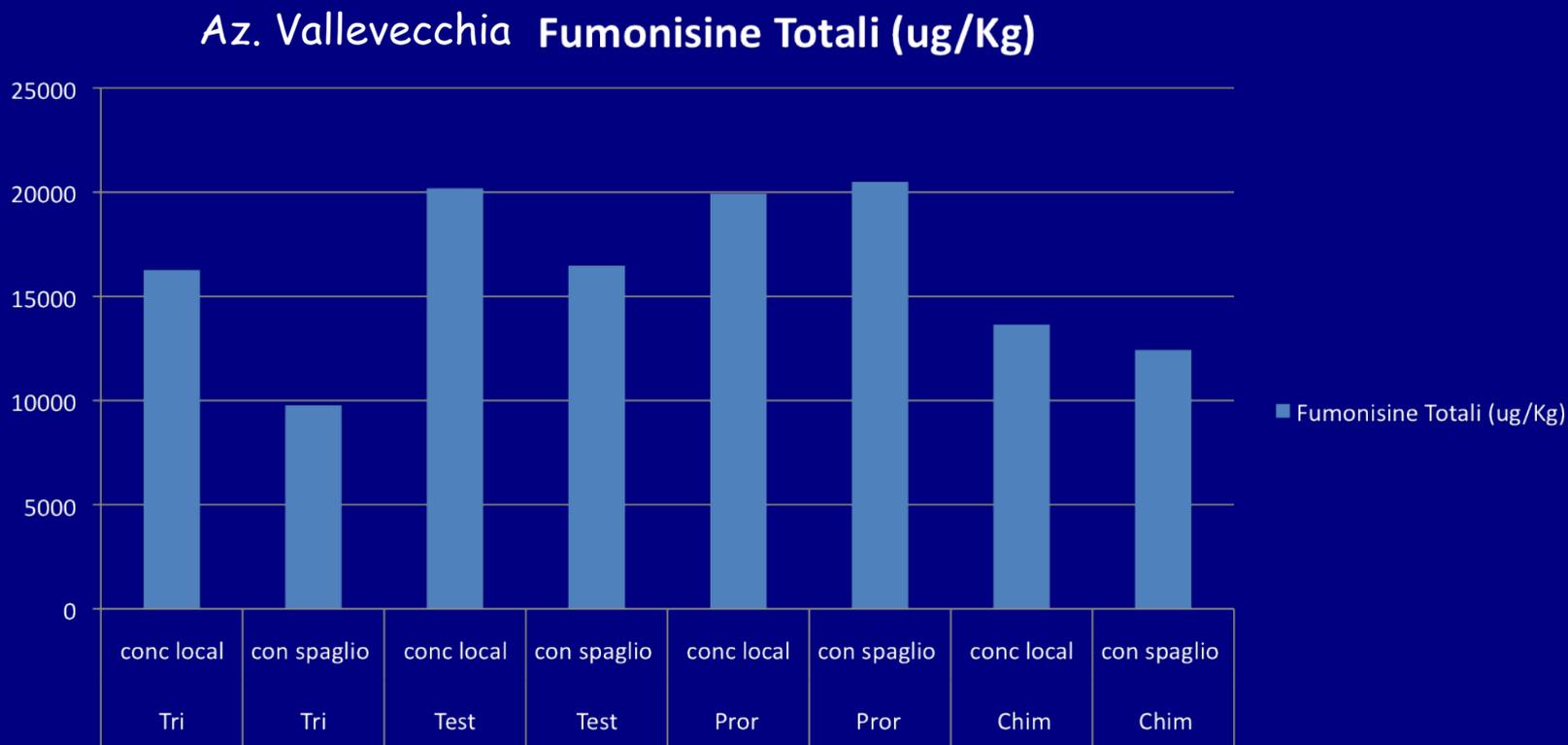
Le tesi trattate *Trichoderma* presentavano una foglia in più.

* Campione effettuato a mano prelevando alcune spighe prima della raccolta.



Controllo biologico

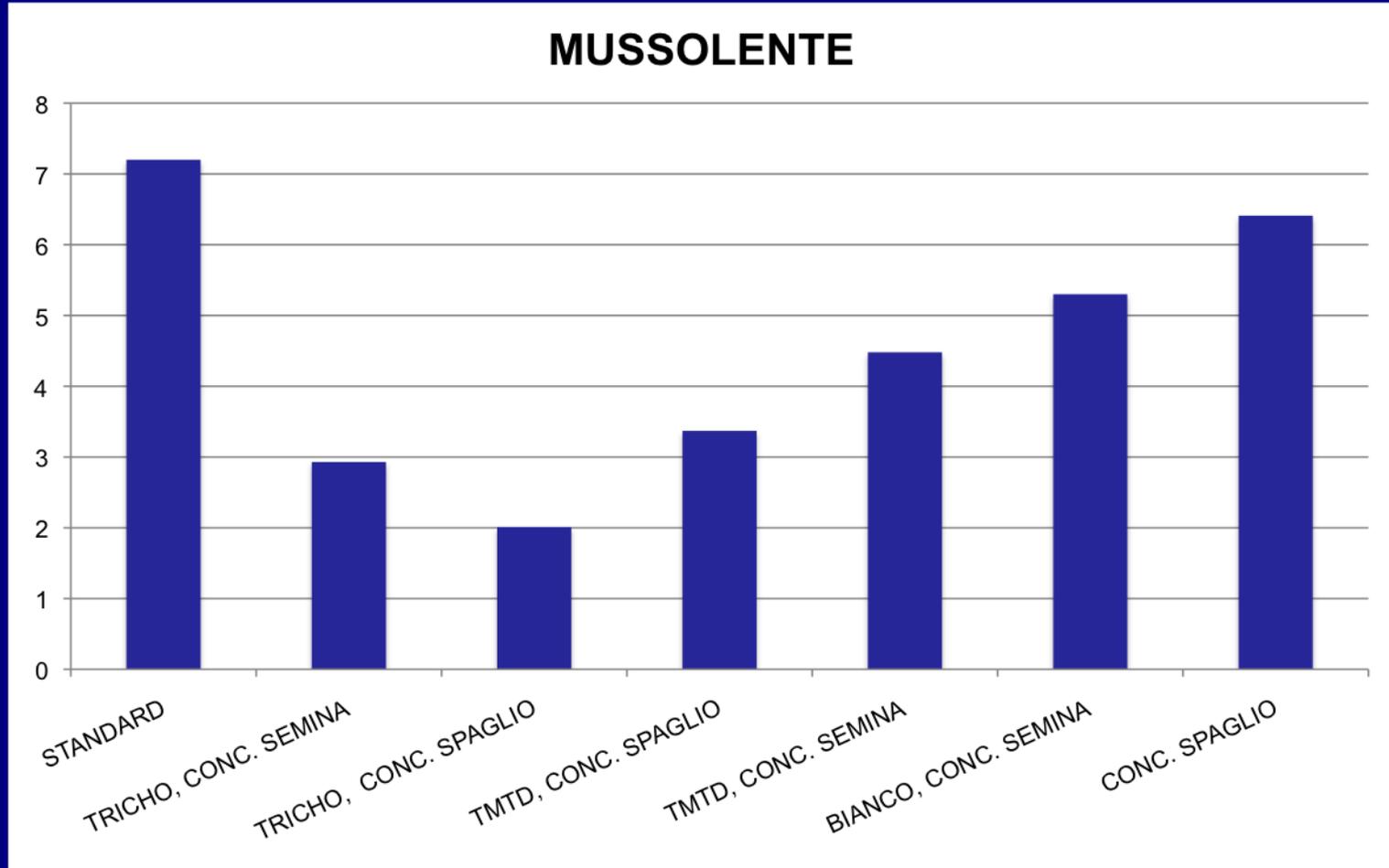
Effetto della concia biologica con *Trichoderma*. 2010



Tri=trichoderma; Test=testimone; Pro=proradix(rizobatteri); Chim=TMDT; concia del seme

Controllo biologico

Effetto della concia biologica con *Trichoderma*. 2011



Prova in collaborazione con KWS

MAIS: Conclusioni

EFFETTO DEGLI STRESS SULL'ACCUMULO DI FUMONISINE

E' importante mettere a punto ed applicare protocolli di produzione del mais improntati alla massima riduzione possibile dei fattori di stress.

POSSIBILITA' DI CONTROLLO CHIMICO DELLE INFEZIONI

Finora non è stato possibile dimostrare la possibilità di unire la difesa contro funghi ed insetti in un unico intervento. E' necessario continuare le sperimentazioni per mettere a punto protocolli di difesa che associno insetticida e fungicida

POSSIBILITA' DI CONTROLLO BIOLOGICO DELLE INFEZIONI

Molto interessante la possibilità di poter intervenire sul seme con Agenti di Controllo Biologico in "concia" per la semplicità dell'operazione (es. non servono "trampoli"), per lo scarso impatto ambientale e per la lunga persistenza della protezione ottenuta

E' NECESSARIO UN APPROCCIO INTEGRATO PER GESTIRE LE INFEZIONI DI *Fusarium*-TOSSINE E LA CONSEGUENTE CONTAMINAZIONE DA MICOTOSSINE DELLA GRANELLA

L'applicazione delle BPA, integrata con la lotta diretta contro le infezioni fungine sembra dare risultati promettenti.

MA

Le tecniche colturali associate alla non lavorazione non favoriscono o, addirittura impediscono, l'attuazione delle BPA e l'intensificazione della lotta chimica appare improponibile (Direttiva 128/2009)

IL CONTROLLO DELLE MICOTOSSINE APPARE PIU' PROBLEMATICO NEL "NO TILLAGE" E FORSE ANCHE CON COVER CROP GRAMINACEAE

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Roberto Causin Università di Padova, Dip. TeSAF, Sez. Patologia Vegetale
Carlo Cappellari Veneto Agricoltura

roberto.causin@unipd.it