

MIGLIORAMENTO GENETICO DELLE PIANTE

BIOTECNOLOGIE = uso di processi o prodotti naturali di organismi viventi in medicina, agricoltura, industria (es. fermentazione alcolica, lievitazione, produzione di metaboliti)

ORGANISMO GENETICAMENTE MODIFICATO (GMO) = organismo in cui il materiale genetico è stato alterato in un modo che non occorre naturalmente per riproduzione sessuata e/o ricombinazione naturale (Direttiva Comunitaria 90/220/EEC).

L'agricoltura è il più antico esempio
di biotecnologia delle piante

Storia delle tecnologie in agricoltura

2,000 a.C.
XIX sec.
inizio XX sec.
metà XX sec.
Anni '30
Anni'40
Anni'50
Anni'70
Anni'80
Anni'80
Anni'90
2000

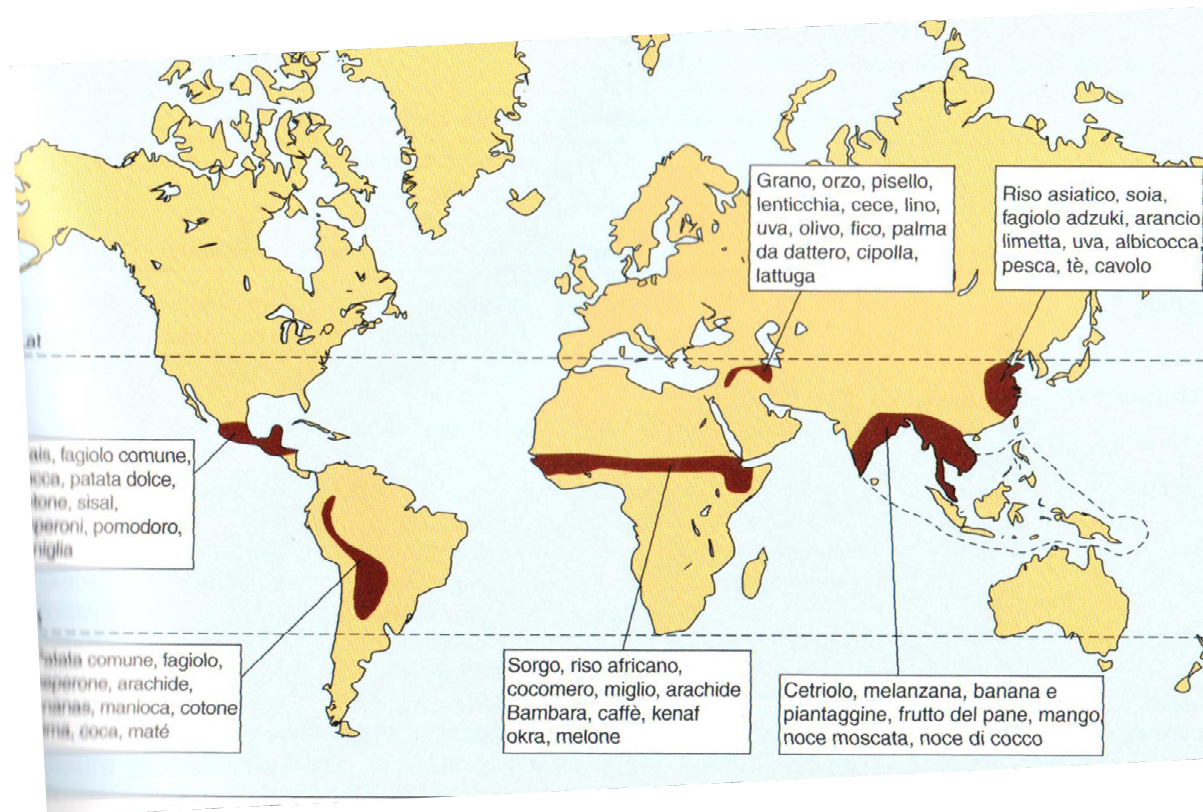


Coltivazione
Incrocio selettivo
Mutagenesi e selezione
colture cellulari
Variazione somaclonale
Colture di embrioni
Poliembriogenesi
Colture di antere
DNA ricombinante
Marcatori molecolari
Sequenziamento genomi
Bioinformatica



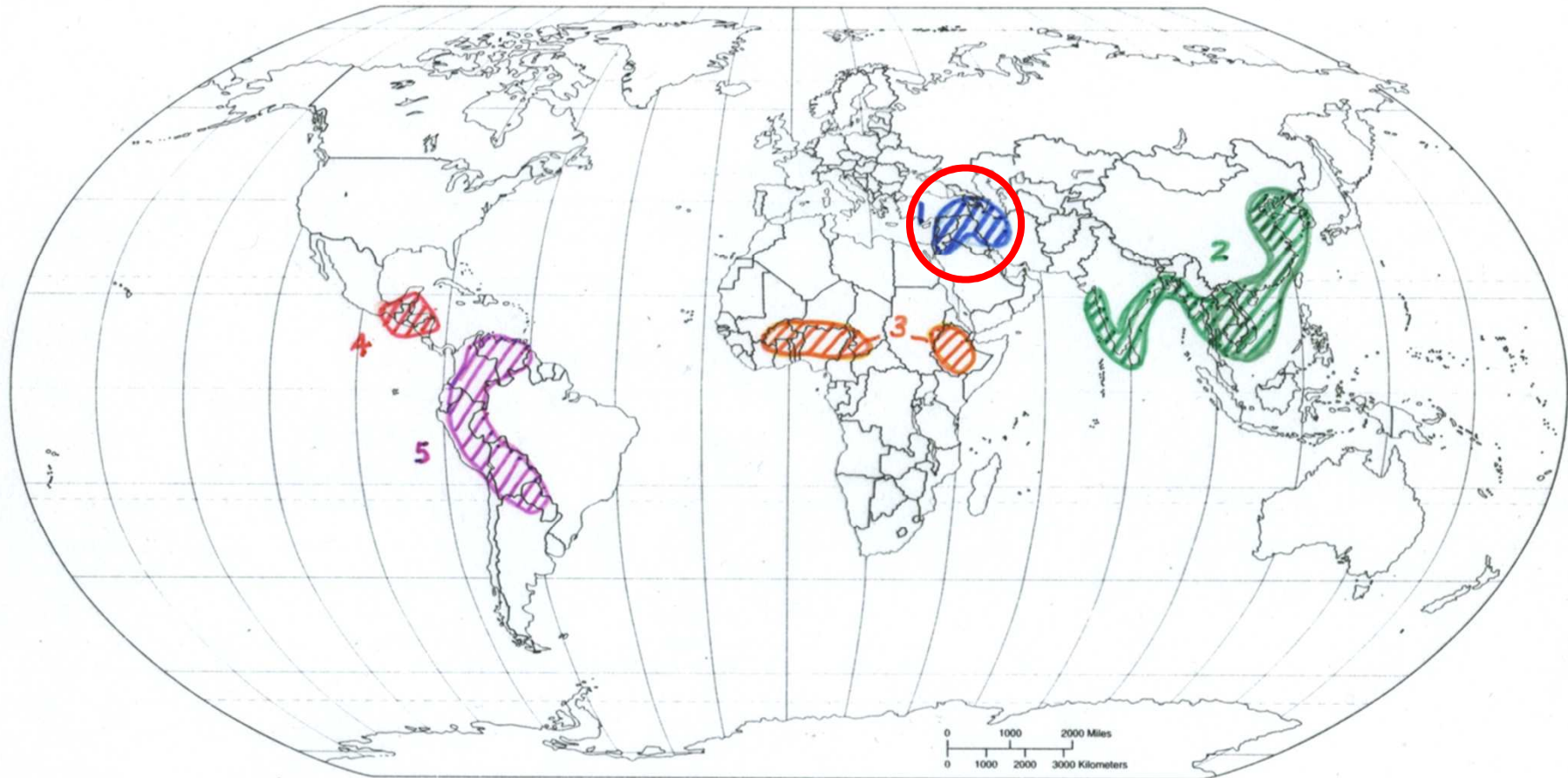
NASCITA DELL'AGRICOLTURA

- ca. 10.000 anni fa
- Indipendentemente in diversi luoghi



Medio Oriente e Mezzaluna fertile

AGRICULTURAL HEARTHES



SOUTHWEST ASIA/FERTILE CRESCENT

Plant domestication

Small grains

wild grasses



wheat

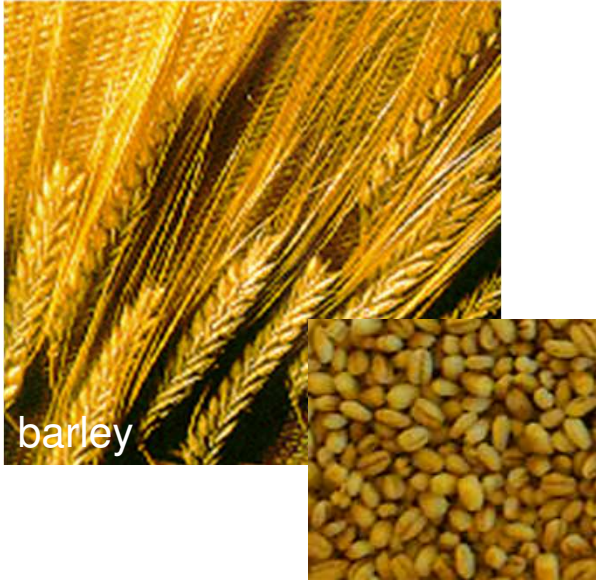


SOUTHWEST ASIA/FERTILE CRESCENT

Plant domestication

Small grains

STARCHY
FILLER-FOOD!



SOUTHWEST ASIA/FERTILE CRESCENT

Plant domestication

Vegetables

pea



chickpea



lentil



carrot



cabbage



onion



garlic



turnip

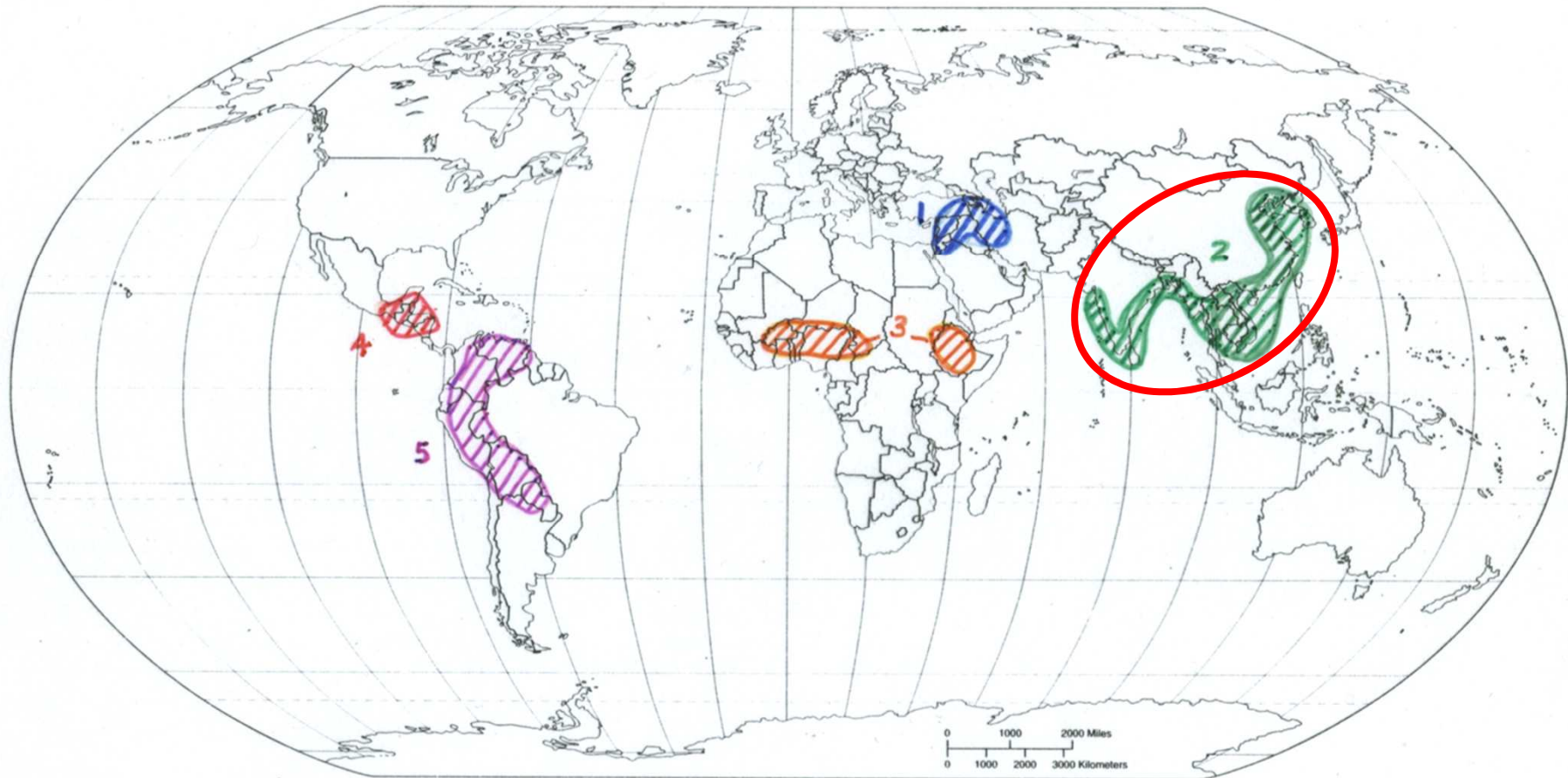


radish

lettuce

MONSOON ASIA

AGRICULTURAL HEARTHTHS



MONSOON ASIA

Plant domestication

Rice



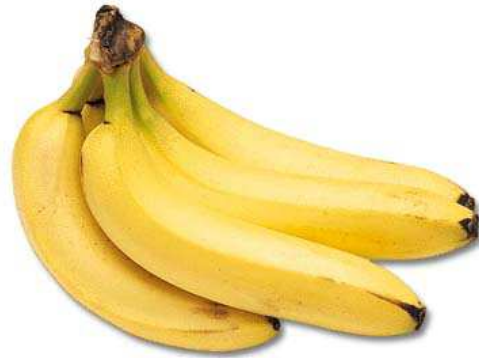
**STARCHY
FILLER-FOOD!**



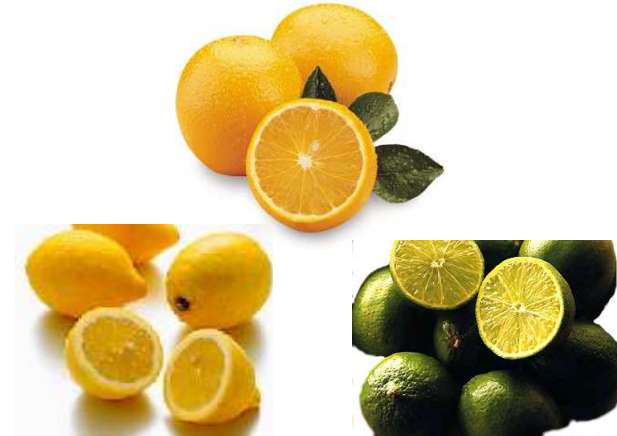
MONSOON ASIA

Plant domestication

banana



citrus



coconut



sugar cane



MONSOON ASIA

Plant domestication
Spices



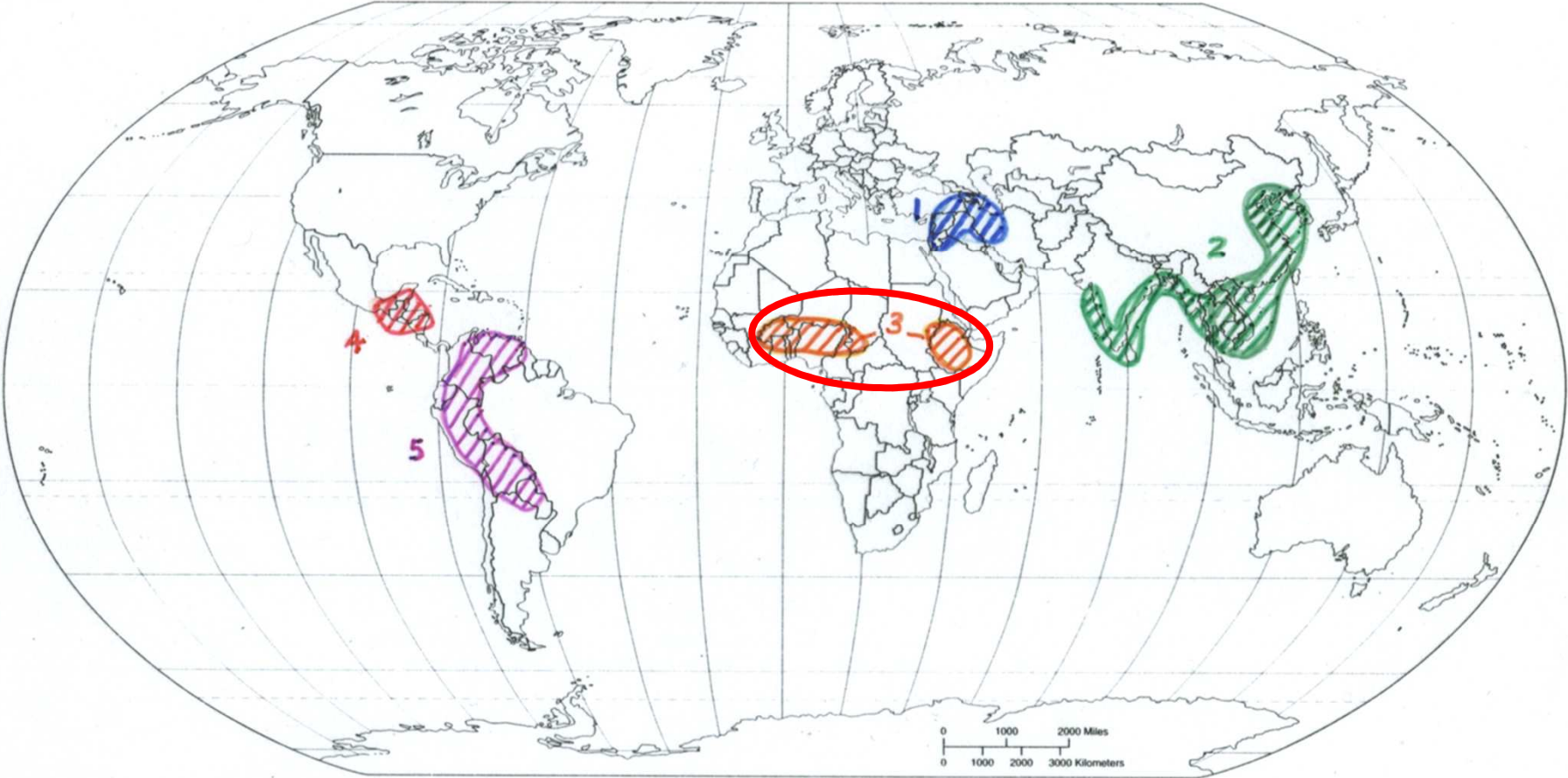
MONSOON ASIA

Plant domestication
Soybean



EAST & WEST AFRICA

AGRICULTURAL HEARTHTHS



EAST & WEST AFRICA

miglio



sorgo



EAST & WEST AFRICA

Plant domestication

gourds



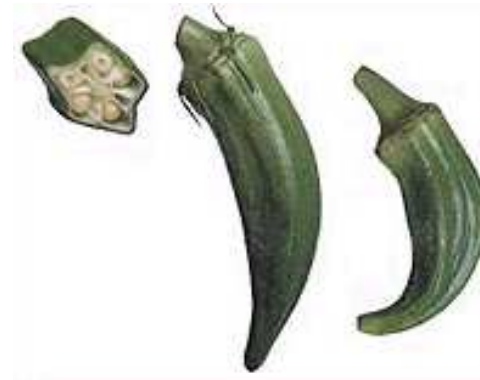
melons



yams

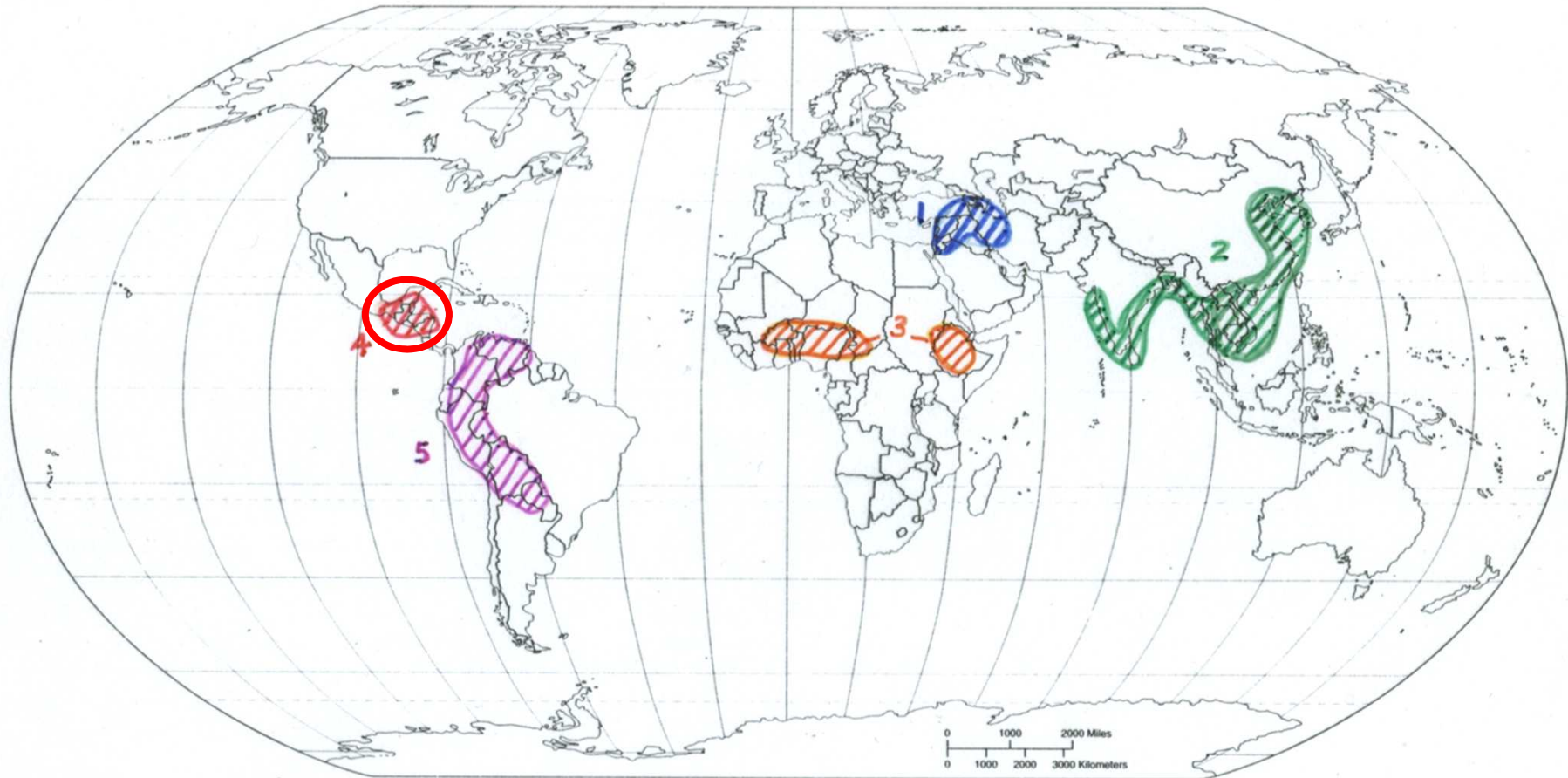


okra



MESOAMERICA

AGRICULTURAL HEARTHTHS



MESOAMERICA

Plant domestication
Maize (Corn)

STARCHY
FILLER-FOOD!



Xilonen
Goddess of
Young Maize
(Aztec)



Maize God
(Mayan)

MESOAMERICA

Plant domestication

beans



squashes



chili peppers



MESOAMERICA

Plant domestication



chicozapote



tlilxochitl

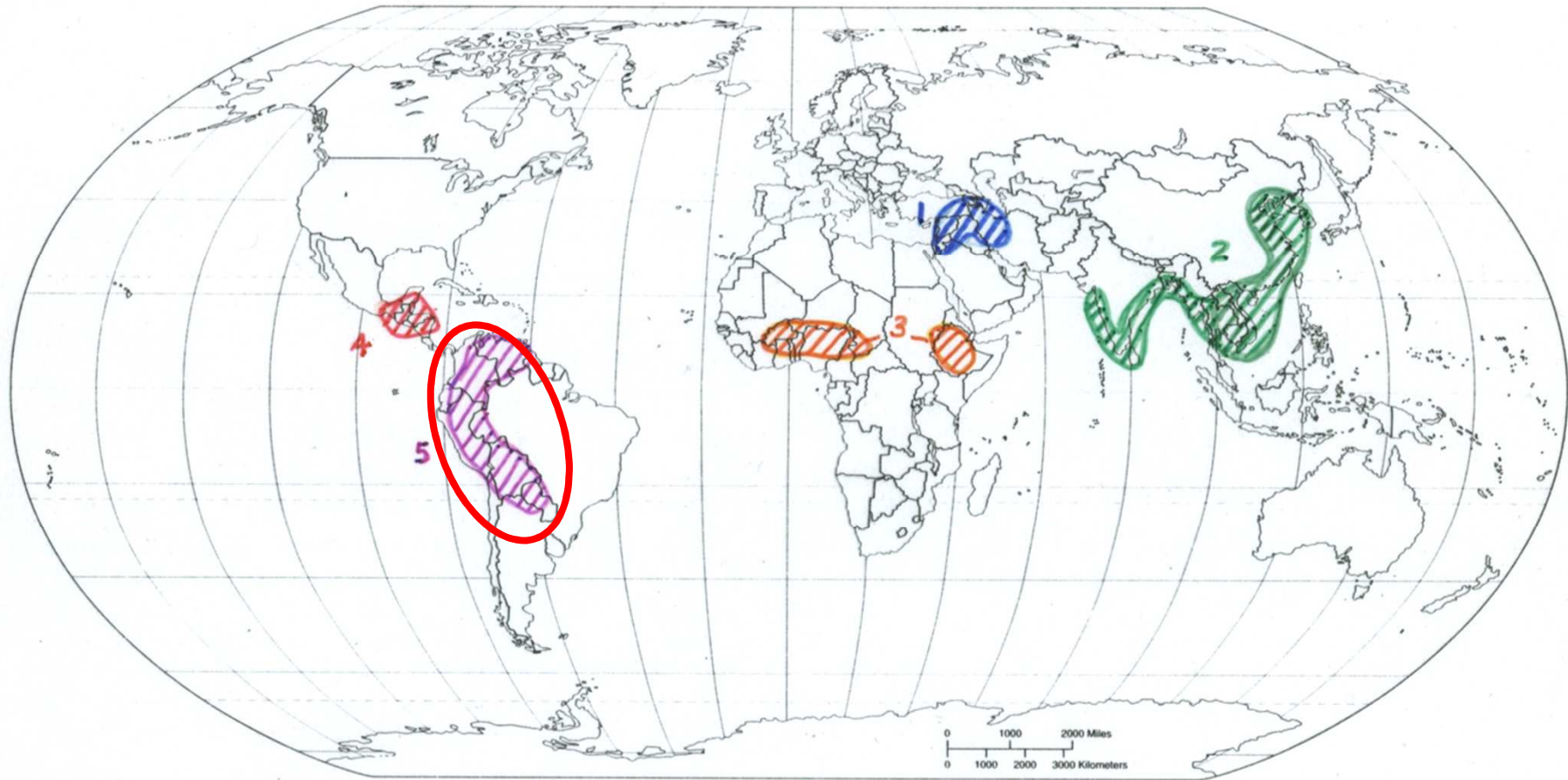


sunflower



ANDEAN HIGHLANDS

AGRICULTURAL HEARTHTHS



ANDEAN HIGHLANDS

Plant domestication

Potato



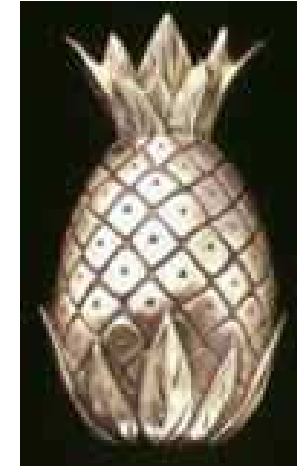
ANDEAN HIGHLANDS

Plant domestication

tomato



pineapple



peanut



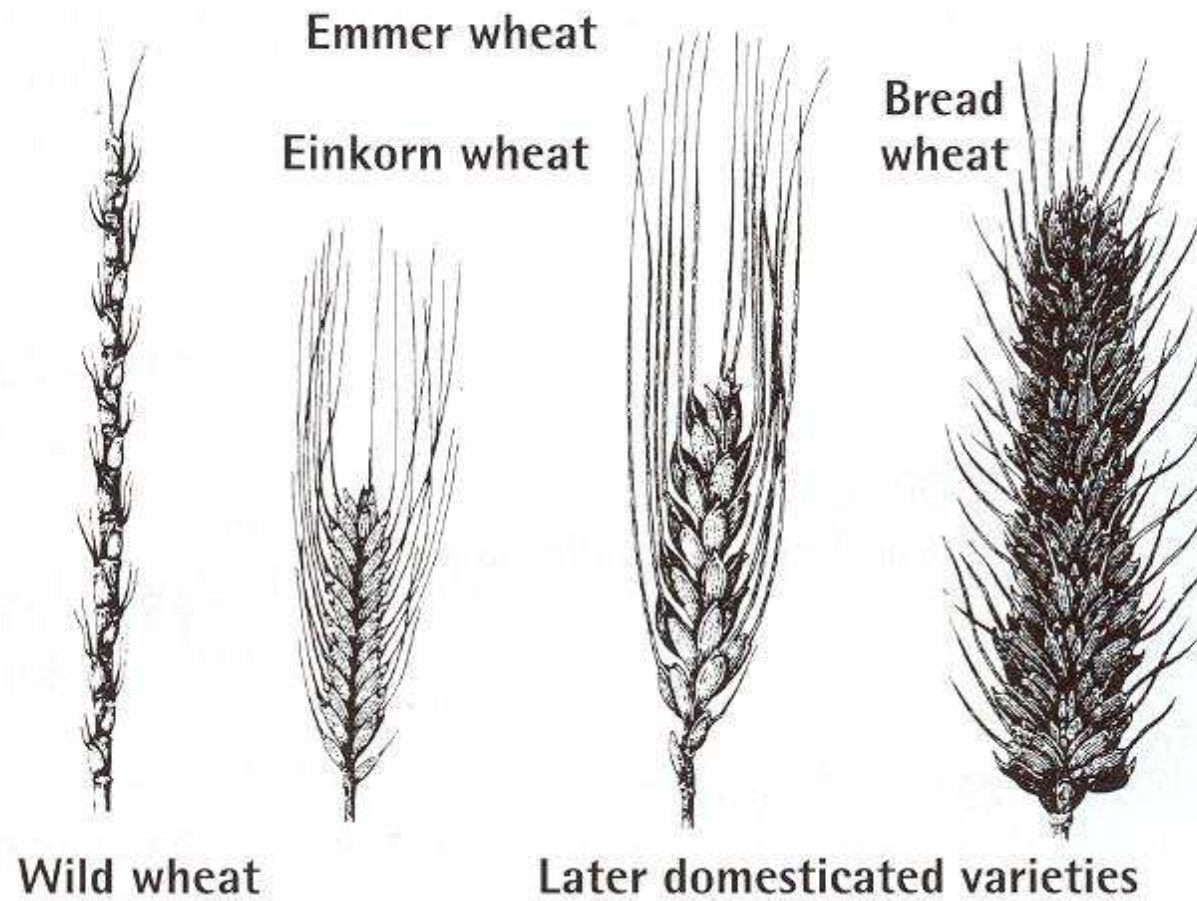
Suffolk, VA



**Peanut Capital
of the World!**



Piante addomesticate: crescono e si riproducono solo grazie all' intervento dell'uomo



L'addomesticamento è avvenuto tramite:

- 1) Selezione di piante con caratteristiche migliori**
- 2) Commercio su lunga distanza**
- 3) Incrocio (accidentale o deliberato) con forme selvatiche e con altre specie**

Che cosa è la domesticazione?

- Definizione di domesticazione: “Processo tramite il quale le piante o gli animali selvatici vengono **adattati all'uomo** e all'ambiente che egli fornisce”
- Ben di più che il semplice allevare in cattività, domare o coltivare
- **Processo di selezione** che porta a caratteristiche morfologiche, fisiologiche, genetiche e “comportamentali” ereditabili
- In molti casi esistono **progenitori selvatici** (o loro discendenti)
- I principali caratteri sotto selezione sono stati identificati
- Lasso di tempo richiesto: (1.000 – 10.000 anni)

L'evoluzione dell'agricoltura è stata segnata da tre importanti tappe:

- La domesticazione
 - Selezione di piante con tratti desiderabili . Riduce la diversità genetica
[Razze territoriali: colture sviluppate negli originali centri di domesticazione. L'eterogeneità genetica le rende fonte di tratti interessanti per i miglioratori
- La dispersione dal centro di domesticazione
 - Ha coinvolto piccoli campioni di semi. Ha ridotto ulteriormente la diversità genetica delle colture. Nel nuovo ambiente un secondo round di selezione ha adattato le nuove colture alle nuove condizioni.
- Il miglioramento genetico nel XX secolo
 - Si è concentrato su un numero sempre più piccolo di varietà élite che hanno mostrato caratteristiche superiori.
 - A causa sia dell'industria che dell'uniformità delle esigenze dei consumatori, oggi un numero limitato di varietà di ogni specie occupa una proporzione significativa del territorio dedicato a quella coltura

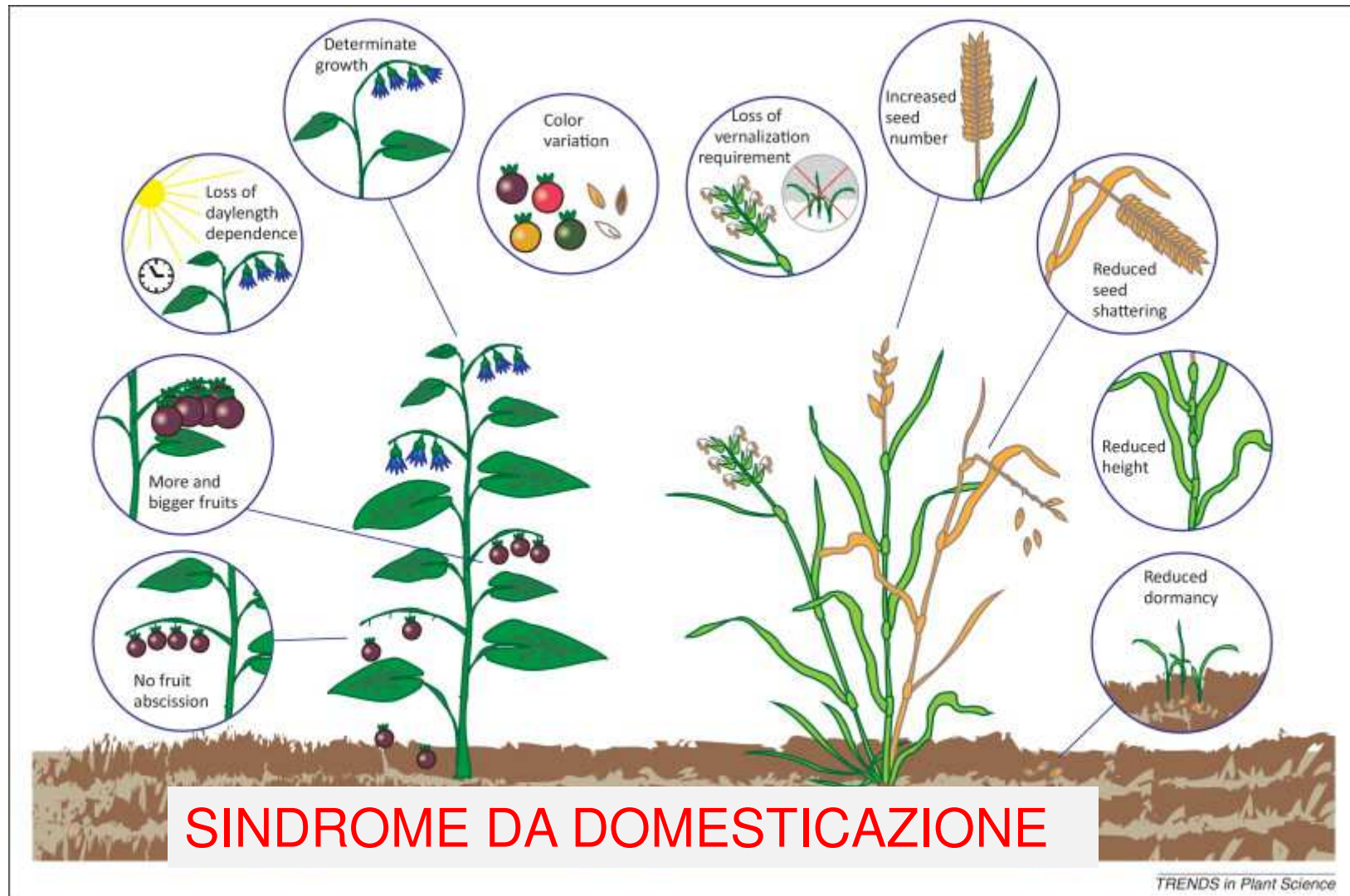
- Per molte specie, la domesticazione ha comportato notevoli mutamenti nel comportamento, nel ciclo di vita e addirittura nella fisiologia.

La sindrome da domesticazione

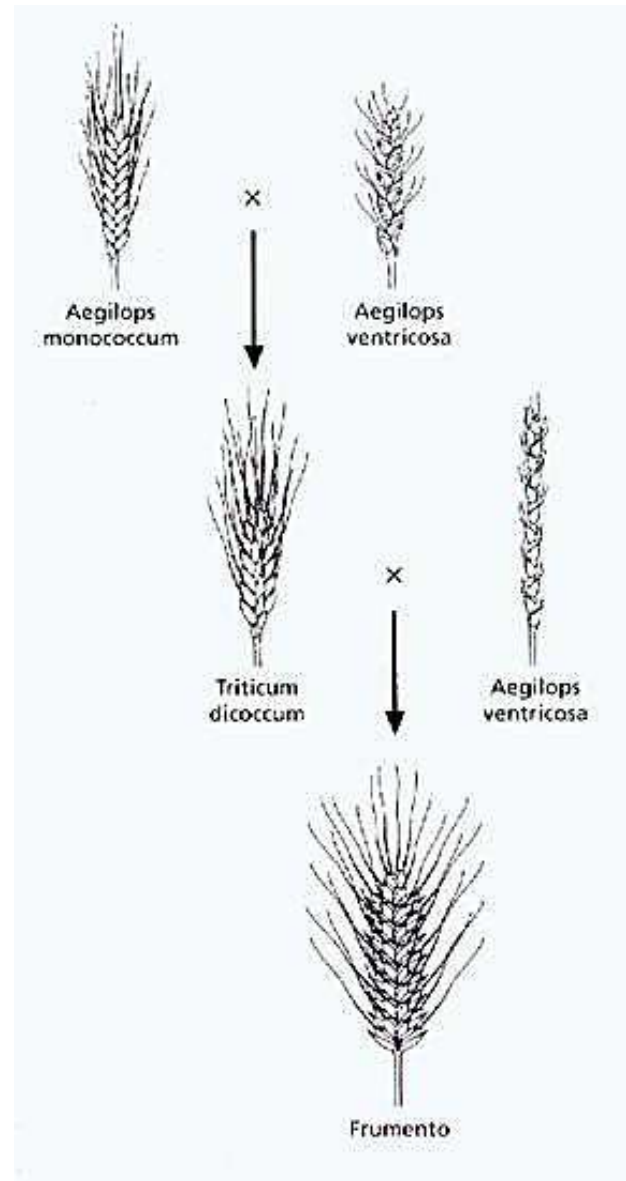
Accumulo di mutazioni dannose per la pianta, ma favorevoli all'uomo (oltre a quelle dannose tramite linkage)

- Seme trattenuto a maturità della spiga (frutto)
- Riduzione del contenuto di tossine (patogeni...)
- Dimensioni, forma e colore del frutto/semi/parte commestibile
- Aumento nel numero di semi/fertilità
- Nanismo/accestimento (in generale “plant architecture”)
- Dormienza del seme (infestanza, permanenza..)
- Richieste nutrizionali (fertilizzanti...)
- Adattamento della fioritura alle condizioni locali

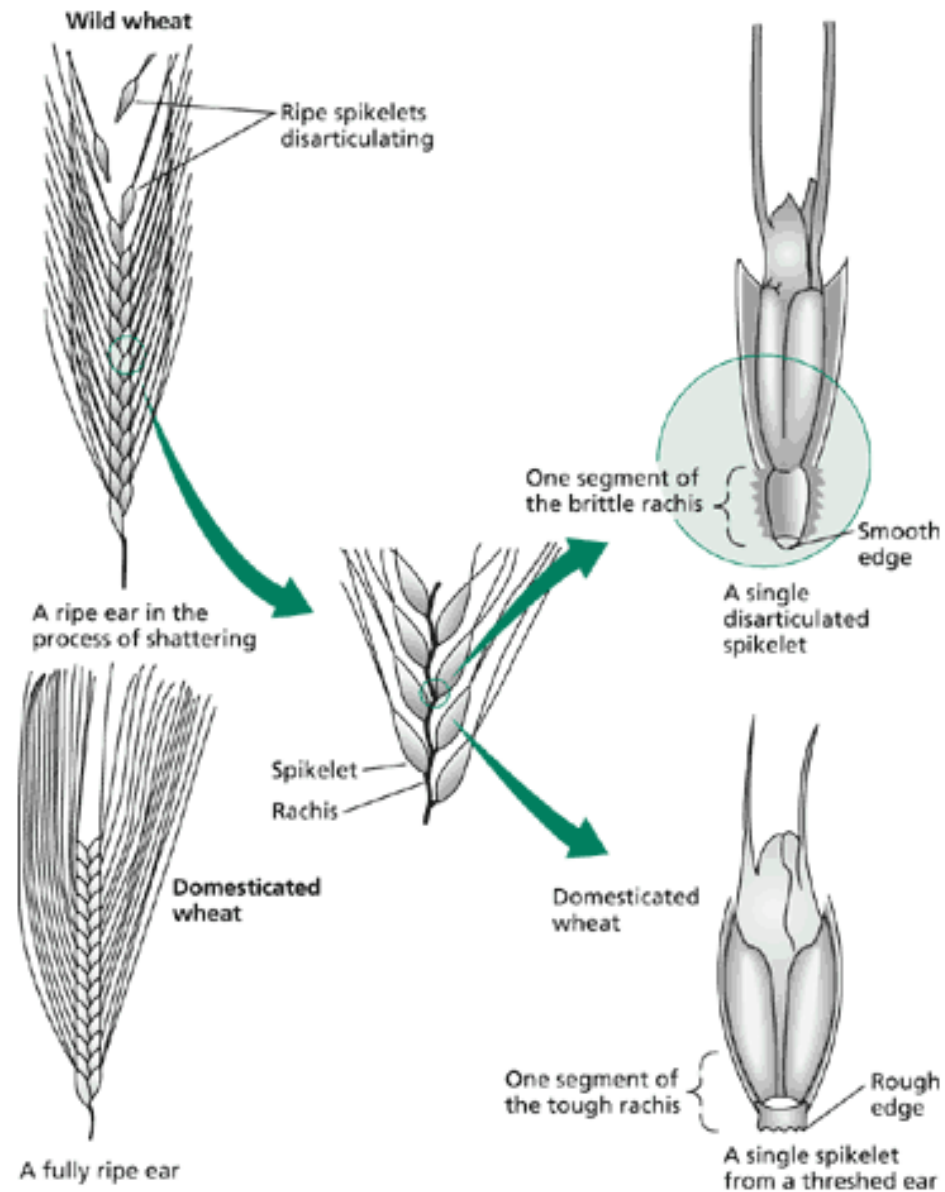
CARATTERI ALTERATI NEL CORSO DELLA DOMESTICAZIONE DELLE PIANTE



Evoluzione del frumento a partire dai suoi genitori selvatici



Dispersione dei semi nel frumento e nelle specie selvatiche



Un bel carattere

**Spighetta in una pianta matura:
i semi cadono a terra entro pochi
giorni.**

**Spighetta in una pianta matura:
i semi rimangono per anni
attaccati alla spighetta. Il loro
distacco richiede un trattamento
vigoroso (trebbiatura).**



Orzo selvatico (murino) - coltivato



Teosinte – Mais



Semi di teosinte

i semi si staccano facilmente

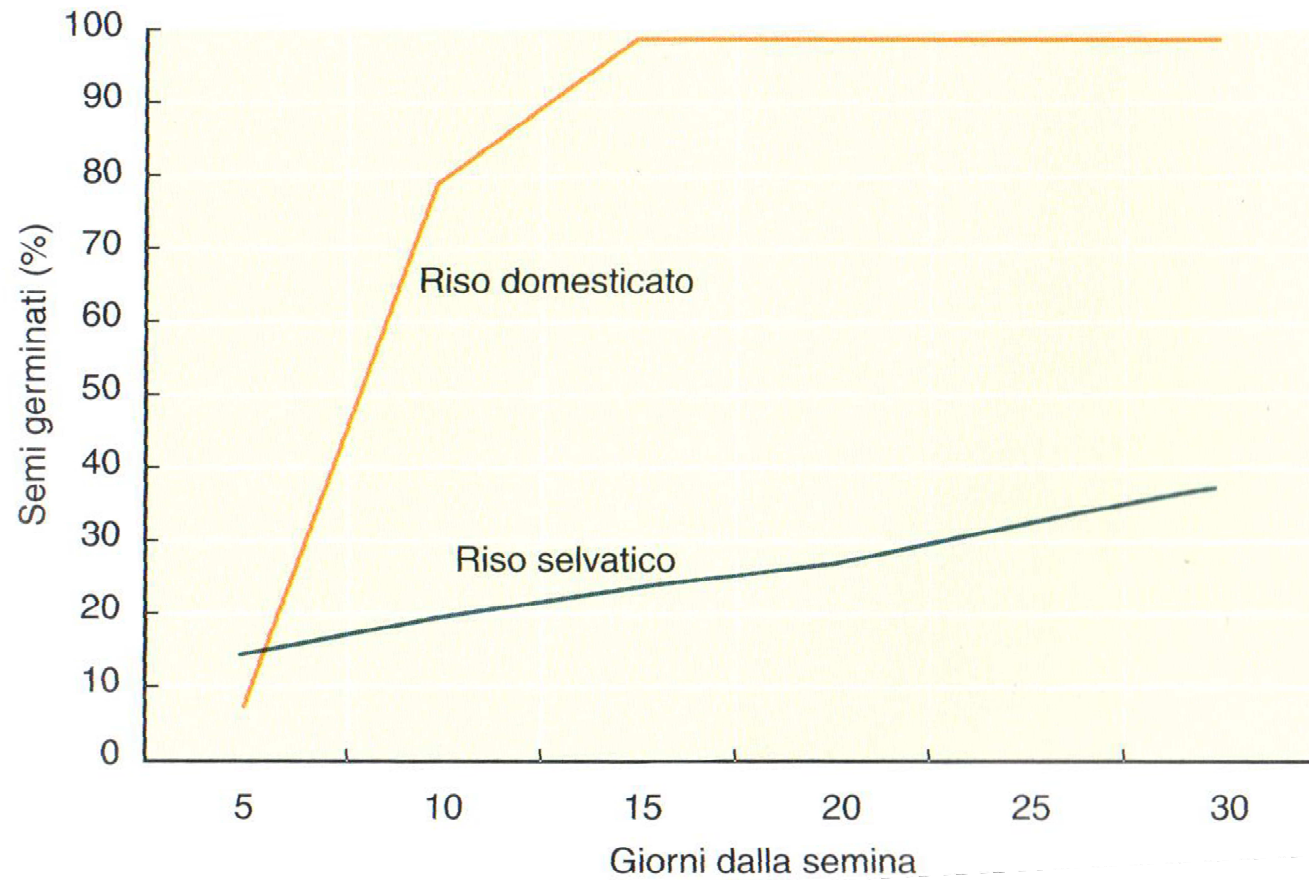
Semi di mais



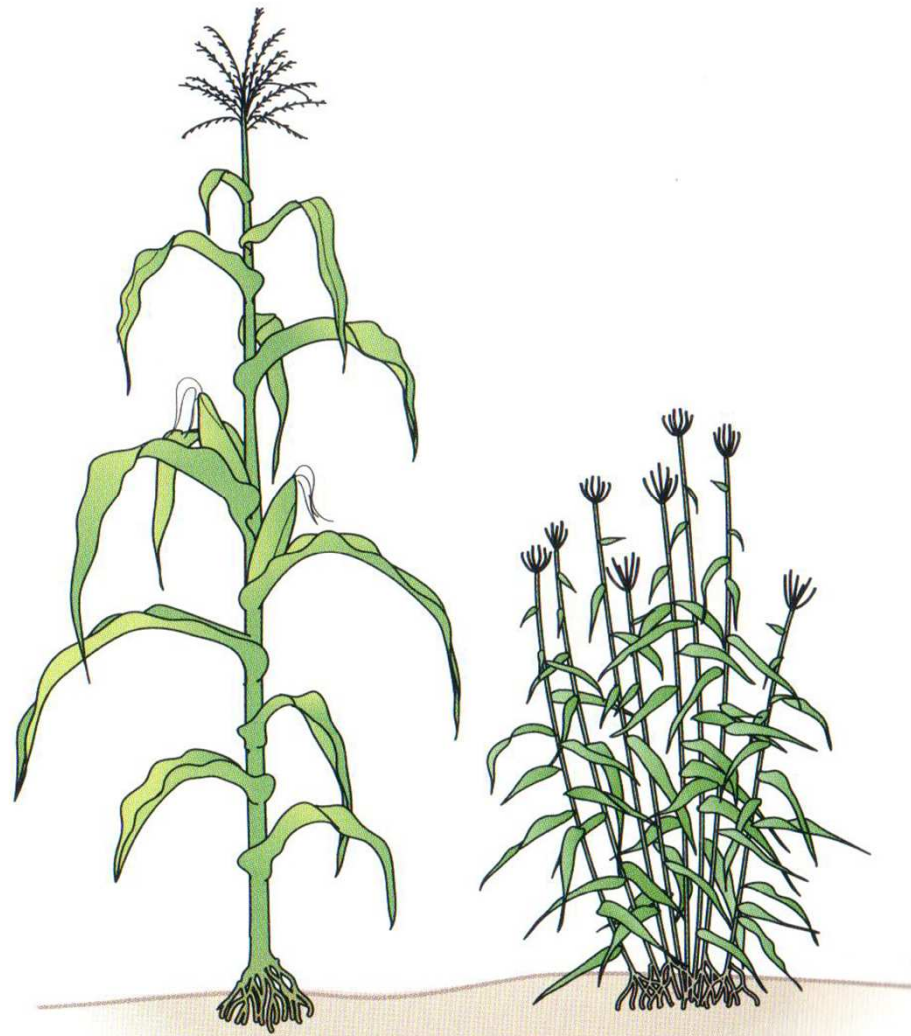
Per staccare i semi occorre un'azione vigorosa



Germinabilità dei semi di piante di riso selvatico e domestico



Habitus

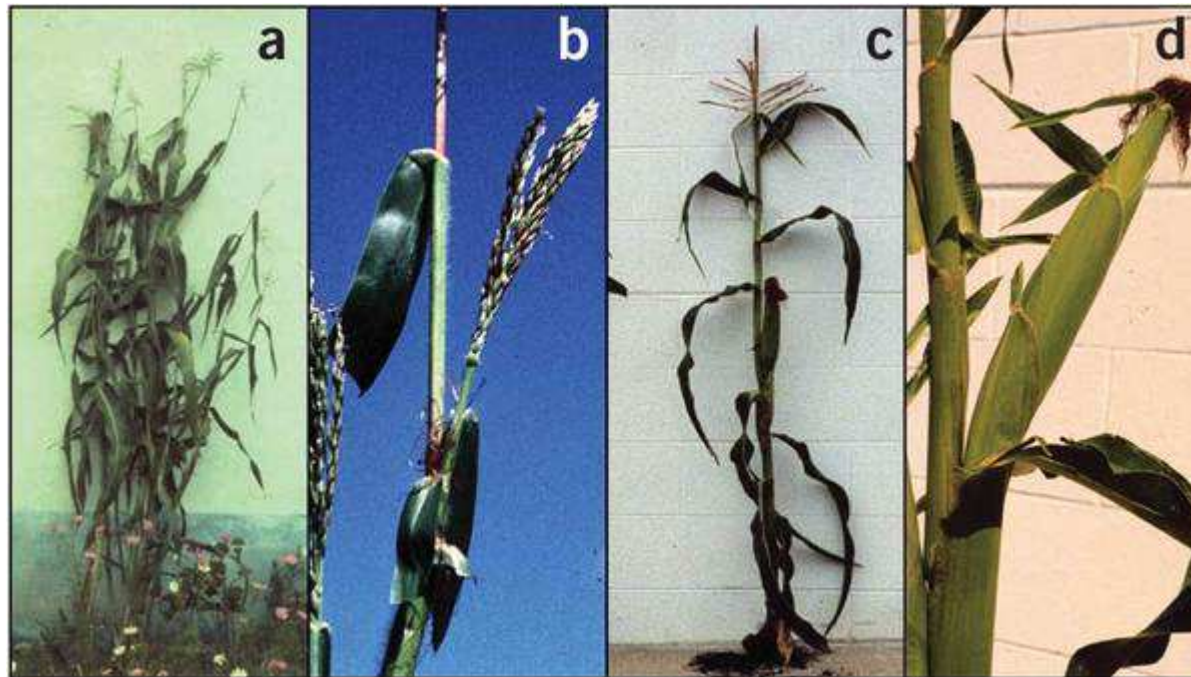


(a)

(b)

The main stalk (stelo) of a **teosinte** plant has multiple long branches, each tipped by a tassel and bearing many small ears of grain at its nodes. By comparison, the stalk of a modern maize plant has only one or two short branches, each of these tipped by a large, grain-bearing ear. The difference in size of the teosinte and maize ears is substantial. The small ears of teosinte have only 10 or 12 kernels, whereas a single ear of maize can have 300 or more. Overall, maize shows much greater apical dominance, with the development of the branches repressed relative to the development of the main stalk.

Teosinte and maize plants.

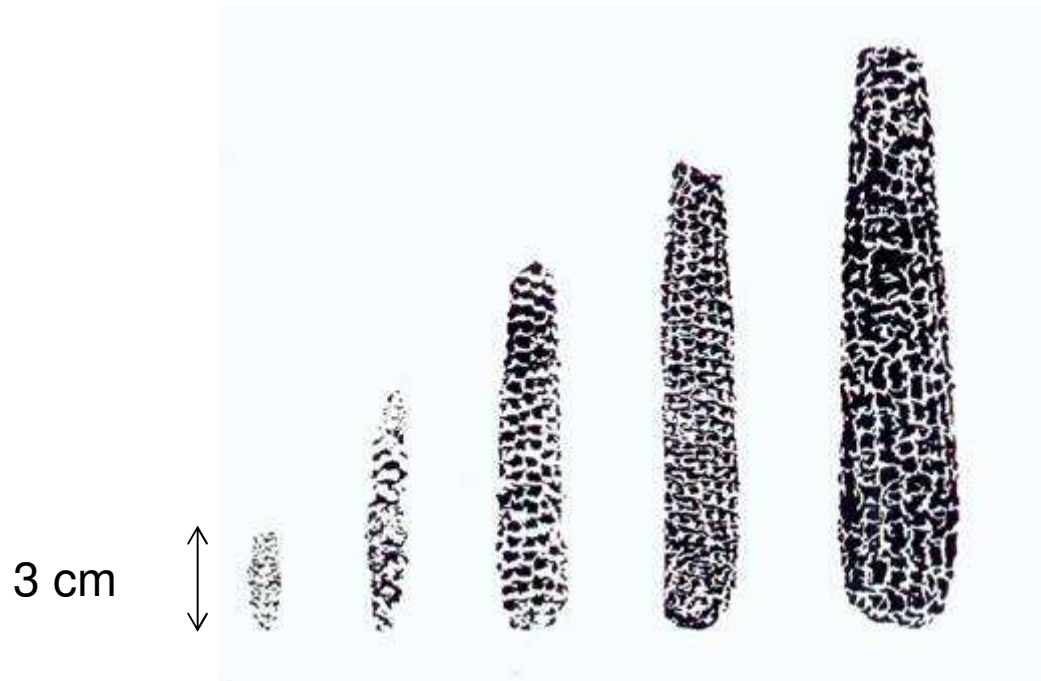


(a) Highly branched teosinte plant. (b) Teosinte lateral branch with terminal tassel. (c) Unbranched maize plant. (d) Maize ear shoot (that is, lateral branch).

varietà nane di frumento



Aumento nelle dimensioni del mais fra il 1500 a.C e il 1500 d.C.



Dimensioni dei frutti e/o delle altre parti commestibili



Un effetto della domesticazione: alterazione nel contenuto in tossine

Cultivated plant foods commonly contain on average fewer natural toxins than do their wild counterparts. For example, the wild potato *Solanum Acaule*, the progenitor of cultivated strains of potato, has a glycoalkaloid content about 3 times that of cultivated strains and is more toxic. The leaves of the wild cabbage *Brassica oleracea* (the progenitor of cabbage, broccoli, and cauliflower) contain about twice as many glucosinolates as cultivated cabbage. The wild bean *Phaseolus lunatus* contains about 3 times as many cyanogenic glucosides as does the cultivated bean. Similar reductions in toxicity through agriculture have been reported in lettuce, lima bean, mango, and cassava.

da Ames et al., PNAS 1990

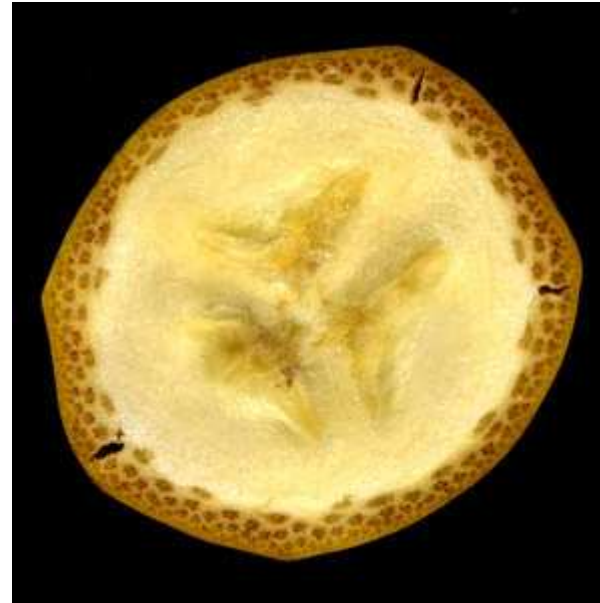
<http://socrates.berkeley.edu/mutagen/center.pubs.html>

Gli agricoltori della preistoria hanno selezionato quei caratteri (alleli) che hanno reso le piante selvatiche coltivabili (domesticate). I “plant breeders” hanno selezionato ulteriori tratti genetici per produrre le piante coltivate che noi oggi conosciamo e di cui ci nutriamo.

la conclusione: le piante coltivate NON sono piante “naturali”

Assenza di semi

Banane, arance, uva → scomparsa dei semi



Sterilità → propagazione vegetativa

Diapositiva di **Benoît Pujol**

Molte piante ornamentali presentano mutazioni

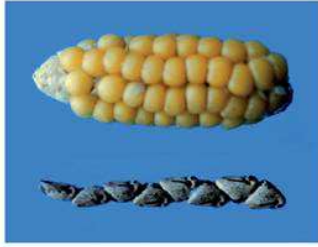
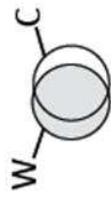


Rosa canina (selvatica)

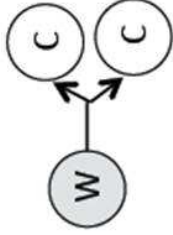


Rosa coltivata

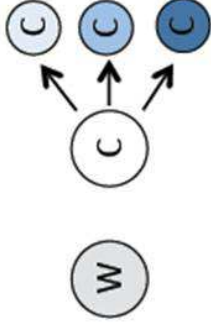
Stage 1: onset of domestication



Stage 2: *in situ* increase in frequency of desirable alleles



Stage 3: cultivated populations form that are adapted to new environment and local preferences



Stage 4: deliberate breeding

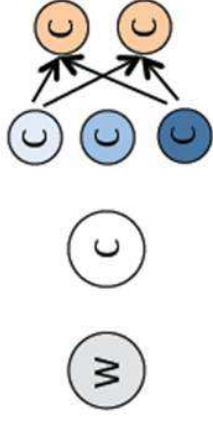
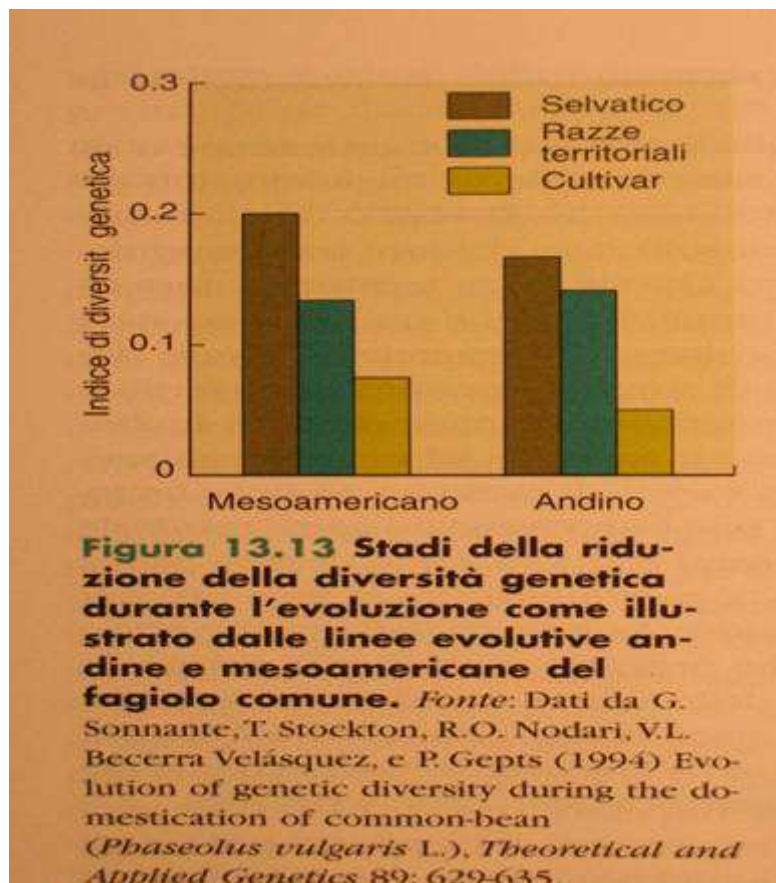


Table 1 | Commonly observed traits in crops* accompanying domestication (Stage 1) and diversification (Stages 2–4)

| | Stage 1 | Stage 2 | Stage 3 | Stage 4 |
|-----------------------|--|---|---|--|
| Seed crop | <ul style="list-style-type: none"> • Larger seeds • Resource allocation • Thinner seed coat, and increased seed softening and ornamentation • Inflorescence architecture (including shape, number and determinacy) • Increased yield potential and productivity • Loss of dormancy • Determinate growth | <ul style="list-style-type: none"> • More seeds • Increased seed size variation • Pigment change • Flavour change • Change in starch content • Non-shattering seeds[†] • Reduced germination inhibition | <ul style="list-style-type: none"> • Reduced vernalization • Reduced photoperiod sensitivity • Modified hormone sensitivity • Synchronized flowering time • Shortened or extended life cycle • Dwarfism | <ul style="list-style-type: none"> • Increased yield • Increased abiotic stress tolerance • Increased biotic stress tolerance • Improved eating quality |
| Root and Tuber | <ul style="list-style-type: none"> • Flavour change • Resource allocation • Change in starch content • Ability to thrive in modified landscape • Reduced branching | <ul style="list-style-type: none"> • Reduced toxicity • Vegetative propagation and reduced sexual propagation • Abiotic stress tolerance • Biotic stress tolerance • Extended harvest season | <ul style="list-style-type: none"> • Hybridization using effect of heterosis • Promotion of allogamy • Increased yield | <ul style="list-style-type: none"> • Improved nutritional quality • Improve multiplication ability and rate |
| Fruit | <ul style="list-style-type: none"> • Flavour change • Resource allocation • Larger seed size • Larger fruit size • Shortened life cycle • Softer fruit | <ul style="list-style-type: none"> • Increased fruit size variation • Selfing breeding system | <ul style="list-style-type: none"> • Improved pollination success • Reduced fruit shedding • Continuous fruiting | <ul style="list-style-type: none"> • Delayed ripening • Increased post-harvest quality and delayed senescence • Increased yield • Increased abiotic stress tolerance • Increased resistance • Attractiveness and even ripening |

*Examples in annual or short-lived perennial fruits, roots and seeds are shown. Fewer general traits could be identified for less well-characterized crops, such as leaf crops and long-lived perennial species, and these were therefore excluded. [†]A Stage 1 trait in some crop species.

Il fagiolo comune è stato domesticato almeno due volte



- Tutte le cultivar di fagiolo comune derivano da una delle due linee
- La diversità genetica in entrambe le linee è stata ridotta dalla domesticazione, dalla diffusione verso altre regioni del globo, dallo sviluppo di nuove cultivar

I vantaggi raggiunti dai selezionatori

Contadino romano: 1000 kg frumento per ettaro

In Italia 1920: 1000 kg frumento per ettaro

Adesso: 4000 kg frumento per ettaro

Pratiche agricole più efficienti e selezioni

RIVOLUZIONE VERDE

I vantaggi raggiunti dai selezionatori

- Contadino romano: 1000 kg frumento per ettaro
- In Italia 1920: 1000 kg frumento per ettaro
- Adesso: 4000 kg frumento per ettaro
- Pratiche agricole più efficienti e selezioni
- **RIVOLUZIONE VERDE**

Biodiversità come fonte di nuove specie agrarie

Inventario delle specie vegetali:

a) attualmente conosciute

- 10.000 cereali
- 18.000 leguminose
- 1.500 funghi commestibili
- 60.000 specie medicinali
- 3.000 specie con poteri contraccettivi
- 2.000 specie con poteri insetticidi
- 3.000 specie di frutta tropicali

b) coltivate su scala commerciale

- * 4 specie di frutta tropicale (banana, mango, ananas e papaya)
- * 7 cereali (frumento, riso, mais, sorgo, segale, avena)
- * 6 leguminose (fagiolo, pisello, soia, arachide, erba medica, trifogli)

Biodiversità come fonte di nuove specie agrarie

Con approccio trasversale:

- **Specie dotate di parti eduli (radici, foglie, fusto, semi, frutti) e già in qualche modo utilizzate: 20.000**
- **Specie attualmente capaci di alimentare l'umanità: 22 (frumento, mais e riso = 2/3, in termini calorici, della produzione alimentare mondiale)**
- **Specie portate a buon livello di progresso agronomico: 100**

Domesticazione, cerealicoltura nativa e “civiltà indigene” 1.

Cerealicoltura nativa

- Per frumento, orzo e segale, nasce con l'agricoltura circa 10.000 anni fa nella “mezzaluna fertile”, nel bacino tra Tigris ed Eufrate.
- Analoghe evoluzioni per il riso, nel subcontinente indiano, e per il mais nelle Americhe, dal Messico al Perù, anche se in epoche successive.

Domesticazione preferenziale dei cereali

- legata anche ad alcune loro caratteristiche.
- La facile conservazione delle cariossidi favorisce la costituzione di insediamenti umani e lo stabilirsi di una società. L'Australia, unico continente a non aver ospitato una “civiltà indigena”, è anche l'unico a non aver avuto una cerealicoltura nativa.

Domesticazione, cerealicoltura nativa e “civiltà indigene” 2.

Tra le caratteristiche che hanno favorito la domesticazione:

- una maggior plasticità genetica (più vasta generazione di variabilità genetica),
- un migliore adattamento alla variabilità ambientale,
- una più rapida risposta alla selezione umana, e quindi
- una più rapida utilizzabilità delle specie
- **nei cereali**, particolarmente significativa la perdita del carattere **“shattering”**
- In epoche seguenti alla domesticazione, tuttavia, e fino al moderno miglioramento genetico (anni 20-30-40), rese produttive delle specie domesticate per lo più costanti

Come elevare la produzione di cibo

- In teoria, due vie percorribili:
 - estensione della superficie coltivabile
 - incremento della produttività (*produzione per ettaro*)
- Prima opzione da tempo non più praticabile. La superficie mondiale di terre arabili si sta in realtà riducendo, a causa di diversi fattori, quali:
 - urbanizzazione sempre più estesa (case, strade, canali, ecc.)
 - desertificazione;
 - erosione
 - degrado dei suoli (salinizzazione, mineralizzazione, ecc.)
- L'acquisizione di altre terre agricole mediante deforestazione è improponibile (non sostenibile)
- Ineluttabilmente, la sola via per incrementare, come necessario, la produzione di alimenti è quella di accrescere la produttività delle specie agrarie.

I FONDAMENTI DEL PROGRESSO PRODUTTIVO 1.

- Dopo secoli di stasi, a partire dagli anni '30-'40 la produttività delle più importanti specie domestiche ha fatto registrare incrementi considerevoli, che continuano ancora.
- Essi sono ascrivibili a progressi paralleli nella genetica e nelle agro-tecnologie.
- Concentrazione su una delle tre principali specie di cereali (2/3 del fabbisogno calorico dell'umanità): il frumento

I FONDAMENTI DEL PROGRESSO PRODUTTIVO 2.

- La selezione genetica presuppone l'esistenza e disponibilità di variabilità genetica, o "biodiversità", di opportuna qualità.
- I fenotipi (genotipi) più idonei vengono scelti ("selezionati") per la riproduzione.
 - Nel passato, tale selezione era esercitata da parte degli agricoltori.
 - Successivamente, è stata praticata da parte di figure più specializzate, i genetisti agrari, che dopo tentativi ripetuti e più o meno laboriosi, giungono a costituire nuove forme ("varietà") migliorate, coltivate con più successo dagli agricoltori.

PROGRESSO PRODUTTIVO NEI FRUMENTI 1.

- N. Strampelli, genetista italiano, introduce negli **anni '20** la varietà di frumento giapponese Akagomuki, e la ibrida con diverse varietà italiane ed europee.
- Akagomuki “porta in dote” geni per bassa taglia e per fotoinsensibilità. Effetti positivi su **resistenza all'allettamento** e sulla **precocità di maturazione**.
- Il grano “Ardito”, capostipite di una serie di nuove varietà.
- Aumenti di produttività di quasi il 100% e affrancamento da onerosissime importazioni (“Battaglia del Grano”)

PROGRESSO PRODUTTIVO NEI FRUMENTI 2.

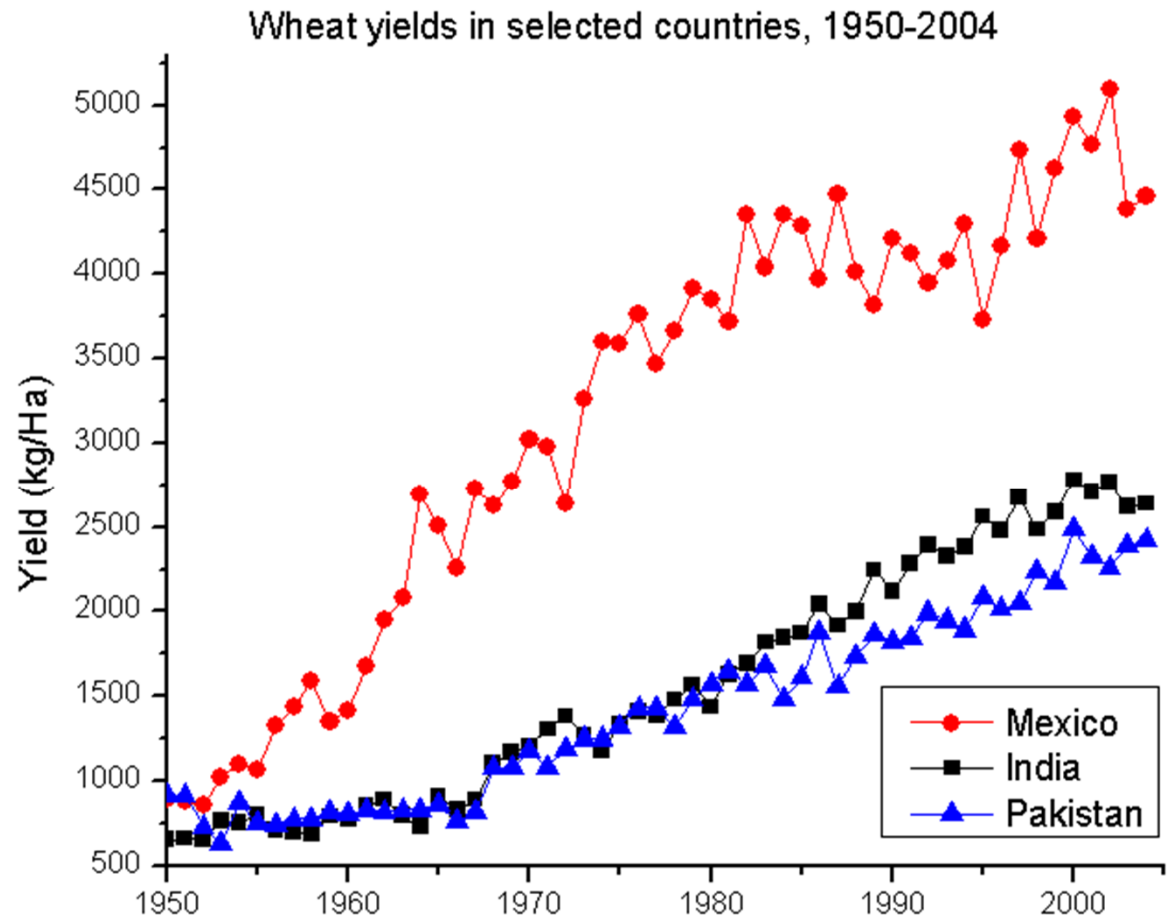
- Nel secondo dopoguerra, l'americano Borlaug in Messico introduce nei programmi di ibridazione e miglioramento dei frumenti un'altra serie di geni per bassa taglia, ancora di origine giapponese ("Norin 10" ed altri).
- Le varietà a taglia bassa che ne derivano sono **ad un tempo resistenti all'allettamento e alle ruggini.**
- Risultati: 1 kg di azoto somministrato, che determinava un incremento produttivo di **3 kg**. nelle vecchie varietà, ne determina uno di **10 kg** nelle nuove varietà.

La Rivoluzione verde

“l'uomo che disinnescò la bomba dell'aumento della popolazione umana”



Norman Borlaug
breeding wheat for Mexico
Nobel Peace Prize 1970



Source: FAO

La rivoluzione verde

Agricoltura ad alta resa con elevato input di sostanze chimiche

NPK

Alta resa: migliore assorbimento dei nutrienti, maggior biomassa

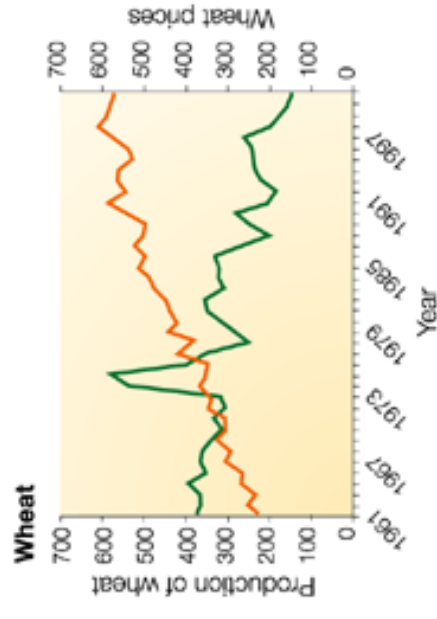
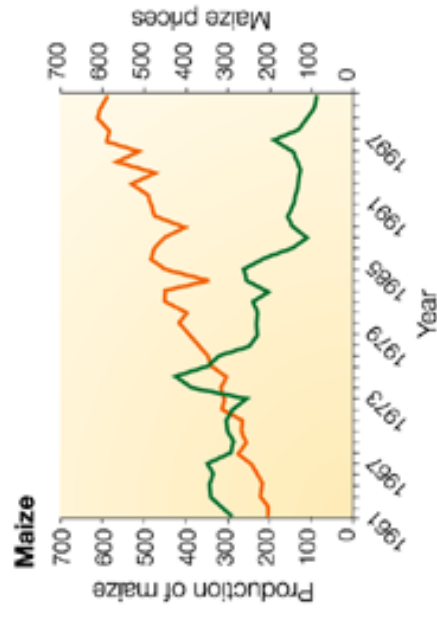
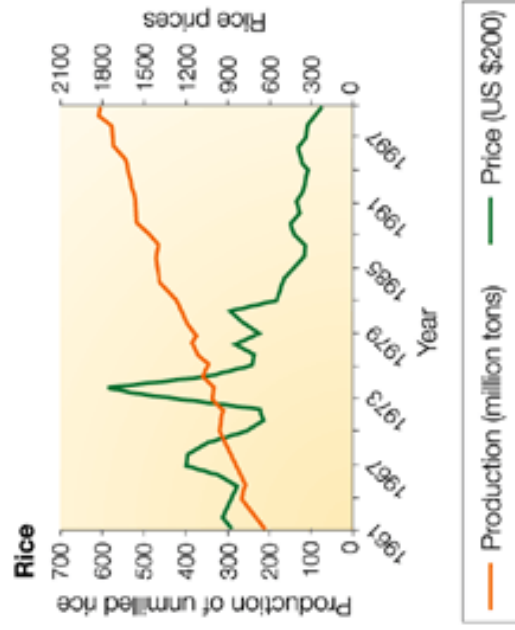
Rapida maturazione: nel riso dalla semina alla raccolta in 125 giorni contro i 210 previsti (in Asia due cicli)

Habitus di crescita: semi-nano (90 cm contro i 120 del frumento)

Giappone, Filippine, USA

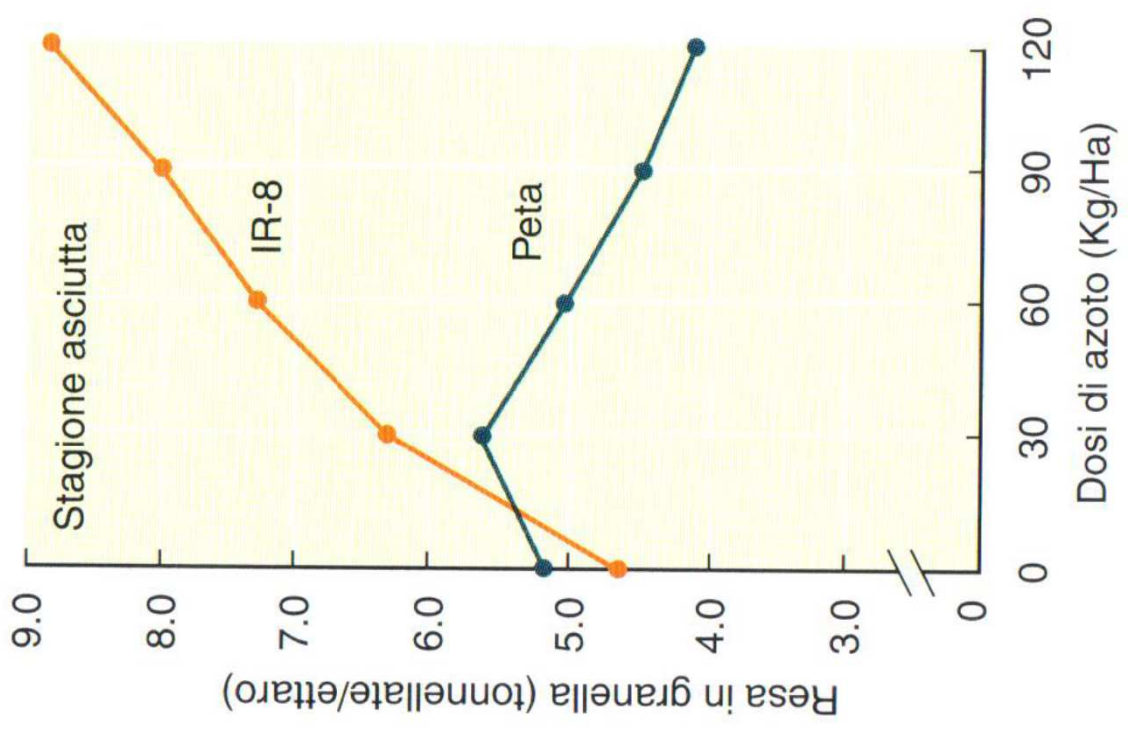
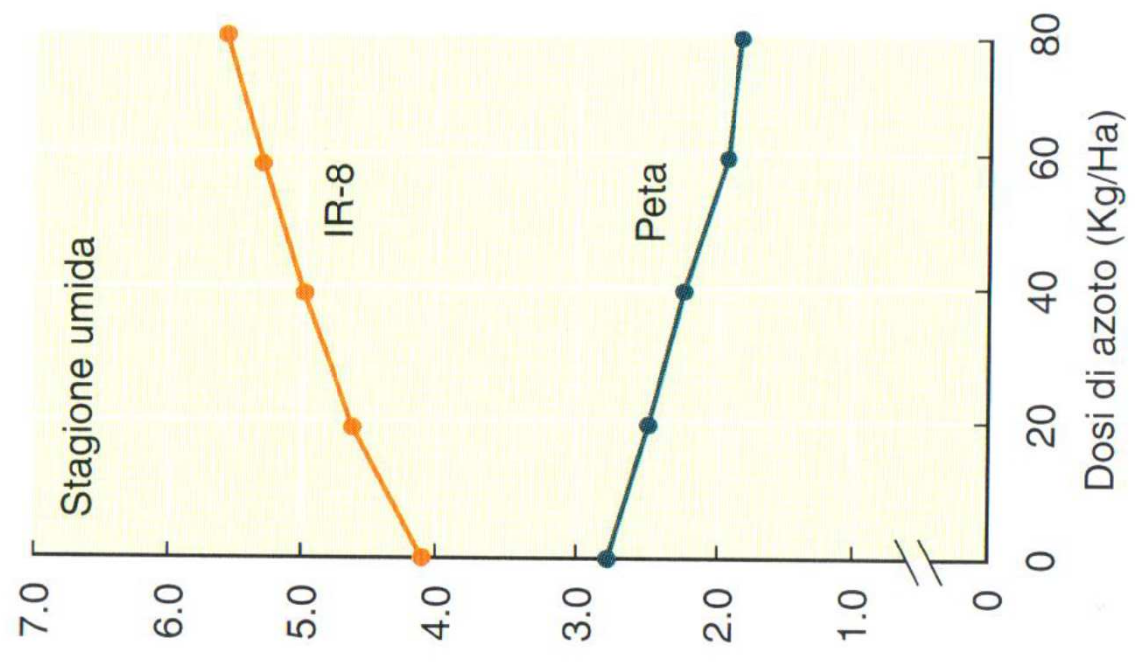
Riso: varietà Japonica e Indica





— Production (million tons) — Price (US \$200)

(a)



LA “RIVOLUZIONE VERDE” 1.

- Le nuove varietà che scaturiscono dal lavoro di Borlaug ed altri danno l'avvio alla cosiddetta “**rivoluzione verde**”, che si espande negli anni '60 in Asia, America Latina, Vicino Oriente, su una superficie di più di 25 milioni di ettari (1886).
- Tale espansione, tuttavia, è condizionata dalla disponibilità di una serie di fattori, quali:
 - acqua per irrigazione
 - capacità professionale
 - capitali per l'acquisto di mezzi di produzione
 - terre fertili
- La frequente indisponibilità di uno o più di tali fattori limita l'ulteriore espansione della rivoluzione verde.

La rivoluzione verde si basa sulle tecniche del miglioramento genetico

Alta resa

Rapida maturazione

Habitus di crescita semi-nano

Resistenza alle malattie

Adattabilità alle condizioni locali

Applicazione di fertilizzanti inorganici

erbicidi e fitofarmaci

Tecnologia di irrigazione, macchine....

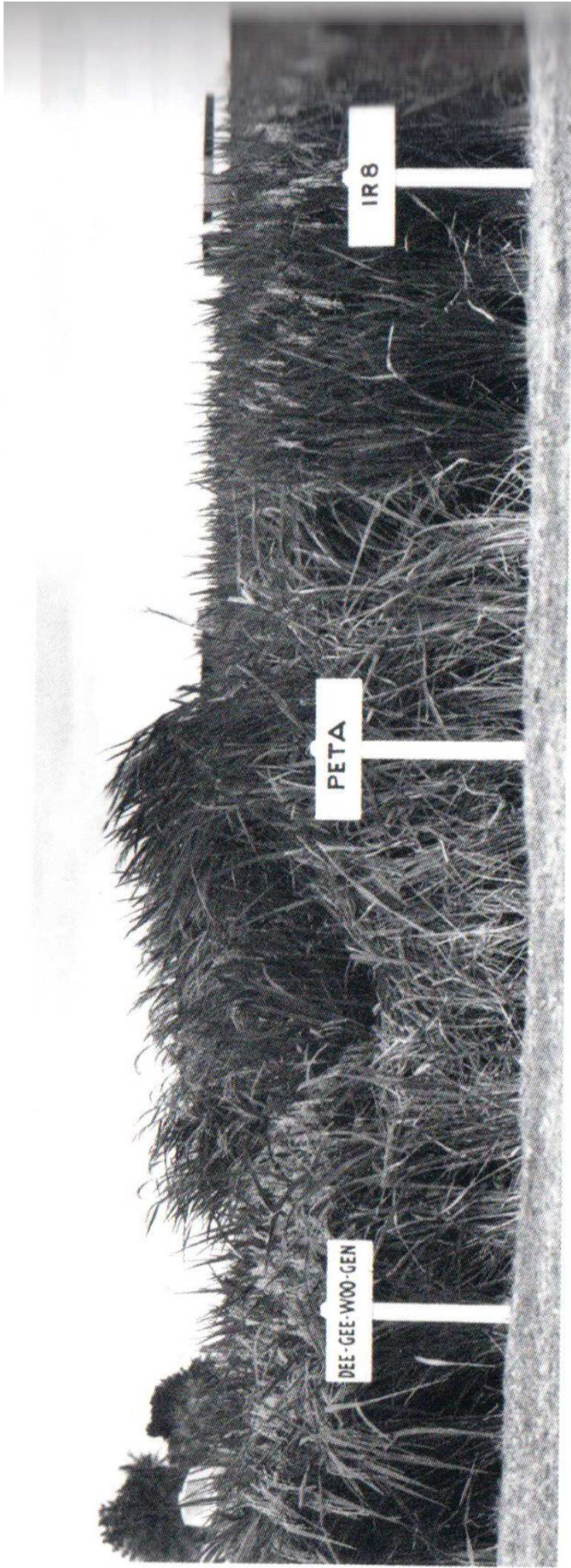
Le conseguenze....

Tabella 14.5

**I risultati della
rivoluzione verde: rese
(t/ha) di frumento e
riso in India e in Cina**

| Paese | Coltura | 1963 | 1983 |
|--------------|----------------|-------------|-------------|
| India | Frumento | 0.9 | 1.7 |
| India | Riso | 0.9 | 2.2 |
| Cina | Frumento | 1.0 | 2.5 |
| Cina | Riso | 2.0 | 4.7 |

Fonte: Dati FAO



Dwarf Wheat



99% of wheat grown worldwide

‘Green revolution’ genes encode mutant gibberellin response modulators

**Jinrong Peng^{*}, Donald E. Richards^{*}, Nigel M. Hartley,
George P. Murphy, Katrien M. Devos, John E. Flintham,
James Beales, Leslie J. Fish, Anthony J. Worland,
Fatima Pelica, Duraialagaraja Sudhakar†, Paul Christou,
John W. Snape, Michael D. Gale & Nicholas P. Harberd**

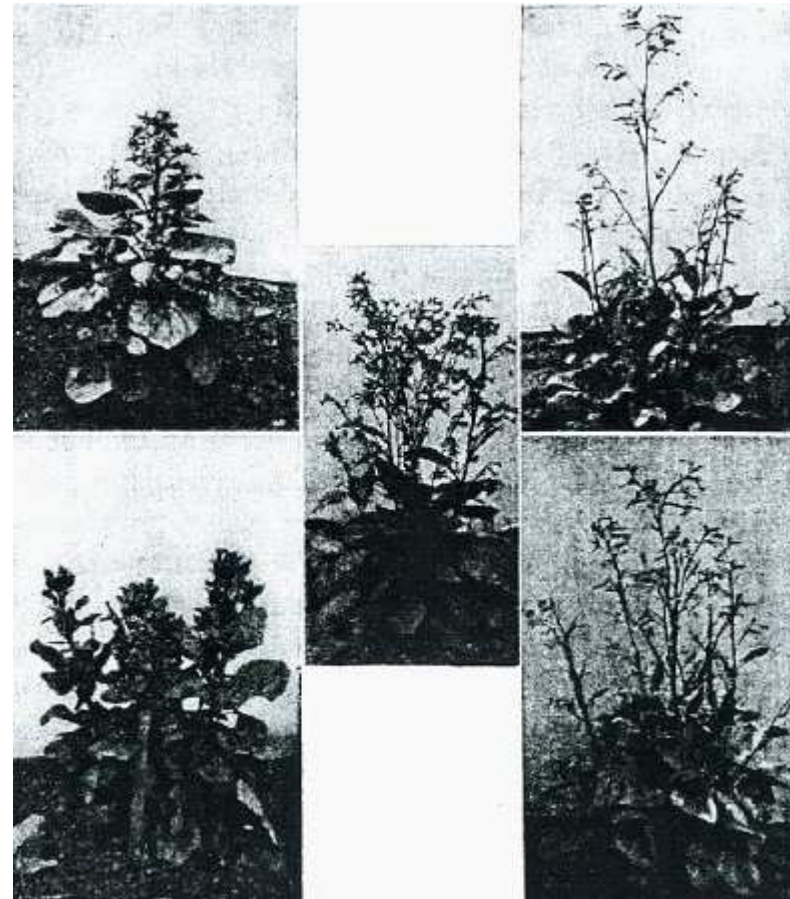
NATURE | VOL 400 | 15 JULY 1999 | 4

FASI DEL MIGLIORAMENTO GENETICO

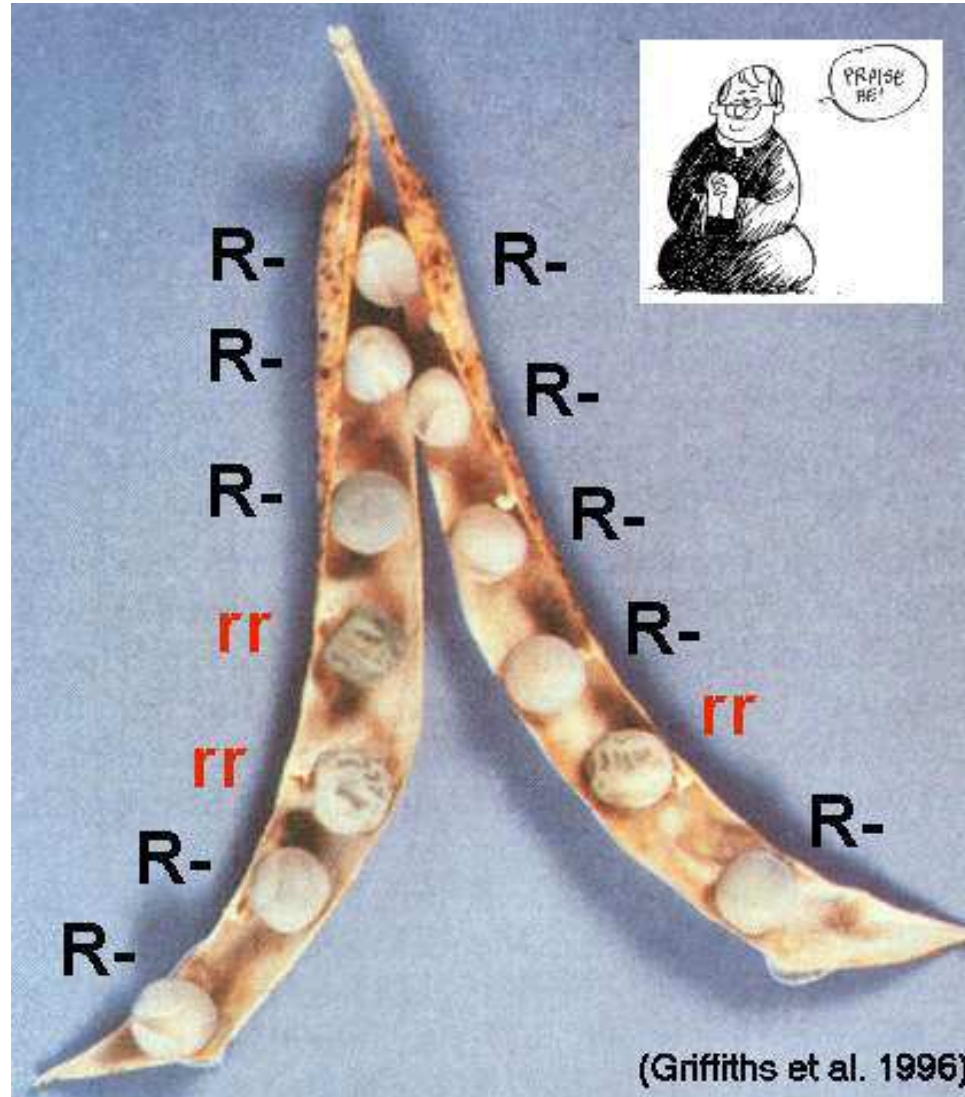
- 1) Introduzione di specie coltivabili in una regione
- 2) Selezione all'interno delle varietà locali -> omogeneità genetica (svantaggiosa sul lungo termine, es. suscettibilità a malattie)
- 3) Incroci intra- ed interspecifici per creare variabilità e selezionare nuovi genotipi

Fino al XVII-XVIII secolo, l'uomo ha semplicemente selezionato genotipi migliori basandosi sul fenotipo, sfruttando la variabilità genetica esistente

In seguito, ha iniziato a combinare in modo controllato tale variabilità per ottenere piante con specifici tratti migliorati: incroci intra- ed interspecifici



Mendel: leggi dell'ereditabilità



METODI D'INCROCIO

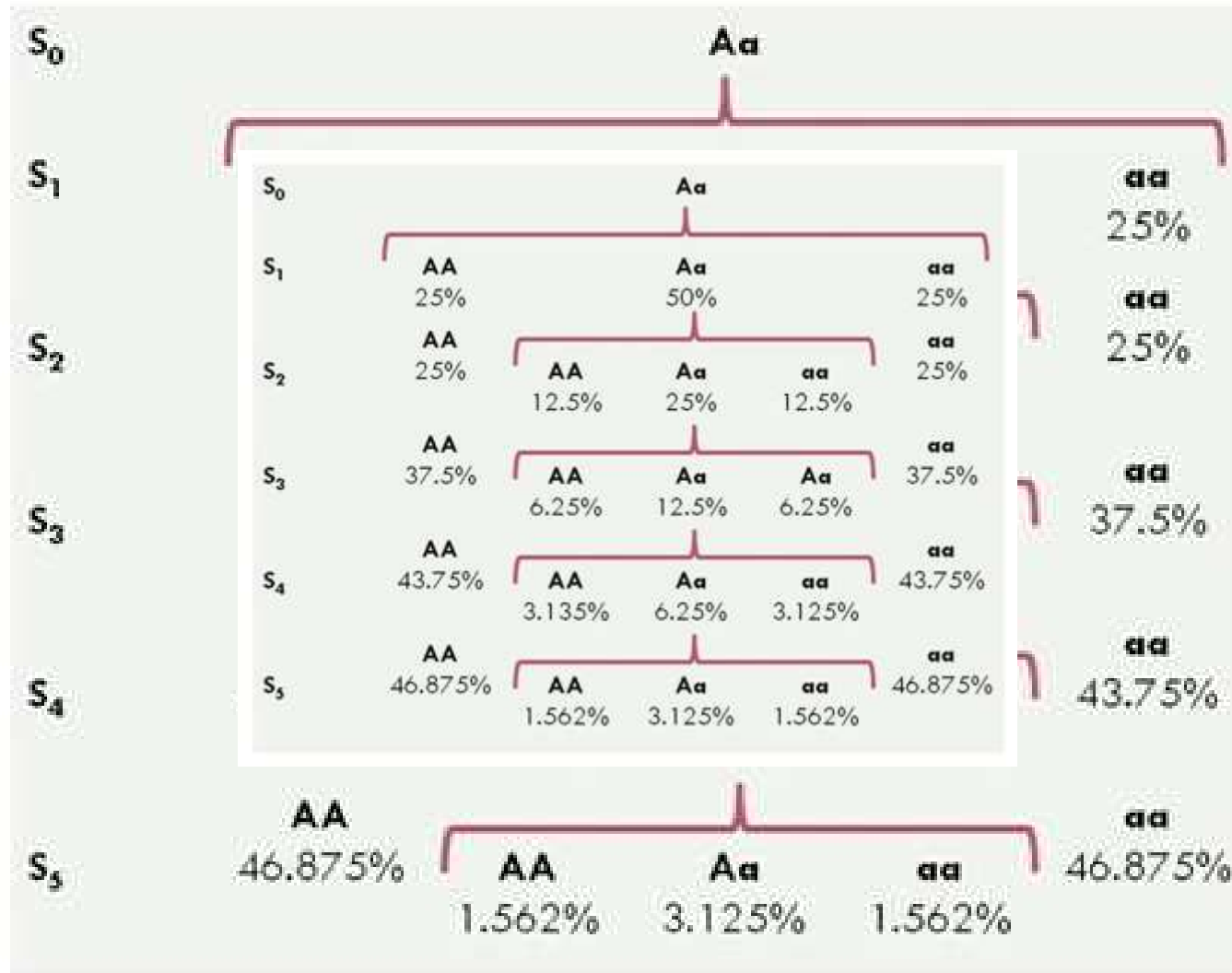
Dipende dal metodo d'impollinazione e riproduzione della specie:

1) **AUTOGAMIA**: auto-impollinazione -> alto grado di **omozigosità**

- Necessario demascolare i fiori ed impollinare a mano per effettuare incroci artificiali



Aumento dell'omozigosità in popolazioni autogame



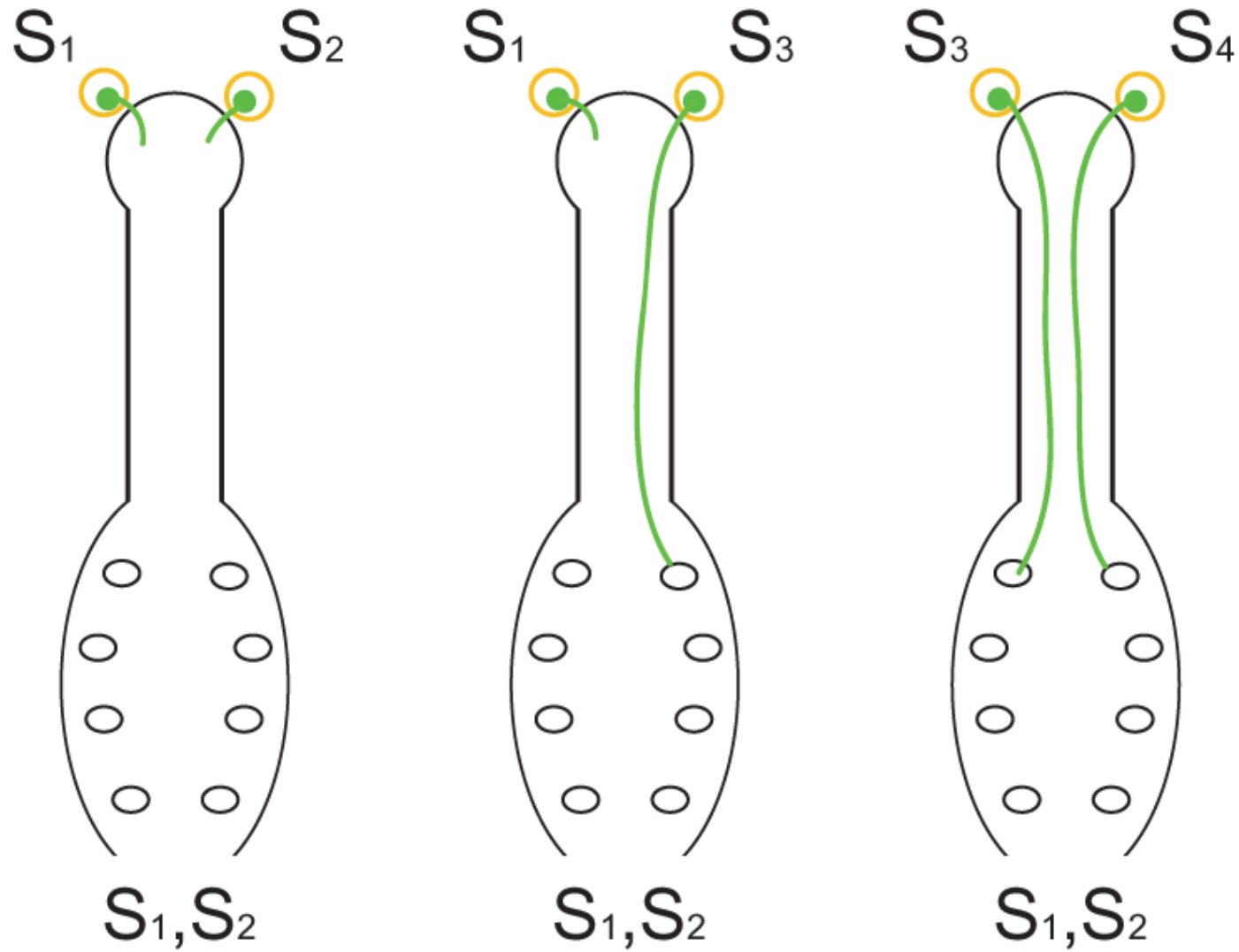
METODI D'INCROCIO

Dipende dal metodo d'impollinazione e riproduzione della specie:

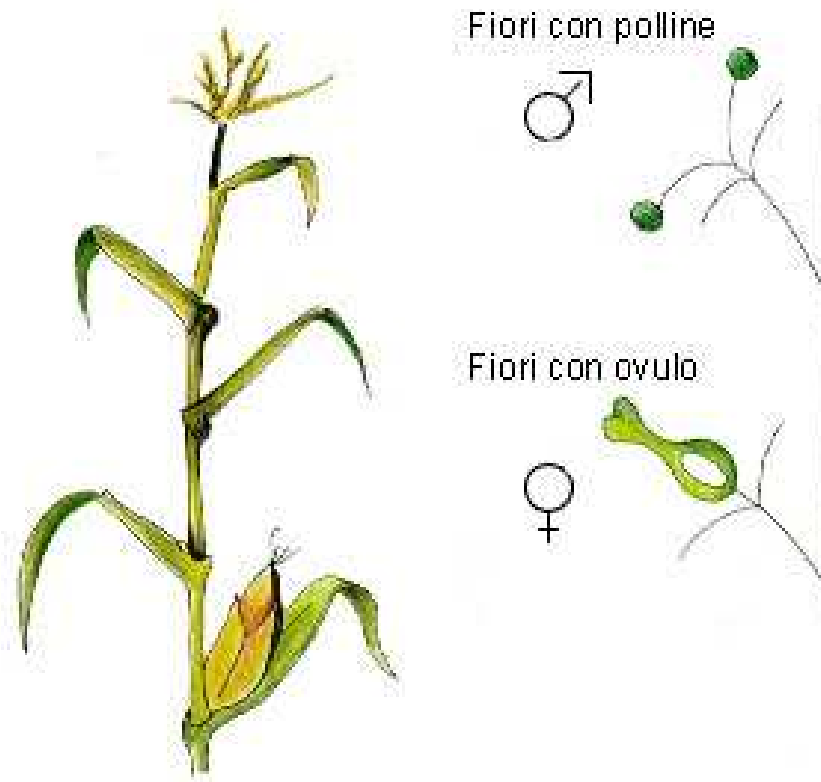
1) **ALLOGAMIA**: impollinazione incrociata -> alto grado di **eterozigosità**

- Necessario prevenire fecondazione con polline non desiderato per effettuare incroci artificiali
- Varietà vendute come popolazioni non omogenee di piante eterozigoti

Autoincompatibilità genetica



Separazione fisica fiori maschili e femminili sulla stessa pianta (es. mais)



Specie bisessuale con fiore diclino

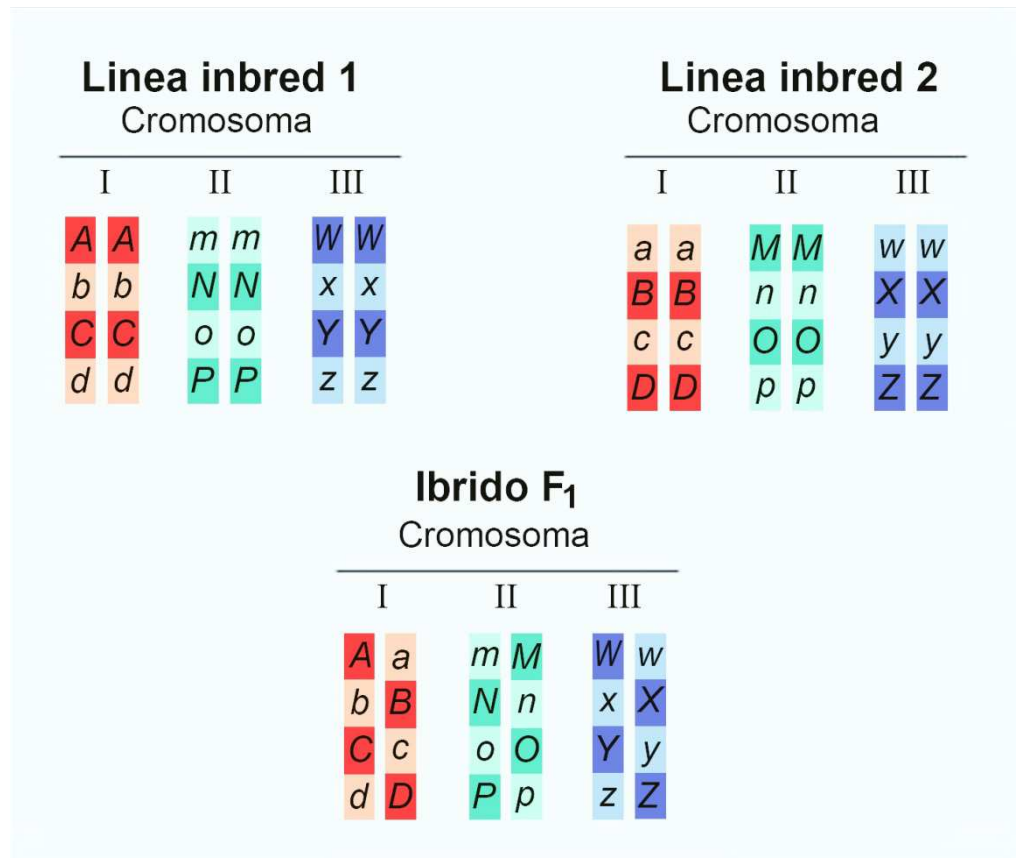
Separazione fisica fiori maschili e femminili sul piante diverse (es. kiwi)



PRODUZIONE DI IBRIDI F1

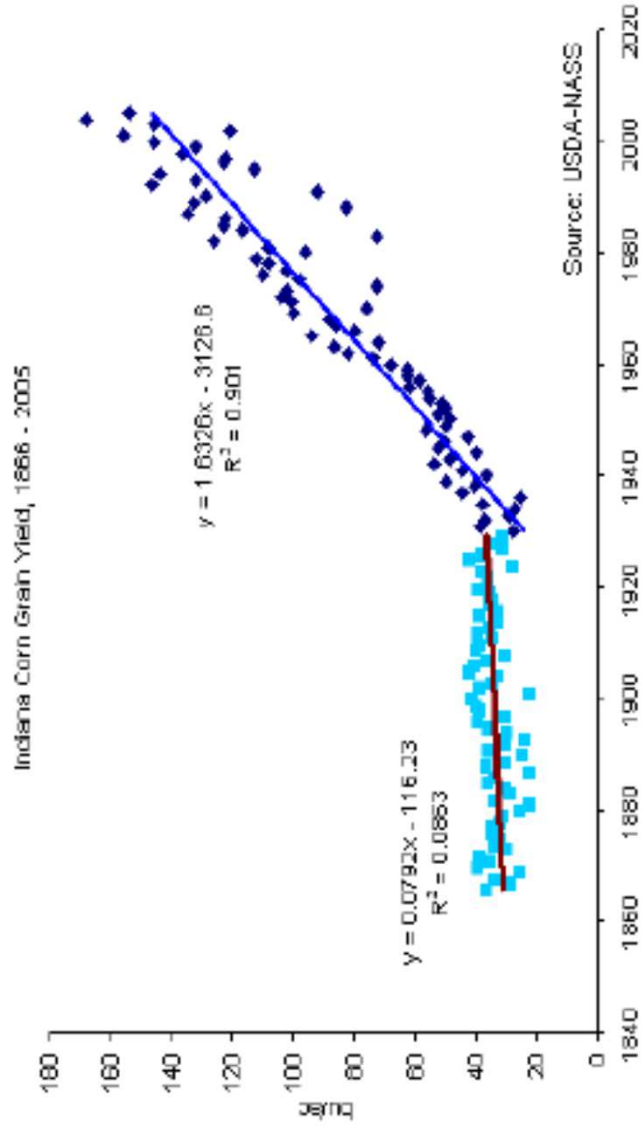
Possono essere ottenuti sia da piante autogame che allogame

- 1) Costituzione di linee INBRED (pure) per autoimpollinazione
- 2) Impollinazione incrociata tra linee inbred selezionate per ottenere ibrido F1



ETEROSI: gli ibridi tra due linee pure sono più vigorosi, resistenti e produttivi delle linee da cui derivano

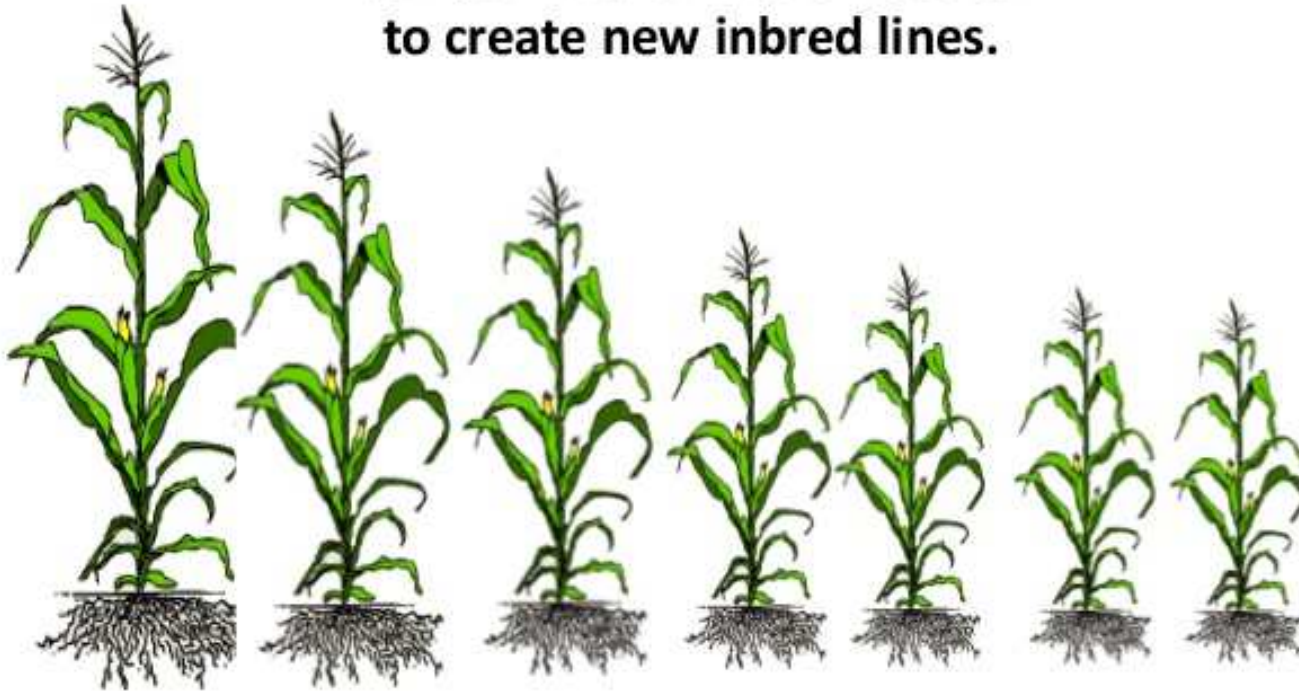




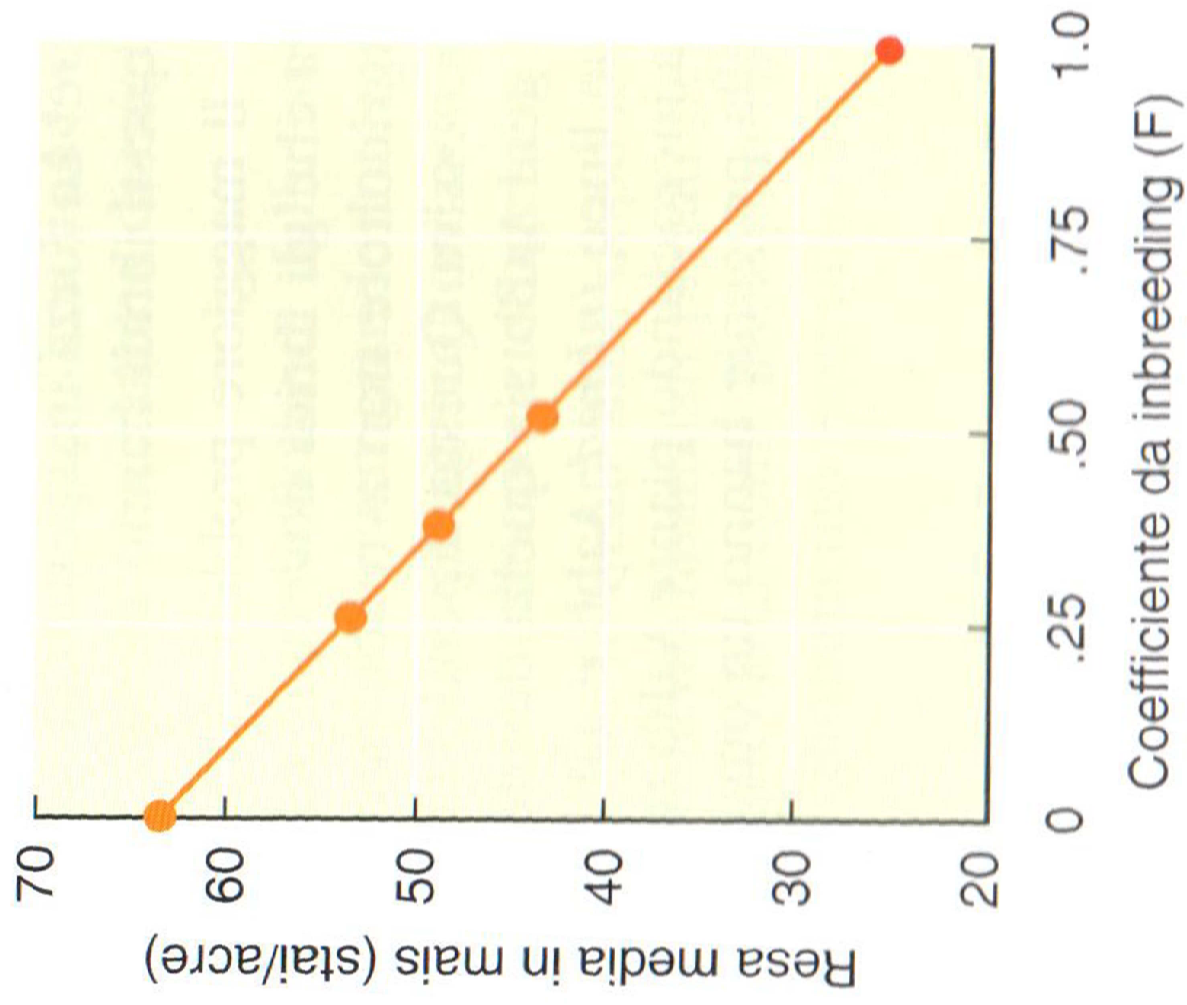
Adoption of hybrid genetics has tripled US corn yield since 1940

Depressione da inbreeding

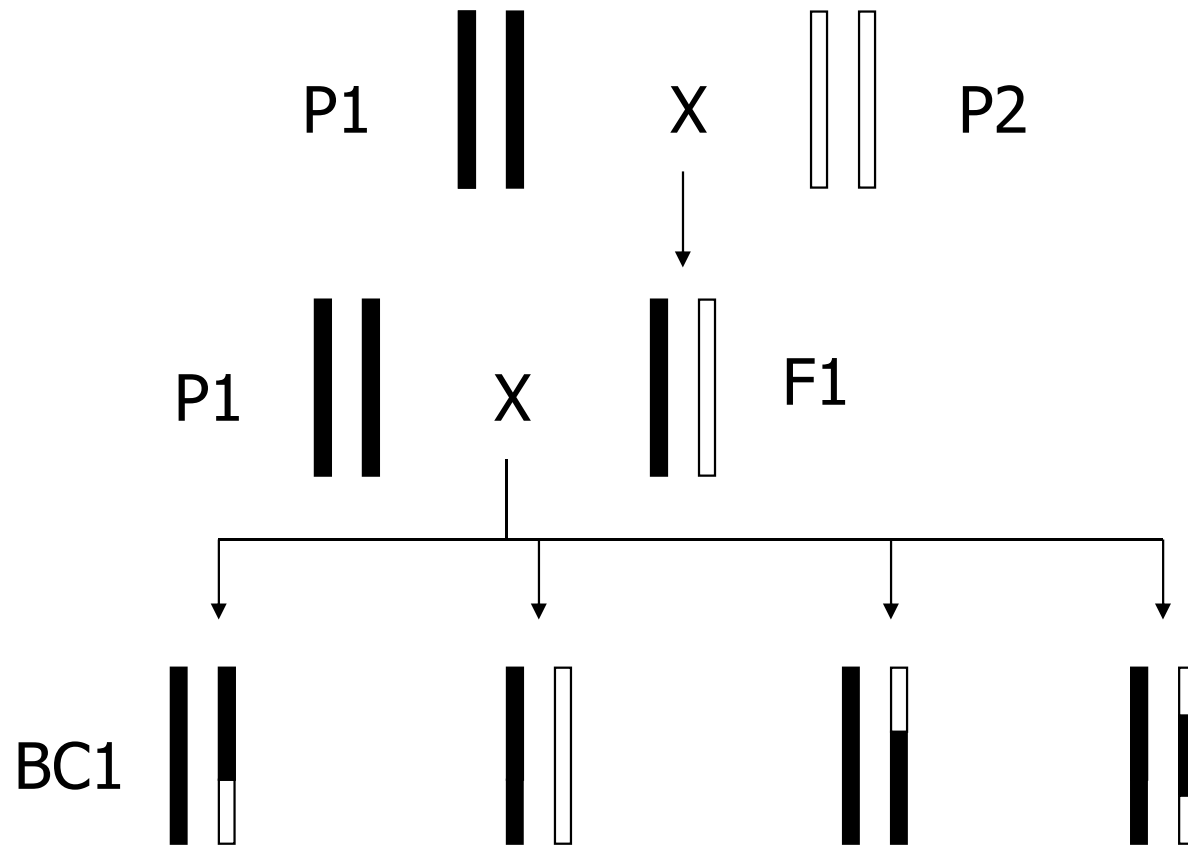
Historically 7+ generations of self-pollination were needed to create new inbred lines.



Inbreeding depression



Backcross



INTRODUZIONE DI SINGOLI CARATTERI TRAMITE BACKCROSSING

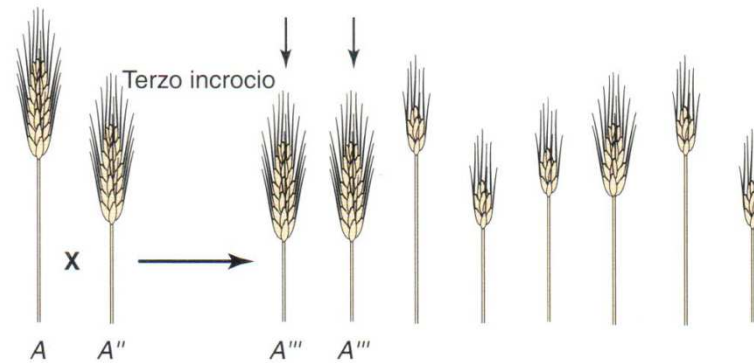
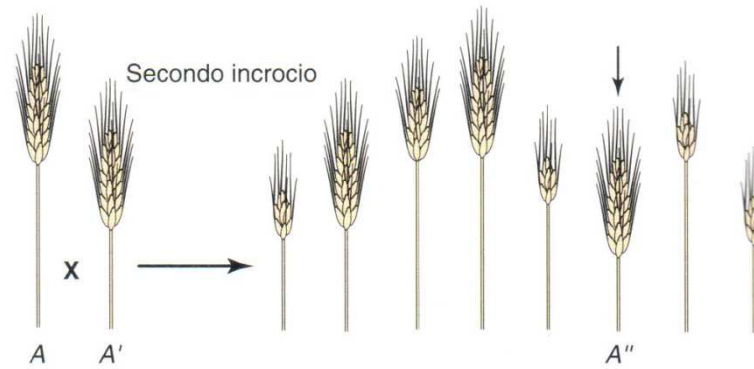
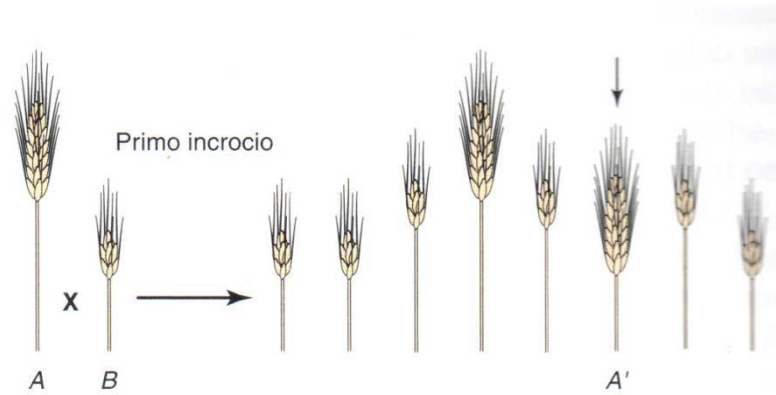


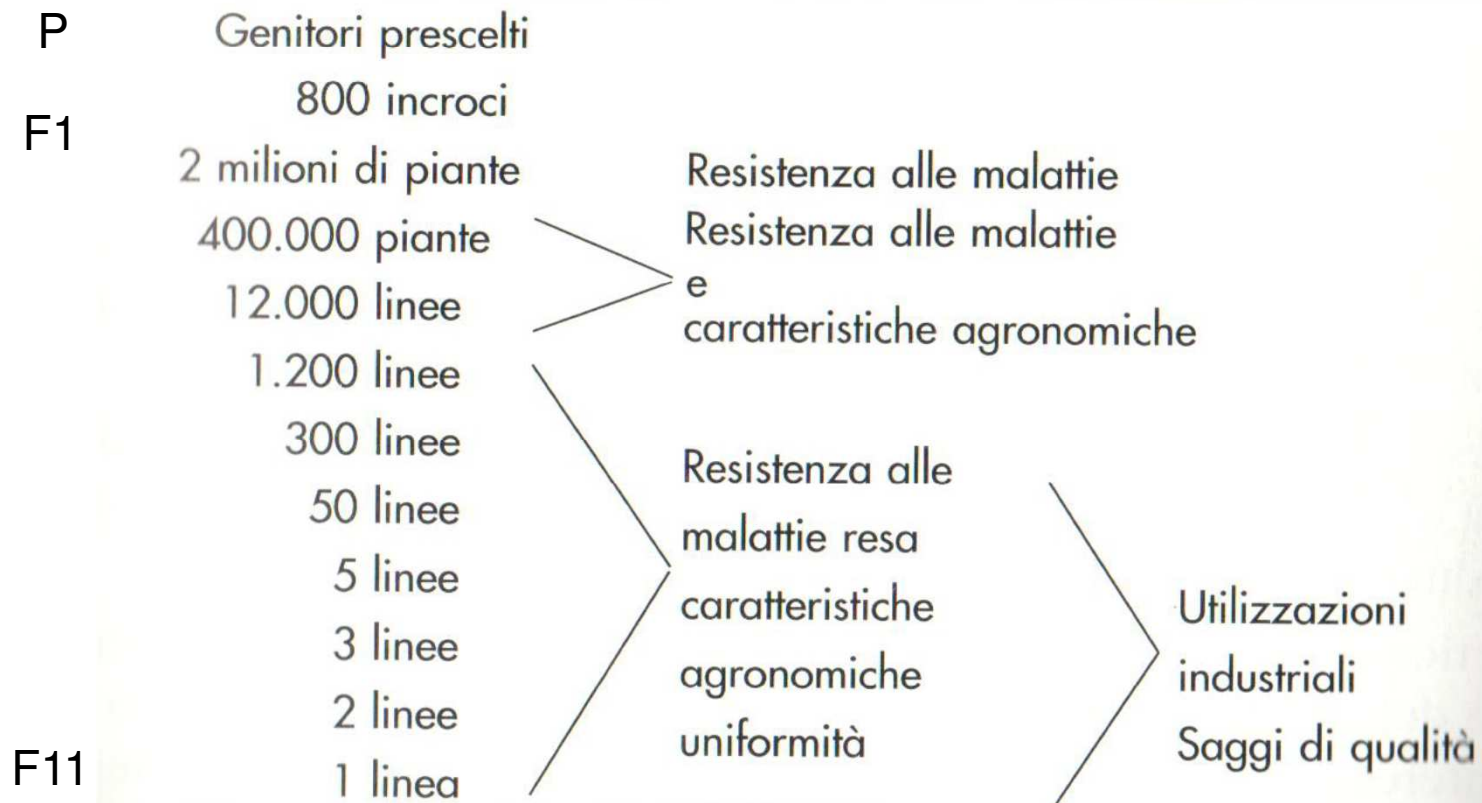
Tabella 14.3

Tipi di varietà rilasciate dai genetisti sulla base del metodo di impollinazione

| Coltura | Metodo naturale di impollinazione | Principale tipo di cultivar |
|----------------|--|------------------------------------|
| Riso | Autoimpollinazione | Linee pure e ibridi |
| Frumento | Autoimpollinazione | Linee pure |
| Mais | Incrocio | Ibridi |
| Soia | Autoimpollinazione | Linee pure |
| Patata | Incrocio (ma non in cultivar) | Cloni |
| Sorgo | Principalmente auto | Ibridi e linee pure |
| Orzo | Autoimpollinazione | Linee pure |
| Arachide | Autoimpollinazione | Linee pure |
| Fagiolo | Autoimpollinazione | Linee pure |
| Manioca | Incrocio e autoimpollinazione | Cloni |
| Erba medica | Incrocio | Popolazione |
| Girasole | Incrocio | Ibridi e popolazioni |

Programmi di miglioramento genetico convenzionale per un nuovo cereale

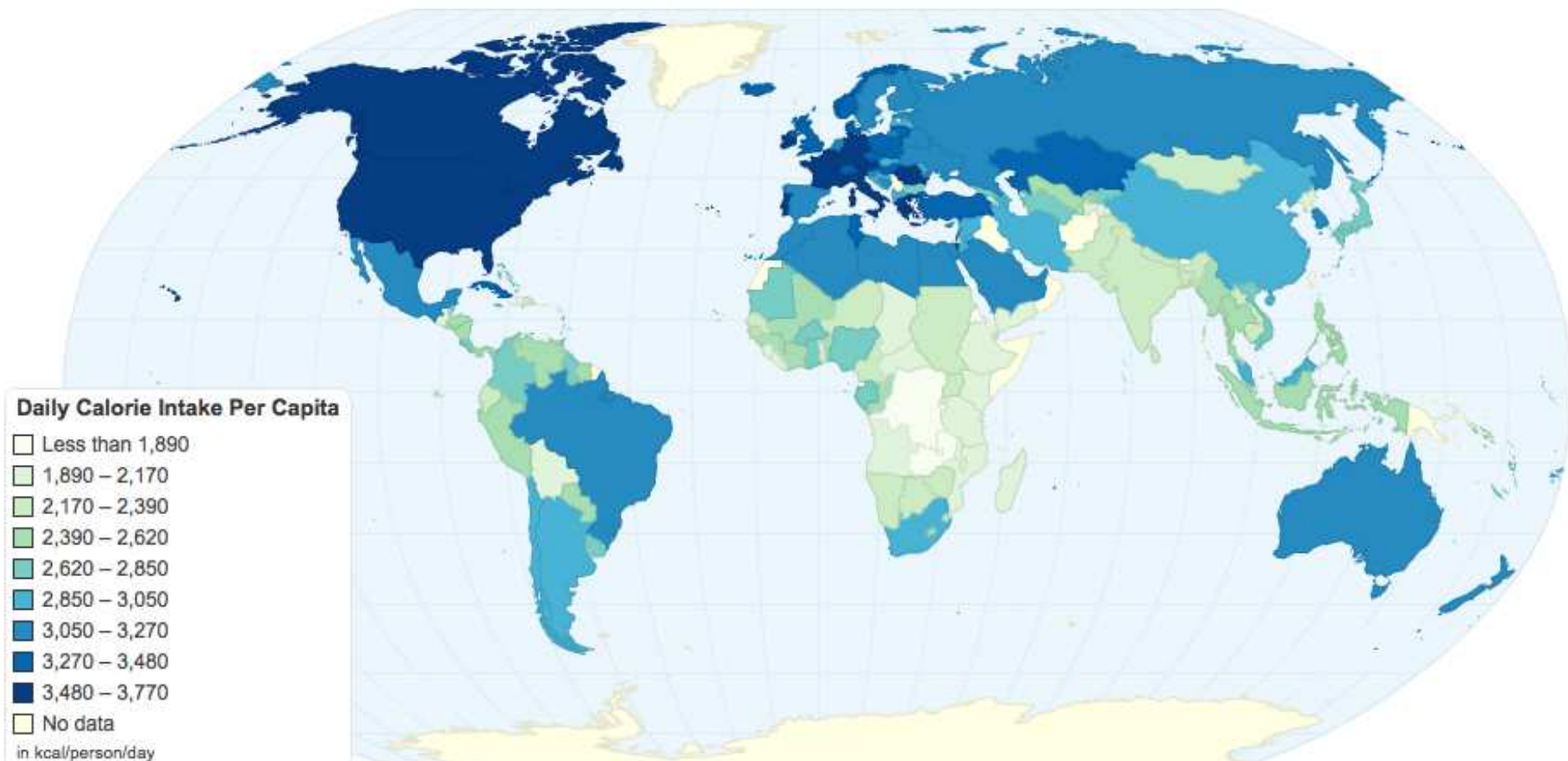
Valutazione/Selezione/Saggio



Quante calorie al giorno?

Powered by Google

Daily Calorie Intake Per Capita



Key ▼

Create your own interactive map



<http://chartsbin.com/view/1150>



Food and Agriculture
Organization of the
United Nations

FAO's Strategic Objective 1: Help eliminate hunger, food insecurity and malnutrition



Le mutazioni sono relativamente frequenti e spontanee in natura



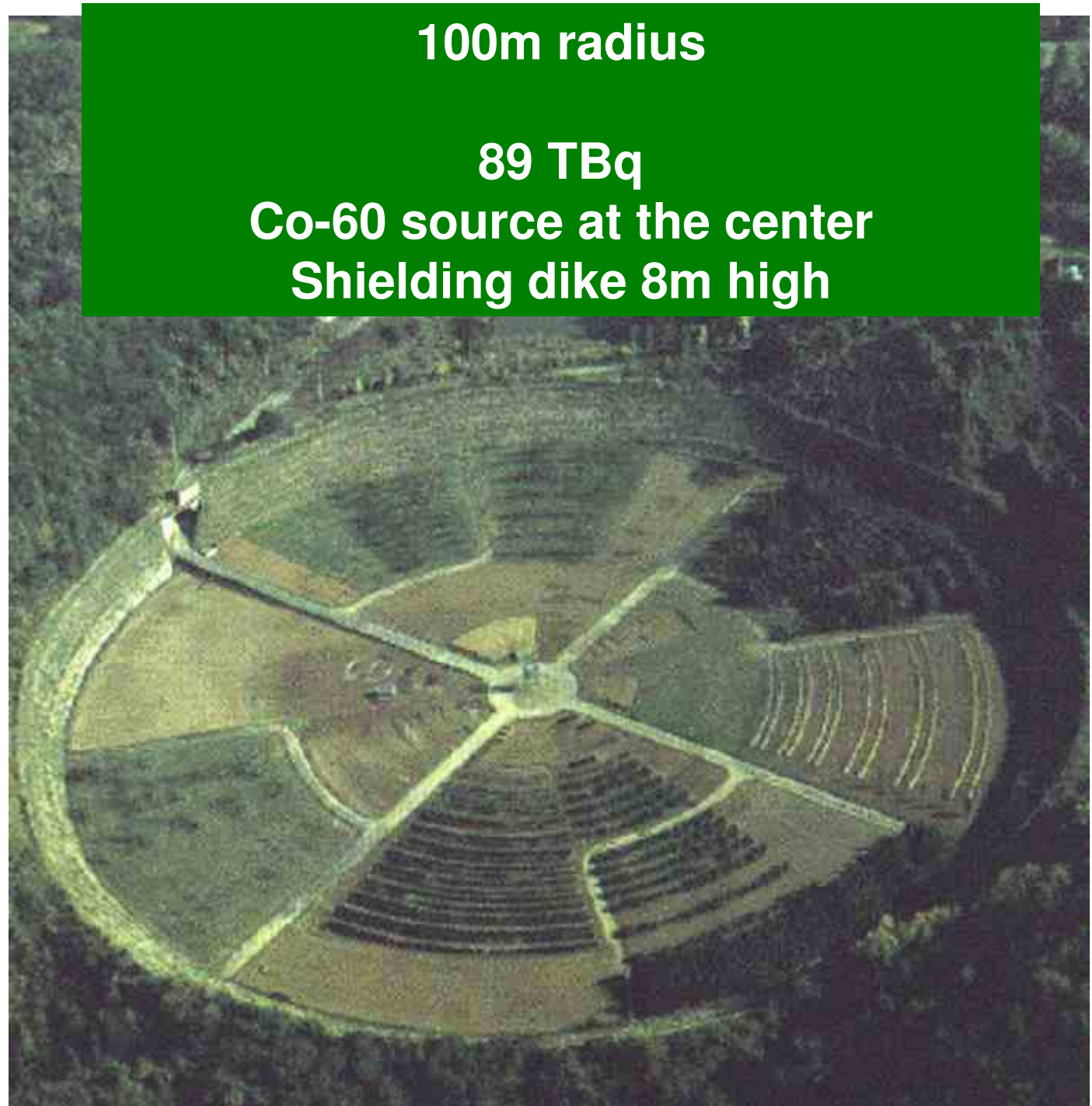
Le mutazioni sono eventi “istantanei” successivamente sottoposti a selezione

VARIABILITA' INDOTTA PER MUTAGENESI

- EMS, Raggi X, Raggi gamma
- Di solito su semi (-> chimere), a volte su gameti (polline) o cellule somatiche in coltura ,
- Ad oggi più di 2200 varietà utilizzate derivano da mutagenesi (posseggono spesso caratteri non presenti nella variabilità naturale)

Uso di raggi
gamma per
produrre
nuove varietà

Institute of Radiation
Breeding
Ibaraki-ken, JAPAN
[http://www.irb.affrc.
go.jp/](http://www.irb.affrc.go.jp/)



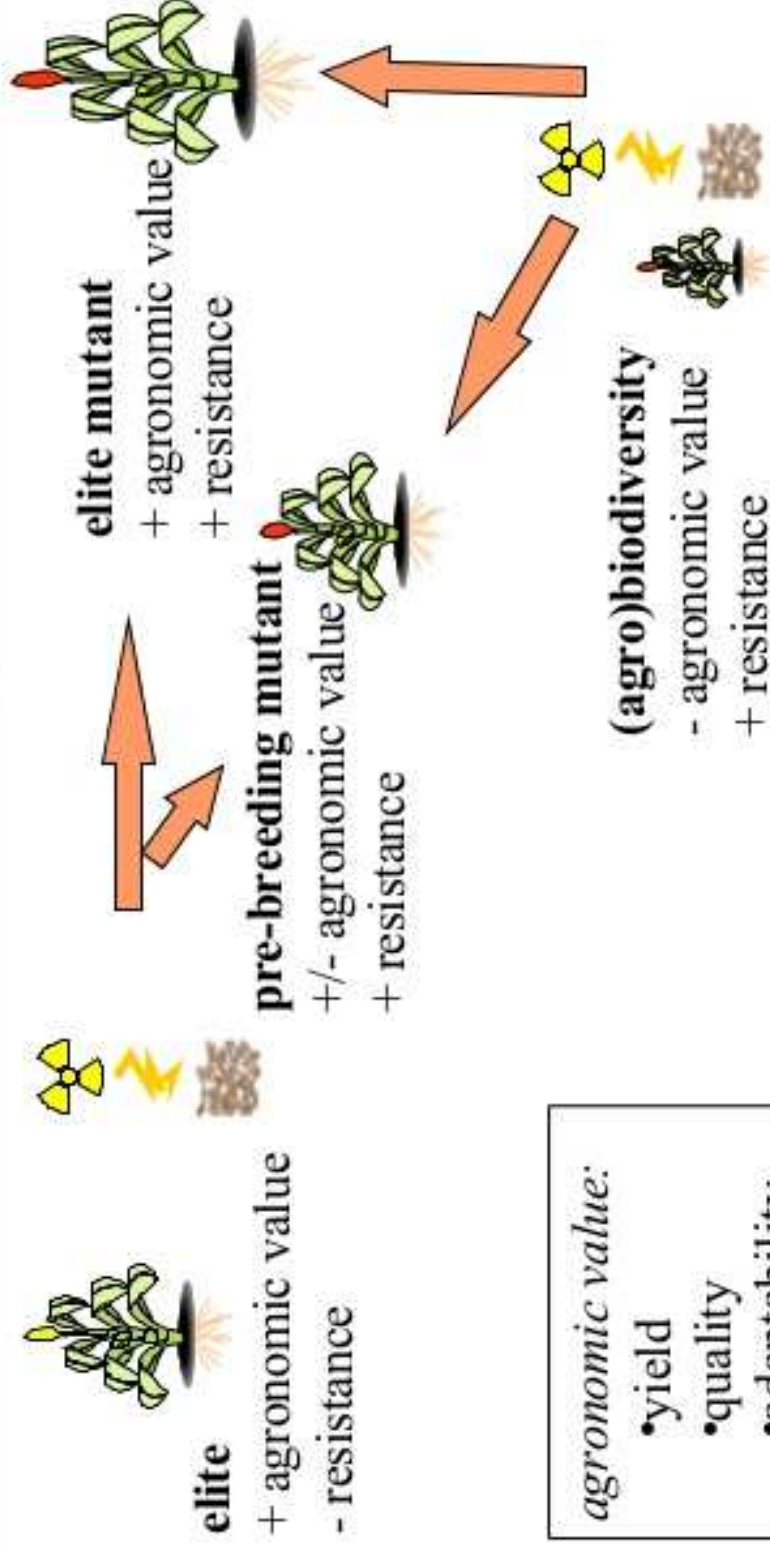
100m radius

89 TBq

Co-60 source at the center

Shielding dike 8m high

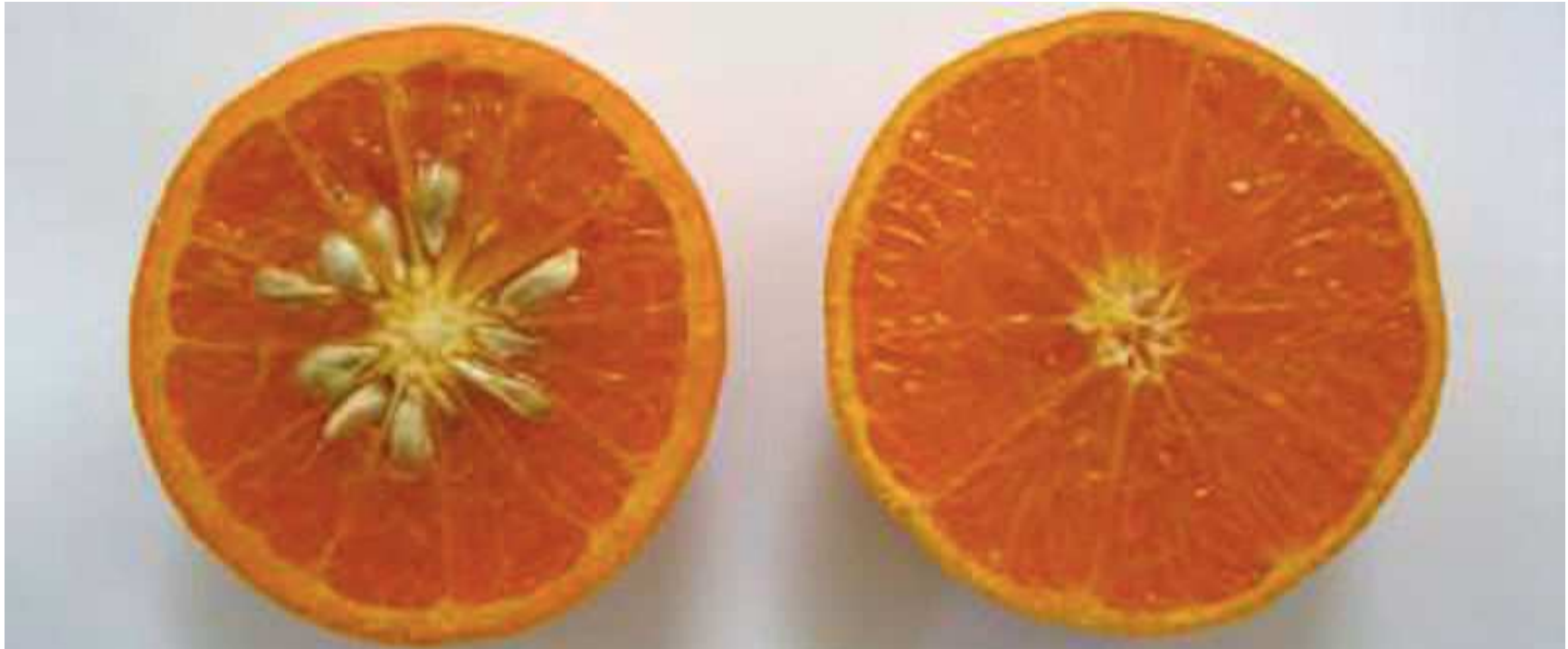
Mutation Assisted Breeding Strategies



agronomic value:

- yield
- quality
- adaptability
- a.o.

VARIABILITA' INDOTTA PER MUTAGENESI



BEFORE & AFTER

Table 1. Crops improved through induced mutation and the traits improved.

| Crop | Mutagen | Trait alteration | |
|-------------|----------------|--|-----------------------------------|
| Rapeseed* | EMS | Increased oleic acid, reduced poly unsat. fats | (Auld et al., 1992) |
| Rapeseed | EMS | Sulfanyl-urea resistance | (Tonnenmaker et al., 1992) |
| Rice | Gamma | Dwarf, high yield | (Chakrabarti, 1995) |
| Rice | Gamma | Thermosensitive, genetic, male sterility | (Maruyama et al., 1991) |
| Flax | EMS | cooking oil quality | (Rowland, 1991) |
| Sunflower | X-ray | High oleic acid, high palmitic | (Fernández-Martínez et al., 1997) |
| Apple | Gamma | Skin color | (Brunner and Keppl, 1991) |
| Pear | Gamma | Disease resistance | (Masuda et al., 1997) |
| Grapefruit | X-ray | Flesh color, seedlessness | (Hensz, 1991) |
| Pineapple | In vitro | Spineless | (Lapade, 1995) |

* Largely adapted from Ahloowalia and Maluszynski, 2001

Grano duro cv Creso

- Proviene dall'incrocio di un frumento duro del CIMMYT con una linea mutante (Cp B144) del CNEN (ora ENEA), indotta da una irradiazione combinata di neutroni e raggi gamma nel frumento duro Cappelli, entrambi a paglia corta.
- taglia ridotta (70-80 cm) rispetto ai frumenti duri esistenti all'epoca (130-150 cm), che ha reso la cultivar molto resistente all'[allettamento](#).
- resistenza a molte razze di [ruggine](#) bruna e al [Fusarium graminearum](#)
- livelli produttivi decisamente superiori alle cultivar italiane fino ad allora coltivate, come per esempio i [grani duri antichi siciliani](#).
- anni '80 e '90: oltre il 50% della produzione di frumento duro in Italia.
- Rappresenta ancora quasi il 10% della produzione italiana di frumento duro.
- Buona parte della produzione mondiale di frumento duro è ottenuta da cultivar derivate dal Creso.

Sviluppo del tritiale esaploide

Frumento duro $2n = 28$ AABB
Segale $2n = 14$ RR

X

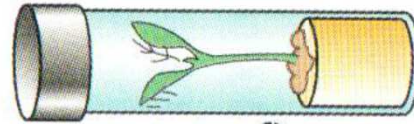


Embrione aploide (un set di cromosomi omologhi)
 $n = 21$ ABR



Coltura dell'embrione

Piantina aploide
 $n = 21$ ABR



Raddoppiamento dei cromosomi



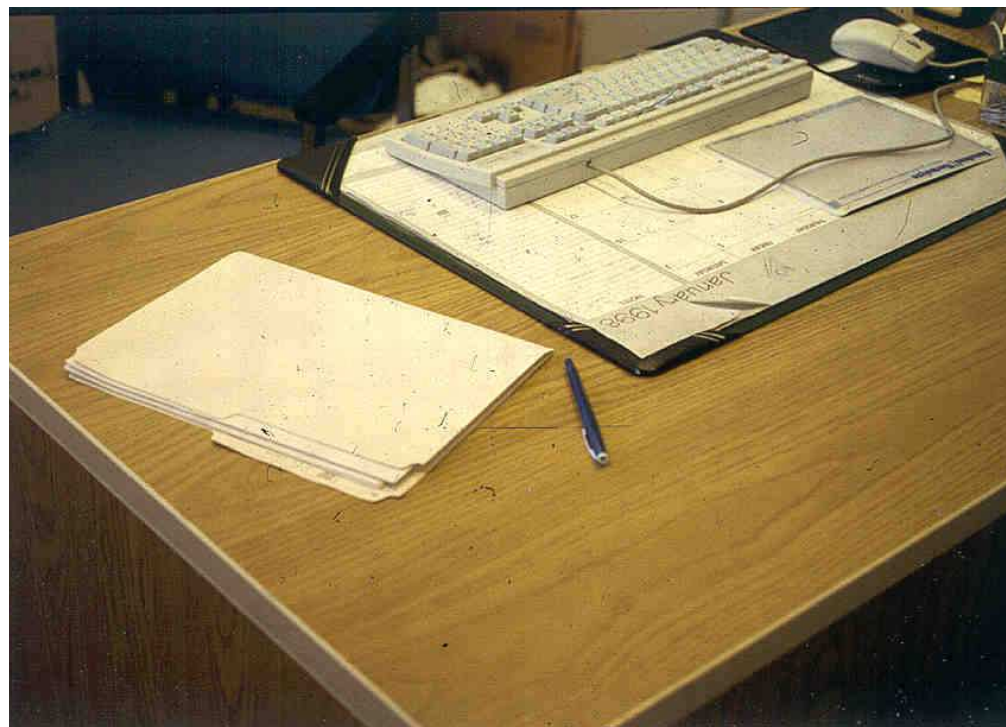
Triticale esaploide
 $2n = 42$ AABBRR

Pianta OGM



Ingegneria genetica delle piante

Prima della coltivazione occorre ottenere un permesso sulla base di documentazione scientifica



Varietà convenzionale

Images courtesy of A. McHughen (Canada)

Varietà transgenica



Libri, siti e documenti utili

- **“OGM o non OGM? Come comportarsi con gli alimenti geneticamente modificati”** di A. McHughen, Centro scientifico Editore
- FAQ R. Lombardia http://www.siga.unina.it/circolari/Fascicolo_OGM.pdf
- Consensus document <http://www.aissa.it/Consensus2006.pdf>
- Consensus Sicurezza http://www.siga.unina.it/circolari/Consensus_ITA.pdf
- <http://www.salmone.org/>
- <http://www.biotecnologiebastabugie.blogspot.com/>
- <http://www.nap.edu/openbook.php?isbn=0309092094>
- http://www.accademiaxl.it/documenti_pdf/Sintesi%20del%20Rapporto.pdf
- http://www.accademiaxl.it/documenti_pdf/Le%20Biotecnologie.pdf

Bibliografia

Storia dell'agricoltura:

* Bruce Smith "The emergence of Agriculture" (Ed. Scientific Am.)

* J. Diamond "Guns, germs and steel" (tr. it.: "Armi acciaio e malattie" Einaudi)

Debolezza delle piante coltivate: Crawley et al, 2001, Nature 409:682-3

Creso: L'informatore Agrario (1984) n.25, pag. 39-46

Per i metodi usati nello sviluppo delle piante agrarie: qualsiasi manuale di miglioramento genetico, manuale di colture cellulari

Esemi di incroci tra specie distanti: Goodman RM et al., Gene transfer in crop improvement. Science 1987, 236:48-54

Alcune diapositive sono opera del Dr. B. R. Thomas reperibili a:

[http://sbc.ucdavis.edu/outreach/lecture/
biolink_06_2001/thomas/thomas_06_2001.htm](http://sbc.ucdavis.edu/outreach/lecture/biolink_06_2001/thomas/thomas_06_2001.htm)