



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

Granturco Rosso di Rasora progetto di recupero RICOLMA

Ph.D. Lorenzo Stagnati

Castiglione dei Pepoli
20/10/2019

Ricupero, Caratterizzazione, COLtivazione del Mais Antico (RICOLMA)

Aziende coinvolte

Tenuta Utini Società Agricola

Società Agricola Ferri e Romagnani

Catti Marco

Marzocchi Arianna

Azienda agricola Demetra di Giansoldati Luciano

Scotti Roberto

Azienda Agricola Poderone di Benilli Lorenzina

Chinosi Maria Luisa

Enti di ricerca



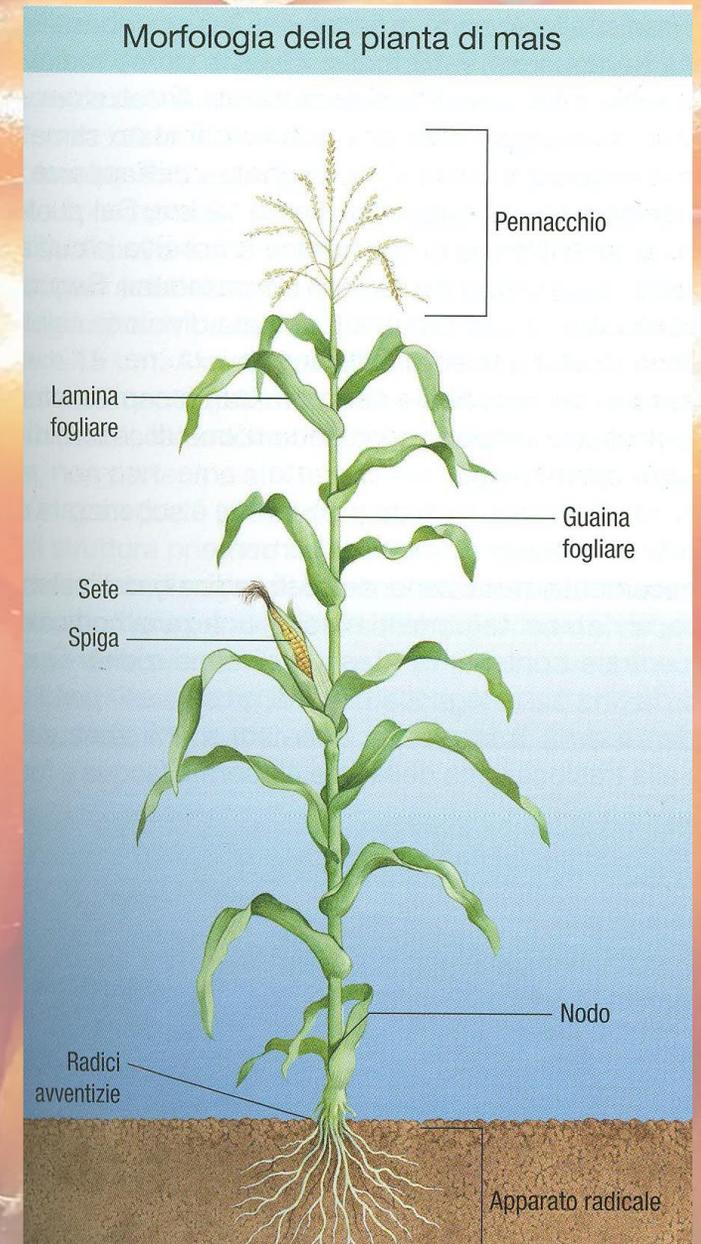
UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore



UNIVERSITÀ
DI PAVIA

Botanica e morfologia

- Apparato radicale: **fascicolato** con radici avventizie a trampolo emesse ai primi nodi fuori terra.
- Fusto: detto **stocco**, composto da nodi e internodi pieni, altezza 0,4-7 m.
- Polloni: generalmente indesiderati e improduttivi nei mais da granella, presenti e produttivi in alcune varietà da popcorn e mais dolce.
- Foglie: parallelinervie, composte da guaina, ligula, e lamina. In numero variabile da 8-18.

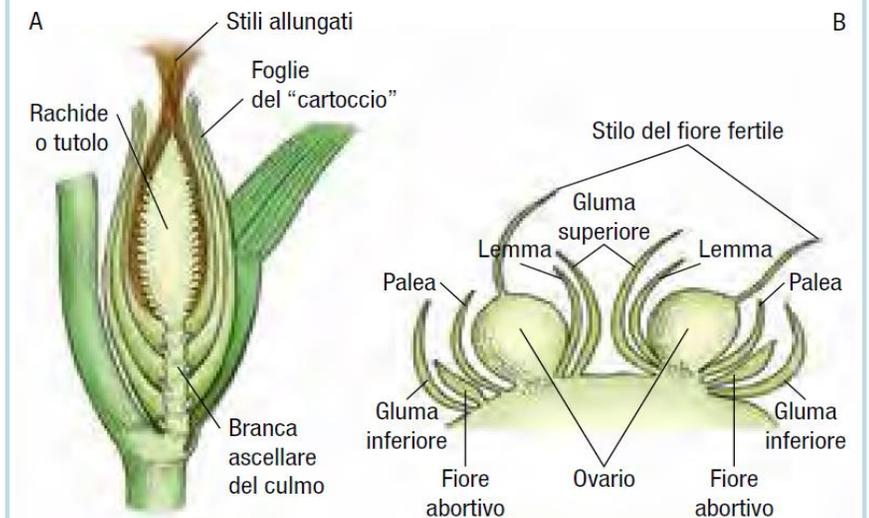


Botanica e morfologia

- Infiorescenza maschile: all'apice della pianta, infiorescenza a **pannocchia**. Costituita da numerose spiglette portate a coppie. Ogni coppia ha una spigletta sessile e una pedunculata. Ogni spigletta contiene 2 fiori maschili con 3 stami ciascuno.
- Infiorescenza femminile: è una **spiga o spadice** posta all'ascella di una foglia mediana.
- La spiga è circondata da **brattee** (foglie modificate) che formano il cartoccio.
- Una pianta può produrre più spighe, solitamente solo quella posta più in alto si sviluppa completamente.
- La spiga porta le spiglette femminili in «file», dette **ranghi**, ordinate e sempre di numero pari.
- Ogni spigletta contiene 2 fiori di cui solo uno è fertile.
- Il fiore fertile è sormontato da un lungo stilo-stigma detto **seta**.



Schema di infiorescenza femminile (A) e di una coppia di spiglette (B)



Botanica e morfologia

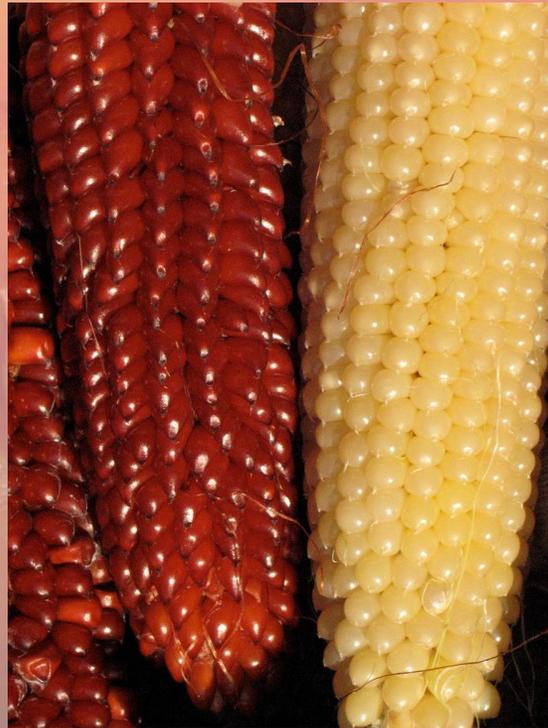
- La spiga porta i frutti-seme: cariossidi
- Le varie tipologie di mais sono identificate in base al tipo di cariosside



Z. mays tunicata
Mais vestito



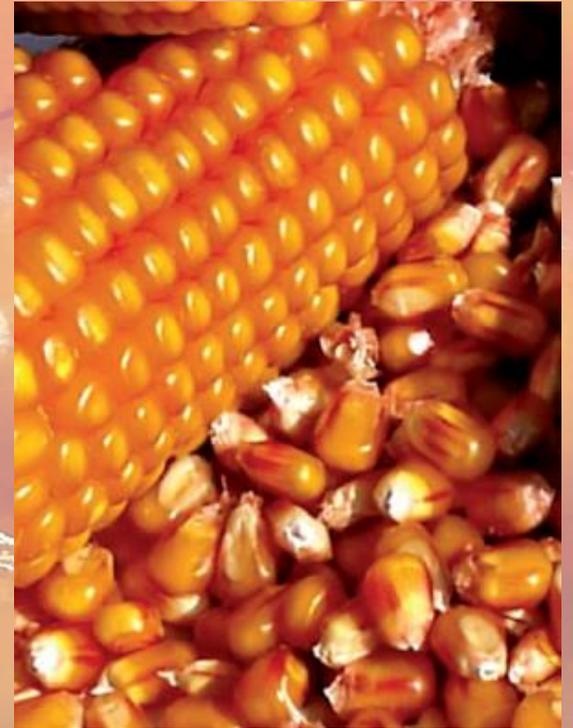
Z. mays indentata
Mais dentato



Z. mays everta
Mais da popcorn



Z. mays saccharata
Mais dolce



Z. mays indurata
Mais vitreo

Origine del mais

- Il mais appartiene alla famiglia delle Poaceae (Graminaceae)
- Mais non esiste allo stato spontaneo
- Nel genere *Zea* vi sono due sezioni: Luxuriantes (*Z. diploperennis*, *Z. perennis*, *Z. mexicana*, *Z. luxurians*, *Z. nicaraguensis*) e *Zea* (*Z. mays*)
- *Z. mays* è un complesso di specie:
 - *Z. mays huehuetenangensis*
 - *Z. mays mexicana*
 - *Z. mays parviglumis*
 - *Z. mays mays*

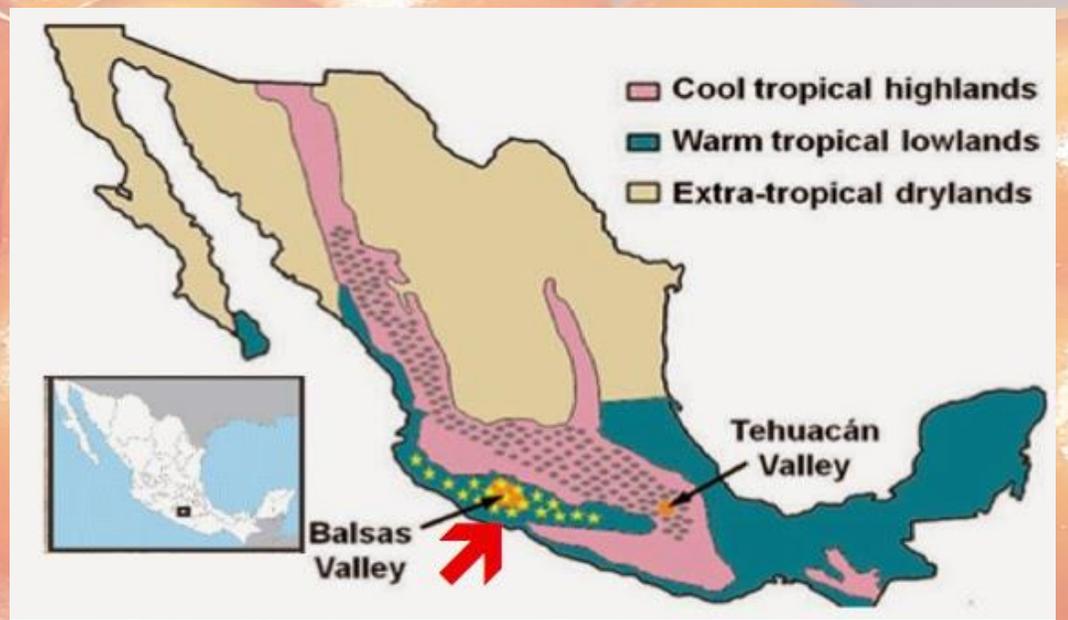
TEOSINTE

MAIS



Origine del mais

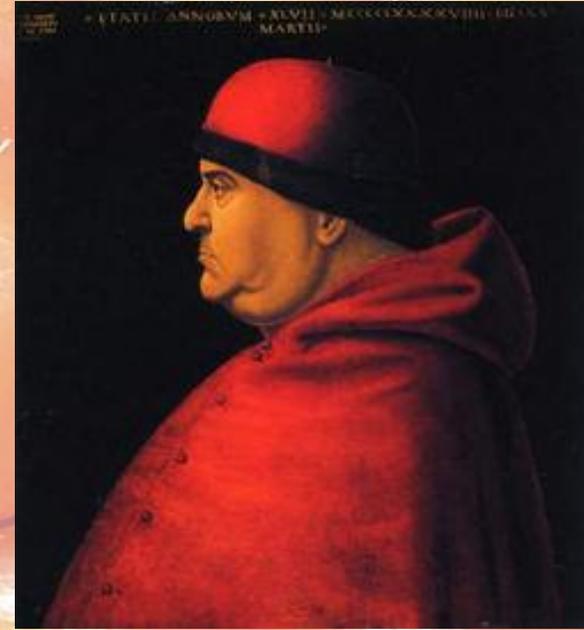
- Mais e teosinte sono citologicamente indistinguibili.
- Grande diversità a livello di spiga
- *Z. mays parviglumis* è il progenitore del mais.
- 5 major mutations cambiarono il teosinte in mais.
- Un singolo evento di domesticazione avvenuto 9000 anni fa.



L'arrivo in Europa

Il **13 Novembre 1493** Pietro Martire d'Anghiera scrive al cardinale Sforza: *«Fanno pane con poca differenza di un certo grano farinoso....i grani sono mirabilmente disposti per natura: per forma e dimensioni somigliano al cece. Immaturi sono bianchi: quando maturano divengono molto neri; macinati sono più bianchi della neve. A questo tipo di grano danno nome di mais.»*

Il **29 Aprile 1494** Pietro Martire d'Anghiera scrive al cardinale Sforza: *«Se ti interessa, Principe illustrissimo, assaggiare il grano...ti invio sementi di tutte le speci. Ancora, il portatore, ti darà in mio nome certi grani bianchi e neri del grano con il quale fanno il pane (maiz).»*



In un'altra lettera...*il grano del maiz è molto somigliante al nostro panico di Lombardia, ma ha la dimensione di un cece.*

Quando Colombo esplora le Antille (12/10/1492-16/01/1493) vede delle coltivazioni di mais in vegetazione e in fioritura maschile. Non essendo esperto assimilò la pianta al panizo (sorgo) che era molto diffuso in Lombardia.

I botanici rinascimentali cercarono di classificare il granoturco secondo le opere classiche greche e latine. Si propose *Triticum turcicum* (denominazione esotica). Affermata la differenza con il panizo si diffonde la denominazione grano turco a indicare un grano esotico di regioni calde in un'epoca che identificava nel Turco lo straniero proveniente da regioni meridionali.

Ma cosa arriva....?

- Piccoli e grandi campioni di mais tropicali
- Invio di campioni per studiosi (qualsiasi tipo e provenienza)
- Avanzi delle provviste del viaggio di ritorno (vitrei delle zone costiere)
- Dal XVII secolo arrivano i mais delle zone centro-settentrionali
- XVII secolo Carlo III sblocca le rotte atlantiche, arrivano i mais del Sudamerica
- 1800- inizio 1900: interesse per i mais degli USA



Origine del germoplasma maidicolo italiano

VI. – I granoturchi italiani.

I granoturchi coltivati in Italia sono, nella quasi generalità dei casi, originari dall'America Meridionale e Centrale e appartengono ad un sotto-gruppo speciale dei granoturchi cristallini, detto dei *Flint tropicali*.

Come abbiamo detto più sopra essi hanno una consistenza che spesso si avvicina, fra due estremi, a quella dei granoturchi da far scoppiare e talvolta a quella dei granoturchi teneri; hanno seme quasi sempre tondeggiante e un maggior numero di file di cariossidi sulla pannocchia (da 12 a 18 in media). Non mancano però anche da noi i tipi a poche file (8-12) e a seme largo a ventaglio, come nei veri granoturchi *Flint* o cristallini.

Così noi abbiamo pure dei granoturchi a seme lungo « scaglioli » o « pignoli » i quali sono intermedi fra i nostri comuni granoturchi e quelli a dente di cavallo: questi granoturchi spesso presentano la *indentazione* già bene ac-

8. — T. V. ZAPPAROLI, *Il granoturco*.

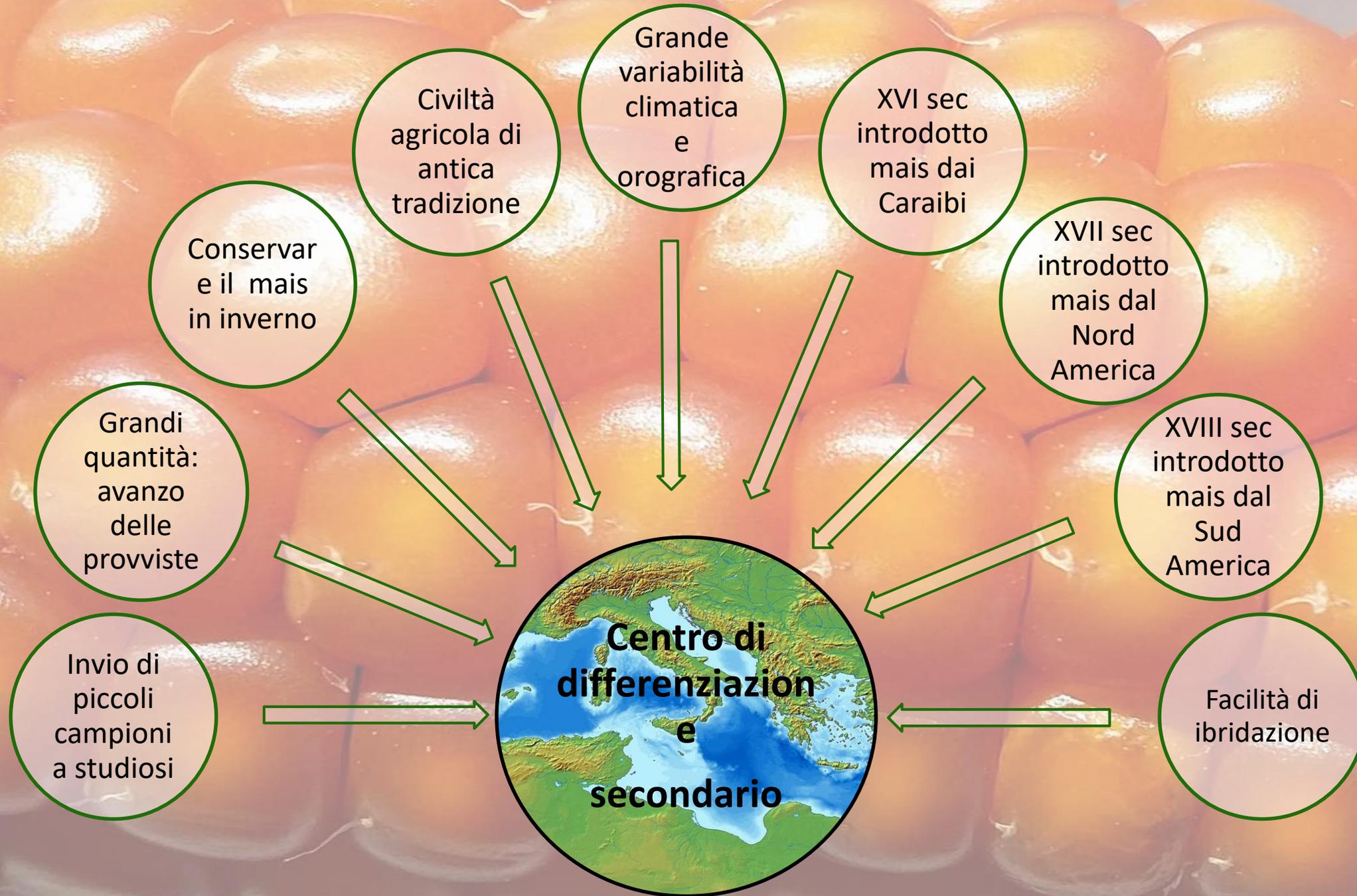
- Tra i più ampi disponibili, introdotto direttamente dal Nuovo mondo o dalla Spagna;
- Coltivato in Italia dal 1530-40 (Napoli) e 1554 Polesine-Veronese e nel 1649 Milano dispone il commercio del mais durante la carenza di altri grani;
- Con la carestia 1677-78 la coltura si diffonde in Lombardia.
- In Emilia Romagna il mais arriva nel XVII secolo: 1636 a Bologna, citato come specie ortiva, 1696 Imola.

— 114 —

cennata o almeno ne mostrano la traccia in una macchia opaca sulla corona, dovuta alla presenza di amido farinoso sotto il pericarpio della corona invece che intorno al germe: probabilmente essi sono derivati dall'incrocio dei nostri tipi comuni a seme rotondo con qualche tipo a dente di cavallo.

I nostri granoturchi sono di svariatissimo aspetto, sia in pianta, sia in pannocchia, sia anche sgranati. Pure diversissima è la lunghezza del ciclo vegetativo, come anche lo sviluppo generale delle piante.

Germoplasma
essenzialmente vitreo o
semiviteo



Storia delle varietà italiane



Gli agricoltori moltiplicano il germoplasma più soddisfacente



1800: gli agronomi si interessano di analizzare e proporre le varietà regionali



1920-1945 circa selezione migliorativa entro le varietà tradizionali e costituzione di varietà sintetiche



Le linee selezionate dai mais italiani davano poco vantaggio eterotico



Nel dopoguerra gli ibridi americani cambiano profondamente la maiscoltura italiana



Nel 1954 collezione di 565 campioni di varietà tradizionali in tutta Italia: 11 gruppi in base a spiga-granella

Classificazione delle varietà italiane

Storica (Zapparoli, 1930)

- Maggengi (170-180 gg)
- Agostani (140-150 gg)
- Agostanelli (agostani precoci)
- Cinquantini (110-120 gg) [di I° tra cui i nani precoci e di II°]
- Quarantini: confusi coi cinquantini, stagione corta o consociati alle colture arboree

Brandolini e Brandolini, 2006

Individuano 65 agroecotipi, 9 complessi razziali

- Ottofile vitrei e dericati
- Conici vitrrei e derivati
- Cilindrici meridionali tradivi
- Cilindrici meridionali ciclo medio
- Nani precocissimi
- Microsperma vitrei
- Padani mediotardivi
- Bianco perla
- Dentati

Il grande campionamento del 1954

- Fenaroli era impegnato nell'introduzione dei mais ibridi dagli USA
- Brandolini propone di fare il campionamento delle varietà locali
- Vengono coinvolti gli Ispettorati Provinciali dell'Agricoltura
- 565 campioni provenienti da tutta Italia



Aureliano Brandolini e Luigi Fenaroli (1956)

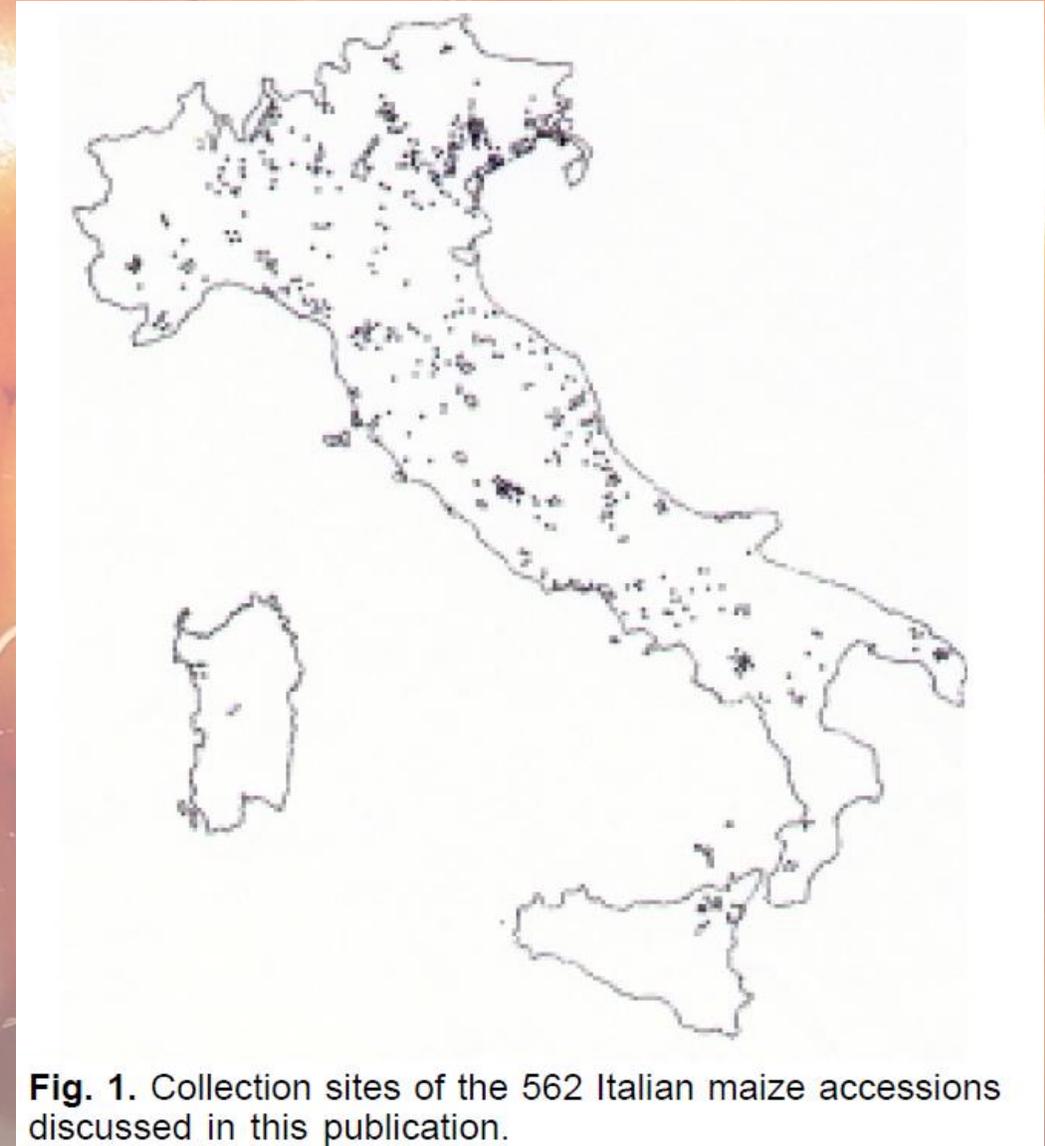


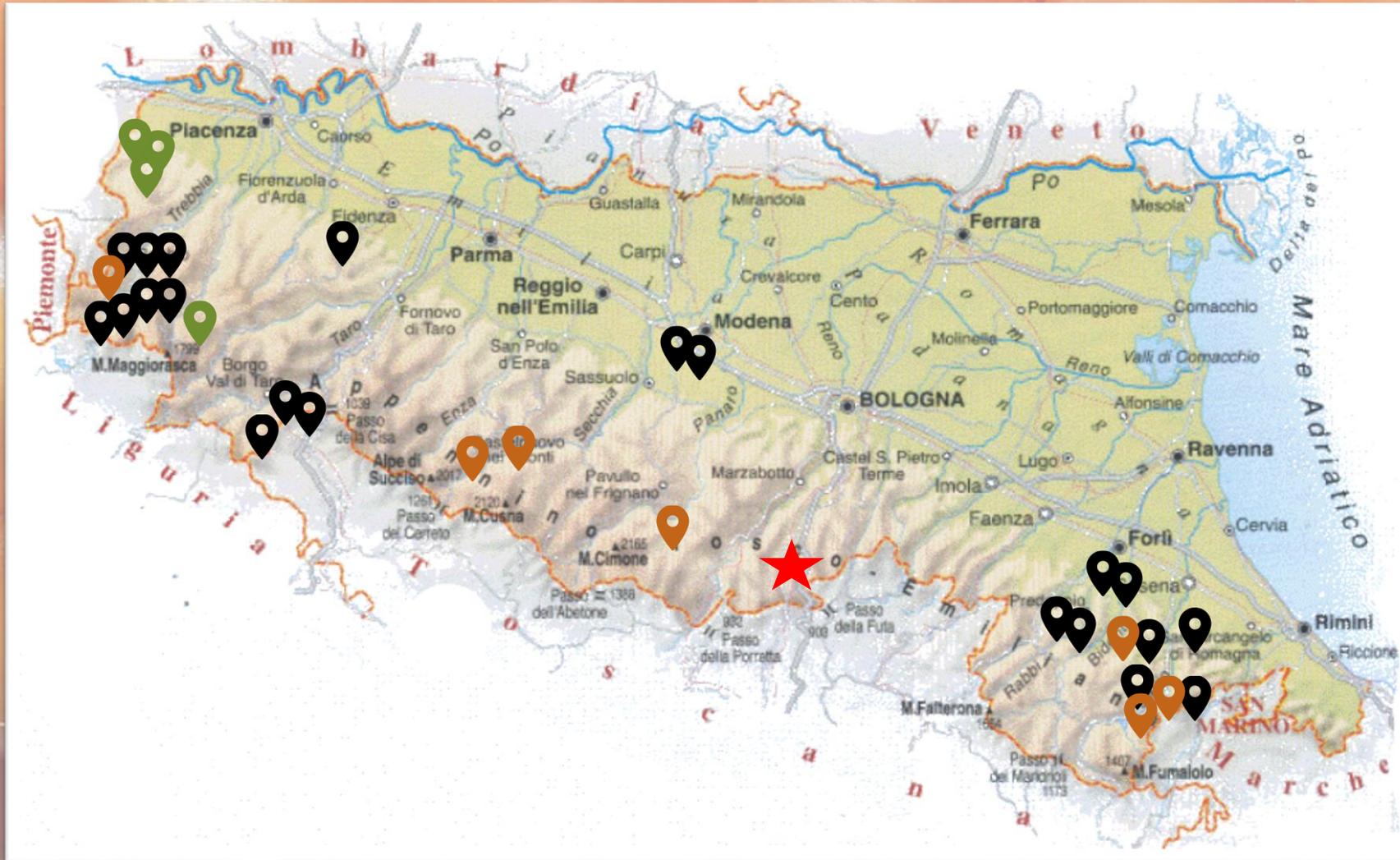
Fig. 1. Collection sites of the 562 Italian maize accessions discussed in this publication.

Se campionassimo oggi????

- Varietà del 1954 che hanno continuato a evolvere in loco
- Varietà del 1954 che si sono spostate e rifelezionate
- Nuovi incroci tra varietà, rifelezionati e riadattati
- Incroci tra ibridi e varietà
- ...e qualcosa che non ci viene in mente...



Varietà del progetto RICOLMA



- Va211 Dente di Cavallo Nostrano
- Va212 Ottofile
- Va213 Cinquantino
- Va214 Locale Rocca di S Casciano
- Va215 Giallo nostrano
- Va216 Giallo comune
- Va217 Spinato
- Va218 Nostrano
- Va219 Nostrano o Locale
- Va220 Cinquantino Bianco
- Va221 Turco
- Va222 Ferragostano
- Va223 Piacentino/Nostrano
- Va224 Nostrano
- Va225 Nano Precoce
- Va226 Agostano
- Va227 Agostano 16file
- Va228 Ottofile
- Va229 Piacentino
- Va230 Nostrano
- Va231 Nostrano ottofile
- EMR10 Mais di Scavolino
- EMR07 Mais di S Sofia
- EMR06 Mais da scoppio
- EMR04 Rosso di Rasora
- EMR03 Cinquantino Rosso
- EMR01 Mais tagliolino
- EMR13 Mais Piacentino
- Mais da Pipe
- Ustneina gialla
- Ustneina arancione
- Ustneina rossa

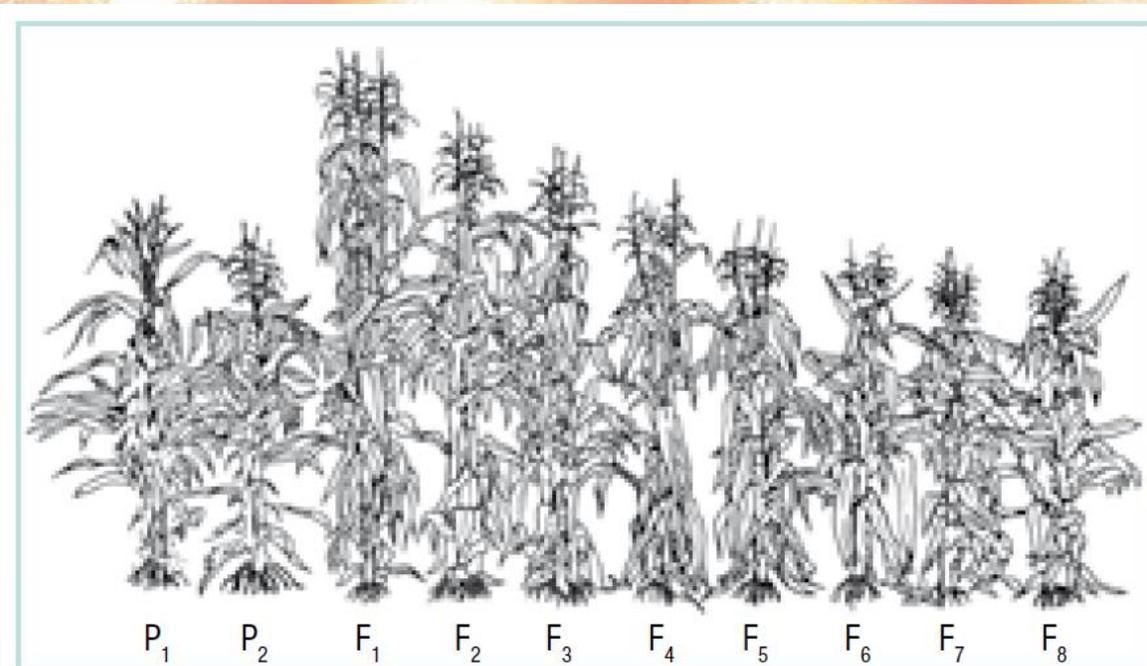
Attività svolte....

- Campi di confronto varietale di primo livello, caratterizzazione morfologica e preparazione delle schede descrittive delle varietà di mais: circa 40 descrittori da rilevare durante il ciclo colturale [post-emergenza alla raccolta]
- Mantenimento in purezza: attività complessa, non è possibile improvvisare [circa 2500 impollinazioni manuali]



Come mantenere in purezza??

- Le varietà tradizionali sono delle popolazioni a libera impollinazione
- Insieme di piante geneticamente e fenotipicamente diverse
- La popolazione ha un suo standard genetico e fenotipico
- Mais è pianta allogama, richiede impollinazione incrociata
- Possiamo immaginare la popolazione come un insieme di ibridi da mantenere come tali
- Dobbiamo evitare l'autoimpollinazione (inbreeding depression)



Effetto dell'eterosi e della depressione da inincrocio nel mais. L'eterosi si manifesta nella F1 dell'incrocio tra due linee pure (P1 e P2) ed è seguita da depressione da inincrocio nelle successive generazioni derivante da autofecondazione (da F2 a F8)

Castrare

- Campo isolato >200m da altri mais
- Scegliere file portaseme
- Eliminare fuoritipo da maschi e femmine
- Castrare le femmine
- Raccogliere e scartare le spighe fuoritipo



Impollinare manualmente

- Non necessario isolamento da altro mais
- Eliminare fuoritipo
- [Impollinazione 3.mp4](#)
- Scartare spighe vuote, ammuffite o fuoritipo



Il mais Rosso di Rasora

- Molto caratteristico per il colore rosso, parzialmente spinato
- In coltivazione da circa 10 anni
- La semente proviene da Bertolomei Giuseppe, nato a Pistoia ma con genitori di Rasora
- La memoria si perde verso la seconda guerra mondiale.
- Era usato sia per alimentazione umana (con farina di castagne) che per il bestiame.



UPOV	CPVO TP/2/3	CARATTERE RILEVATO	MAIS ROSSO DI RASORA
1	1	Foglia embionale: pigmentazione antocianica guaina	media, forte
2	2	Foglia embionale: forma apice	rotonda a spatola
3	3	Fogliame intensità del colore verde	medio
5	4	Foglia: angolo di apertura tra foglie e culmo	piccolo, +/- 25°
6	5	Foglie: curvatura-portamento	diritte o molto lievemente ricurve
8	6	Pennacchio epoca di fioritura	27/06, 60 DAS
9	7	Pennacchio: colorazione antocianica alla base delle glume	assente o molto lieve
10	8	Pennacchio: colorazione antocianica delle glume esclusa la base	assente o molto lieve
11	9	Pennacchio: colorazione antocianica delle antere	media
12	10	Pennacchio: angolo tra l'asse centrale e le ramificazioni laterali	piccolo, +/- 25°, medio, +/- 50°
13	11	Pennacchio: portamento ramificazioni laterali	dritte o molto lievemente ricurve, leggermente ricurve
14	12	Pennacchio: numero di ramificazioni primarie	medie, 7-10, molte, 11-15
15	13	Spiga: epoca di comparsa delle sete	01/7, 64 DAS, -11 B73
16	14	Spiga: colorazione antocianica delle sete	assente o molto debole, debole
17	15	Culmo: pigmentazione antocianica delle radici avventizie	lieve, media
18	16	Pennacchio: densità delle spighe dell'asse centrale	medie, dense
19	17	Foglia: pigmentazione antocianica della guaina	assente o molto lieve, lieve
20	18	Culmo: colorazione antocianica degli internodi	assente o molto lieve, debole
21	19	Pennacchio: lunghezza dell'asse centrale dall'apice alle ramificazioni inferiori	medio, 31-40 cm, lungo 41-50 cm
22	20	Pennacchio: lunghezza dell'asse centrale dall'apice alle ramificazioni superiori	medio, 21-30 cm
23	21	pennacchio: lunghezza delle ramificazioni laterali	medio, 22-24 cm, molto lungo, > 28 cm



UPOV	CPVO TP/2/3	CARATTERE RILEVATO	MAIS ROSSO DI RASORA
24.2	22.2	Pianta: altezza solo per ibridi (pennacchio incluso)	191 cm
25	23	Pianta: rapporto altezza dell'inserzione della spiga più alta/lunghezza pianta	medio 46-50 %
26	24	Foglia: larghezza del lembo (foglia spiga superiore)	molto stretta, < 9 cm, stretta, 9-10 cm
27	25	Spiga: lunghezza del peduncolo	corto (come 1/2 internodo)
28	26	Spiga: lunghezza	corta, 15-18 cm
29	27	Spiga: diametro a metà lunghezza	sottile, 35-40 mm
30	28	Spiga: forma	cilindro-conica
31	29	Spiga: numero dei ranghi (file di grani)	pochi, 10-12, medi, 14-16,
36	34	Spiga: tipo di cariosside	vitreo, semivitreo
38	36	Spiga: colore della corona della cariosside	rosso-arancio, rosso, rosso scuro
41	39	Spiga: colorazione antocianica delle glume del tutolo	assente, media, forte
		Maturazione fisiologica allo strato nero (GDD base 10°C)	1523
		Allettamento	non alletta
		Giudizio agronomico	9/10



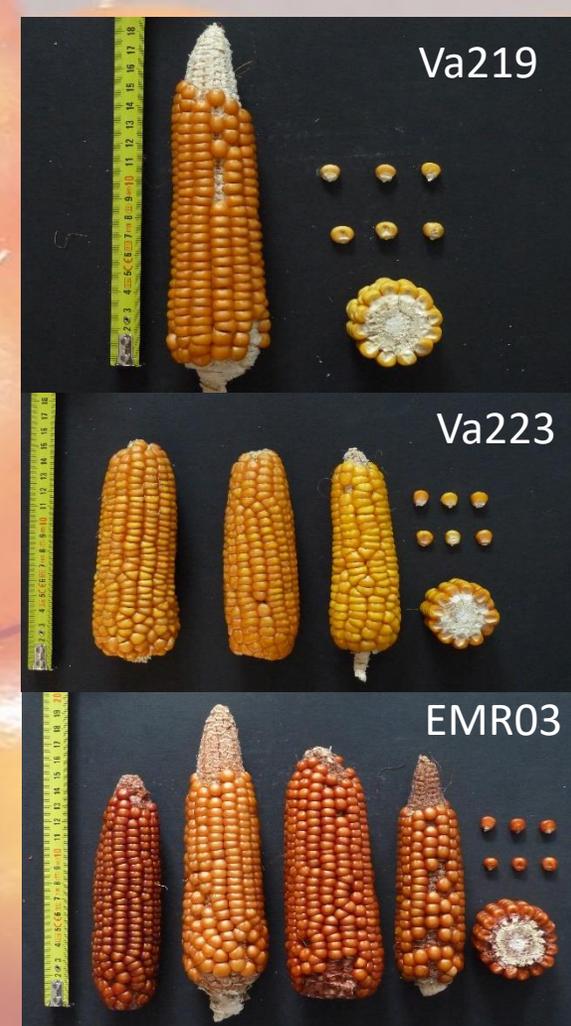


Caratterizzazione metabolomica delle varietà tradizionali di mais



Ottobre 2019 – Agosto 2020

- UCSC: Campionamento delle cariossidi. Estrazione dei metaboliti e analisi mediante la piattaforma Agilent 6550 iFunnel Q-TOF LC/MS system. Analisi bioinformatica dei metaboliti ottenuti.
- Sono state scelti 8 genotipi tra cui individuarne 5 da analizzare.
- I genotipi sono stati seminati in campo, per ogni genotipo sono presenti 5 diverse parcelle da 1 fila.



Campo di confronto di secondo livello

- 35 accessioni x 4 repliche
- Parcella: 4 file di 5 m
- Rilievi agronomici (fioritura, altezza pianta e spiga, allettamento)
- 2 file centrali raccolte per calcolare la produzione/ha
- 1 fila per riproduzione controllata
- 1 fila per infezione artificiale (*F. verticillioides*)

Caratterizzazione genetica delle varietà tradizionali di mais

- Circa 1700 DNA estratti
- Circa 17.000 reazioni di amplificazione

	Nome primer	Forward	Reverse	Label_R	Size	Multiplex
M302	phi127	ATATGCATTGCCTGGAAGGGA	AATCAAACACGCCTCCCGAGTGT	VIC	100-120	D
M304	phi076	TTCTCCGCGGCTTCAATTGACC	GCATCAGGACCCGCAGAGTC	FAM	150-200	D
M306	phi031	GCAACAGTTACATGAGCTGACGA	CCAGCGTGCTGTCCAGTAGTT	PET	180-220	A
M308	umc1075	GAGAGATGACAGACATCCTTGG	ACATTTATGATACCGGGAGTTGGA	FAM	130-150	A
M310	phi084	AGAAGGAATCCGATCCATCCAAGC	CACCCGACTTGAGGAAAACCC	PET	140-170	C
M24	umc1327	AGGGTTTTGCTCTTGAATCTCTC	GAGGAAGGAGGAGTTCGTATCGT	NED	100-120	A
M33	p-bnlg176	AGTTCACGTCCAGCTGAATGACAG	CGCGCATCGCATGCTTATCCTA	FAM	140-170	B
M78	umc1941	ACGACGAGACTCTGTTCTGTTCT	AGGAGGATTACGTAATCTGTTCG	NED	110-130	B
M90	umc1401	CTCTGGTCCATCTCATCGACT	TCTCTTGATCATATCGATCCCA	PET	180-200	B
M193	umc1786	ACCGTGACTTCTCCTCATAACTG	CATTTTTCGCATTTAGGAAATCCA	VIC	180-220	C

