

La domesticazione delle piante: una questione di caratteri

P. Morandini

Università di Milano /

MULSA

A grandi balzi...

- Dal selvatico al coltivato: la domesticazione
- Due caratteri chiave (e molti altri)
- Sono geneticamente modificati?
- Corollari interessanti
- Prospettive e qualche considerazione

**Dimensioni del frutto/parte
commestibile:
caratteri evidenti...**



Avena cultivata



Avena selvatica



Un bel carattere

Selvatica: i semi cadono a terra entro pochi giorni.

**Coltivata: i semi rimangono attaccati alla spigetta.
Il distacco richiede un trattamento vigoroso (trebbiatura).**

→ DOMESTICAZIONE





Orzo coltivato



Orzo selvatico (murino)



Lathyrus sylvestris

Gressoney St. J (AO), 1400 m asl



















$$5 \text{ cm} / 17 \text{ ms} = 0.05 \text{ m} / 0.017 \text{ s} = \mathbf{3 \text{ m/s}}$$

Primo carattere cruciale

La dispersione del seme (passiva o attiva) è il carattere distintivo dei selvatici

I coltivati (cereali, pseudocereali e leguminose) hanno perso questo carattere

Il secondo carattere tipico della domesticazione è...

Dormienza



-“... a mechanism that prevents germination of a seed at an inappropriate time” (Vivrette, Seed Technologist Training Manual, Chap. 9)

aspetto positivo

- “...the absence of germination of an intact, viable seed under germination favoring conditions within a specific time lapse”. (Hilhorst, 1995)

aspetto negativo

Mutante viviparo di mais



Complete loss of dormancy is lethal! So some dormancy is required









Kas

Npb

NIL[Sdr4]

Ancestrale

Coltivato

**Come coltivato
(ma con carattere
selvatico)**

Secondo carattere cruciale

La ridotta dormienza del seme è il secondo carattere distintivo dei domesticati

Cosa causa i caratteri della domesticazione?


```

-1609 cgaagtagcgcggttgcgaattgaaagccttcccttttctgctcgttccctgagaccctgacc
-1549 cgcgcccccactcgcgaagcgggagcagcggagcggcctgcaccccgccgccc
-1489 ccaatggcagggcggccactcgtcgcggcgttctaccgcctgccacggcagcagcagc
      RY-repeat
-1429 acatgcggtgCATGCAaaaagggtgggttcttataaaaaaaaaagagagtaagaaacgga
-1369 gctgtagcgtcgttccaaaagtgtttctcgcagcaggagatcgaagagagaagcattt
-1309 gccctgotgotcctcggctggccggtttaaattcgtcgtcgtcattcggccgggtagc
      CE RY-repeat
-1249 tagccggcccggtgtgggctccagtagacacgggCATGCACTctccACGTGTgacgc
      RY-repeat
-1189 tttgcctgctgtttcgtgtaaccgcagdTGCATGtatgogtaaaagttttctactactagt
-1129 ttatTTTTATTggcggacagctcgtcaccagtagagcatttaccctcgaagccgcgtac
-1069 ttttggacaagaagagtagatccacagtgtttacatataccagtcgatttatgtttgg
-1009 gtttggaaattcaccgggtgaaaaagcttccacttccatcgggcaaccgttctgttaa
-949 atTTTTTgatatgaactttgataaatttctcctcctcagggcaagaactccggc
      RY-repeat
-889 tttggctataggaaacggatggtgCATGCActagtcocgacgagcagctaaagcaagc
-829 ttcgcccgtcttgatgtgtgCCACGTgctggagaccgtcgtcaccagcttttaattcat
-769 cggaaagatagcaaaagctttgtcgtgtgtttacattgcatcgtctgttttccctccg
      RY-repeat
-709 agattttgtatgtaCATGCATGtatagtcctgtagaccatcatgaccagcaaaaCCACG
-649 Igcgatataatcaacttttagcgggtttgtcgtcgtggaacaatatgtaoctcagctg
      RY-repeat
-589 agaagtaatctgaaagcatgagtagcaccocggagctoggagtgtaCATGCATGCAca
-529 cggcaaggtatgaccaaaaaagcagttttgacgcagattgatcattcgtctgtagtgaa
-469 aaacgaaaaaaaaagtaaagtgtgtgcccgggtgcccctatacgtaaaactaac
-409 gtggtcgtagagtacaagcagcgggttggtggaggcagcgcgcaaaagcgcacacggcc
-349 ttctgccaatgaggcctcaccgcctcaccggggcaccgccagccagtcaccgcggc
      RY-repeat
-289 ggaacgcgccacggggacgatgcggcggggggggggcggcggcCATGCAggcaacgc
-229 gagtaccgacctcgcctcactcactcaccaccaccatacgcctcgtctggtggtg
-169 aatocaccggagcgcggccggcggcactcgcctcgcctACGTGTggccgctccccc
-109 gcggtcgcCCACGTaccocggcccccctcCCACGTgcccctccccctcgcgcctcgg
      +1
-49 attggccgccacgccttctaaccaccaccaccaccactcggggcccAACGCATCCGT
+11 TCACCACTGCGAGAGCGAGCGTACCCTTCGTTCCGTCGGGTACGTCGCCATG
      M
+72 GCCATGGTGCAGCCGGTGGACATGCCCGTGAAGGCCAACGAGATCATGGCAGGTTCCAGG
      A M V Q P V D M A V K A N E I M A R F R

```

Differenze nella regione codificante di Sdr4

A

Sdr4-k	1	MAMVQPVDMAVKANE MARFRP APKPVL PAAAAGVTGGG	40
Sdr4-n	1	MAMVQPVDMAVKANE MARFRP APKPVL PAAAAGVTGGG	40
Sdr4-k	41	DGAAAVAATNRVL CQLQSRPCRARKRGRPSVVPVPPVSPAG	80
Sdr4-n	41	DGAAAVAATNRVL CQLQSRPCRARKRGRPSVVPVPPVSPAG	80
Sdr4-k	81	AKRKRAPAYFPVPVAPLRCAAVATATRARSVVVVVPAFGSA	120
Sdr4-n	81	AKRKRAPAYFPVPVAPLRCAAVATATRARSVVVVVPAFGSA	120
h-k	121	GGVSALAPVSPSAGDSTRLSPTVVEVEDEDEERGVLVER	160
h-n	121	GGVSALAPVSPSAGDSTRLSPTVVEVEDEDEERGVLVER	160
h-k	161	DLLRKLLEPRKLVISPRAVRPVGS HVESVH DVGRTTAA	199
h-n	161	DLLRKLLEPRKLLPRAVRPVGS HVESVH DVGRTTAA	200
h-k	200	AAAAAPKTAEEVEAELESDSLPAVVSDSSNRVRLVNDAYK	239
h-n	201	AAAAAPKTAEEVEAELESDSLPAVVSDSSNRVRLVNDAYK	240
h-k	240	RMVGQPECPWLDAVATAASRR SGEVALVVSEPAAAAAAL	279
h-n	241	RMVGQPECPWLDAVATAASRR SGEVALVVSEPAAAAAAL	280
Sdr4-k	280	PETCKGFSCSAK AWERDGKWSVHAPCDVTRLQCESRDY	319
Sdr4-n	281	PETCKGFSCSAK AWERDGKWSVHAPCDVTRLQCESRDY	320
Sdr4-k	320	VFAWRFRFAAGDECNTHRRAAGDA	342
Sdr4-n	321	VFAWRFRFAAGDECNTHRRAAGDA	343

Questa mutazione reduce la dormienza in riso

Allele con fenotipo ancora più marcato

Differenze nel promotore



Conseguenze della sindrome?

**Cosa succede quando una spiga di
un cereale coltivato cade a terra?
(non disperde e dormienza ridotta)**

Duplici maledizione:

→ Germinazione al tempo sbagliato

→ Affollamento e competizione

Piante di mais "volontarie" a fine ottobre



Piante di mais volontarie a metà novembre

Alta densità di piante, già danneggiate dal freddo

→ Non hanno alcuna possibilità di contribuire alla prossima generazione

Una conseguenza:

→ rischi per l'ambiente

Quelle che non germinano ma rimangono per terra...



marciscono o sono mangiate



Pianta di maïs volontaria in un campo di soia

Sept. 2012, Borgofranco d'Ivrea

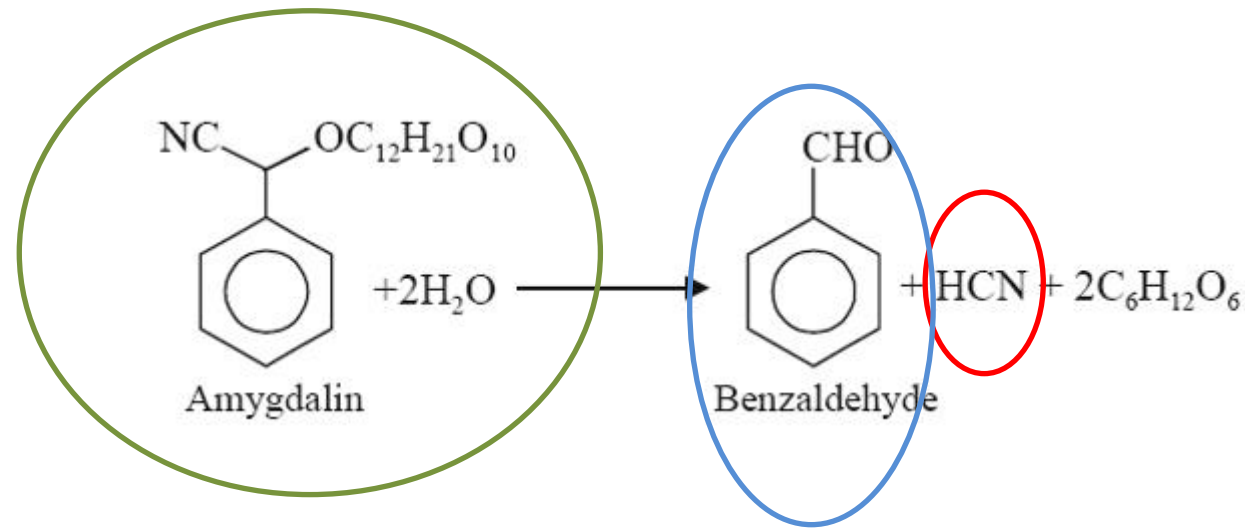
Assumendo che in un ettaro siano caduti al raccolto 10 semi/m²

→ Tasso di sopravvivenza spontanea:

≈ 1/100.000



Glucosidi Cianogenici: rilasciano cianuro quando le cellule sono danneggiate (p. es quando si masticano i semi)



Presenti in oltre 2.500 specie di piante, tra cui molte colture

Il cianuro è un veleno molto generale!

**Dall'esame della letteratura scientifica si deduce che pochi semi di albicocca bastano a uccidere un bambino!
La vendita di mandorle amare è vietata per legge**

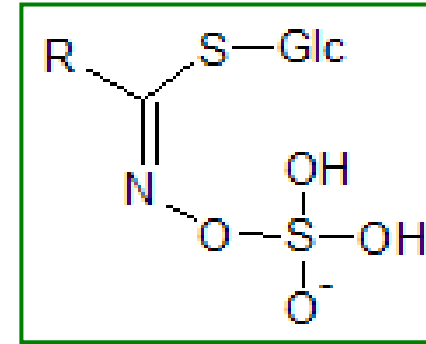
Sorghum leaves, especially in younger plants and at times of drought, are cyanogenic and potentially toxic, due to accumulation of the cyanogenic glucoside dhurrin.

Strage di mucche nel Cuneese, in 50 avvelenate da una tossina per colpa della siccità

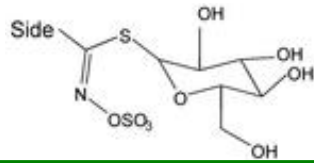
<https://www.greenme.it/animali/allevamenti/strage-di-mucche-nel-cuneese-in-50-avvelenate-da-una-tossina-per-colpa-della-siccita/>



Glucosinolati in Arabidopsis



- Glucosinolates are sulphur-rich compounds from brassicas
- Some beneficial, other toxic (quantity!)
- Upon wounding are converted into toxic products
- Regulators identified (two branches)
- Mutants isolated



Core structure

Aliphatic side chains	
	Glucoiberin (3MSOP)
	Glucoraphanin (4MSOB)
	Glucoalyssin (5MSOP)
	Glucohesperin (6MSOH)
	Glucoibarin (7MSOH)
	Glucohirsutin (8MSOO)

Short chain

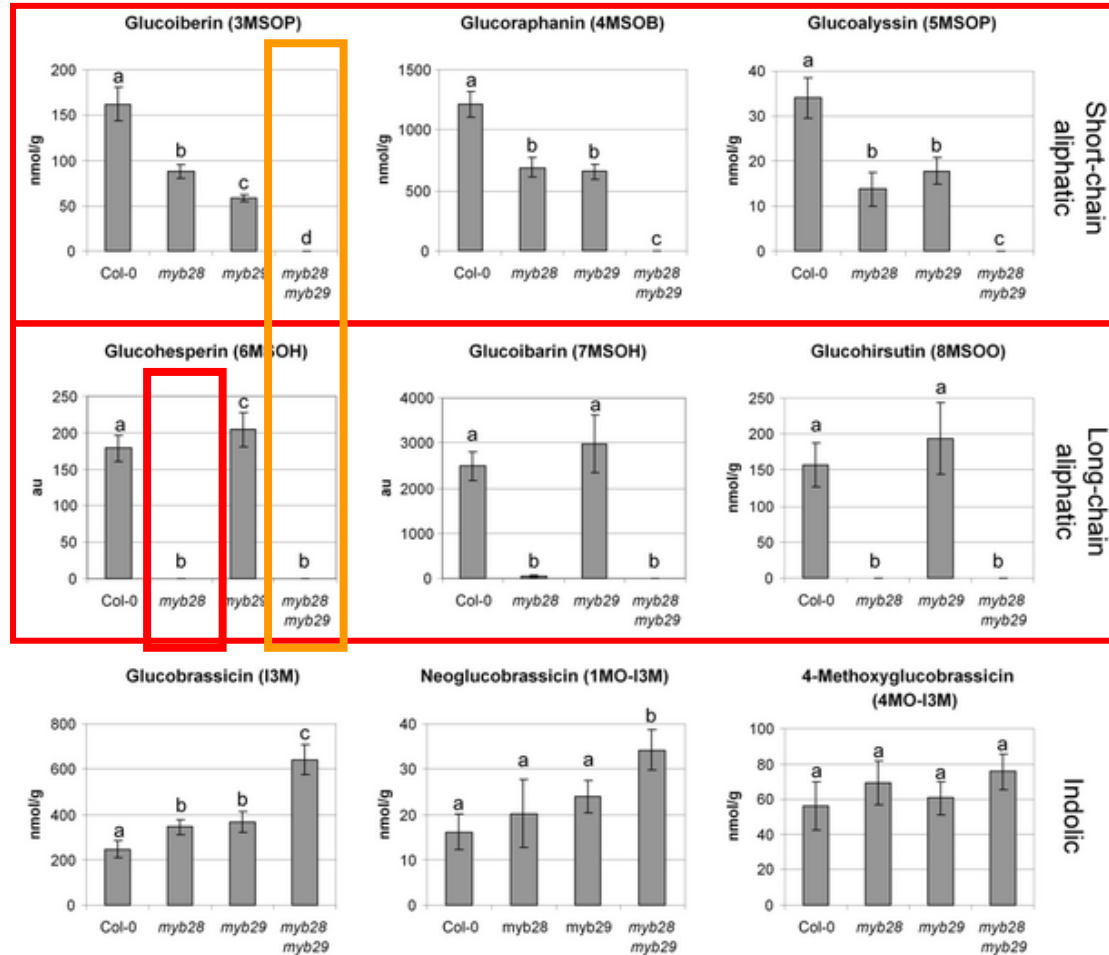
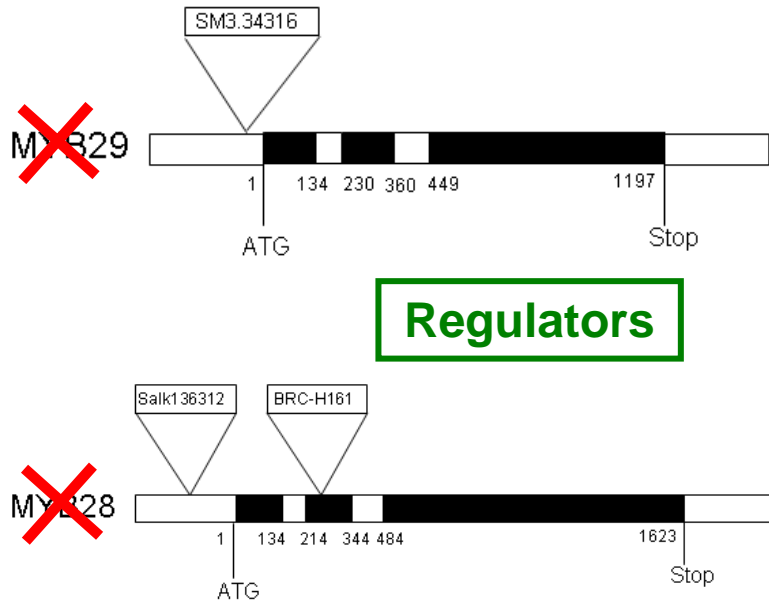
Long chain

Aliphatic GSL

Indolic side chains	
	Glucobrassicin (I3M)
	4-Methoxyglucobrassicin (4MO-I3M)
	Neoglucobrassicin (1MO-I3M)

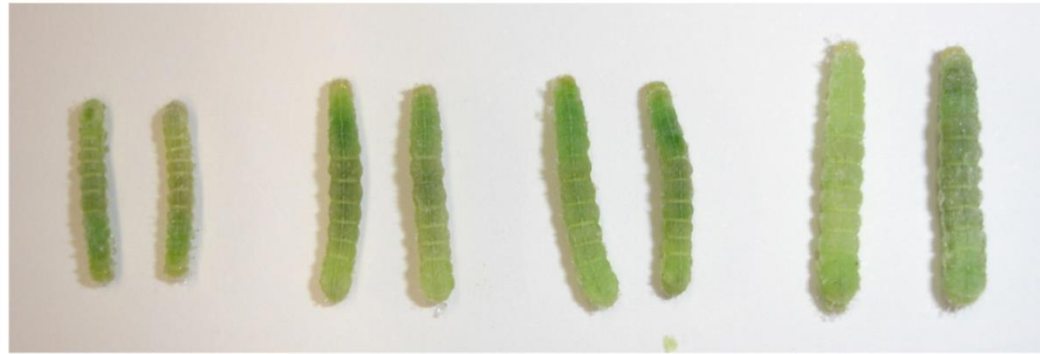
Indolic GSL

Mutating Myb28 and Myb29



Ridurre il contenuto di glucosinolati...

Aliphatic glucosinolates functions
as an efficient defense



Col-0

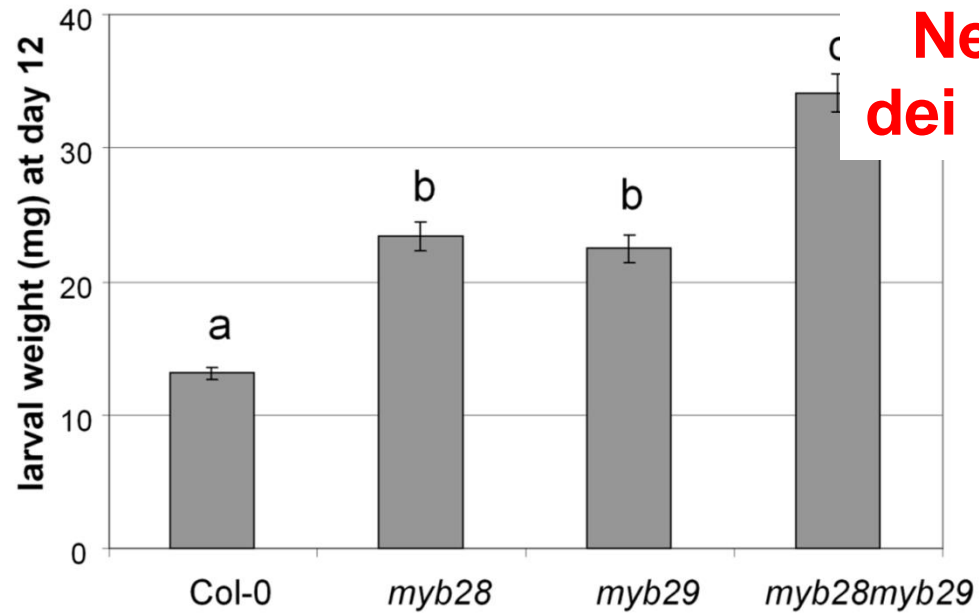
myb28

myb29

myb28myb29

...stimola la crescita dei parassiti

Col-0



Necessità
dei pesticidi!

myb28myb29



Sindrome da domesticazione:

**Banano (arancia, uvetta...)
→ scomparsa dei semi**

**Sterilità → propagazione
vegetativa**

**La selezione di caratteri
interessanti comporta spesso
nuovi problemi**



Pianta coltivata = pianta naturale?

Accumulo di mutazioni dannose per la pianta, ma favorevoli all'uomo

- Seme trattenuto a maturità della spiga (frutto)
- Riduzione del contenuto di tossine (patogeni...)

I^a conclusione: le piante coltivate non esisterebbero se l'uomo non le avesse selezionate e propagate

- Dormienza del seme (infestanza, permanenza..)
- Richieste nutrizionali (fertilizzanti...)

II^a conclusione: domesticazione=modifiche genetiche

Cosa è naturale?

L'uomo fa parte della natura?

Siamo l'unica specie a porsi il problema della compatibilità di nuove combinazioni geniche

Esiste una specialità dell'uomo?

Su cosa si fonda?

Gli esseri umani e la tecnologia sono una cosa sola?

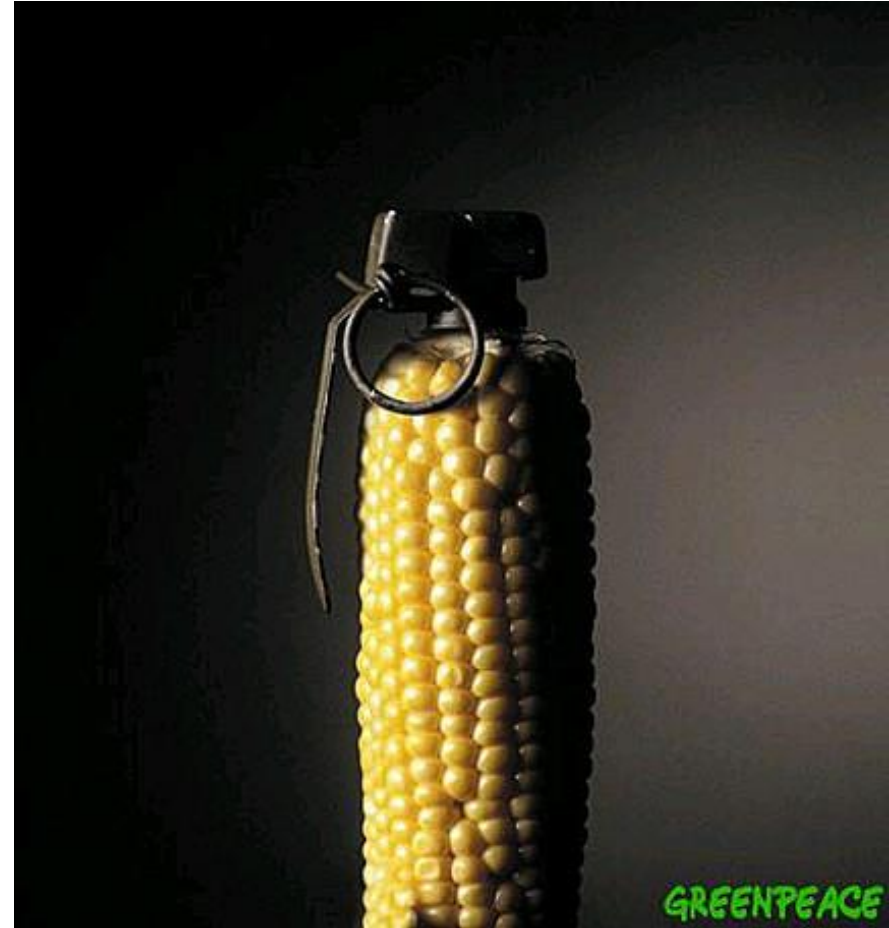


Image credit: Greenpeace Canada
<http://www.greenpeace.org/canada/en/>

La P38 e la mela

Un desiderio vero, quando non fa i conti con la realtà, ma imbecca la strada dell'utopia irrazionale, diventa menzogna, e non può che condurre alla follia omicida e all'autodistruzione.

S. Allevato e P. Cerocchi (2009) "La P38 e la mela", ed. ITACA, p.173



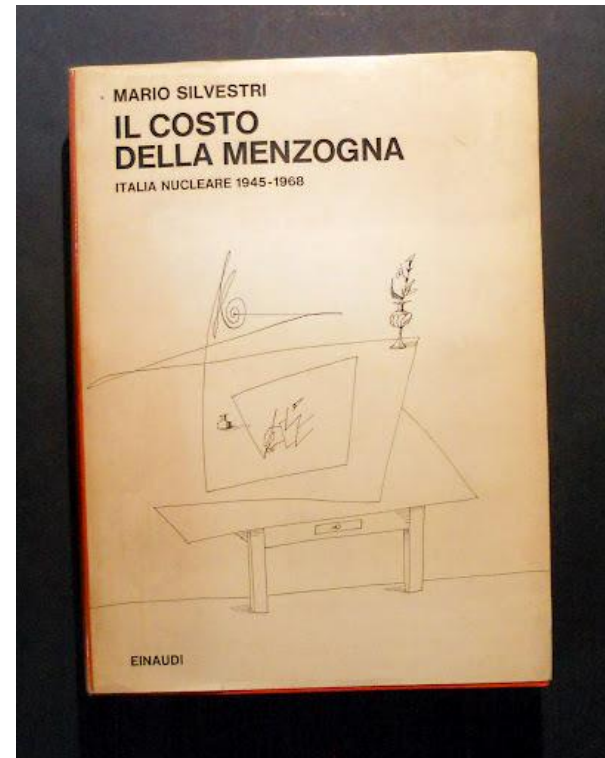
The way forward: come districarsi tra tecnocrazia e cattiva politica

Il costo della menzogna

di Mario Silvestri

Italia nucleare 1945-1968

Einaudi



«Non era la prima volta, e non fu l'ultima, che i nostri parlamentari, assai male documentati e peggio consigliati, caddero nell'equivoco, facendosi promotori di mozioni insensate.»

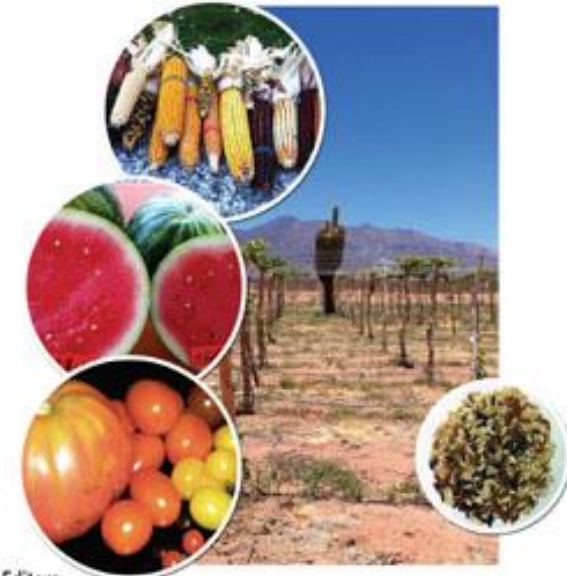
PER CHI VUOLE APPROFONDIRE

Una panoramica sulla domesticazione, i suoi caratteri e i relativi geni

Pigna G., Morandini P. (2017)
Domestication of new species
(a chapter from: **More Food: Road to Survival**)
DOI: [10.2174/97816810846711170101](https://doi.org/10.2174/97816810846711170101)
eISBN: 978-1-68108-467-1, 2017
ISBN: 978-1-68108-468-8

eISBN: 978-1-68108-467-1
ISBN: 978-1-68108-468-8

MORE FOOD: ROAD TO SURVIVAL



Editors:
Roberto Pilu
Giuseppe Gavazzi

Bentham  Books

THE END



larva di piralide

Alcuni problemi

Rischi per la salute?



Danno da piralide





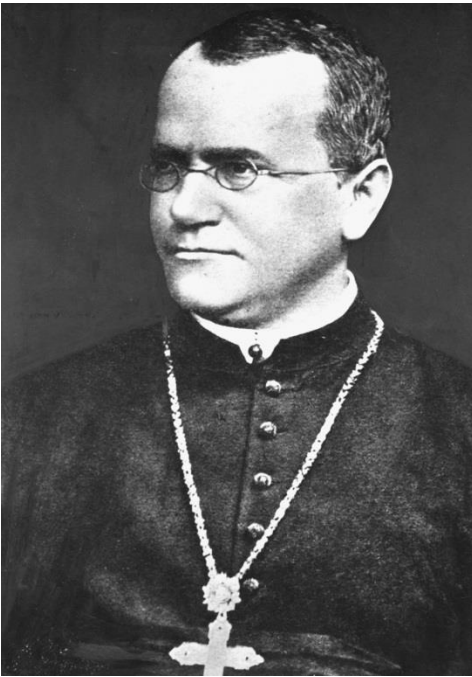
Infestazione da Fusarium

→ Accumulo di fumonisine

Mais Bt, prove di campo in Italia

		Fumonisine (mg/kg)	
Paese	Anno	Mais Bt	Conv.
Italia	1997	2,0	19,8
	1998	5,4	31,6
	1999	1,4	3,9
	1997	2,0	20,0
	2005	0,05	6,0
Francia	2005	0,3	6,1
	2006	0,4	5,6
Turchia	2001	2,5	16,5
	2002	0,7	14,7

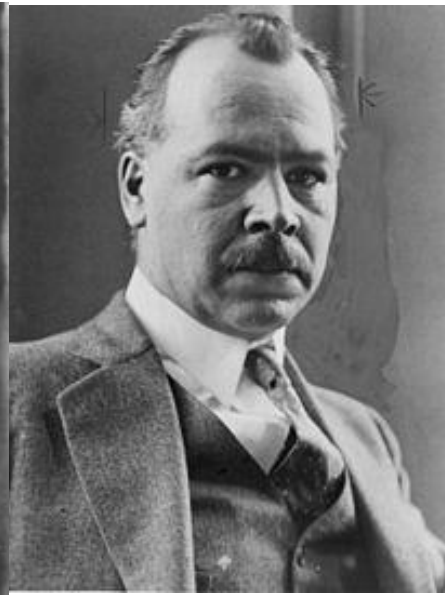
Rischi per la salute?



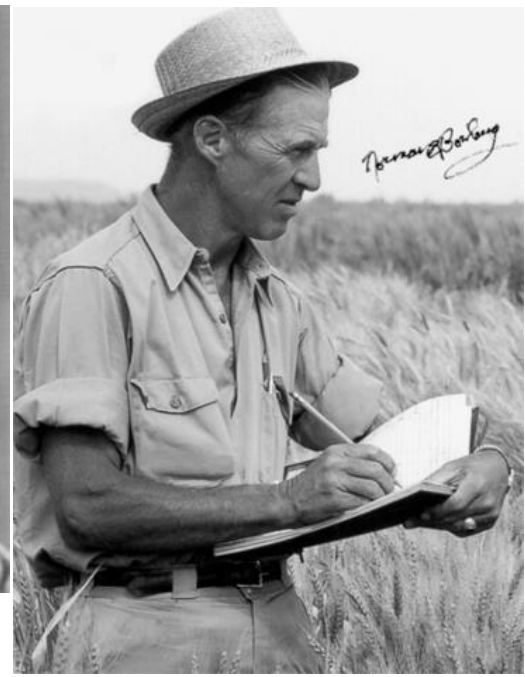
Gregor Mendel
1822 – 1884
Padre della genetica



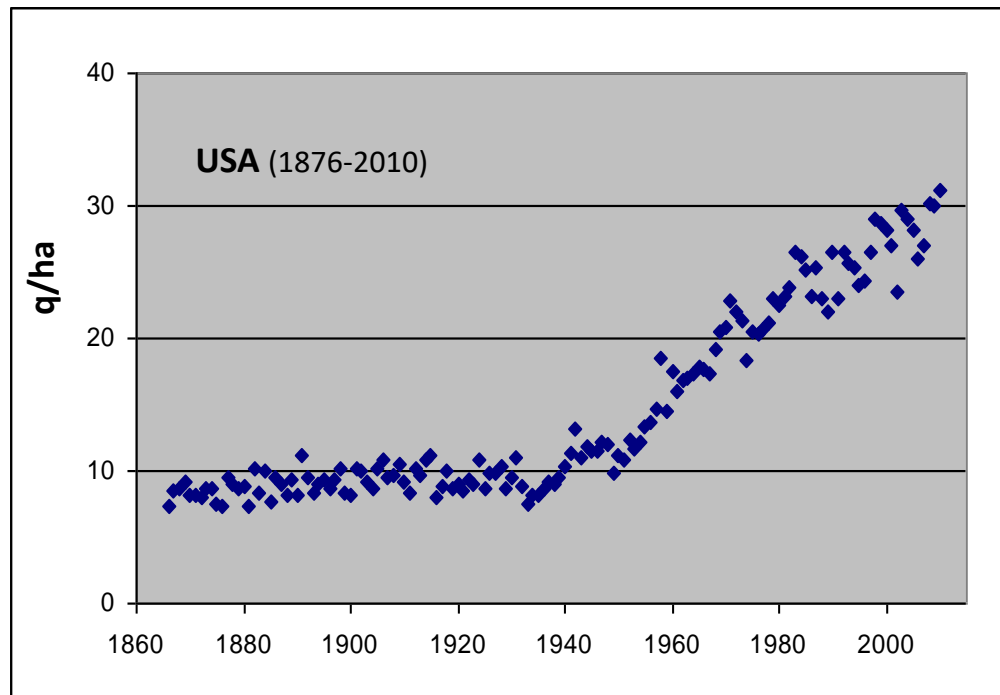
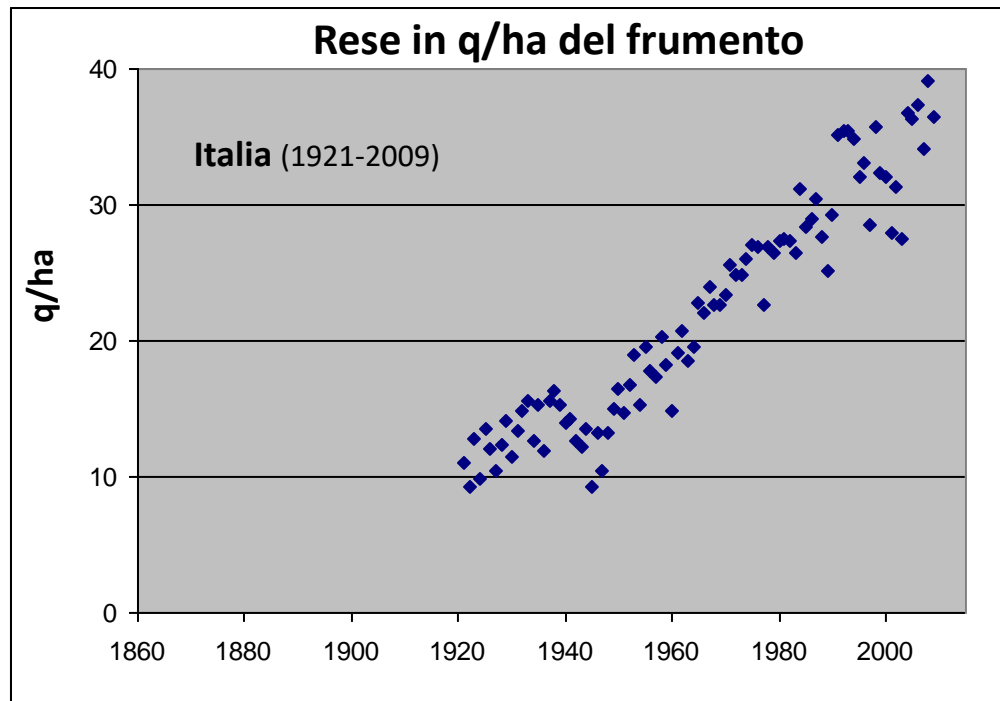
Nazareno Strampelli
1866 – 1942
Genetista



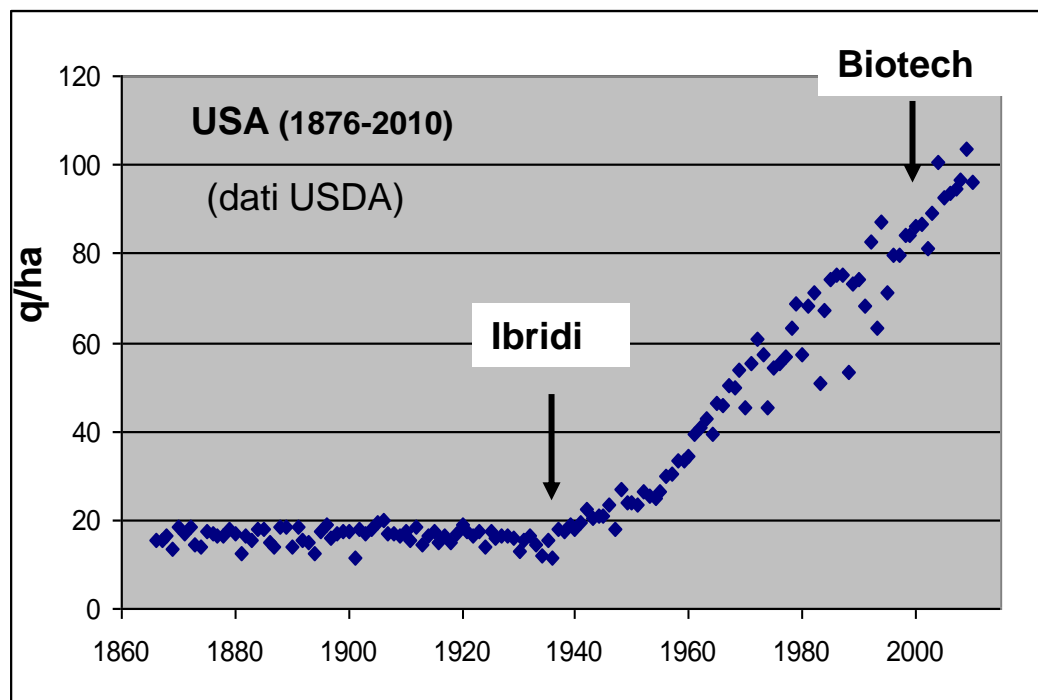
Nikolaj Vavilov,
1887 – 1943
Botanico e genetista



Norman Borlaug
1914 – 2009
Genetista
Premio Nobel per
la pace, 1970

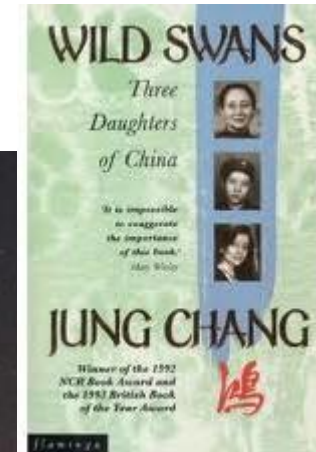


Rivoluzione verde



Grande balzo in avanti

Gli ibridi F1 di mais hanno aumentato notevolmente la produttività



Campo sperimentale: 200m diametro

Sorgente Co-60 al centro 89 TBq

Conclusione: molti metodi “innaturali” e “grossolani” sono usati nello sviluppo varietale

Uso di raggi gamma per produrre nuove varietà

Institute of Radiation Breeding
Ibaraki-ken, JAPAN
<http://www.irb.affrc.go.jp/>



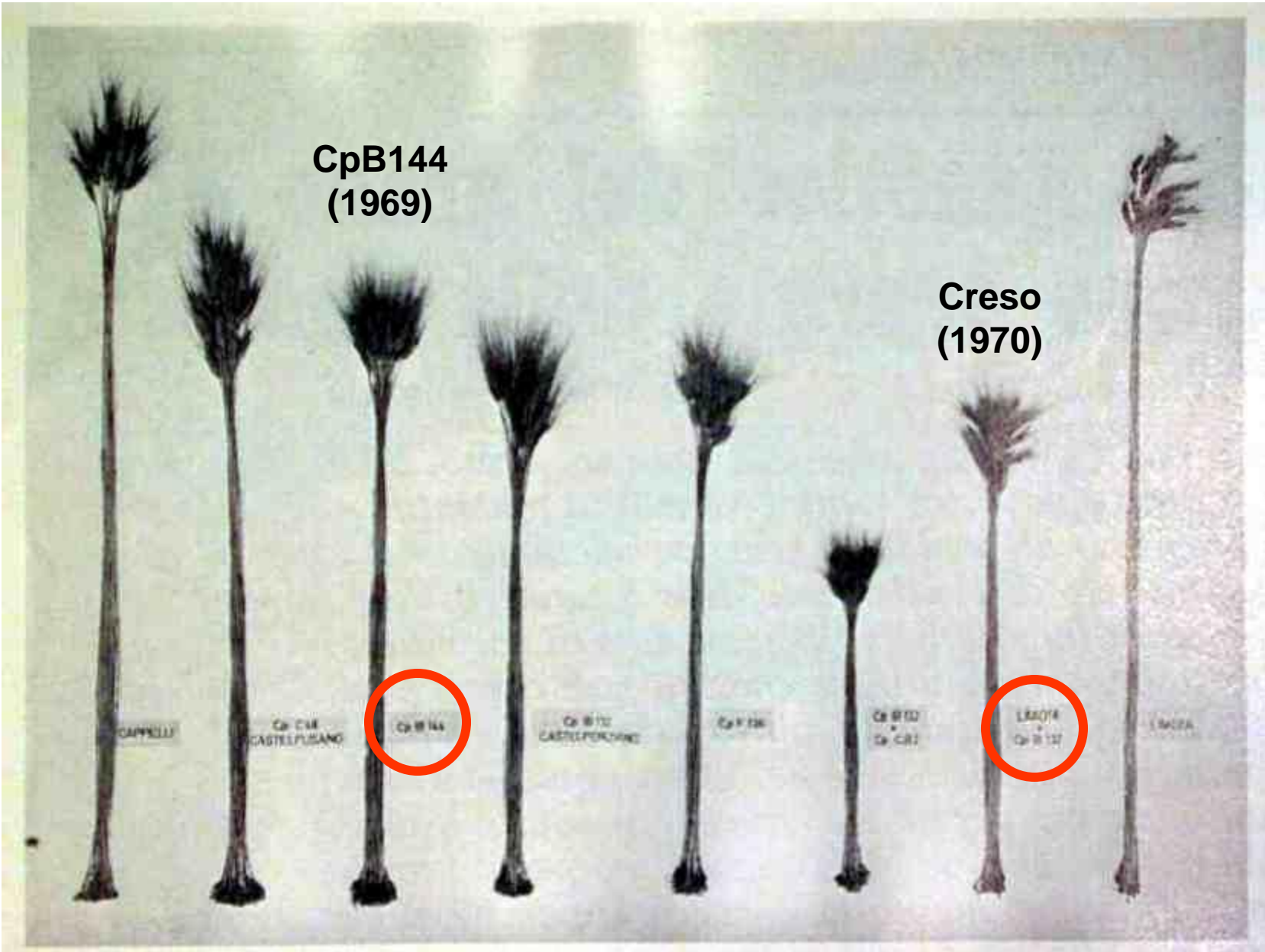


Tabella 2 - Varietà iscritte dall'Enea, Cre Casaccia, nel Registro varietale del grano

Varietà o mutanti	Data di iscrizione	Varietà o linee parentali	Trattamento mutageno	Caratteri migliorati
Castelfusano . . .	1969	Cappelli	Neutroni termici $1,05 \times 10^{13}/\text{cm}^2$	Produttività e resistenza all'allettamento
Castelporziano	1969	Cappelli	Neutroni termici $8,38 \times 10^{12}/\text{cm}^2$	Produttività e resistenza all'allettamento
Cp B 144 . . .		Cappelli	Raggi X	Qualità della granella e resistenza all'allettamento
Casteldelmonte .	1969	Grifoni	Neutroni veloci 100 reps	Produttività e resistenza all'allettamento
Castelnuovo . . .	1974	Garigliano	Raggi X 15 Kr	Produttività e resistenza all'allettamento
Creso	1974	Cp B 144 \times [(Yt54N10-B)Cp ² -63]Tc ²	—	Elevata produttività e resistenza all'allettamento
Mida	1974	Cp B 144 \times [(Yt54N10-B)Cp ² -63]Tc ²	—	Elevata produttività e resistenza all'allettamento
Tito	1975	Castelporziano \times Lakota	—	Elevata produttività e resistenza all'allettamento
Augusto	1982	(Castelporziano \times Lakota) \times Casteldelmonte	—	Elevata produttività e resistenza all'allettamento
Febo	1982	Cp B 144 \times [(Yt54N10-B)Cp ² -63]Tc ²	—	Elevata produttività e resistenza all'allettamento
Giano	1982	ND2 \times Cappelli	—	Elevata produttività e resistenza all'allettamento

Mutazioni in *FT-L1* ritardano la fioritura



Wild type



***ft-l1* #179, #169, #3191**

**Quick adaptation of high yielding varieties to novel climates
No need for lengthy breeding strategies**

Triticale – Una nuova specie di pianta (coltivata)

Frumento duro
Triticum turgidum

Segale
Secale cereale

Triticale
X Triticosecale



X



Ibridazione



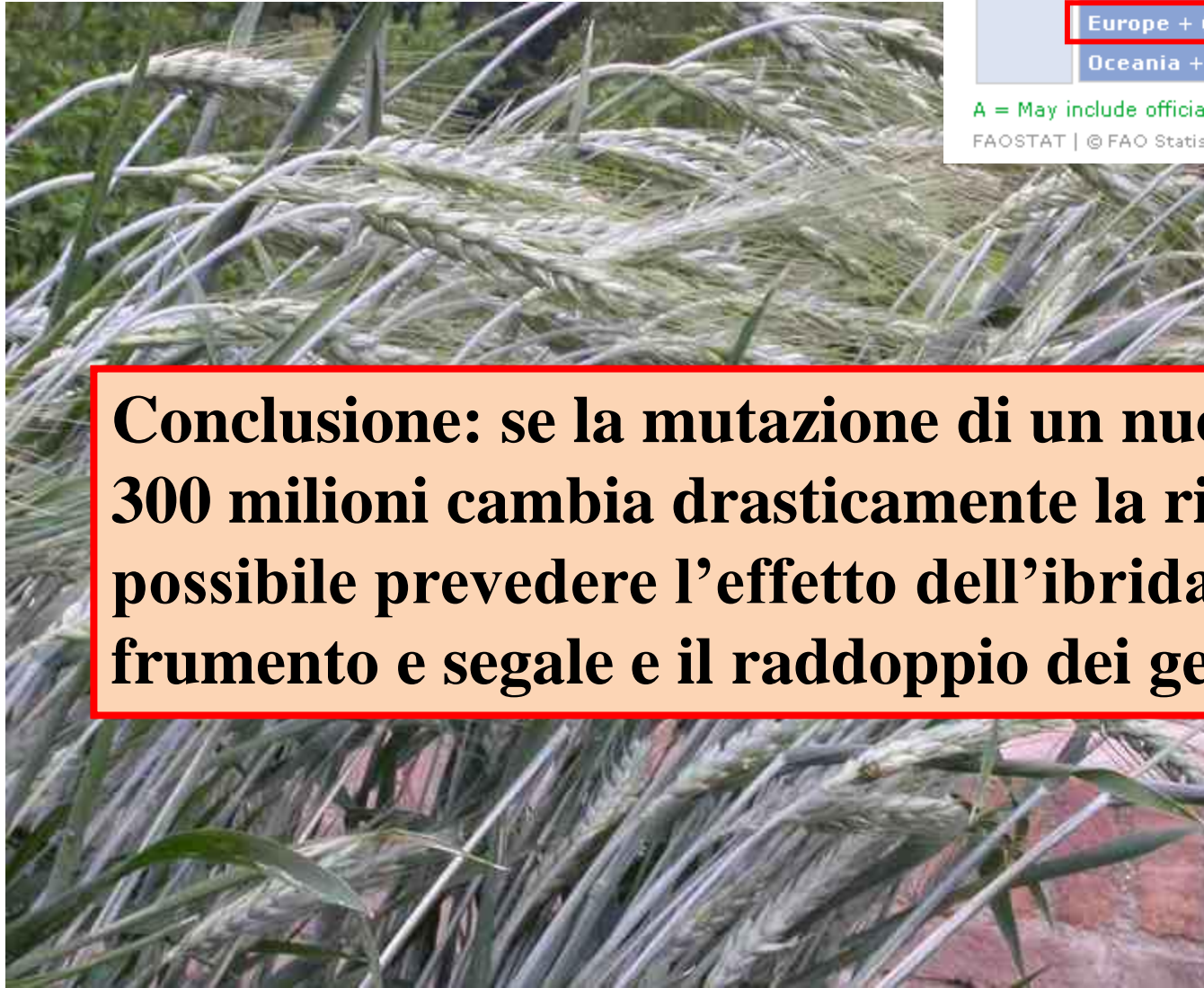
Cultura degli
embrioni
&
duplicazione dei
cromosomi



Il triticale, è una specie che non esisteva prima. Creata dall'uomo, presenta caratteristiche nuove e desiderabili.

Triticale: è nato

Tramite ibridazione forzata, coltura di em



Area Harvested (Ha)

		year			
country	item	2008	2009		
World + (Total)	Triticale	3854709	A	4132972	A
Africa + (Total)	Triticale	7000	A	7000	A
Americas + (Total)	Triticale	111853	A	100527	A
Asia + (Total)	Triticale	272891	A	274373	A
Europe + (Total)	Triticale	3140205	A	3401072	A
Oceania + (Total)	Triticale	322760	A	350000	A

A = May include official, semi-official or estimated data

FAOSTAT | © FAO Statistics Division 2010 | 13 September 2010

I semi frutto dell'incrocio sono però sterili

1937 Per mezzo della

Conclusione: se la mutazione di un nucleotide su 300 milioni cambia drasticamente la riproduzione, è possibile prevedere l'effetto dell'ibridazione tra frumento e segale e il raddoppio dei geni?

2000 Circa 6 milioni di ettari sono coltivati oggi con triticale

Secondo la direttiva, un organismo che subisca una modificazione genetica (es. per mutagenesi casuale), non diventa automaticamente un OGM dal punto di vista legale, anche se non v'è dubbio che sia un organismo modificato dal punto di vista genetico.
→ Varietà indotte con agenti mutageni sono specificamente escluse con la deroga (art. 3) dall'applicazione della 2001/18 e non solo possono essere coltivate anche in Italia, ma lo sono già di fatto e da molti anni.

Riso Clearfield ottenuto per mutagenesi casuale, tollerante agli imidazolinoni (erbicidi)

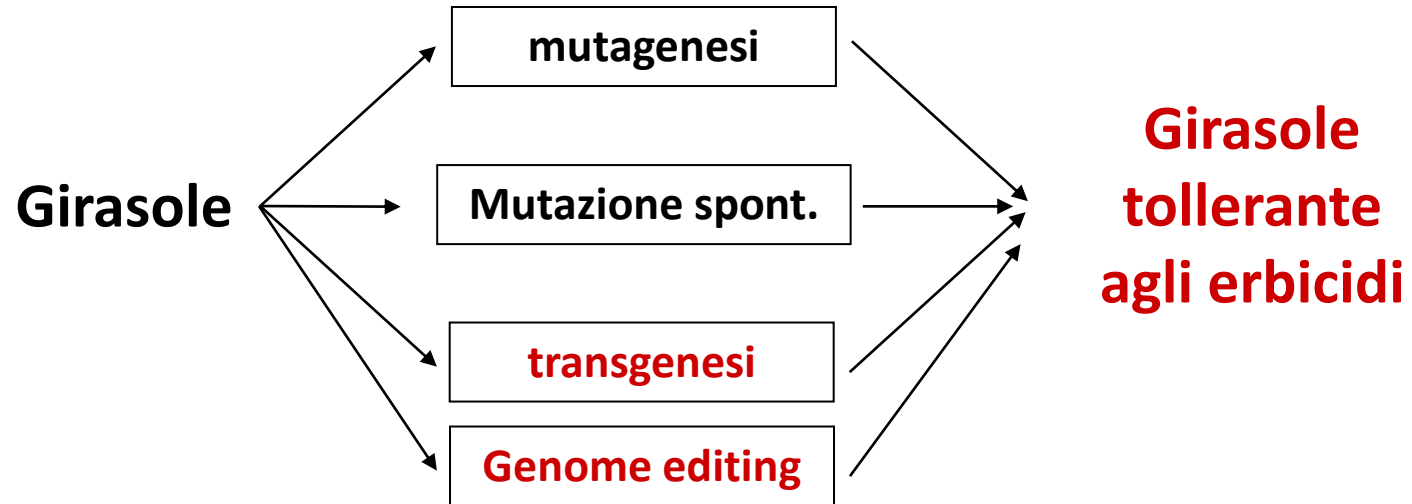
Colture clearfield:
**riso, girasole, mais, colza,
frumento e lenticchia**

**Coltivate da anni in tutto il
mondo su milioni di ettari.**



annual report 2014 - Ente Nazionale Risi

Strade diverse, un solo risultato



Se il risultato è uguale, perché una sola via sarebbe pericolosa?

- * Inattivazione di allergeni
- * Inattivazione di tossine
- * ...



Stesso discorso ogni volta che c'è perdita di funzione

Dal punto di vista genetico le diverse piante possano risultare indistinguibili, cioè portare lo stesso gene (allele) che conferisce lo stesso carattere

Accademie, Società Scientifiche e altri enti che hanno dato pareri su alcune NBT (o su specifici prodotti)

- EPSO - European Plant Science Organization
- BBSRC - Biotechnology and Biological Sciences Research Council
- EASAC - Comitato consultivo delle Accademie Nazionali delle Scienze dei paesi membri della EU
- **EFSA - European Food Safety Authority**
- ACRE - Advisory Committee on Releases to the Environment (UK)
- SBA - Swedish Board of Agriculture
- DEFRA - UK
- Swedish Gene Technology Advisory Board (Competent Authority)
- BVL - German Federal Agency for Consumer Protection and Food Safety
- SIGA-SIBV (Società Italiana di Genetica Agraria e Società Italiana di Biologia Vegetale)
- JRC –Joint Research Center
- ZKBS (German Biosafety Commission)
- DFG - Deutsche Forschungsgemeinschaft (Fondazione Tedesca per la Ricerca)
- Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina
- acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
- Union der deutschen Akademien der Wissenschaften

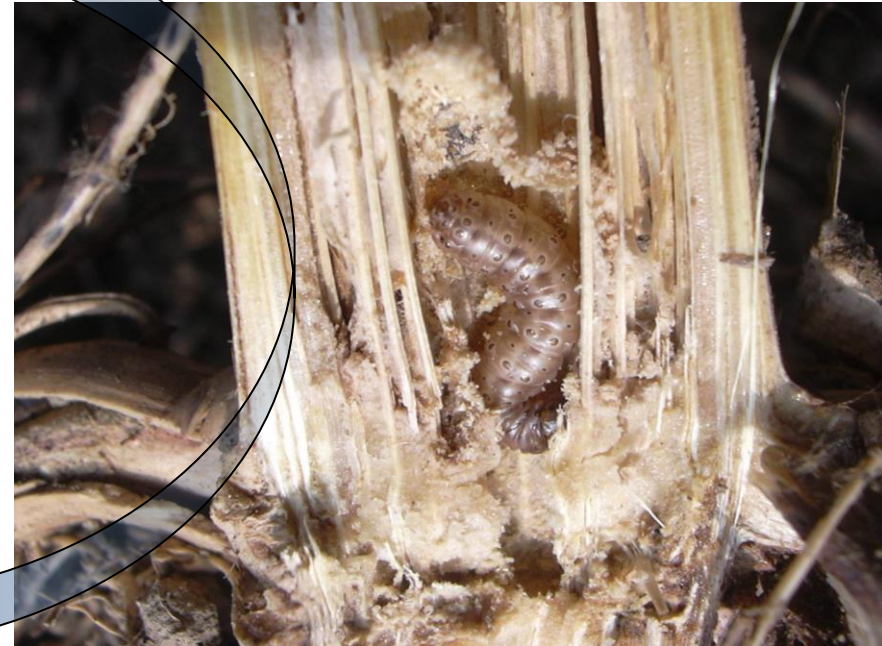
L'accettazione di un piccolo livello di rischio è un dovere morale (soprattutto per uomini e donne occidentali ben pasciuti) perchè da questo dipende la possibilità di sviluppare nuove e migliori piante coltivate, e rispondere così alle necessità e alle nuove sfide.



larva di piralide

Alcuni problemi

Rischi per la salute?



Danno da piralide





Infestazione da Fusarium

→ Accumulo di fumonisine

Mais Bt, prove di campo in Italia

		Fumonisine (mg/kg)	
Paese	Anno	Mais Bt	Conv.
Italia	1997	2,0	19,8
	1998	5,4	31,6
	1999	1,4	3,9
	1997	2,0	20,0
	2005	0,05	6,0
Francia	2005	0,3	6,1
	2006	0,4	5,6
Turchia	2001	2,5	16,5
	2002	0,7	14,7

Rischi per la salute?



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spina_bifida_side.jpg

Anencefalia

-



<http://neuropathology.neoucom.edu/chapter11/images11/11-2a1.jpg>

encefalocelo

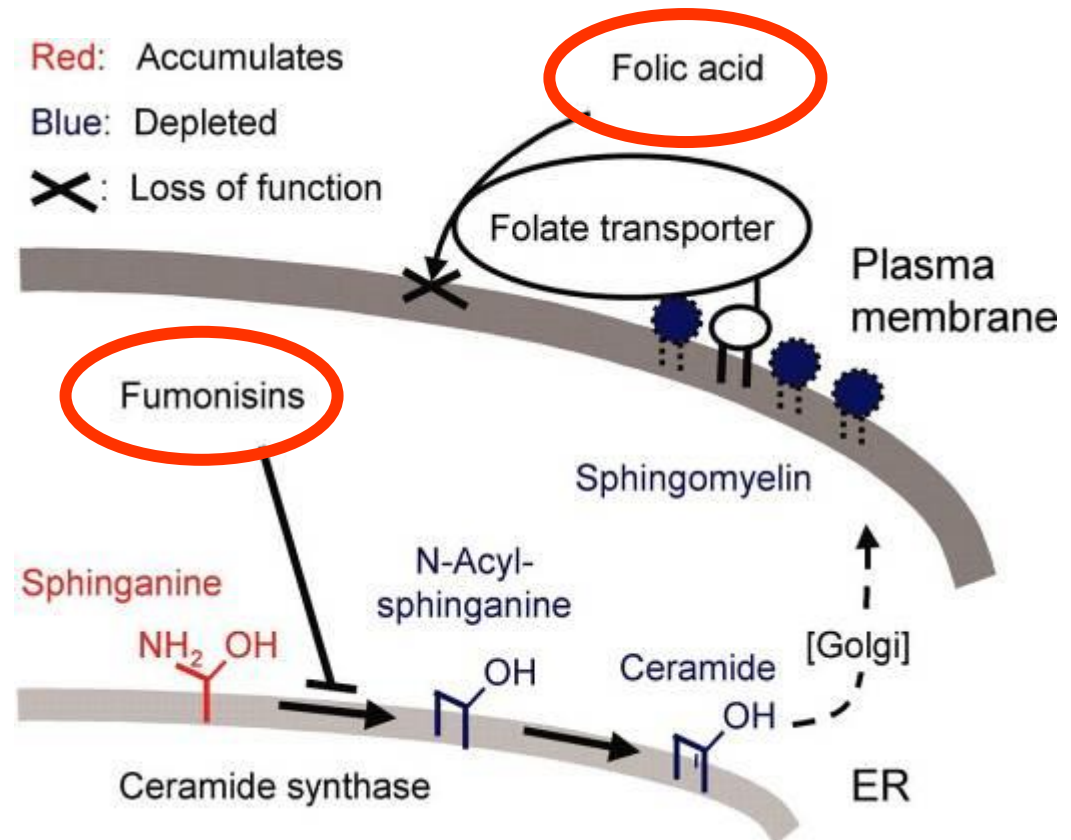


Esempi di difetti attribuibili alla fumonisina: spina bifida, encefalocele e anencefalia. **Tutti in una sola estate e da un solo ospedale in Guatemala.**

Foto cortesia Dr. Julio Cabrera.

Il legame tra fumonisina, deficit di acido folico e la spina bifida è forte dal punto di vista biologico

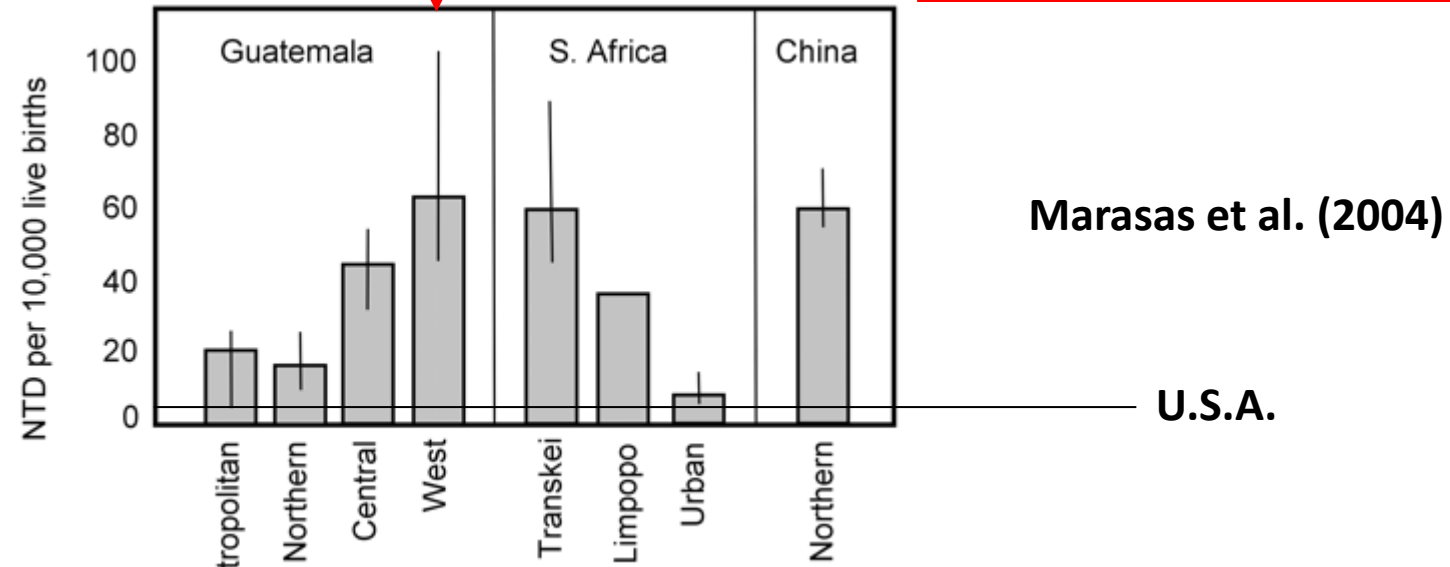
(...relazione tra fumonisina e cancro, aumento di trasmissione dell'AIDS, crescita...)



Incidenza dei difetti del tubo neurale (NTD per 10,000 nati vivi)

Quetzaltenango has a mostly indigenous population that consumes high amounts of maize as their staple food

General U.S. popul.: <3
Quetzaltenango: 106



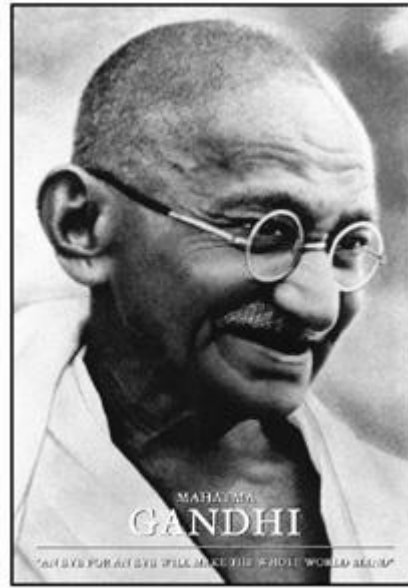
Il mais Bt avrebbe immani benefici per alcuni PVS

Mean incidence and range in incidence of various locations within the regions or countries are shown; the bar for Limpopo represents one data point.

“Esortiamo chi è scettico o si oppone all’impiego di colture geneticamente ingegnerizzate e all’applicazione della genetica moderna in generale, a **valutare attentamente l’evidenza scientifica connessa e i danni dimostrabili causati dal trattenere questa comprovata tecnologia da chi ne ha più bisogno** “



Fagioli all'Uccelletto, “typical Tuscan dish”: White beans, tomato, chili peppers originated in the Americas



“Recall the face of the poorest and the weakest man whom you have seen, and ask yourself if the steps you contemplate are going to be of any use to him. Will he gain anything by it? Will it restore to him control over his own life and destiny?”

(Mahatma Gandhi)

Grazie per l'attenzione

http://agrochemicals.iupac.org/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=3&sobi2Id=31