

BENVENUTI!!!

**MAIS: SFIDE PER
CONTRASTARE LA
PERDITA DI QUALITA'**

Carlotta Balconi

**Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali
Sede di Bergamo**



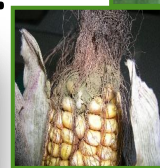
INDICE

OPZIONI SOSTENIBILI per un MAIS di QUALITA':

- **STRESS ABIOTICI:** es. perdita di fertilità del terreno;
strategie innovative di recupero (piante fertilizzanti;
residuo colturale-economia circolare; agricoltura di precisione)
- **STRESS BIOTICI:** es. insetti fitofagi e funghi micotossigeni;
strategie di VALORIZZAZIONE RISORSE GENETICHE per:
 - ❖ RESISTENZA a FUNGHI MICOTOSSIGENI
 - ❖ RIDUZIONE CONTENUTO MICOTOSSINE
- **BIODIVERSITA'** per VALORIZZARE la QUALITA' NUTRIZIONALE
- **MAIS e sicurezza alimentare:**

Linee guida per il controllo delle MICOTOSSINE

- Strategie di controllo durante la coltivazione e la raccolta
- Strategie di controllo durante la conservazione
- Percorsi produttivi ottimali per il contenimento delle micotossine
- Definizione del livello di rischio (perdita produttiva e/o qualitativa)



KEYWORDS

**OPZIONI
SOSTENIBILI per un
MAIS di QUALITA'**

SOSTENIBILE



**AGRICOLTURA
SOSTENIBILE**

QUALITA' del MAIS

Economico

Ambientale

Sociale

✓ **ELEVATA EFFICIENZA
d'USO dei NUTRIENTI**

✓ **BASSA SUSCETTIBILITA'
a FATTORI di STRESS
ABIOTICI e BIOTICI**

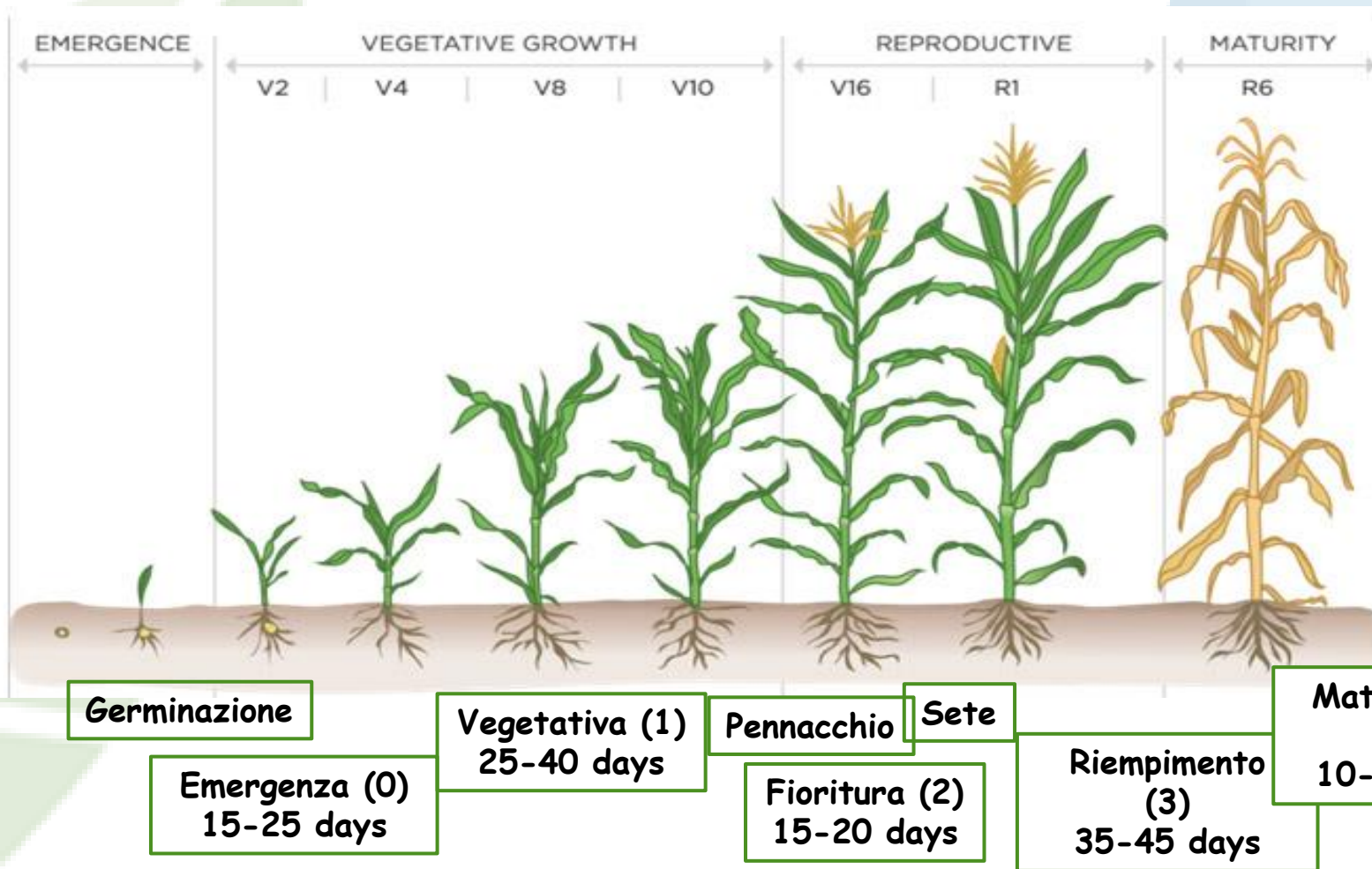
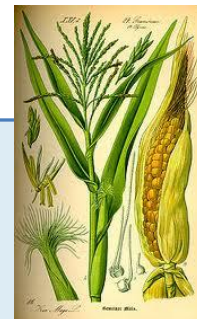
✓ **QUALITA' NUTRIZIONALE
del MAIS**

➤ MAIS: COLTURA ANNUALE

EUROPA

MARZO

SETTEMBRE



➤ MAIS: SFIDE per PRODUZIONE SOSTENIBILE



➤ STRESS ABIOTICI

➤ CONDIZIONI AMBIENTALI

➤ CAMBIAMENTO CLIMATICO GLOBALE



➤ STRESS BIOTICI

➤ INSETTI FITOFAGI

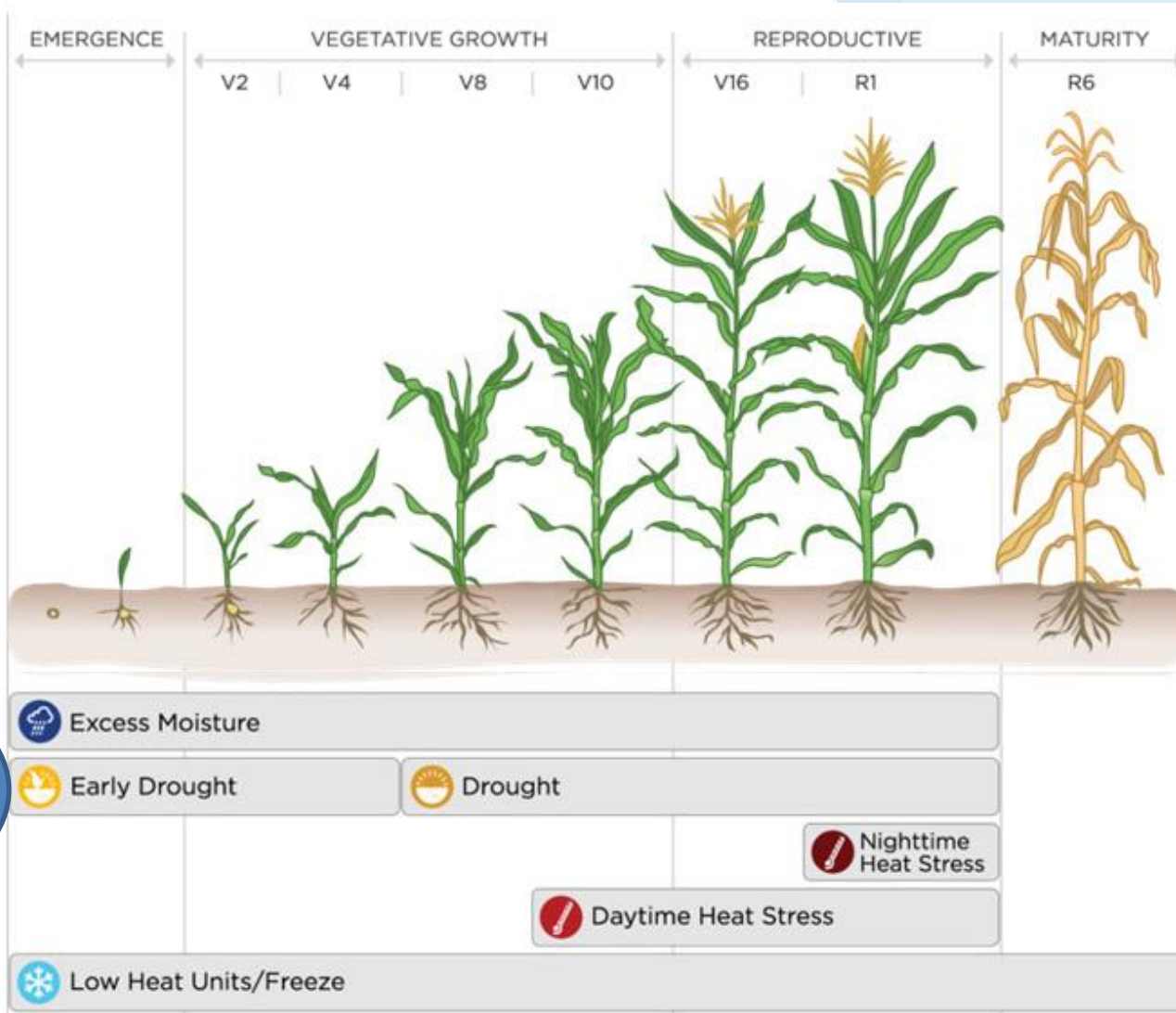


➤ FUNGHI PATOGENI

➤ PERDITA della DIVERSITA' GENETICA

➤ CONDIZIONI AMBIENTALI

➤ MAIS: STRESS ABIOTICI



➤ UMIDITA'

➤ SICCITA'

➤ STRESS TERMICO

➤ CAMBIAMENTO CLIMATICO GLOBALE

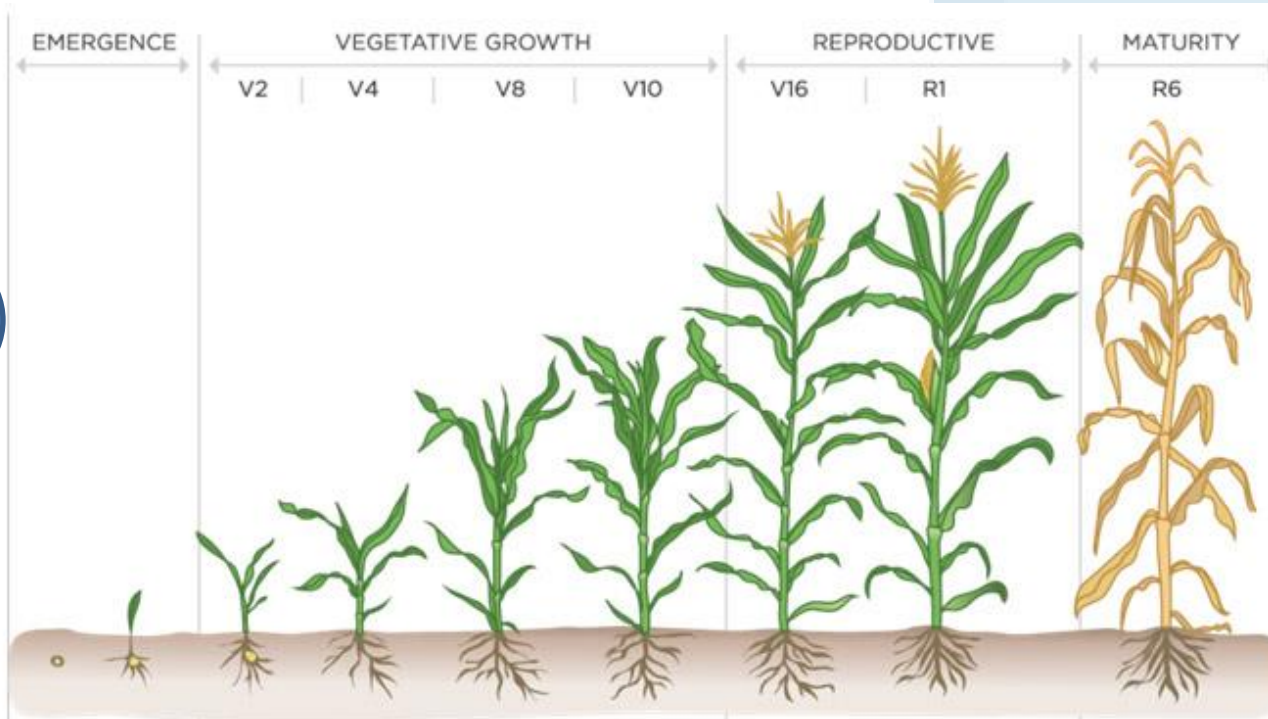
➤ **CONDIZIONI AMBIENTALI**

➤ **MAIS: STRESS ABIOTICI**



➤ **CAMBIAMENTO
CLIMATICO
GLOBALE**

➤ **STRESS
SALINO**



➤ **INQUINAMENTO AMBIENTALE** (metalli pesanti, pesticidi, fertilizzanti, prodotti a base di petrolio, prodotti chimici)

➤ **PERDITA FERTILITA' del TERRENO**

➤ MAIS: SFIDE per PRODUZIONE SOSTENIBILE

➤ PERDITA FERTILITA' del TERRENO

➤ RECUPERO FERTILITA' del TERRENO

➤ TRAMITE PIANTE FERTILIZZANTI
- N-PIANTE FISSATRICI AZOTO:

- ✓ *Faidherbia albida*
- ✓ *Sesbania sesban*
- ✓ *Cajanus cajan*
- ✓ *Glicirida sepium*

Fertiliser trees for sustainable food security in the maize-based production systems of East and Southern Africa. A review

➤ VANTAGGI:

➤ INCREMENTO PRODUTTIVITA' COLTURA

➤ MIGLIORAMENTO CARATTERISTICHE FISICHE e
CHIMICHE del TERRENO

➤ RIDUZIONE PROBLEMI INFESTANTI

➤ RIDUZIONE INSETTI del TERRENO



WA², Jonas CHIANU³
30798, Lilongwe, Malawi

³ CIAT, c/o World Agroforestry Centre (ICRAF), UN Avenue, Gigiri, PO Box 30677, Nairobi Kenya

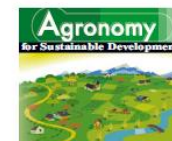
➤ MAIS: SFIDE per PRODUZIONE SOSTENIBILE



➤ PERDITA FERTILITA' del TERRENO

Agron. Sustain. Dev. 30 (2010) 615–629
© INRA, EDP Sciences, 2010
DOI: 10.1051/agry/2009058

Available online at:
www.agronomy-journal.org



Review article

Fertiliser trees for sustainable food security in the maize-based production systems of East and Southern Africa. A review

Festus K. AKINNIFES¹*, O.C. AJAYI¹, G. SILESHI¹, P.W. CHIRWA², Jonas CHIANU³

¹ World Agroforestry Centre (ICRAF), Southern Africa Regional Programme, PO Box 30798, Lilongwe, Malawi

² Pretoria University, South Africa

³ CIAT, c/o World Agroforestry Centre (ICRAF), UN Avenue, Gigiri, PO Box 30677, Nairobi Kenya

(Accepted 3 December 2009)

➤ RECUPERO FERTILITA' del TERRENO



➤ TRAMITE PIANTE FERTILIZZANTI

Field Crops Research 153 (2013) 12–21

Contents lists available at ScienceDirect

Field Crops Research

journal homepage: www.elsevier.com/locate/fcr



➤ MASSIMIZZARE USO dello STOCCO (RESIDUO COLTURALE MAIS)



Maize stover use and sustainable crop production in mixed crop–livestock systems in Mexico

Jon Hellin^{a,*}, Olaf Erenstein^b, Tina Beuchelt^a, Carolina Camacho^a, Dagoberto Flores^a

^a International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), Apartado Postal 6-641, 06600 Mexico, D.F., Mexico

^b International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), c/o ILRI, P.O. Box 5689, Addis Ababa, Ethiopia

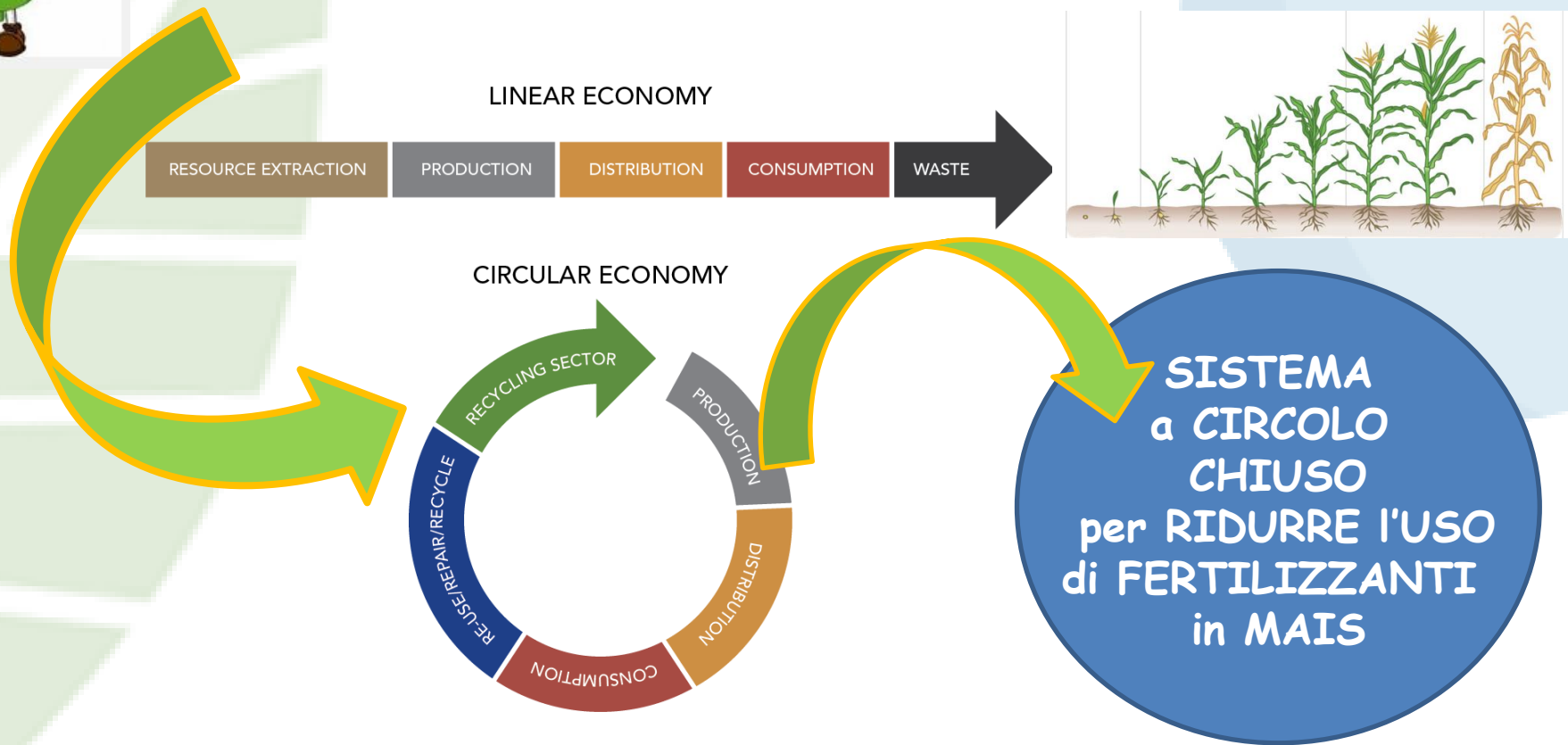


➤ MAIS: SFIDE per PRODUZIONE SOSTENIBILE



➤ RECUPERO FERTILITA' del TERRENO

➤ MASSIMIZZARE USO dello STOCCO (RESIDUO CULTURALE MAIS)





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

➤ MASSIMIZZARE USO dello STOCCO (RESIDUO COLTURALE MAIS)

LINEAR ECONOMY

RESOURCE EXTRACTION

PRODUCTION

DISTRIBUTION

CONSUMPTION

WASTE

GRANELLA
(food/feed)

COLTIVAZIONE
MAIS

FERTILIZZANTI
CHIMICI

STOCCO
(scarto)

CIRCULAR ECONOMY

RECYCLING SECTOR

PRODUCTION

DISTRIBUTION

CONSUMPTION

RE-USE/REPAIR/RECYCLE

DIGESTATO
come
FERTILIZZANTE

COLTIVAZIONE
MAIS

RACCOLTA

GRANELLA
(food/feed)

STOCCO

Digestione
Anaerobica

BioCH₄





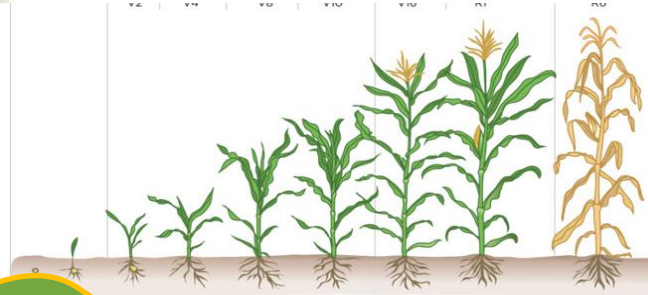
CIRCULAR ECONOMY



**SISTEMA
a CIRCOLO
CHIUSO
per RIDURRE l'USO
di FERTILIZZANTI
in MAIS**

➤ **MAIS: SFIDE per PRODUZIONE
SOSTENIBILE**

➤ **MASSIMIZZARE USO dello STOCCO
(RESIDUO CULTURALE MAIS)**

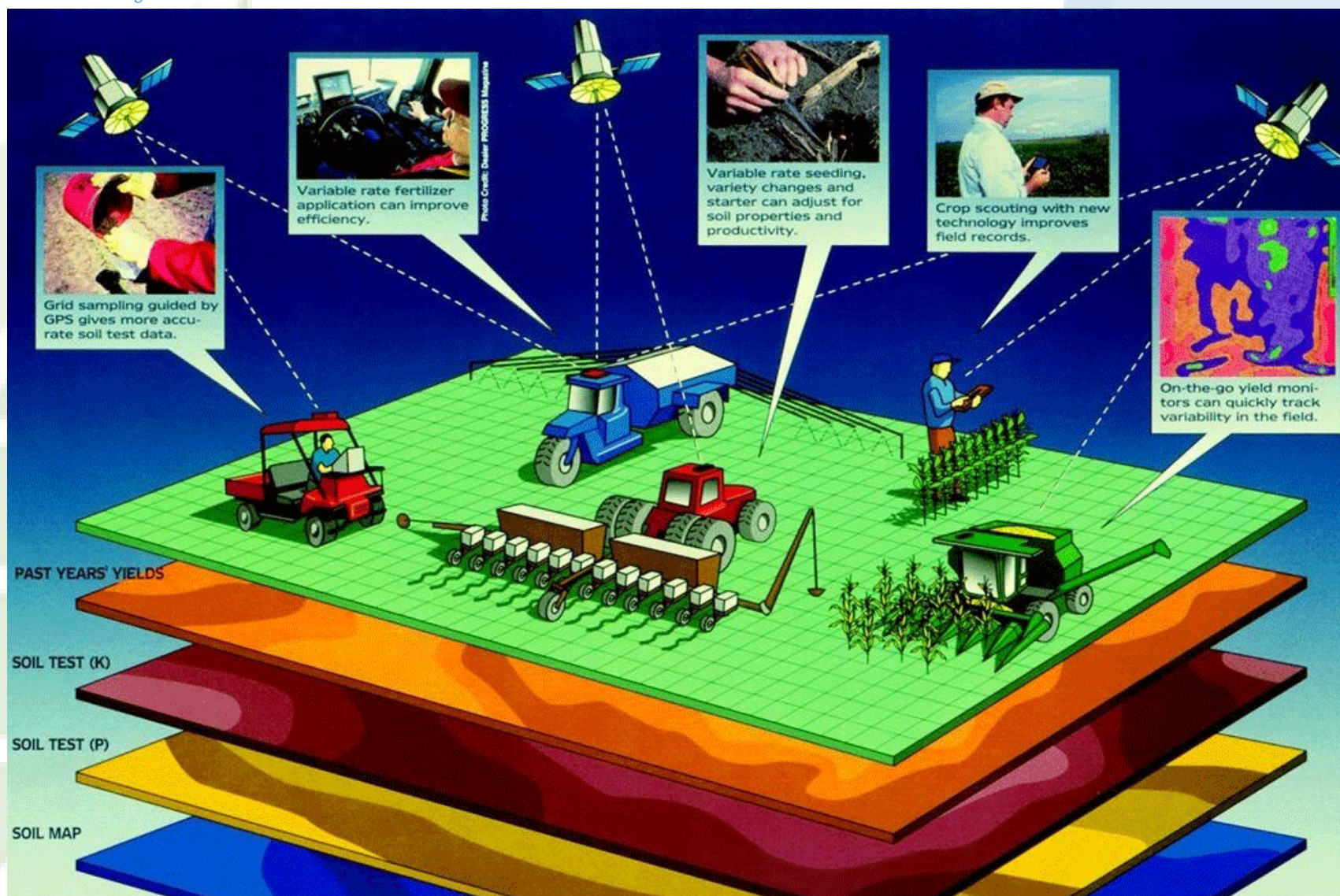


➤ **AGRICOLTURA di
PRECISIONE:**
Producing more with less

1. Precision Soil preparation
2. Precision Seeding
3. Precision Crop Management
4. Precision Harvesting
5. Precision Livestock Farming



➤ AGRICOLTURA di PRECISIONE: Producing more with less



➤ MAIS: SFIDE per PRODUZIONE SOSTENIBILE



➤ **CONDIZIONI AMBIENTALI**

➤ **CAMBIAMENTO CLIMATICO GLOBALE**

➤ **STRESS ABIOTICI**

➤ **STRESS BIOTICI**

➤ **INSETTI FITOFAGI**

➤ **FUNGHI PATOGENI MICOTOSSIGENI**



➤ MAIS: STRESS BIOTICI

➤ INSETTI FITOFAGI

Diabrotica virgifera



Thrips



Ostrinia nubilalis-
European corn
borer – Piralide -



Agriotes



Diabrotica virgifera



STADIO
LARVALE



STADIO
ADULTO

➤ MAIS: STRESS BIOTICI



«SILK CLIPPING»
EROSIONE SETE



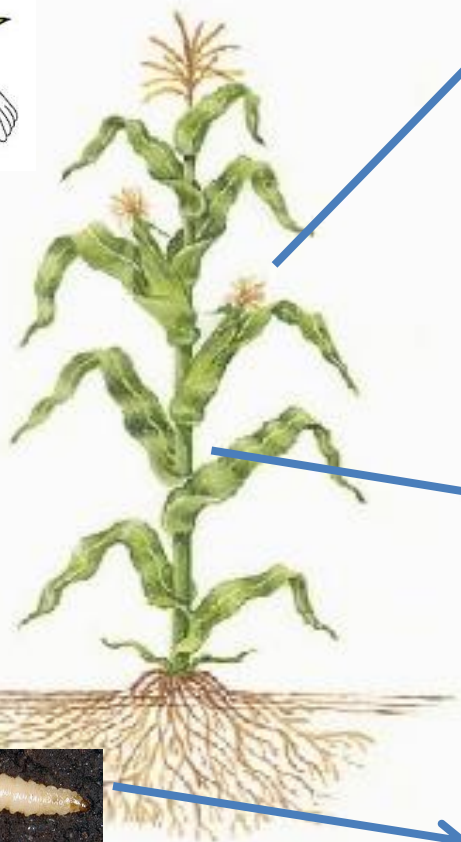
Diabrotica virgifera



➤ PERDITA
PRODUZIONE



DANNO FOGLIARE



DANNO RADICALE





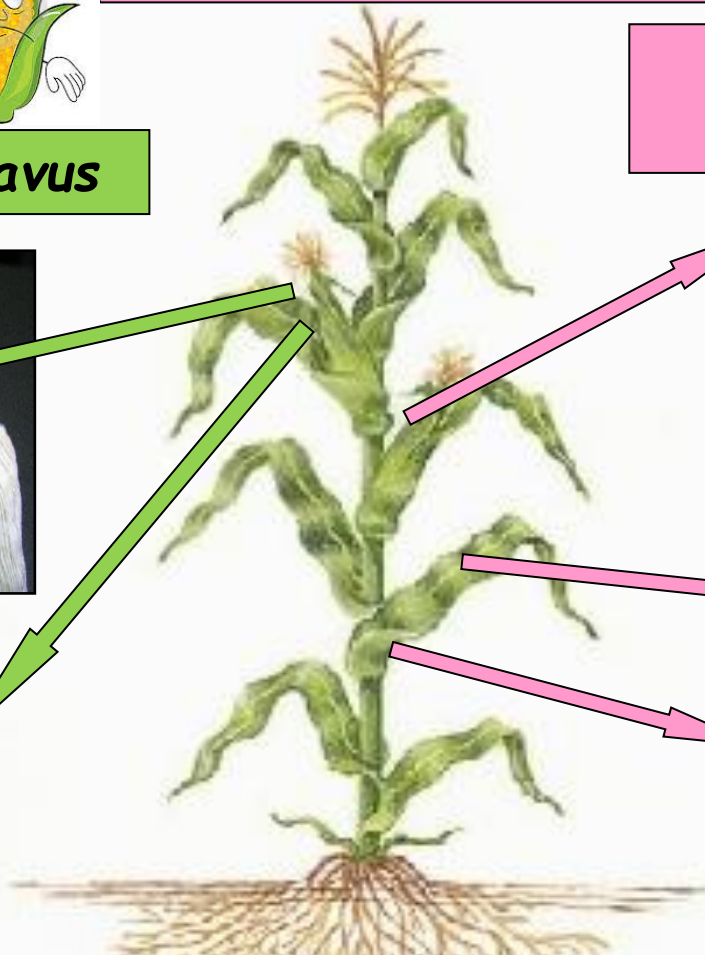
➤ MAIS: STRESS BIOTICI

➤ FUNGHI PATOGENI MICOTOSSIGENI



Aspergillus flavus

***Fusarium verticillioides*
*Fusarium graminearum***



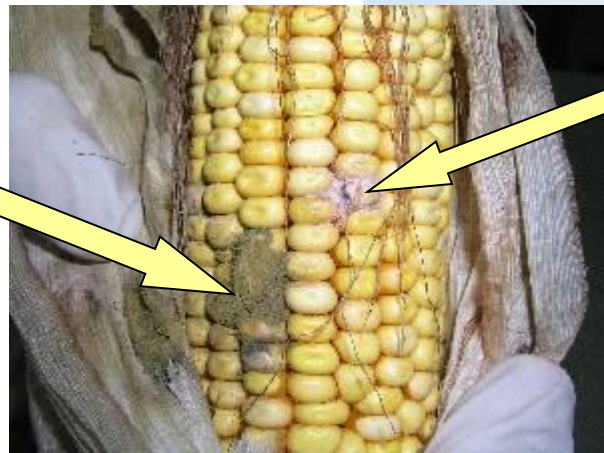
➤ **PERDITA PRODUZIONE e
RIDUZIONE QUALITA'**

DUE diverse modalità di ATTACCO del FUNGO alla SPIGA di MAIS

-tramite SETE-



-tramite CARIOSIDI danneggiate-



➤ FUNGHI TOSSIGENI

➤ MICOTOSSINE

TOSSICITA' per ANIMALI
e per l'UOMO

MICOTOSSINE

AFLAtossine

FUMonisine

Deossinivalenolo

ZEAralenone

Fissati limiti
contenuto

MICOTOSSINE

nella granella di mais
e nei prodotti derivati

Regolamenti UE

N. 1126-2007

N. 0574 -2011

➤ PERDITA PRODUZIONE e RIDUZIONE QUALITA'

CRITICITA' FILIERA MAIDICOLA

PREREQUISITO INDESPENDIBILE
per la
VALORIZZAZIONE

SICUREZZA
profilo T

particolare
CONTAMINAZIONE
MICOTOSINE

**MAIS: quali SFIDE PER
CONTRASTARE LA
PERDITA DI QUALITA'???**



➤ **PERDITA della
DIVERSITA' GENETICA**

➤ PERDITA della
QUALITA'

➤ PERDITA della
DIVERSITA' GENETICA

VALORIZZAZIONE RISORSE MAIDICOLE LOCALI

STRATEGIE

**MIGLIORAMENTO
GENETICO del MAIS**

GENETICHE

BIOCHIMICHE

FISIOLOGICHE

FITOPATOLOGICHE

VALORIZZAZIONE RISORSE MAIDICOLE LOCALI

Germoplasma



**COLLEZIONE di GERMOPLASMA
di MAIS**
Contiene oltre 5000 accessioni

Patologia



Sanità e sicurezza

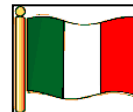
**INDIVIDUARE GENOTIPI RESISTENTI a
PATOGENI FUNGINI TOSSIGENI**

**al fine di RIDURRE l'ACCUMULO
di MICOTOSSINE**

➤ DIVERSITA' GENETICA e RESISTENZA ai PATOGENI

CREA - BERGAMO -
- CEREALICOLTURA E
COLTURE INDUSTRIALI -

BANCA GERMPLASMA di MAIS
contiene oltre 5000 accessioni



• LINEE PURE

- POPOLAZIONI LOCALI
- POPOLAZIONI SINTETICHE
- LINEE PUBBLICHE
- STOCKS GENETICI

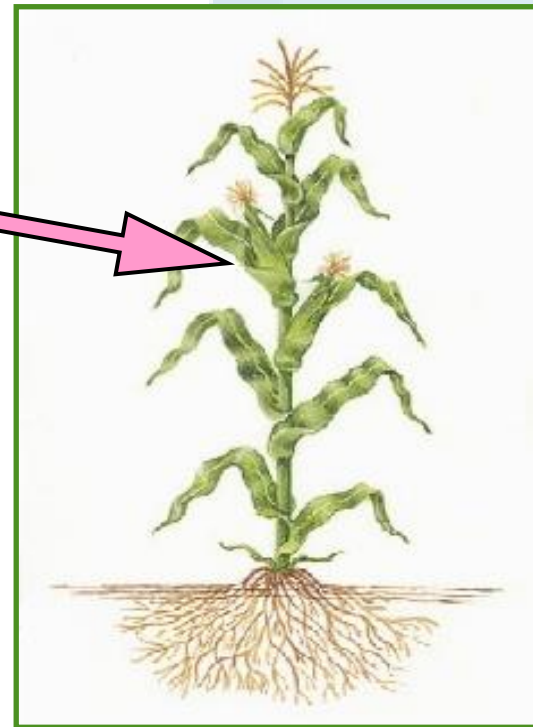


**VALUTAZIONE di GENOTIPI di MAIS
per RESISTENZA a PATOGENI FUNGINI**

**METODI di INOCULO
ARTIFICIALE**

Aspergillus-Fusarium

**affidabili
riproducibili**



- **SCELTA** dei METODI ←
- **APPLICAZIONE** dei METODI
- **VALUTAZIONE** dei MATERIALI INOCULATI

DUE diverse modalità di ATTACCO del FUNGO alla SPIGA di MAIS

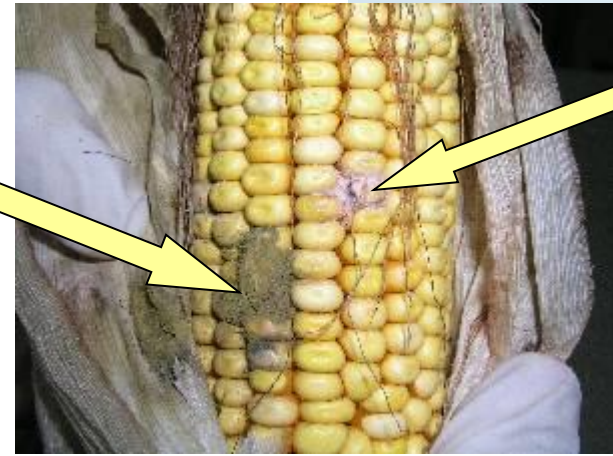
-tramite SETE-

-tramite CARIOSSIDI-
danneggiate

Emergenza sete 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60
Giorni dopo l'impollinazione (DAP) (da Reid and Hamilton, 1996)



-tramite SETE-



-tramite CARIOSSIDI danneggiate-

RESISTENZA ad una delle modalità di attacco
NON implica **RESISTENZA** all'altra

•SCELTA di DUE METODI di INOCULO ARTIFICIALE

• APPLICAZIONE dei METODI di INOCULO

-tramite SETE-
4-8 GIORNI
dopo la FIORITURA



**INVASIVA
SIRINGA**
(Reid *et al.*, 1996)



**NON INVASIVA
SPRAY**
(Zummo and Scott, 1989)



**INVASIVA
FORCHETTA**
(Reid *et al.*, 1996; Harris *et al.*, 2002)



**Per ciascun GENOTIPO- Per ciascun METODO
10 spighe INOCULATE con SPORE FUNGINE**

• APPLICAZIONE dei METODI di INOCULO

PREPARAZIONE dell' INOCULO FUNGINO

Aspergillus flavus



Sospensione SPORE

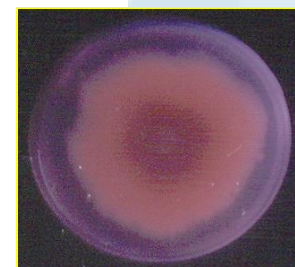
forniti da
P. Battilani, UNIV. PC

cresciuti su
TERRENO
AGARIZZATO (PDA)

↓
Recupero in liquido
delle SPORE e conta

Camera di Burkner
(Reid et al., 1996)

Fusarium verticillioides



Sospensione SPORE

Concentrazione SPORE fungine

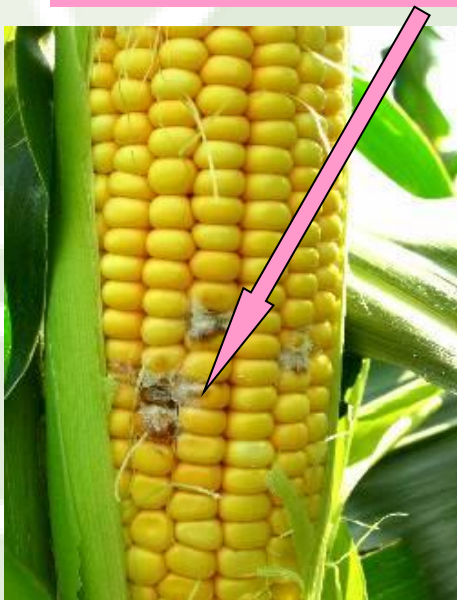
Aspergillus
 10^8 spore/ml

Fusarium
 10^6 spore/ml

• APPLICAZIONE dei METODI di INOCULO

- INOCULO tramite CARIOSIDI-
7 giorni dopo l'INOCULO

**spighe INOCULATE
con SPORE FUNGINE
Fusarium**



**CONTROLLI:
spighe INOCULATE
con ACQUA sterile**



CONTROLLI: spighe NON-INOCULATE (SIB e/o OPEN)

➤ DIVERSITA' GENETICA e RESISTENZA ai PATOGENI



- VALUTAZIONE di LINEE PURE ITALIANE di MAIS per RESISTENZA a MARCIUME della SPIGA da *Fusarium verticillioides* e all' ACCUMULO di FUMONISINE

MATERIALI e METODI

2009

2010



40 LINEE PURE di mais

- 34 Italiane (collezione CREA BERGAMO)
- sei linee pubbliche commerciali

VALUTAZIONE a CREA-Bergamo
in ESPERIMENTI di CAMPO
mediante *F.verticillioides*
INOCULO ARTIFICIALE



Ostrinia nubilalis
(ECB-European Corn Borer)
Piralide



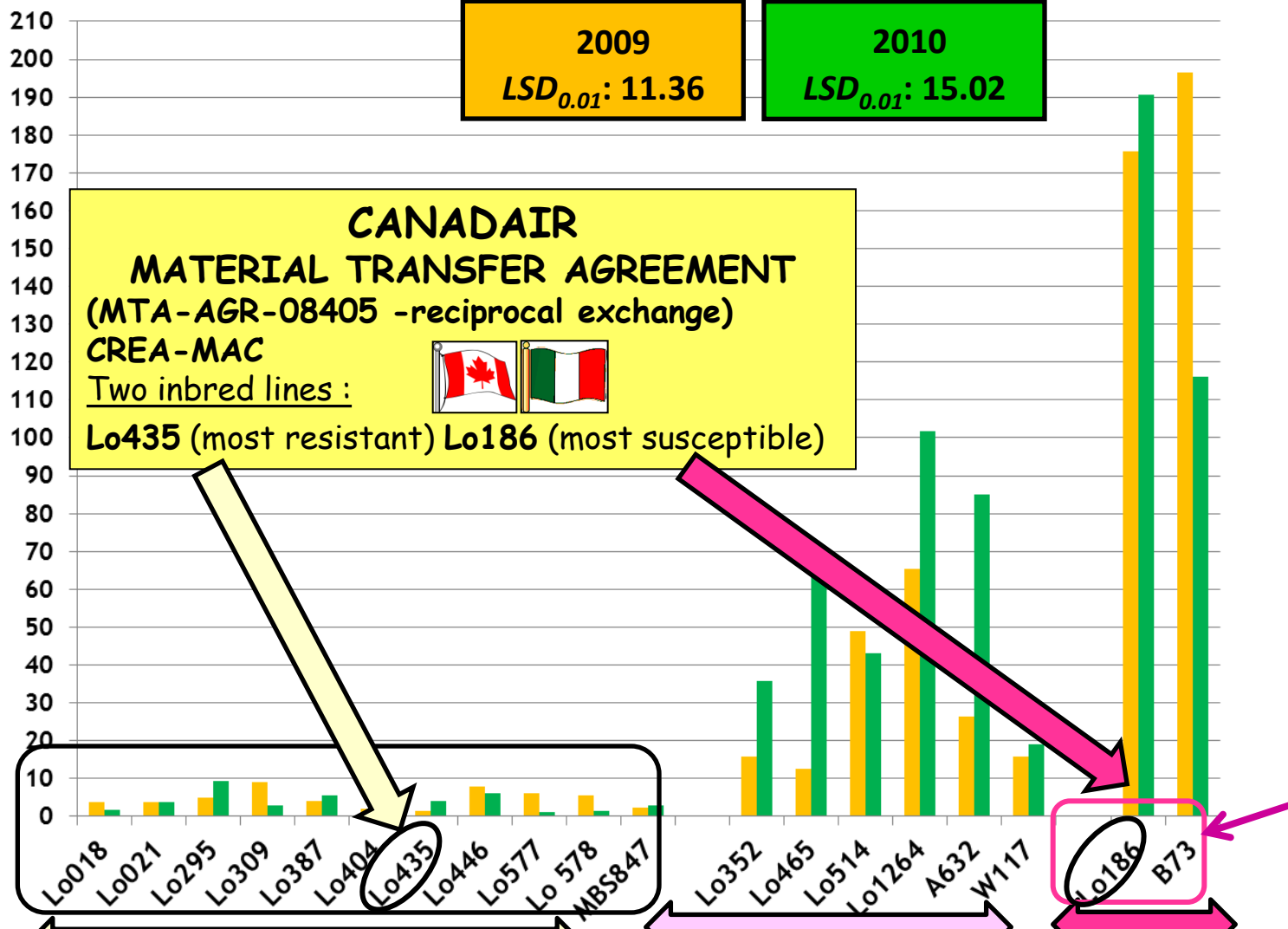
Kernel Inoculation Assay
15-20 Days after mid-silking

MIX ceppi *F.verticillioides*



*Fusarium
verticillioides*

Fumonisin (mg/kg)



BASSO FUM 0-10 mg/kg

**MEDIO
FUM 10-100 mg/kg**

**ALTO
FUM 100-250
mg/kg**

➤ MAIS: DIVERSITA' GENETICA e RESISTENZA a PATOGENI

AAFC-ECORC
AGRICULTURE and
AGRI-FOOD CANADA
Eastern Cereal and
Oilseed Research
Centre, -Ottawa-

CANADA
MAIZE



ITALY
MAIZE

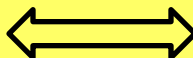
CREA-BERGAMO
- Unità di Ricerca per
la Maiscoltura -
**MAIZE RESEARCH
UNIT**
-Bergamo-

*Fusarium
graminearum*

*Fusarium
verticillioides*

➤ **FOCUS della RICERCA**
IDENTIFICAZIONE di MATERIALI GENETICI
con RESISTENZA ad ENTRAMBI i PATOGENI

MATERIAL TRANSFER AGREEMENT



Twinning CANADAIR Project-

mipAAF
Ministero delle
politiche agricole
alimentari e forestali



COLLEZIONE di GERMOPLASMA di MAIS

Contiene oltre 5000 accessioni



- **LINEE PURE INBRED**

Balconi *et al.*, 2014
PHYTOPATHOLOGIA MEDITERRANEA

- **VARIETA' LOCALI**
- **POPOLAZIONI
SINTETICHE**
- **LINEE PUBBLICHE**
- **STOCKS GENETICI**



•EFFICACIA del METODO di INOCULO

RISULTATI

**MEDIA
13
LINEE PURE**

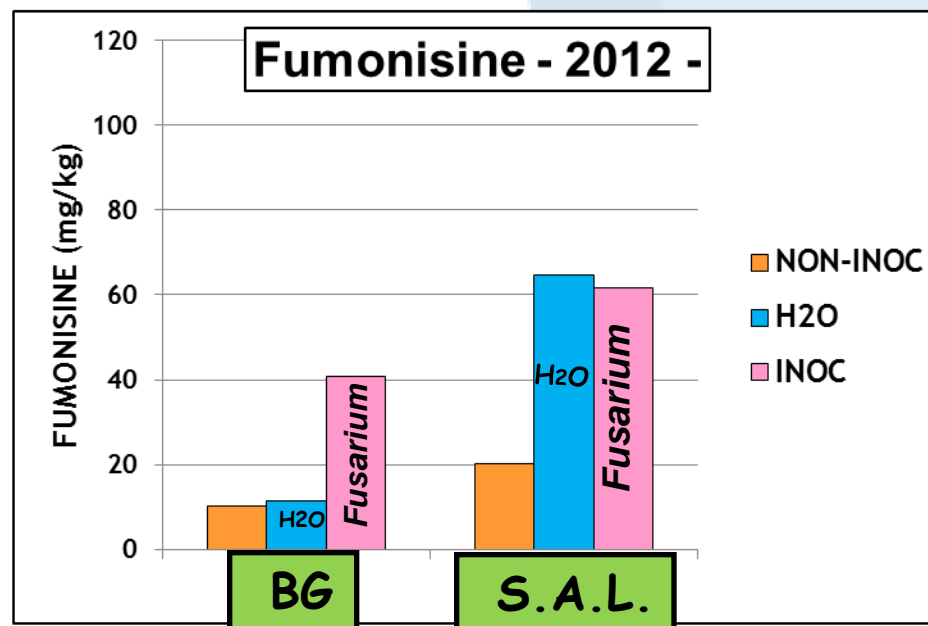
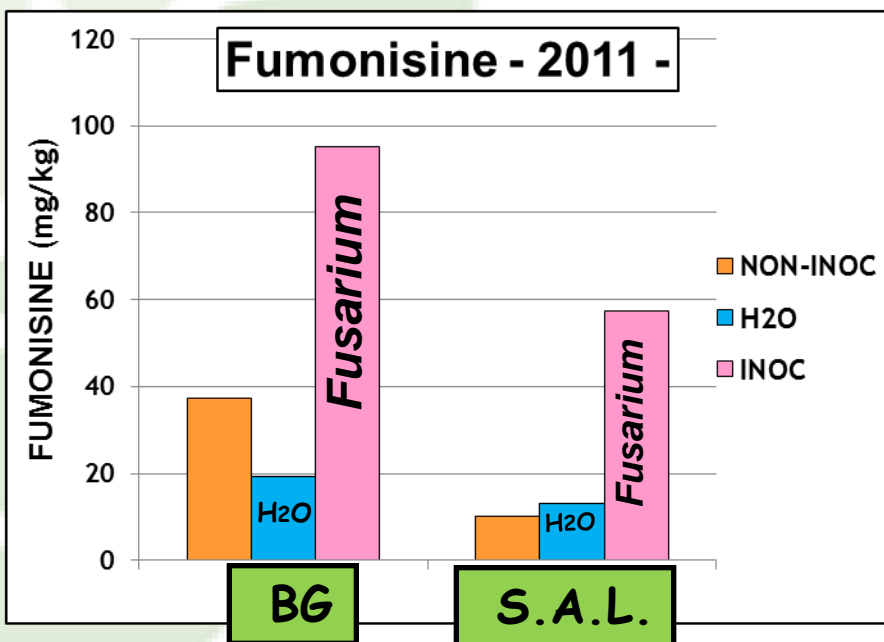


*Fusarium
verticillioides*

*Progetto: MICOPRINCEM
(MiPAAF)

mipaaf
ministero delle
politiche agricole
alimentari e forestali

**PROVE di CAMPO-2 LOCALITA'
BG (Bergamo)
S.A.L. (Sant'Angelo Lodigiano)**



VALUTAZIONE GENOTIPI di MAIS

RISULTATI

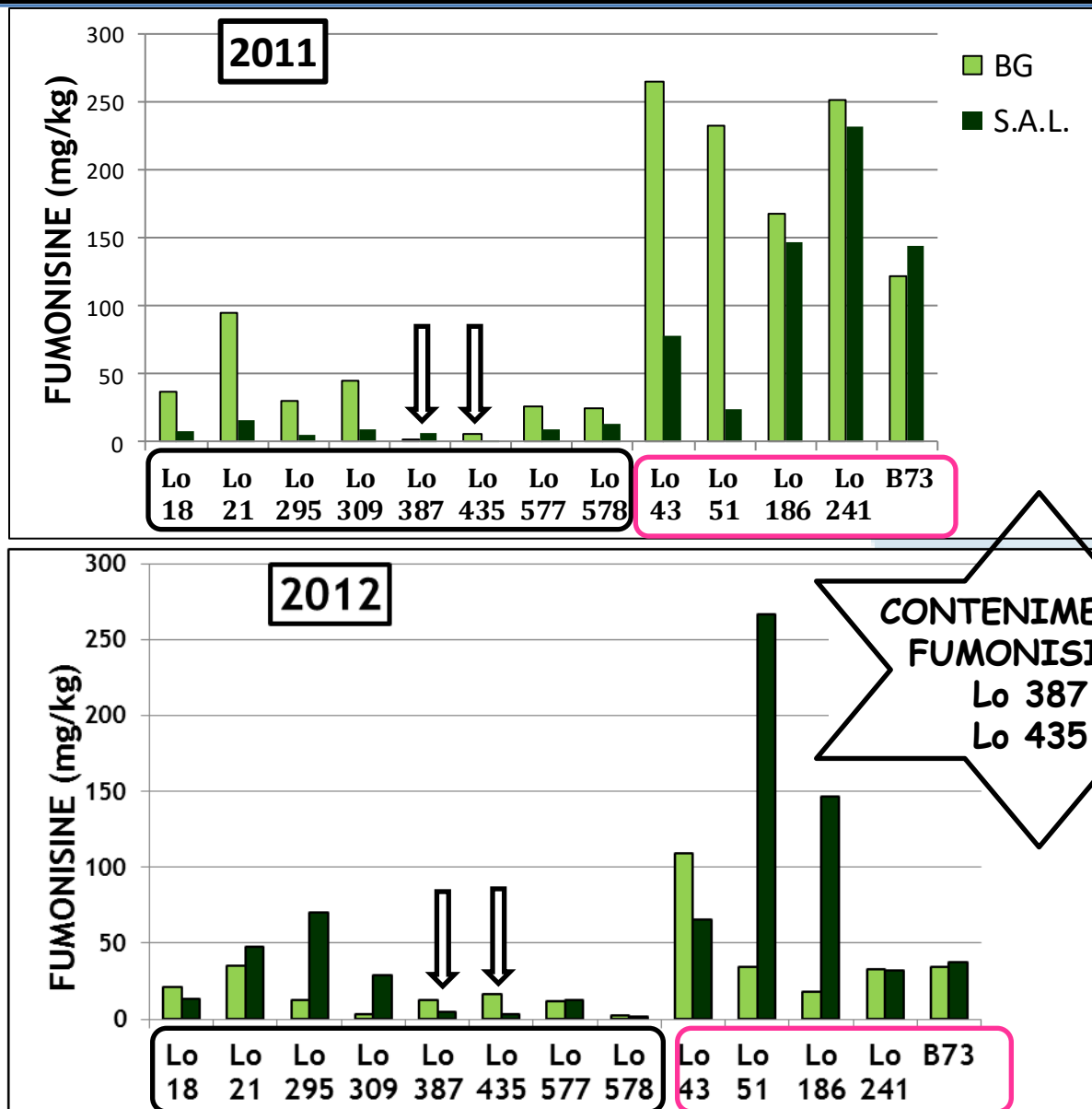
**13
LINEE PURE**



*Fusarium
verticillioides*

**BASSO:
FUM < 10 mg/kg**

**ALTO:
FUM > 100 mg/kg**



➤ MATERIALI

CRA-MAC

- Unità di Ricerca per la Maiscoltura -
-Bergamo-



**COLLEZIONE di GERMOPLASMA
di MAIS**
Contiene oltre 5000 accessioni

- LINEE PURE INBRED
- **VARIETA' LOCALI**
- POPOLAZIONI
SINTETICHE
- LINEE PUBBLICHE
- STOCKS GENETICI



VA 1306



VA 83



VA 1269

•EFFICACIA del METODO di INOCULO

RISULTATI

**MEDIA
27 Varietà
locali**

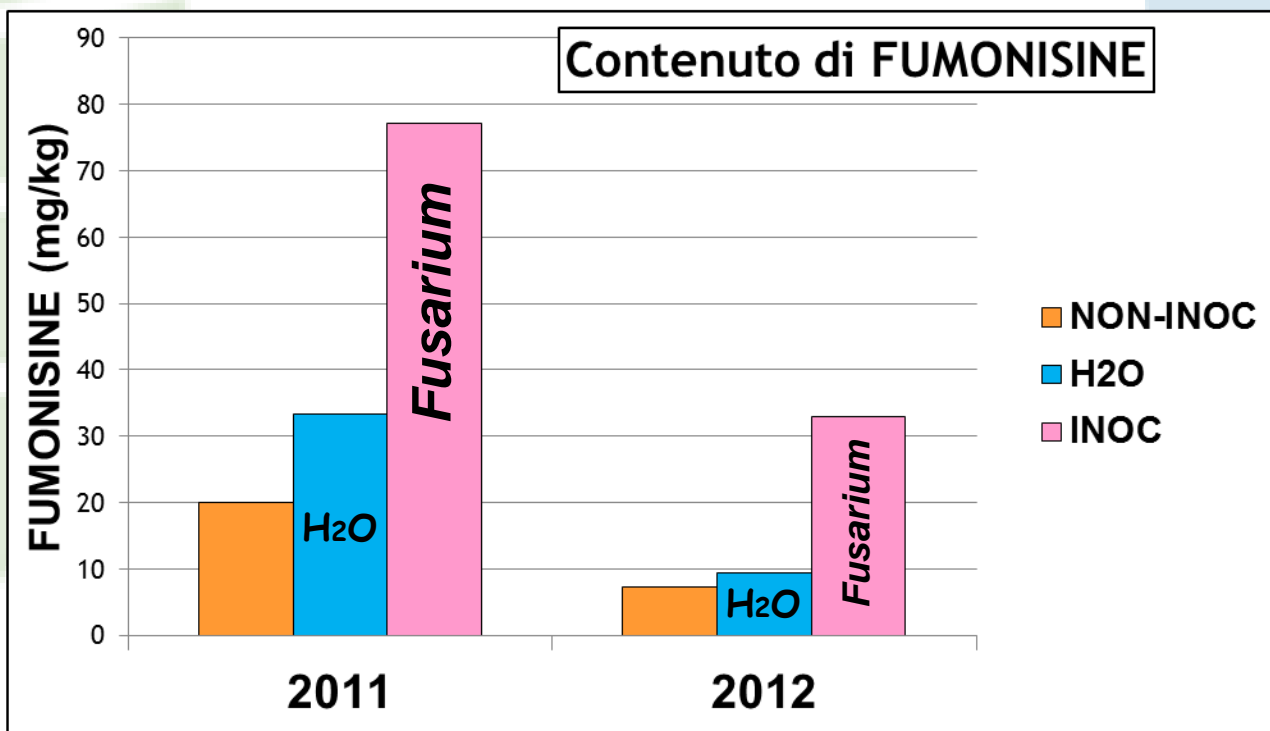


*Fusarium
verticillioides*

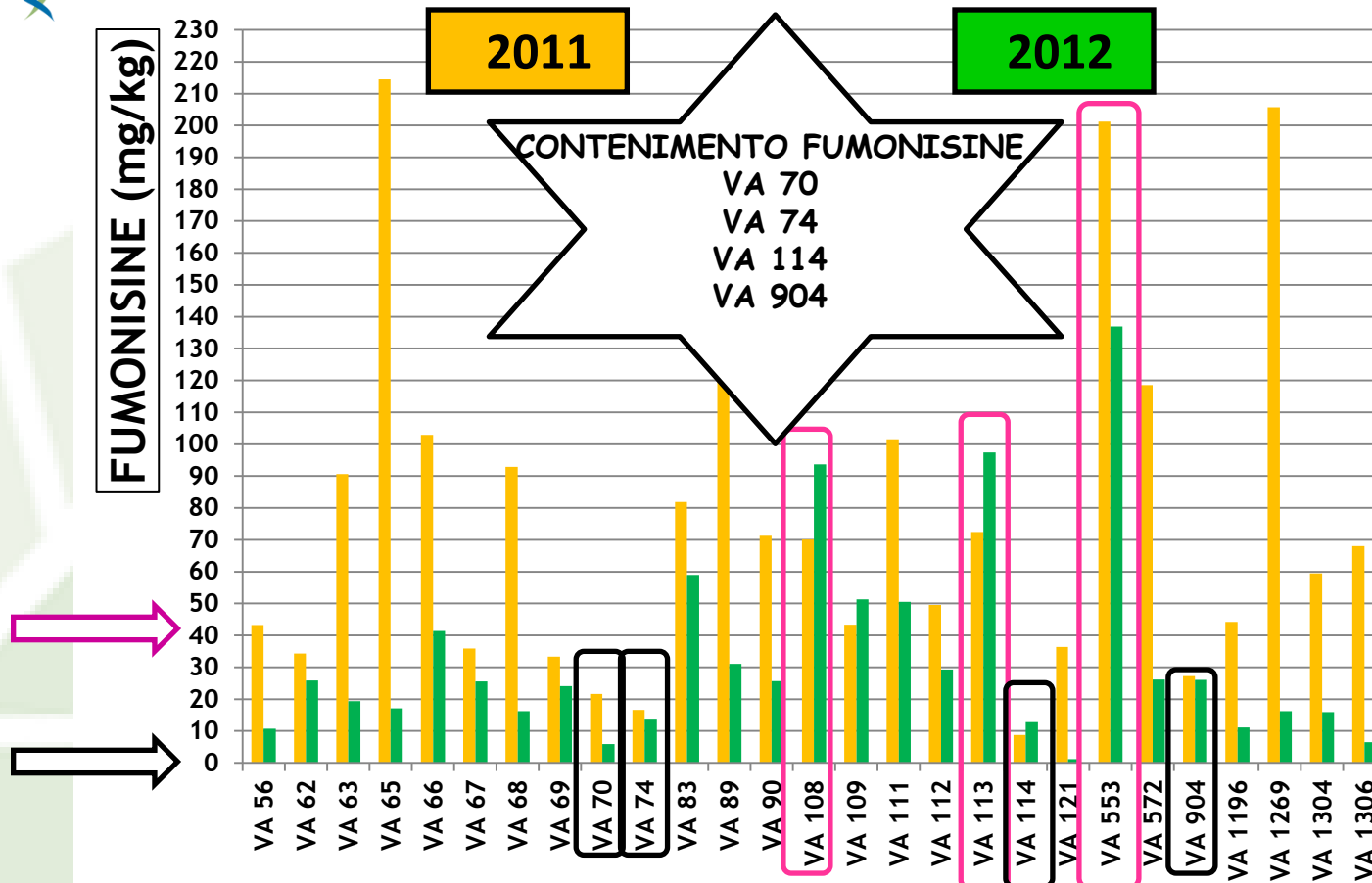
*Progetto: MICOPRINCEM
(MiPAAF)

mipaaf
ministero delle
politiche agricole
alimentari e forestali

**PROVE di CAMPO- BG-
(Bergamo)**



SCREENING GENOTIPI di MAIS



➤ 27
VARIETA'
LOCALI



*Fusarium
verticillioides*

RISULTATI

**LOW FUMONISIN
CONTENT: FUM < 30 mg/kg**

**HIGH FUMONISIN
CONTENT: FUM > 70 mg/kg**

➤ MAIS: SFIDE per PRODUZIONE SOSTENIBILE



➤ STRESS
ABIOTICI

➤ CONSERVARE
L'AMBIENTE

➤ STRESS BIOLOGICI

➤ INSETTI
FITOFAGI

➤ FUNGHI PATOGENI

**VALORIZZAZIONE
RISORSE
MAIDICOLE LOCALI**



➤ PERDITA della
DIVERSITA' GENETICA

BIODIVERSITA'



**Interventi per la valorizzazione
delle risorse genetiche del MAIS
QUALITA' NUTRIZIONALE**



LA RETE NAZIONALE PER LA QUALITA' DEL MAIS ITALIANO

Studio della variabilità genetica e della biodiversità per caratteri legati alla qualità sia nutrizionale che salutistica



Sviluppo di **filiere di produzione a valore aggiunto** nel comparto del mais alimentare, attraverso la costituzione di nuove varietà con superiori caratteristiche qualitative

Studi finalizzati a implementare
Qualità:

- Caratteristiche organolettiche
- Caratteristiche reologiche
- Valorizzazione di varietà locali (ad esempio percorsi slow food)





POLENTA



CORN FLAKES -POPCORN



BIRRA



**Biodiversità
e qualità
nutrizionale**

OLIO



PASTA-BISCOTTI-CRACKERS-GALLETTE



MAIZENA



**COMPOSTI BIOATTIVI
NELLA CARIOSSIDE DI MAIS**



TOCOLI

CAROTENOIDI

ANTIOSSIDANTI

Proprietà:

Proteggono da stress ossidativi

Migliorano stabilità di prodotti alimentari
in fase di lavorazione e conservazione

**Possono contribuire a prevenire e
contrastare alcune forme tumorali**

Biodiversità
e qualità
nutrizionale

FITOSTEROLI

✓ QUALITA' NUTRIZIONALE del MAIS

MAIS per la produzione di PASTA: pregi e difetti

Aspetti positivi:

- ☐ Utilizzo di mais per la preparazione di pasta per persone affette da celiachia data l'assenza di GLUTINE
- ☐ Presenza di **COMPOSTI ANTIOSSIDANTI** che aiutano a prevenire alcune malattie degenerative
- ☐ Selezione di forme particolari di **AMIDO** scarsamente digeribile, da utilizzare nelle formulazioni dietetiche

Aspetti critici:

- ☐ Scarsa qualità della pasta dal punto di vista organolettico (sapore, colore, profumo, consistenza)
- ☐ Sicurezza alimentare: mais soggetto a contaminazione da micotossine



**Biodiversità
e qualità
nutrizionale**



MAIS: QUALITA' ALIMENTARE

Sviluppo di **filiere di produzione a valore aggiunto** nel comparto del mais alimentare, attraverso la costituzione di nuove varietà con superiori caratteristiche qualitative, esplorando la **biodiversità e la variabilità genetica**

Studi finalizzati a implementare :

Qualità:

- Caratteristiche organolettiche
- Caratteristiche reologiche
- Valorizzazione di varietà locali (ad esempio percorsi slow food)



Sostenibilità:

- Aumentata resistenza a **stress biotici** (insetti e patogeni fungini), con conseguente riduzione di trattamenti chimici
- Aumentata resistenza a **stress abiotici** (siccità e riduzione fertilità del suolo)

Sanità (Sicurezza alimentare):

- **Linee Guida per il contenimento delle micotossine**
- Controlli di filiera per i livelli di micotossine.
- Stoccaggio differenziato
(punto nevralgico di valorizzazione di un prodotto di qualità)



CRITICITA' FILIERA MAIDICOLA

**PREREQUISITO INDISPENSABILE per la
QUALIFICAZIONE e VALORIZZAZIONE
della FILIERA MAIDICOLA è la
SICUREZZA delle produzioni sotto il
profilo IGIENICO-SANITARIO con
particolare attenzione alla
CONTAMINAZIONE da MICOTOSSINE**

**PROGETTO RETE QUALITÀ CEREALI PLUS:
RQC-MAIS* (2014-2018)**

mipaaf
ministero delle
politiche agricole
alimentari e forestali

**QUALITA'
MAIS**





WP 0 - Coordinamento

U.O.1: CREA-CI Sede di Bergamo

WP 1. Reti di Qualità Monitoraggio
dei prodotti agricoli e zootecnici e
sanitarie e
speciali

**Documento
LINEE GUIDA CONTROLLO
MICOTOSSINE**

U.O.3: UNIPi Piace



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

WP 3. Modelli predittivi a supporto della
prevenzione delle micotossine in
mais

ATTIVITA' CONDIVISE

Documento

“Linee guida per il controllo delle micotossine nella granella di **mais** e frumento”

sancito in Conferenza Stato-Regioni, seduta del 24.03.2016,
(atto n. 53/CSR del 24.03.2015)
(CSR 1577 P-4.23.2.21 del 01/04/2016)
(www.statoregioni.it cod. 4.18/2016/15)



mipaaf
ministero delle
politiche agricole
alimentari e forestali



A. Reyneri, G. Bruno
Università degli Studi di Torino

C. Balconi, M.G D'Egidio
CREA

Progetti MICOPRINCEM e MONIMAS



Linee guida: scopi e applicazioni

Riassumere con finalità operative, i punti critici e gli interventi utili per ridurre la probabilità di elevate contaminazioni da micotossine.

Fase di campo

➤ Percorsi produttivi

➤ Misure

➤ Esposizione al rischio

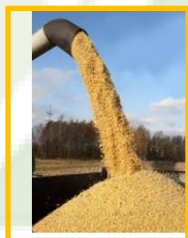
Fase post raccolta

➤ Processi conservazione

➤ Misure

➤ Esposizione al rischio

Sono uno strumento per orientare le filiere e promuovere gli investimenti



- a) Misure di gestione e controllo:** elenca e descrive le misure evidenziando la motivazione del rischio e le condizioni di criticità, l'efficacia e, infine, le strategie e le azioni di controllo;
- b) Percorsi produttivi:** elenca cronologicamente le strategie e le azioni di controllo durante il ciclo colturale, evidenziando le interazioni e la sequenza delle pratiche da porre in atto;
- c) Esposizione (livello) al rischio:** evidenzia il probabile livello di rischio a seguito di definite condizioni agronomiche;
- d) App per smartphone e PC:** permette la consultazione rapida in «ogni» condizione e un immediato aggiornamento



Efficacia della misura

Commento

Molto elevata

Misura della massima importanza per la sistematicità degli effetti 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, ma comunque di effetto ridotto sulla contaminazione.



Es. Mais: aflatoossine

- Agrotecnica
- Motivazione rischio e condizione di criticità
- Efficacia della misura
- Strategie e azioni di controllo

La valutazione delle singole misure non tiene conto dell'effetto sinergico/combinato tra le stesse che determina l'esposizione al rischio e le opportune strategie colturali

AFLATOSSINE Coltivazione e raccolta			
Agrotecnica	Motivazione del rischio e condizioni di criticità	Efficacia nel controllo della contaminazione	Strategie e azioni per il controllo
Gestione della coltura	Gli stress di natura biotica (competizione con le malerbe, presenza di fitofaghi) e abiotica e in particolare gli stress idrici in fioritura e quindi nella seconda parte della maturazione aumentano in modo molto rilevante le probabilità di incorrere in un'elevata contaminazione. Posizionare la maturazione in modo che la seconda parte della maturazione non coincida con elevate temperature	Molto elevata	Contenere gli stress alla pianta, in particolare quello idrico con una gestione agronomica accurata. Scelta opportuna del ciclo dell'ibrido in relazione ai probabili stress.
Concilia della semente	La concia fungicida non incide in modo apprezzabile la contaminazione.	Bassa	-
Difesa insetticida della piantula	Attacchi di elateridi (verretti) 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	Bassa	In caso di probabili attacchi di diabrotica (monosuccessione e catture elevate nell'anno precedente) impiegare geodisinfestanti alla semina
Gestione dei residui colturali	I residui colturali contengono spore vitali e fungono da substrato per la contaminazione, infezione e per la seguente produzione di tossine del raccolto successivo. Predispongono quindi una maggiore presenza di inoculo la monosuccessione di mais granello, e attuazione della semina diretta e la minima lavorazione in presenza di abbondanti residui.	Significativa	Asporto dei residui o interrimento degli stessi.
Avvicendamento	L'avvicendamento con altre colture che rilasciano pochi residui e il loro completo interrimento consentono un miglior controllo sullo sviluppo di funghi e dunque della produzione di tossine. L'avvicendamento colturale non consente alle larve di diabrotica di trovare radici di mais per alimentarsi e abbate per un alcuni anni la popolazione larvale.	Significativa	Attuazione di avvicendamento con colture che rilasciano pochi residui; maggiori rischi in monosuccessione di mais granello
Scelta ibrido	La fioritura è la fase in cui è più probabile la contaminazione della spiga; le altre temperature favoriscono la crescita della muffa e la sintesi delle aflatoossine.	Significativa	In ambienti asciutti impiego di ibridi a ciclo adeguatamente breve in grado di fiorire prima del probabile periodo di massime temperature. Orientarsi verso ibridi stress tolleranti.
Epoca di semina	La fioritura è la fase in cui è più probabile la contaminazione della spiga; le alte temperature nella seconda parte della maturazione favoriscono la crescita della muffa e la sintesi delle aflatoossine	Significativa	La semina tempestiva appena il terreno presenta T ₂ 10°C permette spesso di evitare la coincidenza della fioritura con le
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, tali quindi da favorire un ambiente idoneo allo sviluppo della muffa tossigena.	Significativa	In coltura asciutta o con limitati apporti idrici attenersi alle densità colturali di riferimento dell'ibrido o ridurre del 20%
Controllo infestanti	Le malerbe competono con la coltura per l'acqua e gli elementi nutritivi, aumentando la probabilità e l'entità degli stress	Bassa	Accurato e tempestivo diserbo in pre o post emergenza, meglio se integrato con il controllo meccanico sull'interfila
Irrigazione	Lo stress idrico predispone agli attacchi di <i>Aspergillus flavus</i> . Una ridotta traspirazione infatti determina un aumento della temperatura dei tessuti favorendo la crescita di questa muffa termofila. Particolarmente critico è lo stress idrico alla fioritura e alla maturazione della granello.	Molto elevata	Irrigare sulla base di valutazioni delle effettive esigenze idriche della coltura in rapporto all'andamento della evapotraspirazione e pluviometrico (bilancio idrico). Attuare l'irrigazione se le temperature sono elevate anche nelle fasi avanzate del ciclo colturale.
Fertilizzazione fosfo-potassica	Una nutrizione squilibrata rende più suscettibile la pianta ad attacchi parassitari e fungini e possono favorire lo sviluppo dell' <i>Aspergillus</i> . Inoltre Carenze di fosforo inducono un rallentamento dello sviluppo nella prima parte del ciclo e quindi un ritardo della maturazione.	Bassa	Concimazione fosfo-azotata localizzata alla semina. Apporti di potassio in relazione alla dotazione del suolo e comunque secondo un bilancio dell'elemento.
Fertilizzazione azotata	Carenze di azoto causano frequentemente stentato sviluppo della coltura predisponendola agli attacchi dei funghi tossigeni e l'accumulo di aflatoossine. Carenze di questo elemento si manifestano spesso in un calo delle rese e quindi in un proporzionale aumento della concentrazione della tossina.	Significativa	Apporti di azoto tempestivi ed equilibrati risultano essere il miglior compromesso per contenere lo sviluppo delle muffe.
Trattamenti insetticidi	L'attacco delle larve di piralide del mais (<i>Ostrinia nubilalis</i>) e di altri minatori non è causa diretta di sviluppo di funghi, ma <i>A. flavus</i> cresce più rapidamente in cariossidi danneggiate da erosioni perché più esposte alla penetrazione del micelio. Inoltre, le piante soggette ad infestazioni e sotto stress possono poi indurre una maggiore sintesi di tossine al fungo. L'attacco delle larve di diabrotica (<i>Diabrotica virgifera virgifera</i>) danneggiando l'apparato radicale espongono la pianta a maggiori	Elevata	Pirale: In caso di probabile forte infestazione trattare con insetticidi contro le larve di seconda generazione. Il trattamento è efficace dal momento in cui le catture degli adulti della prima generazione diventano costanti. Diabrotica:

b) Percorsi produttivi

AFLATOSSINE del Mais



Agrotecnica e stadio culturale		Strategie e azioni per il controllo
Scelta ibrido, avvicendamento, lavorazione del suolo		Scelta opportuna del ciclo dell'ibrido in relazione ai probabili stress. Privilegiare gli avvicendamenti dopo una coltura che lascia pochi residui. Interrare i residui culturali con le lavorazioni.
Semina		Attuare una semina primaverile tempestiva con investimenti contenuti in caso di probabili stress idrici. Applicare concime fosfo-potassico localizzato. In caso di probabili attacchi da ferretto e diabrotica (se in monosuccessione) impiegare geodisinfestanti alla semina.
Insedimento (3-6 foglie)		Curare un adeguato diserbo. Intervenire tempestivamente con le concimazioni azotate in copertura e procedere con una sarchiatura/rincalzatura.
Pre levata (7-10 foglie)		Completare la concimazione azotata in copertura evitando apporti carenti. Possibile distribuzione del fungicida per la difesa della foglia.
Fioritura		Evitare stress idrici fornendo apporti idrici adeguati. Possibile distribuzione del fungicida per la difesa della foglia. Terminata la fioritura si apre la finestra utile per il trattamento insetticida contro la piralide. Per le seconde semine intervenire contro la piralide.
Maturazione latte e cerosa		Per le fioriture precoci alla maturazione latte si chiude la finestra utile per il trattamento insetticida contro la piralide. Evitare stress idrici fornendo apporti idrici adeguati.
Maturazione		In ambienti soggetti a ricorrenti contaminazioni da aflatoossine e in annate a rischio la raccolta deve essere effettuata 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

L' esame di percorsi produttivi, conduce ad una diversa esposizione al rischio, cioè ad una diversa **probabilità di frequenza e gravità della contaminazione**: 8 livelli crescenti di rischio probabile

Livello di rischio	Descrizione	
	Probabile contaminazione ⁽¹⁾	Condizioni ambientali avverse ⁽²⁾
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	Elevato	Nella maggior parte delle annate
6	Molto elevato	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

Avvertenza: l'effettiva contaminazione finale è influenzata dall'andamento meteorologico

Mais Aflatossine

Esposizione al rischio

Attenzione alla
protezione con
biocompetitori :
**Ceppi atossigeni
di A. flavus**

Stress		Umidità di raccolta	Trattamento piralide	Livello di rischio
Idrico	Nutrizionale			
Irriguo	No	> 26	miscela	1
			piretroide	1
			no	2
		< 22	miscela	3
			piretroide	3
			no	4
	Si	> 26	miscela	2
			piretroide	2
			no	3
		< 22	miscela	4
			piretroide	4
			no	5
Asciutto	No	> 26	miscela	5
			piretroide	5
			no	6
		< 22	miscela	6
			piretroide	6
			no	7
	Si	> 26	miscela	6
			piretroide	6
			no	7
		< 22	miscela	7
			piretroide	7
			no	7

1. Linee guida per il controllo delle micotossine
2. Application per smartphone e PC
3. Applicazione delle linee guida
4. Contesto, azioni e prospettive



<http://www.meccolt.unito.it/micotossine/index.html>

Informazioni

Informazioni

Questa web mobile app è stata creata da:

- Dott. Alessandro Sopegno - DISAFA
- Dott.ssa Patrizia Busato - DISAFA
- Prof. Remigio Berruto - DISAFA

I contenuti sono stati elaborati da:

- Prof. Amedeo Reyneri - DISAFA
- Dott. Giampaolo Bruno - DISAFA
- Dott.ssa Carlotta Balconi - CRA – MAC Bergamo
- Dott.ssa Maria Grazia d'Egidio - CRA – QCE Roma



© DISAFA - 2015



VALUTAZIONE RISCHIO MICOTOX

FRUMENTO MAIS

MAIS: ALFA, DON E FUM

CRA
CONSIGLIO PER LA RICERCA
E LA SPERIMENTAZIONE
IN AGRICOLTURA

mipaaf
ministero delle
politiche agricole
alimentari e forestali

Inserisci i tuoi dati:

Quando è avvenuta la semina?

tempestiva (15 Marzo, 10 Aprile)

E' stata effettuata la concimazione localizzata alla semina?

si (fosforo, azoto)

Qual è l'umidità di raccolta della granello (%)?

scegli la tua opzione

precoce

intermedio

tardivo

Qual è la durata del ciclo dell'ibrido?

www.meccolt.unito.it/micotossine/index.html#

© DISAFA - 2015



VALUTAZIONE RISCHIO MICOTOX

FRUMENTO MAIS

Qual è l'umidità di raccolta della granella (%)?

> 26

Qual è la durata del ciclo dell'ibrido?

Viene praticata l'irrigazione?

La coltura ha patito stress nutrizionali?

E' stato eseguito il trattamento anti-piramide?

miscela (piretroide + antanilammide o oxadiazine)

Livello di rischio atteso

Rischio DON	Rischio ALFA	Rischio FUM
7	6	4
(grave)	(molto elevato)	(medio)

OK

CALCOLA RISCHIO

© DISAFA - 2015

SINTESI

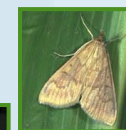
OPZIONI SOSTENIBILI per un MAIS di QUALITA':

- **STRESS ABIOTICI:** es. perdita di fertilità del terreno;
strategie innovative di recupero (piante fertilizzanti;
residuo colturale-economia circolare; agricoltura di precisione)
- **STRESS BIOTICI:** es. insetti fitofagi e funghi micotossigeni;
strategie di **VALORIZZAZIONE RISORSE GENETICHE** per:
 - ❖ RESISTENZA a FUNGHI MICOTOSSIGENI
 - ❖ RIDUZIONE CONTENUTO MICOTOSSINE
- **BIODIVERSITA' per VALORIZZARE la QUALITA' NUTRIZIONALE
e IGIENICO-SANITARIA**

➤ MAIS e sicurezza alimentare:

Linee guida per il controllo delle MICOTOSSINE

- Strategie di controllo durante la coltivazione e la raccolta
- Strategie di controllo durante la conservazione
- Percorsi produttivi ottimali per il contenimento delle micotossine
- Definizione del livello di rischio (perdita produttiva e/o qualitativa)



Diffusione della coltivazione del mais nel mondo

MESSICO

**MITI del MAIS
nelle AMERICHE
PRECOLOMBIANE**

■ Area d'origine ■ Aree di coltivazione



BIODIVERSITA':

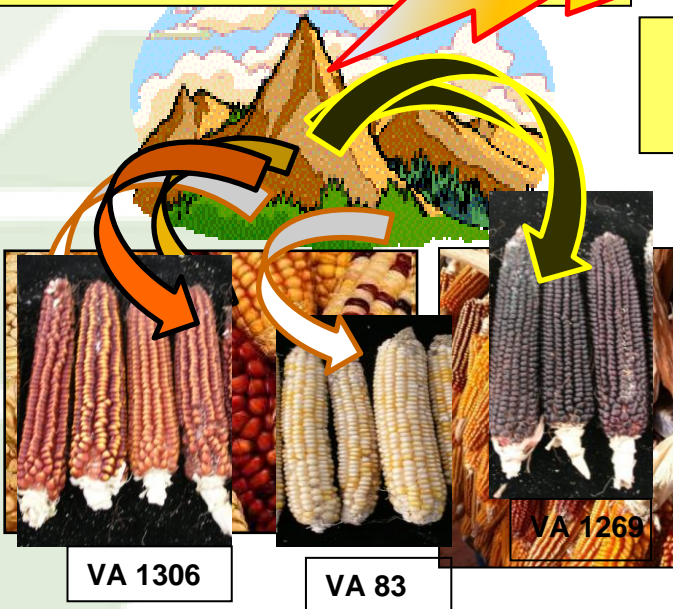
**MAIS racchiuso in una
MONTAGNA viene liberato
con un FULMINE
da una DIVINITA'**

**L'UMANITA' viene
creata dal MAIS**



*Las antiguas
historias del Quiché,
Fondo de Cultura
Económica, Città del
Messico, 1947.*

Creazione degli uomini di mahiz



VA 1306

VA 83

VA 1269

**MAIS:
SFIDE PER CONTRASTARE
LA PERDITA DI QUALITA'**

**GRAZIE MILLE
PER LA VOSTRA
ATTENZIONE!!!**

carlotta.balconi@crea.gov.it

**Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali
Sede di Bergamo**

