



crea

Consiglio per la ricerca in agricoltura
e l'analisi dell'economia agraria

Centro di ricerca
Cerealicoltura e Colture Industriali

Il monitoraggio delle micotossine nel mais italiano

A cura di:
Sabrina Monica Locatelli
sabrina.locatelli@crea.gov.it

GOi Milk Controllo

Convegno finale
Tecnopolo di Reggio Emilia
12 ottobre 2023

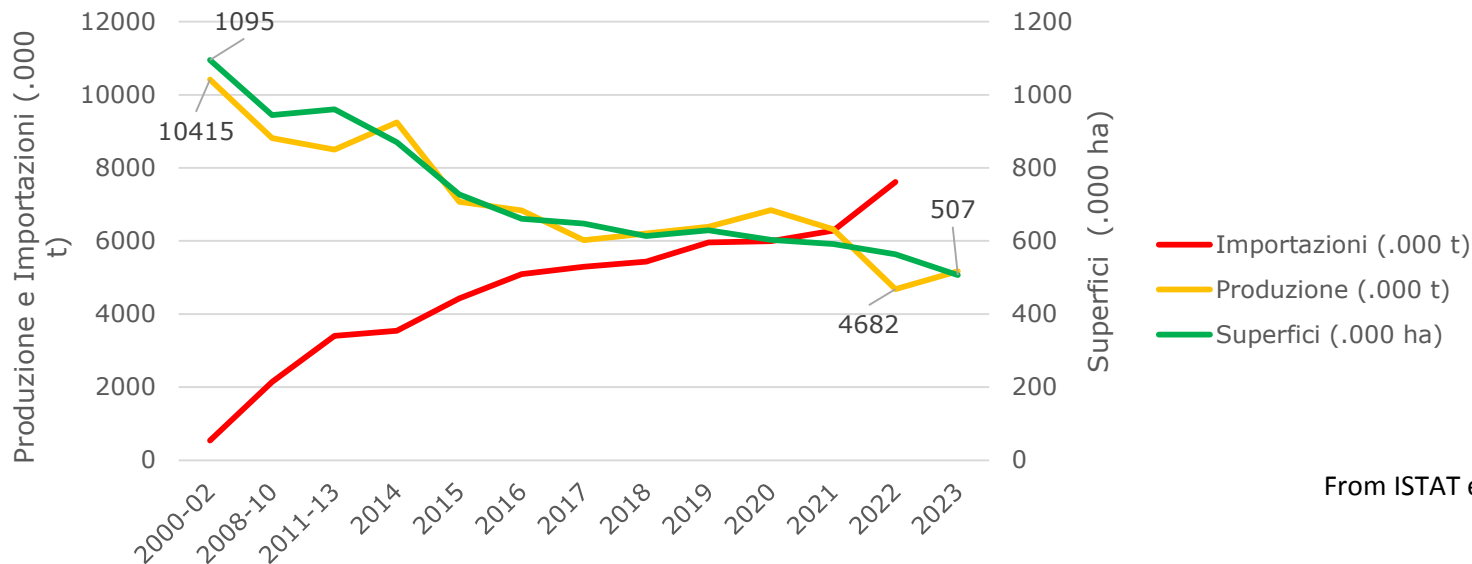
Il mais (*Zea mays*) è la coltura cerealicola e foraggera più importante in Italia.

Viene utilizzato principalmente come ingrediente energetico nei mangimi per il bestiame, ma il suo utilizzo in molti prodotti alimentari e derivati bio-industriali è in grande aumento.

Coltura chiave del sistema agroalimentare italiano:
elemento portante per l'alimentazione del patrimonio zootecnico, essenziale per quasi tutte le produzioni DOP, simboli del *Made in Italy* alimentare nel mondo.



Mais in Italia: produzione e importazione



From ISTAT e Ismea

Negli ultimi vent'anni, il 50% della superficie coltivata a mais in Italia è stata persa. Una delle principali cause di questa significativa contrazione è sicuramente da attribuire alle frequenti e gravi contaminazioni da micotossine. L'agricoltura nel nord Italia si è convertita alla coltivazione di colture meno soggette a contaminazione, come la soia o i piccoli cereali.

Mais, funghi e micotossine

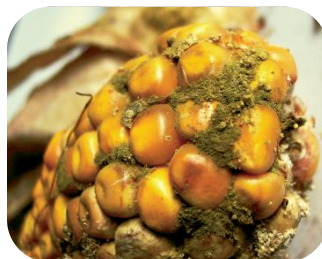
Il mais è considerato una delle colture più sensibili ai funghi produttori di micotossine in tutto il mondo, principalmente appartenenti al genere *Fusarium* spp. e *Aspergillus* spp. La colonizzazione e la crescita di questi funghi possono portare ad un'alterazione della qualità della granella, e ciò avviene principalmente attraverso la contaminazione da micotossine.

Fusarium verticillioides



fumonisine B₁+B₂ (FB_s)

Aspergillus flavus



aflatossina B1 (AF B1)

Fusarium graminearum



deossinivalenolo (DON)
zearalenone (ZEA)

A causa della frequente presenza e dell'impatto negativo delle micotossine sulla salute umana e animale, diversi paesi hanno stabilito normative sulle micotossine per alimenti e mangimi.

European Commission Regulation n.1126/2007
European Commission Regulation n.165/2010
European Commission Regulation n.574/2011
European Commission Regulation n. 915/2023
Commission Recommendation (CE) n.576/2006

Micotossine	Alimenti ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Materie prime per mangimi ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Mangimi complementari e completi ($\mu\text{g}/\text{kg}$)		
			generico	bovini da latte	suini
Aflatossina B1	2	20	10	5	20
Fumonisine	4000	60000*	-	50000*	5000*
DON	1750	8000*	5000*	-	900*
ZEA	350	2000*	-	500*	250*

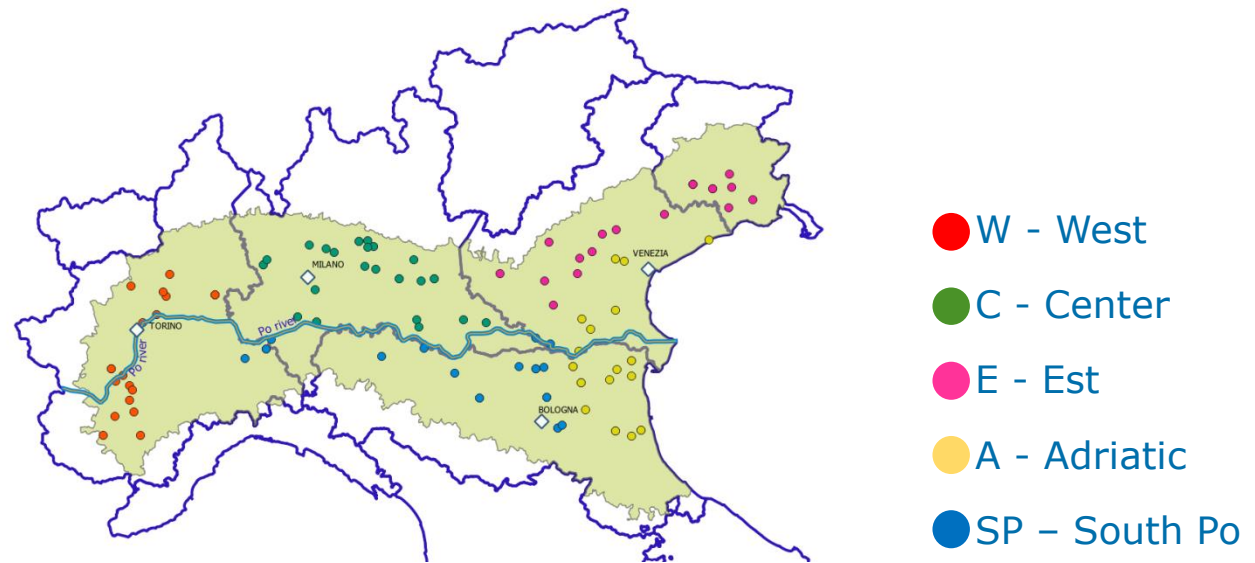
Questo studio ha valutato per la prima volta i profili di contaminazione da micotossine regolamentate ed emergenti nel mais coltivato nel Nord Italia attraverso un'indagine condotta su lotti di mais provenienti da 88 centri di stoccaggio nel periodo 2011-2021, anno per anno.

Gli obiettivi di questa indagine:

- 1) redigere profili di micotossine della granella di mais prodotta nel nord Italia per evidenziare le diverse incidenze tra anni e aree di produzione al fine di evidenziare le condizioni ambientali che aggravano le contaminazioni da micotossine regolamentate.
- 2) indagare il ruolo delle micotossine emergenti e la loro co-presenza con quelle regolamentate.



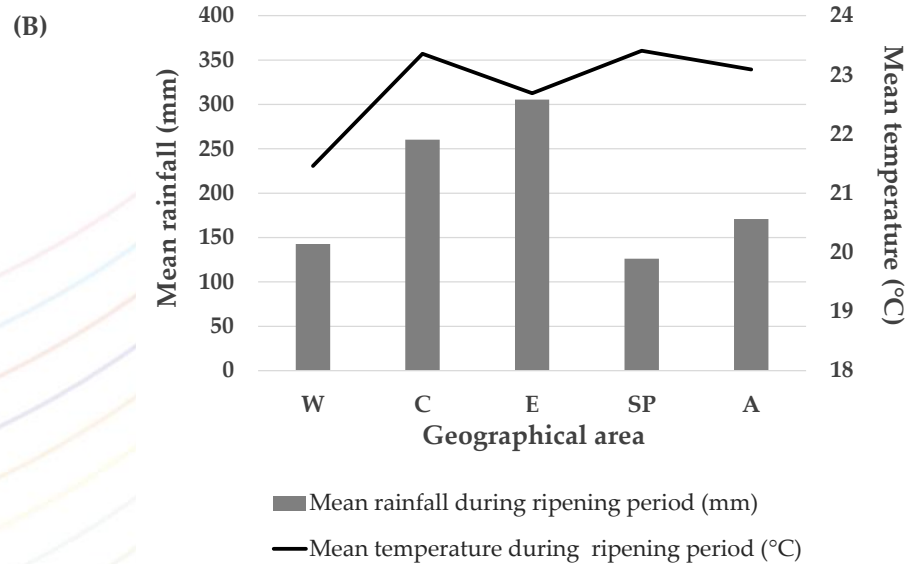
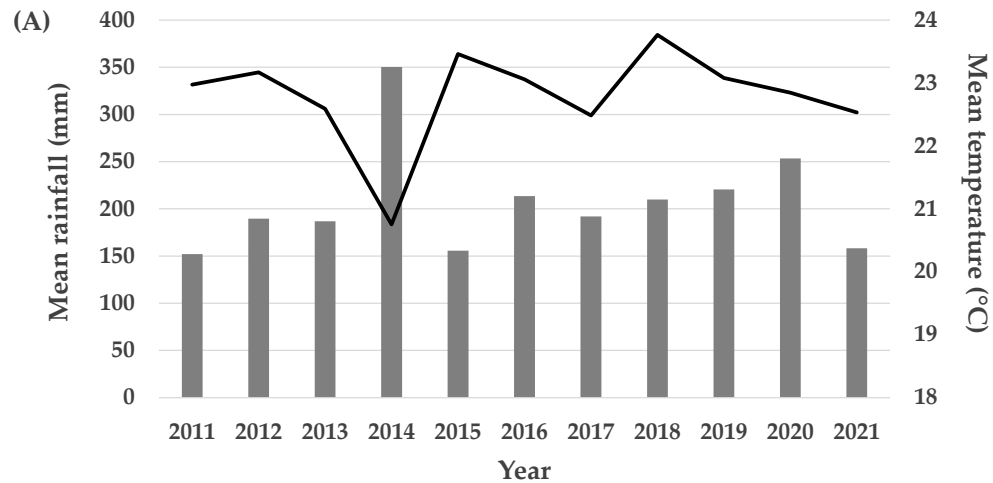
Rete Qualità Mais



Sono stati raccolti un totale di **3769 campioni** rappresentativi di granella di mais, dopo la lavorazione a secco, in un periodo di 11 anni (2011-2021) da 88 centri di stoccaggio. Questi centri di stoccaggio sono distribuiti in cinque aree geografiche (Ovest, Centro, Po Sud, Adriatico ed Est), che rappresentano le regioni del Nord Italia a maggior coltivazione di mais.

I livelli di concentrazione regolamentati di micotossine nei campioni di mais raccolti durante il periodo 2011-2021 sono stati determinati mediante test ELISA.

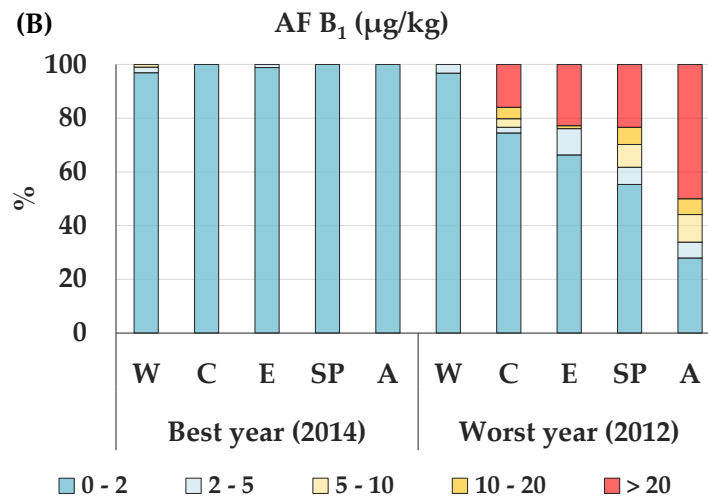
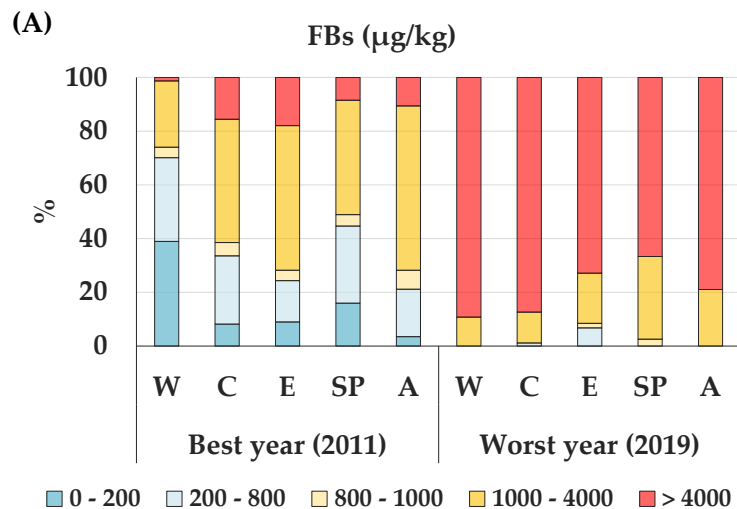
Andamenti meteorologici



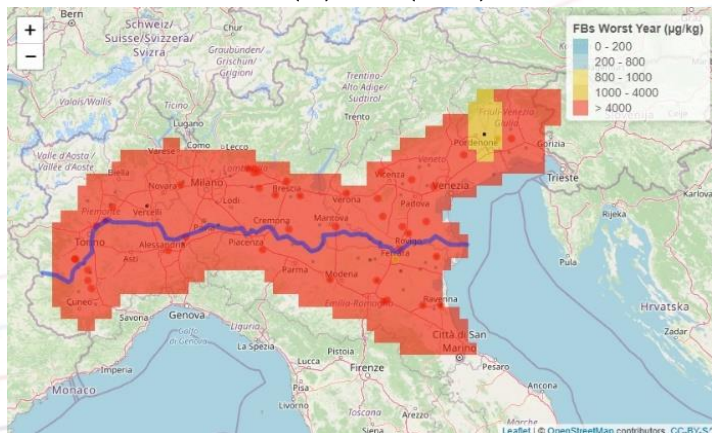
Factor	Source of variation	Samples (No.)	FBs			AF B ₁		
			Average (µg/kg)	Min - Max (µg/kg)	Pos* (%)	Average (µg/kg)	Min - Max (µg/kg)	Pos* (%)
Year (Y)	2011	456	1886 g	< LOD** - 18990	97	–	–	–
	2012	362	6685 b	< LOD** - 47300	97	12.5 a	< LOD*** - 115	45
	2013	388	6447 b	< LOD** - 27000	99	4.4 cde	< LOD*** - 119	22
	2014	355	5035 cd	< LOD** - 28920	100	0.6 f	< LOD*** - 7	7
	2015	384	3815 ef	< LOD** - 38260	98	8.7 b	< LOD*** - 145	48
	2016	314	4157 def	< LOD** - 23220	99	7.6 b	< LOD*** - 145	61
	2017	259	4212 de	80 - 21270	100	6.4 bc	< LOD*** - 91	50
	2018	319	4209 de	< LOD** - 16280	99	2.7 ef	< LOD*** - 78	36
	2019	307	8073 a	320 - 23600	100	6.2 bcd	< LOD*** - 62	59
	2020	332	3224 f	< LOD** - 19590	98	3.1 def	< LOD*** - 75	45
	2021	293	5330 c	< LOD** - 29852	97	4.0 cde	< LOD*** - 51	34
	<i>p</i> -value	–	< 0.001	–	–	< 0.001	–	–
Area (A)	W	793 ^{FBs} / 716 ^{AF B1}	3507 d	< LOD** - 28920	99	1.3 c	< LOD*** - 44	18
	C	990 ^{FBs} / 868 ^{AF B1}	4820 b	< LOD** - 29852	99	5.7 b	< LOD*** - 119	41
	E	793 ^{FBs} / 716 ^{AF B1}	6577 a	< LOD** - 47300	98	5.3 b	< LOD*** - 145	39
	SP	566 ^{FBs} / 472 ^{AF B1}	4206 c	< LOD** - 24360	97	8.3 a	< LOD*** - 145	52
	A	751 ^{FBs} / 673 ^{AF B1}	4500 bc	< LOD** - 22830	99	9.2 a	< LOD*** - 117	56
	<i>p</i> -value	–	< 0.001	–	–	< 0.001	–	–
Y × A	<i>p</i> -value	–	< 0.001	–	–	< 0.001	–	–

Factor	Source of variation	Samples (No.)	DON			ZEA		
			Average (µg/kg)	Min - Max (µg/kg)	Pos* (%)	Average (µg/kg)	Min - Max (µg/kg)	Pos* (%)
Year (Y)	2013	388	2049 ^b	< LOD** - 36731	94	–	–	–
	2014	355	4646 ^a	50 - 36583	100	364 ^a	< LOD*** - 1395	91
	2015	384	221 ^d	< LOD** - 2740	77	11 ^b	< LOD*** - 315	31
	2016	314	917 ^c	< LOD** - 17236	94	15 ^b	< LOD*** - 252	54
	2017	259	264 ^d	< LOD** - 7623	75	8 ^b	< LOD*** - 175	25
	2018	319	336 ^d	< LOD** - 3865	82	10 ^b	< LOD*** - 158	44
	2019	307	426 ^{cd}	< LOD** - 9064	93	23 ^b	< LOD*** - 324	66
	2020	332	166 ^d	< LOD** - 2903	85	15 ^b	< LOD*** - 258	42
	2021	293	50 ^d	< LOD** - 375	65	11 ^b	< LOD*** - 185	36
		<i>p</i> -value	–	< 0.001	–	–	< 0.001	–
Area (A)	W	655 ^{DON} / 568 ^{ZEA}	2232 ^a	< LOD** - 36731	97	112 ^a	< LOD*** - 1395	70
	C	774 ^{DON} / 686 ^{ZEA}	895 ^b	< LOD** - 24407	84	43 ^b	< LOD*** - 1142	45
	E	581 ^{DON} / 481 ^{ZEA}	1148 ^b	< LOD** - 26064	88	95 ^a	< LOD*** - 1181	54
	SP	425 ^{DON} / 378 ^{ZEA}	424 ^c	< LOD** - 13325	79	27 ^{bc}	< LOD*** - 840	35
	A	516 ^{DON} / 450 ^{ZEA}	372 ^c	< LOD** - 13925	72	21 ^c	< LOD*** - 1280	34
		<i>p</i> -value	–	< 0.001	–	–	< 0.001	–
Y × A	<i>p</i> -value	–	< 0.001	–	–	< 0.001	–	–

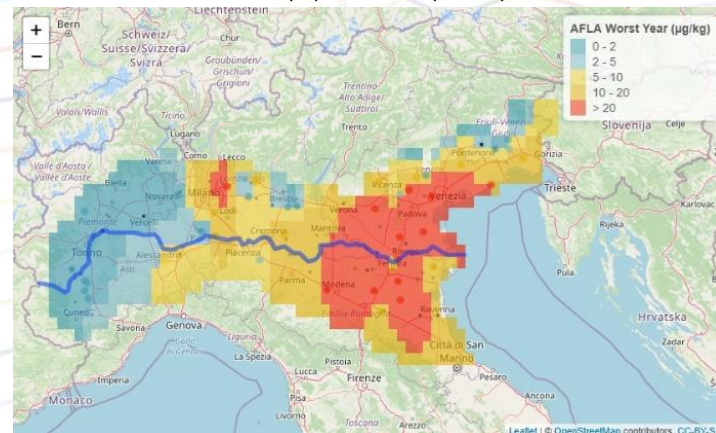
Diffusione di FB e AFB1 in lotti di mais provenienti da diverse aree



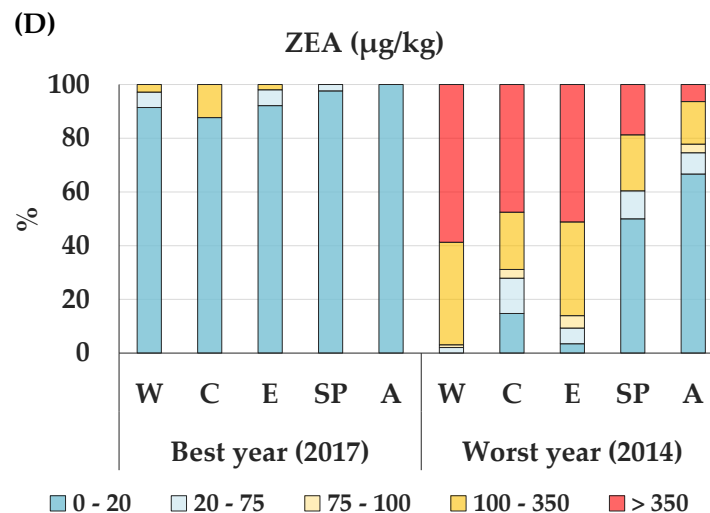
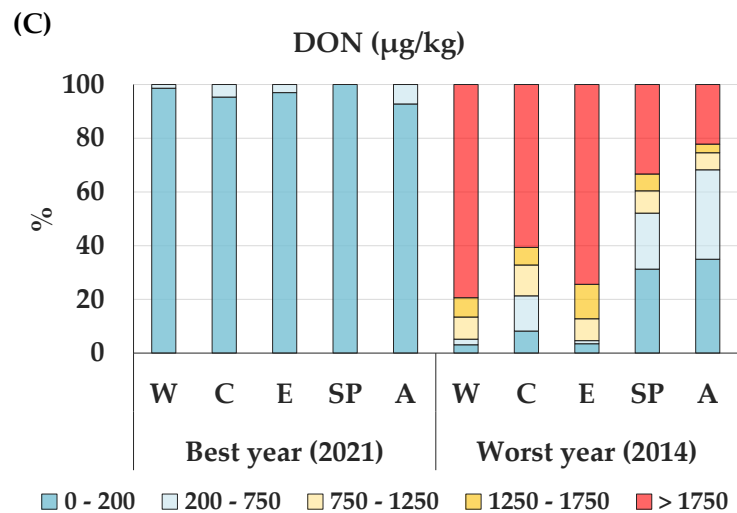
(A) FBs (2019)



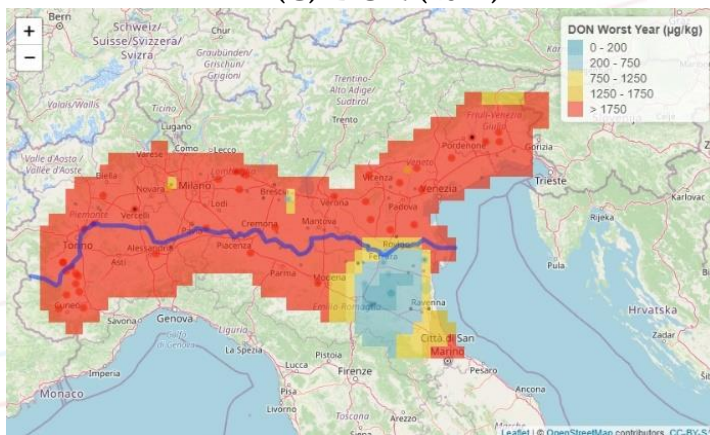
(B) AF B₁ (2012)



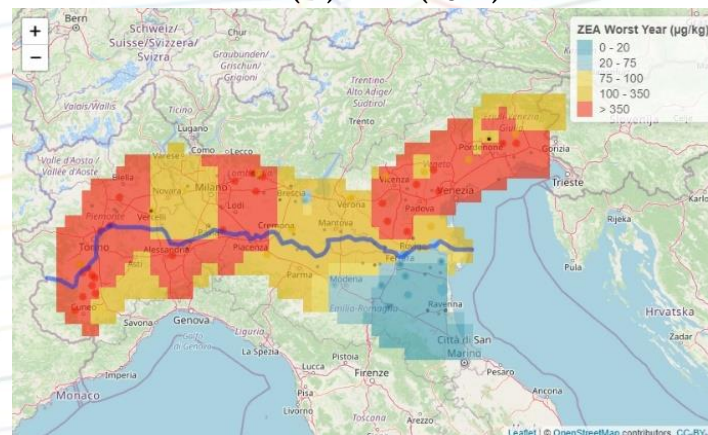
Diffusione di DON e ZEA in lotti di mais provenienti da diverse aree



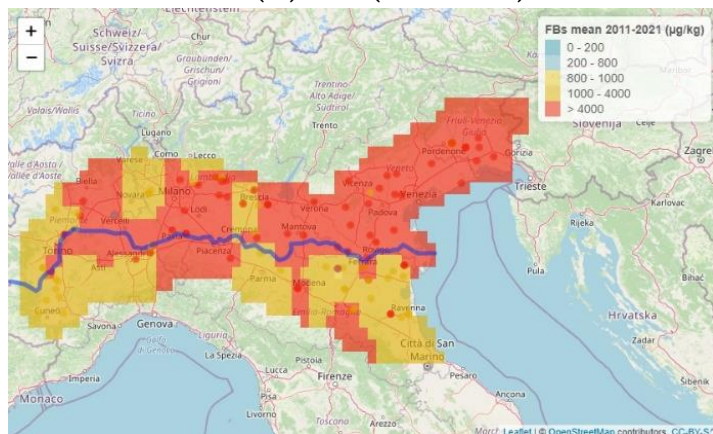
(C) DON (2014)



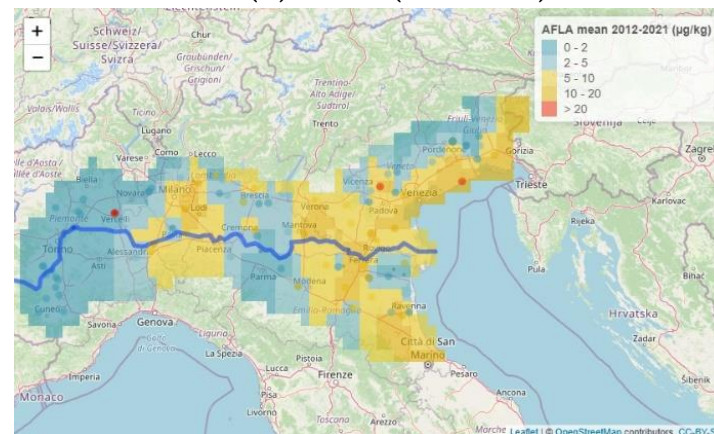
(D) ZEA (2014)



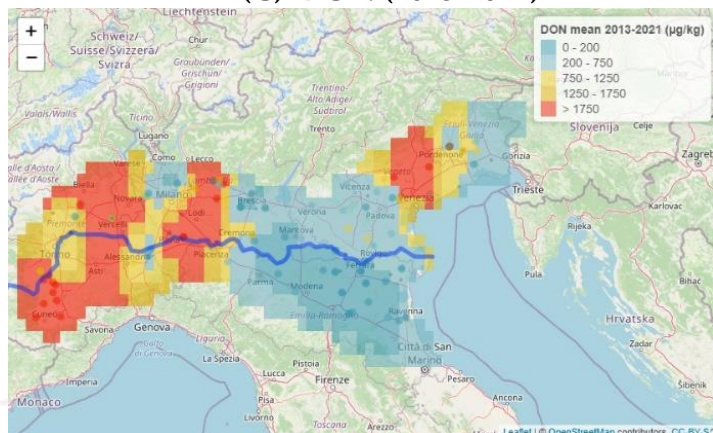
(A) FBs (2011-2021)



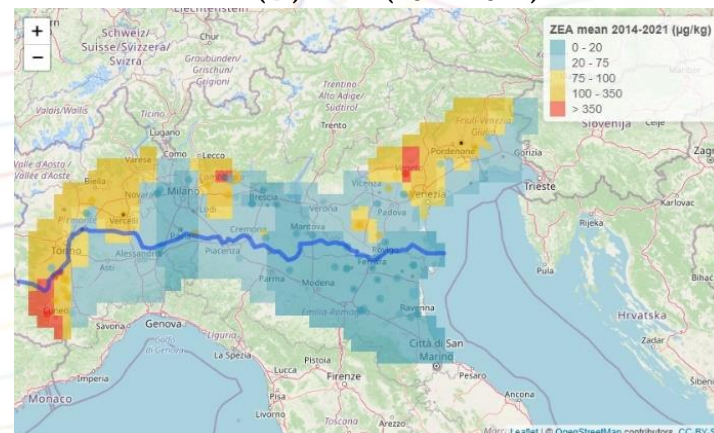
(B) AF B₁ (2012-2021)



(C) DON (2013-2021)

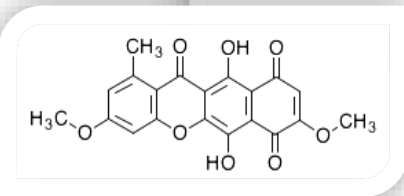
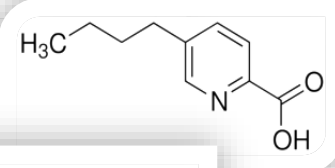
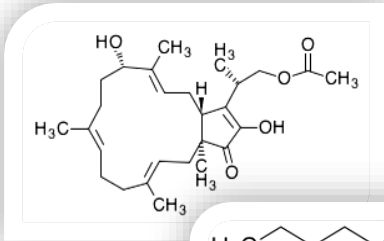


(D) ZEA (2014-2021)

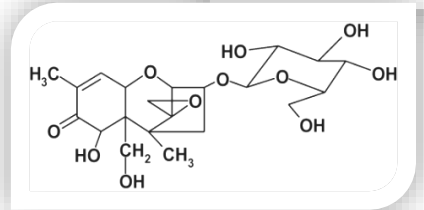
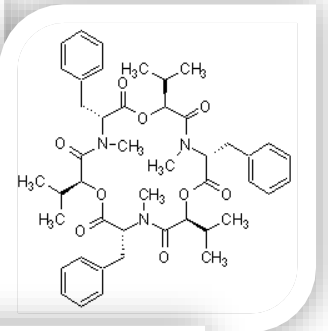
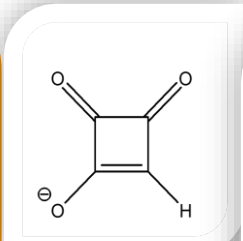


La concentrazione media, rilevata negli anni indagati, è stata espressa per ciascuna micotossina come percentuale di incidenza su diversi intervalli di contaminazione crescente, ai sensi del Regolamento (CE) n. 1126/2007 e n. 165/2010: (A) diffusione dei FB; (B) diffusione di AF B₁; (C) diffusione del DON; (D) diffusione della ZEA.

Autorità europea per la sicurezza alimentare (EFSA): richiesta di parere scientifico sui rischi per la salute pubblica e animale legati alla presenza di micotossine emergenti nei mangimi e negli alimenti.



Moniliformin
Fusaproliferin
Bikaverin
Fusaric Acid
Beauvericin
Enniatins
Equisetin
Deoxynivalenol-3-Glucoside
Culmorin
Butenolide
Aurofusarin



Nel periodo 2012-2015, negli stessi lotti di mais, sono state analizzate le micotossine emergenti e i metaboliti fungini prodotti principalmente da:

- Fusarium spp. sezione Liseola (BEA, BIK, FA, FUS e MON)
- Fusarium spp. sezione Discolor (AUR, BUT, CULM e NIV)

I livelli emergenti di concentrazione di micotossine nei campioni di mais sono stati determinati mediante un metodo multi-micotossine mediante ANALISI LC-MS/MS (Vishwanath et al., 2009; Malachova et al., 2014).

Risultati:

Le aree caratterizzate da elevati livelli di FBs sono risultate anche le più soggette a contaminazione da micotossine emergenti prodotte dalle stesse specie Fusarium della sezione Liseola.

DON, ZEA e altre micotossine emergenti prodotte dalla stessa specie Fusarium della sezione Discolor sono state riscontrate con maggiore abbondanza nelle aree del nord Italia e negli anni caratterizzati da condizioni meteorologiche predisponenti.

Il monitoraggio ha confermato che:

- 1) *Fusarium* spp. sono i funghi più frequenti e le FBs le principali micotossine rilevate costantemente nelle diverse annate e aree.




A causa dei cambiamenti climatici, il mais è colpito più frequentemente dall'accumulo di AFB1.

La definizione delle aree/zone a rischio è essenziale per comprendere l'impatto delle contaminazioni da micotossine sulle catene alimentari e dei mangimi, in considerazione di uno scenario di cambiamento climatico in evoluzione.

- 2) Le contaminazioni da micotossine, sia quelle regolamentate che quelle emergenti, hanno mostrato una variazione di anno in anno causata sia dalle caratteristiche geografiche dell'area di coltivazione sia dalle condizioni meteorologiche durante i periodi sensibili dello sviluppo della granella, soprattutto durante il periodo di maturazione.

Article

Multi-Mycotoxin Long-Term Monitoring Survey on North-Italian Maize over an 11-Year Period (2011–2021): The Co-Occurrence of Regulated, Masked and Emerging Mycotoxins and Fungal Metabolites

Sabrina Locatelli ^{1,*}, Valentina Scarpino ^{2,†}, Chiara Lanzaova ¹, Elio Romano ³ and Amedeo Reyneri ²

¹ Council for Agricultural Research and Economics (CREA), Research Centre for Cereal and Industrial Crops, Via Stezzano, 24, 24126 Bergamo, Italy; chiara.lanzanova@crea.gov.it

² Department of Agricultural, Forest and Food Sciences (DISAFA), Università degli Studi di Torino, Largo Braccini 2, 10095 Grugliasco, Italy; valentina.scarpino@unito.it (V.S.); amedeo.reyneri@unito.it (A.R.)

³ Council for Agricultural Research and Economics (CREA), Research Centre for Engineering and Agro-Food Processing, Via Milano 43, 24047 Treviso, Italy; elio.romano@crea.gov.it

* Correspondence: sabrina.locatelli@crea.gov.it; Tel.: +39-035313132

† These authors contributed equally to this work.

<https://www.mdpi.com/2072-6651/14/8/520>



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**



A cura di:

Amedeo Reyneri e Valentina Scarpino

DISAFA Università di Torino

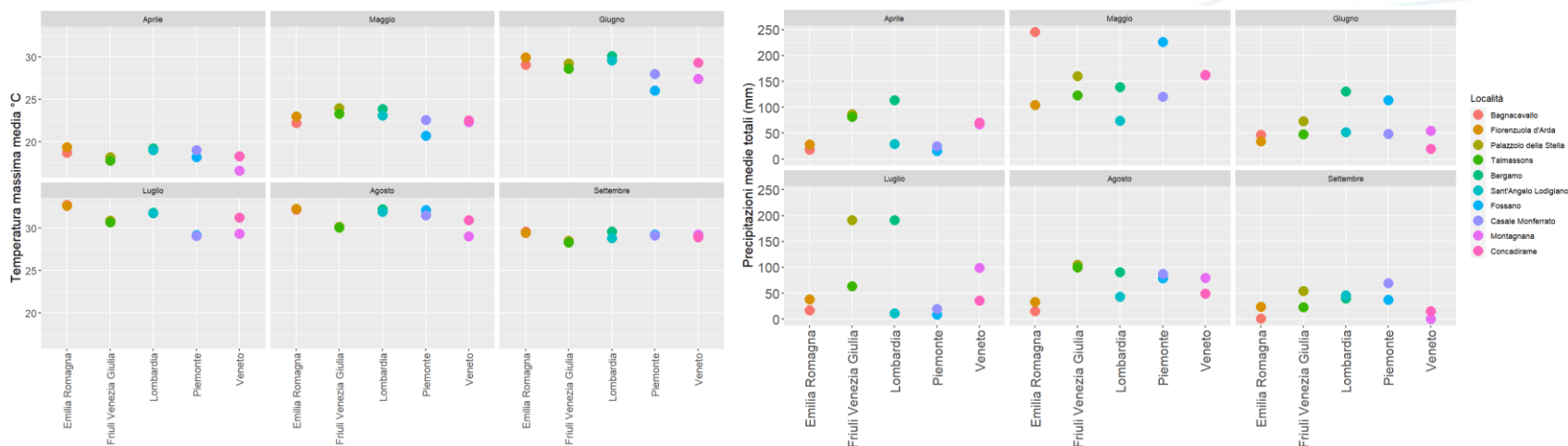
Sabrina Locatelli, Patrizia Vaccino

CREA Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali

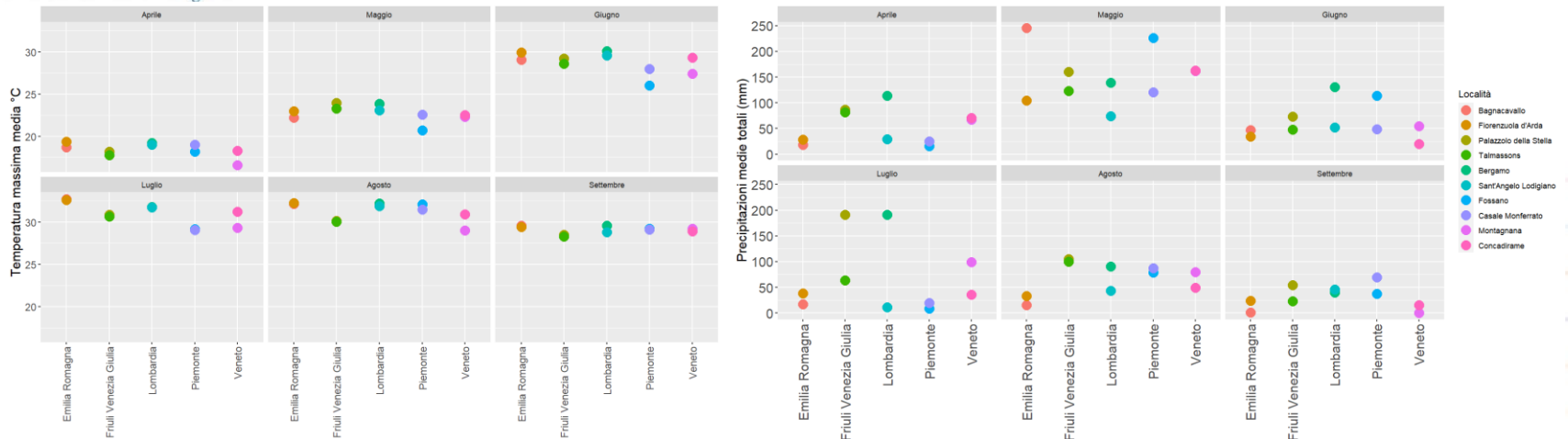
<https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/17783>

Epoca di semina media: in buona parte nella seconda metà di marzo, inizio aprile.

- campagna iniziata dopo 15 mesi di siccità.
- prezzi dei mezzi di produzione elevati, oltre alle nuove e più difficili prospettive di una Pac più complicata e quasi dimezzata, a fronte di un'iniziale tenuta delle quotazioni del mais.



- **Romagna** situazione emergenziale per alluvione;
- **Centro Nord:** basse temperature rallentano la crescita; le piogge hanno reso difficili le attività di lavorazione post semina (rincalzatura, urea, trattamenti con AFX1, diserbi);
- **Nord ovest:** alcune aree hanno subito disastrose grandinate che hanno compromesso le prime fasi d'emergenza; in Friuli Venezia Giulia alcune aree non sono state seminate causa piogge;
- **Piemonte:** scarse precipitazioni, poi in ripresa.



Luglio: le precipitazioni sono diminuite tranne in alcune località della Lombardia e del Friuli-Venezia Giulia che hanno registrato piogge intense e devastanti fenomeni temporaleschi con vento e grandine.

Ultime fasi di sviluppo e maturazione della spiga: ridotte precipitazioni in tutte le regioni; piralide e diabrotica sono risultate poco presenti. Il ciclo colturale si è concluso con temperature stazionarie nel mese di settembre.

Previsioni rese e produzione: a esclusione delle aree colpite da grandine e da forti allettamenti, i primi dati raccolti registrano rese in linea alla media dei cinque anni precedenti. Si prevede una diminuzione della disponibilità di granella, che nel 2023 scende rispetto alla media del quinquennio precedente per il continuo calo delle superfici interessate: possiamo ipotizzare una contrazione del 10%.

Qualità sanitaria: non sembra presentarsi un'elevata presenza di micotossine; sono pervenute numerose segnalazioni di contaminazione da fumonisine e deossinivalenolo nell'area ad est colpita dalla grandine. Il monitoraggio della Rete Qualità Mais del CREA è attualmente in corso e potrà fornire i dati definitivi durante la Giornata del Mais che si svolgerà a Bergamo il 26 gennaio 2024.

Grazie a:

Valentina Scarpino e Amedeo Reyneri (UNITO)

Elio Romano (CREA-IT)

Chiara Lanzanova, Helga Cassol, Stefania Mascheroni
e i colleghi del CREA-CI di Bergamo

I centri di essiccazione e stoccaggio che hanno
fornito i campioni.



Grazie per l'attenzione!