



Università degli
studi di Udine

DiSA

Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali
Department of Agriculture and Environmental Sciences

LA TRASFORMAZIONE GENETICA NELLE PIANTE: PRINCIPI E STATO DEI LAVORI

Michele Morgante

IGA 
ISTITUTO DI GENOMICA APPLICATA

Per un agricoltura del futuro

- Produttività
 - Popolazione crescente con bisogni crescenti
 - Scarsità di risorse idriche
 - Non solo cibo, anche produzione di bioenergia (tensioni sui prezzi materie prime)
- Impatto ambientale
 - Meno acqua
 - Meno fertilizzanti (energia e eutrofizzazione)
 - Meno pesticidi, fungicidi, diserbanti
- Qualità e salute

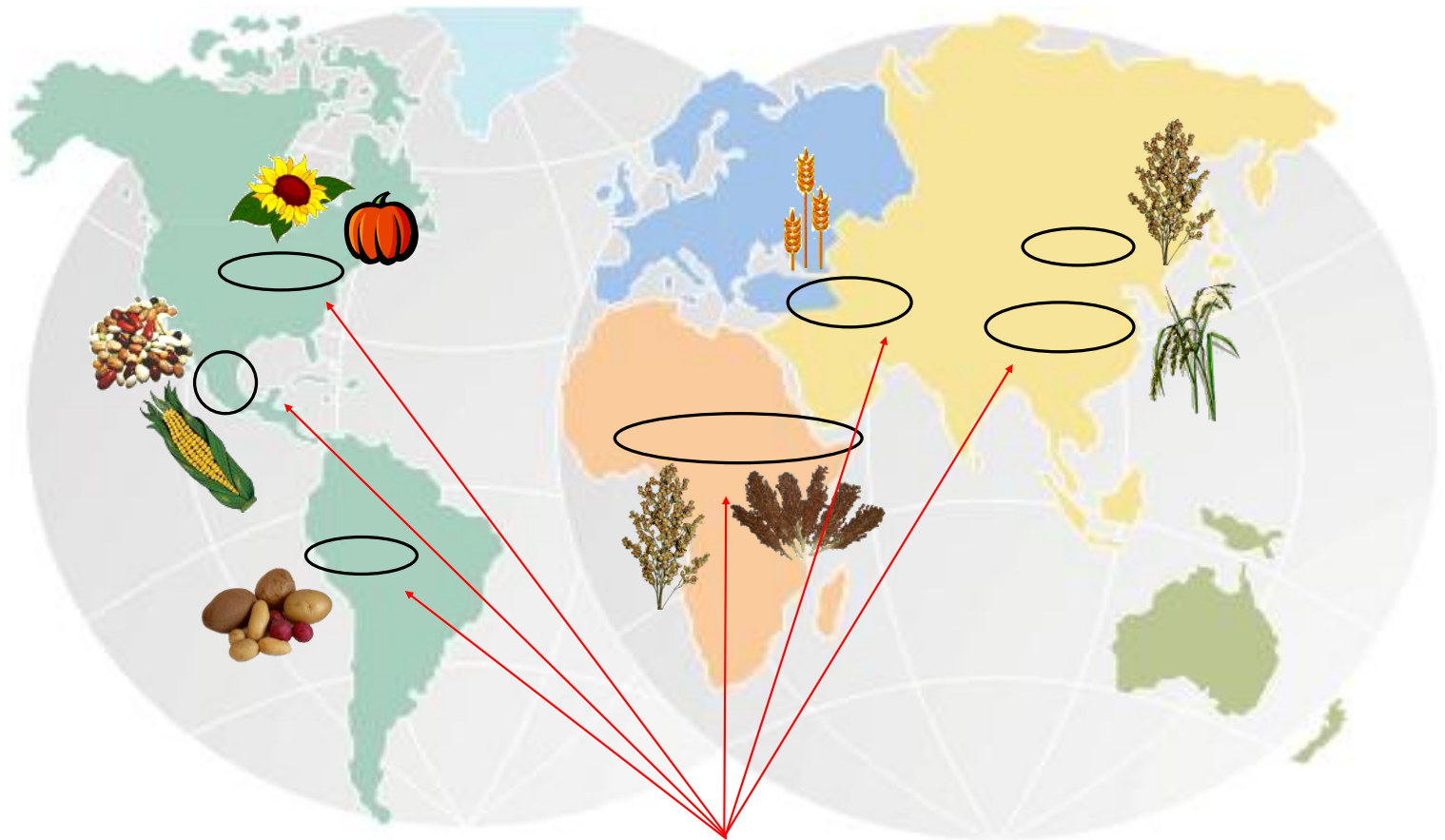
Agricoltura e modificazioni genetiche

- Genetica (miglioramento genetico) ha consentito i massimi aumenti di produttività e di resistenza a stress biotici ed abiotici

Glossario genetico

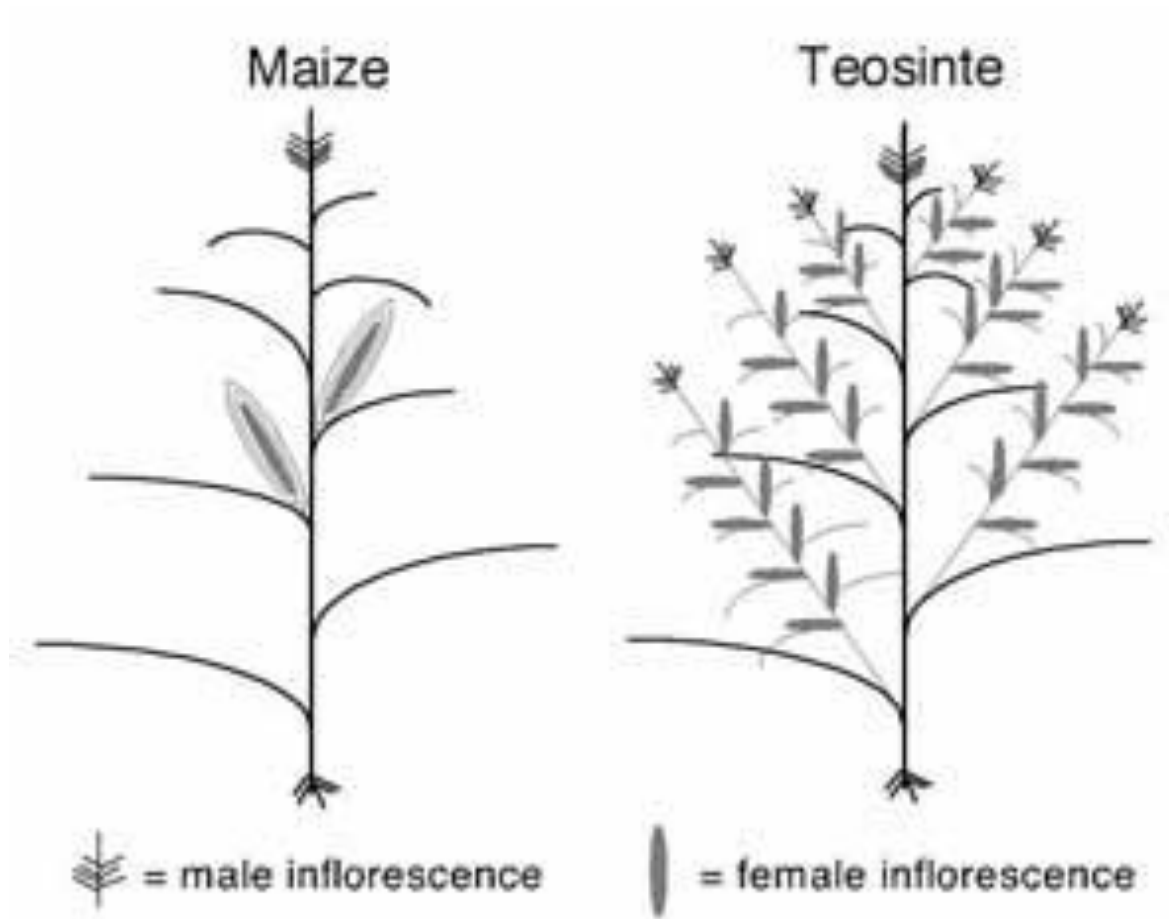
- Genoma: insieme del materiale ereditario presente in un organismo (perlopiù DNA)
- DNA: acido desossiribonucleico, contiene 4 diverse basi (A,C, G, T), costituisce i cromosomi
- Gene: determinante genetico di un carattere
- Allele: differente forma alternativa di un gene. Due alleli possono essere uguali in un individuo diploide (omozigote) o diversi (eterozigote)
- Genotipo: assetto genetico di un individuo (es. AA, Aa, aa)
- Fenotipo: assetto visibile di un individuo (es. Verde; giallo)

ADDOMESTICAMENTO DELLE SPECIE COLTIVATE

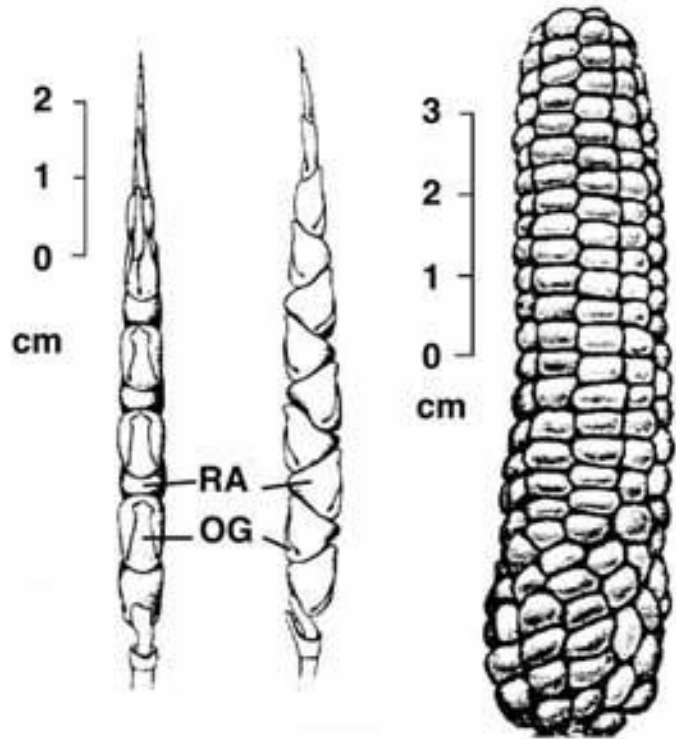


7 ESPERIMENTI DI MODIFICAZIONI GENETICHE

MAIS E TEOSINTE



MAIS E TEOSINTE

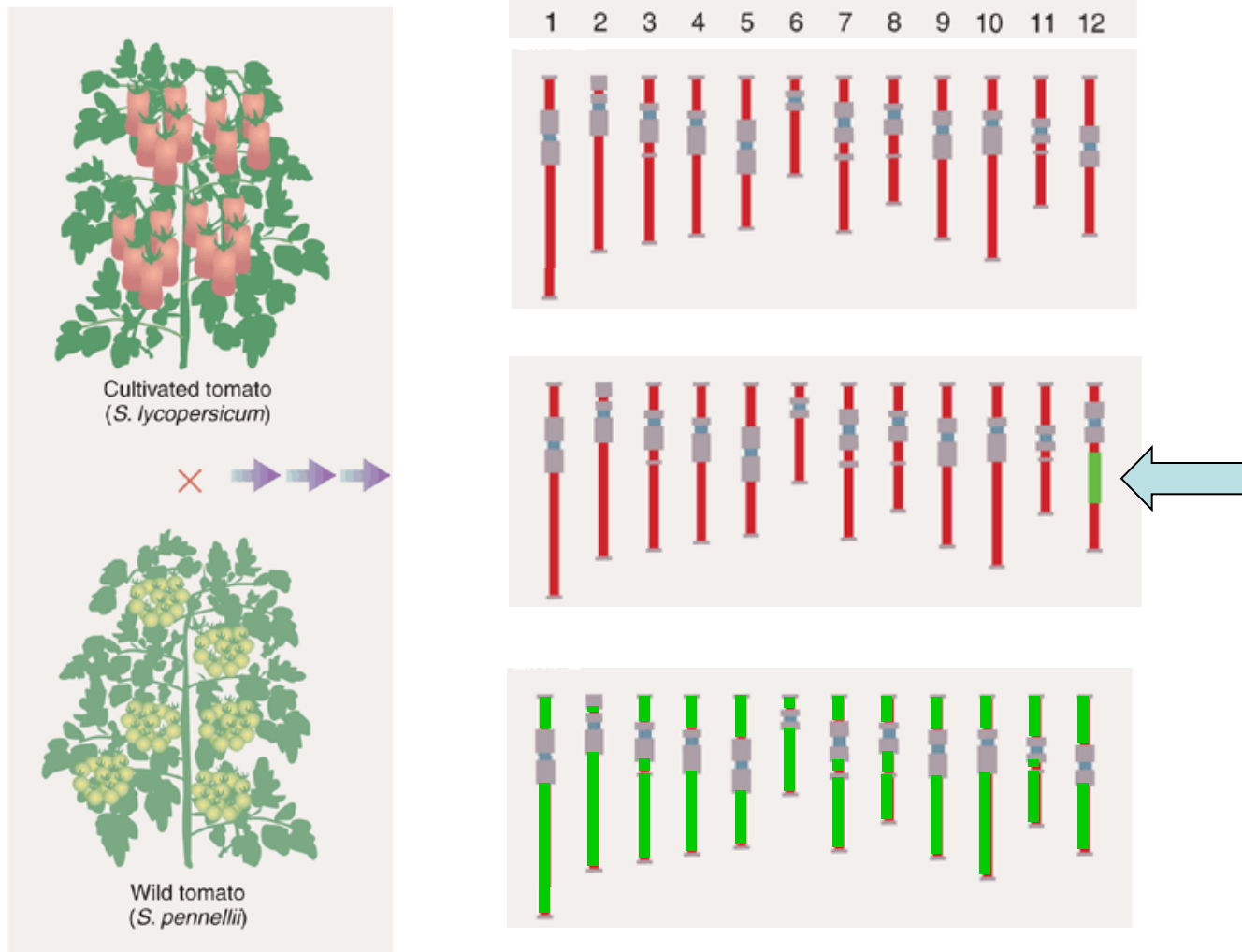


Teosinte

Maize



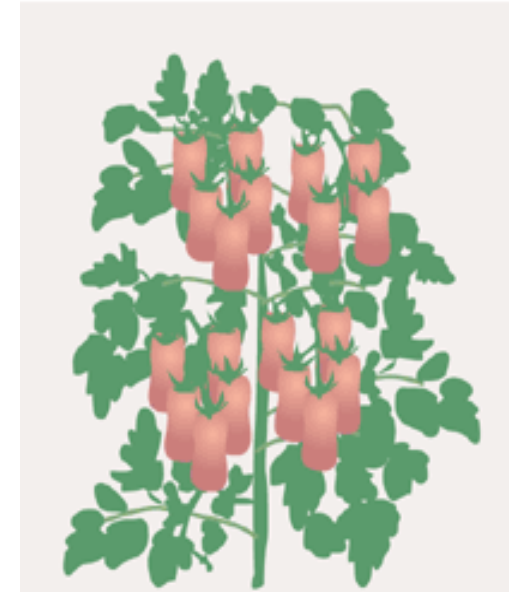
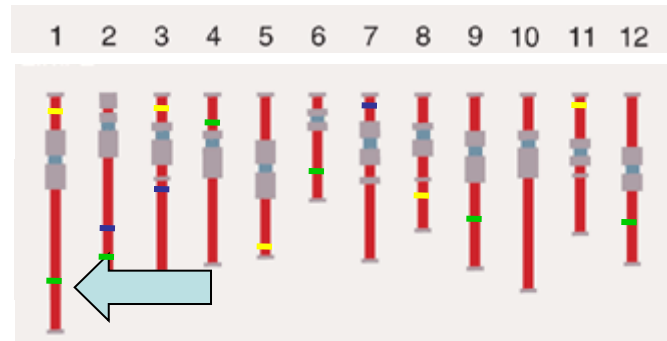
MIGLIORAMENTO GENETICO E INTROGRESSIONE DI CARATTERI VIA REINCROCIO



MIGLIORAMENTO GENETICO E GENETICA: GENETICA QUANTITATIVA

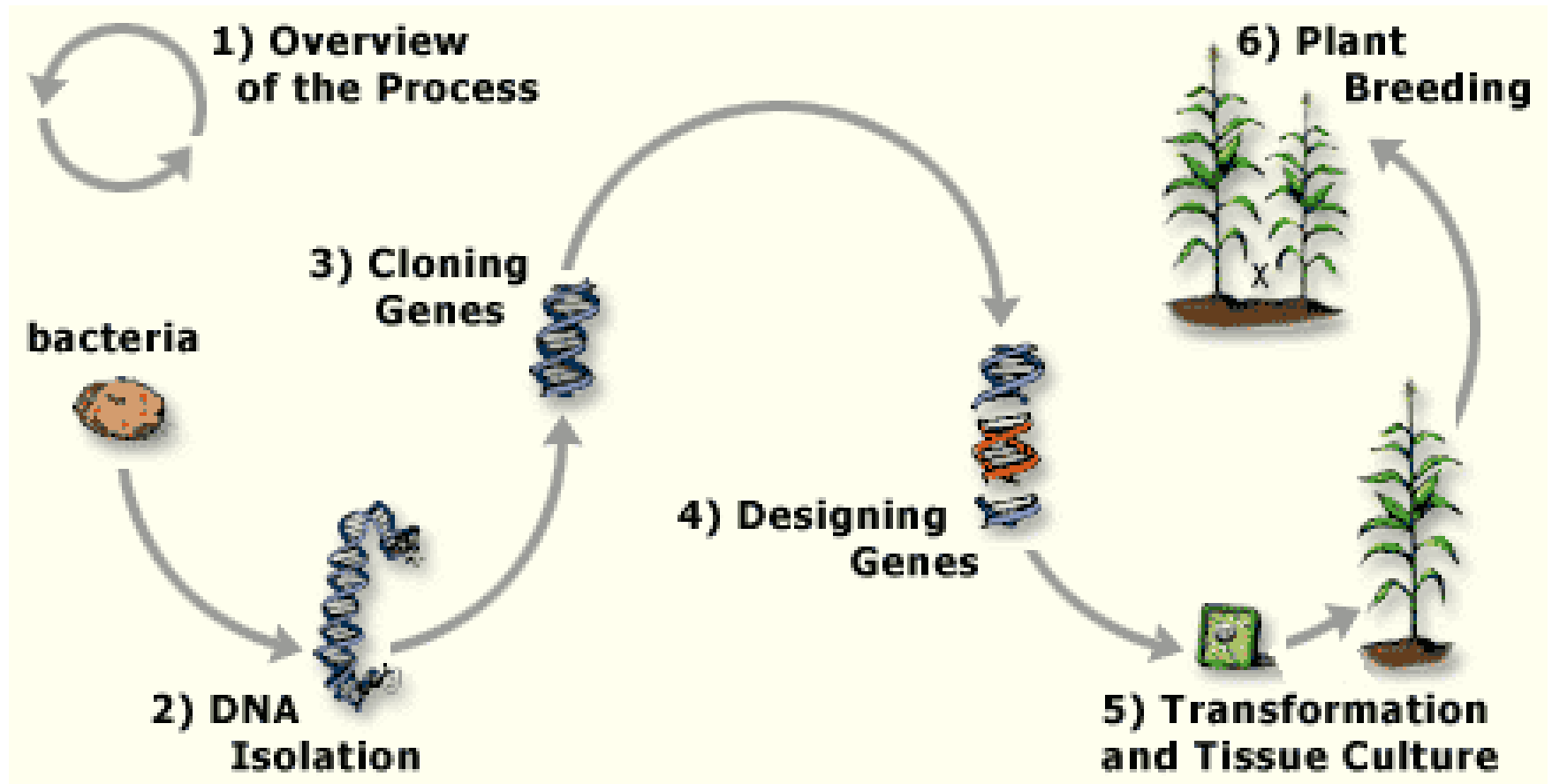
- R.A. Fisher (1930) pone le basi della genetica quantitativa
- Metodi di selezione basati sul fenotipo (aspetto visibile) e non sul genotipo (assetto genetico)
- Approccio matematico statistico all'analisi dei caratteri sotto selezione

MIGLIORAMENTO GENETICO E MUTAGENESI INDOTTA



- Mutageni chimici
- Mutageni fisici (radiazioni)
- Generano mutazioni casuali
- Si seleziona il fenotipo desiderato fra le piante mutagenizzate

MIGLIORAMENTO GENETICO E BIOLOGIA MOLECOLARE: PIANTE TRANSGENICHE



MIGLIORAMENTO GENETICO E BIOLOGIA MOLECOLARE: PIANTE TRANSGENICHE

- Aumenta la gamma di modificazioni genetiche possibili (al di fuori delle specie affini)
 - Inizialmente visione ingenua sulla possibilità di modificare caratteri complessi
 - Un gene risolve tutto
- Miglioramento mirato ad ottenere nuove caratteristiche

UN CONFRONTO FRA MODIFICAZIONI GENETICHE TRADIZIONALI E MODIFICAZIONI TRANSGENICHE

Semi bianchi e semi gialli

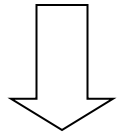
MAIS GIALLO E MAIS BIANCO

- Una modificazione genetica “naturale”

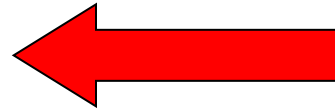


MAIS GIALLO E CAROTENOIDI

Geranylgeranyldiphosphate

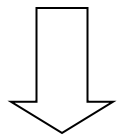


Phytoene synthase (*psy*)



Aumentare
l'espressione nel
seme

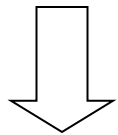
Phytoene



Phytoene desaturase (*crtI*)

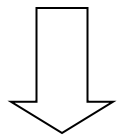
ζ -carotene desaturase

Lycopene



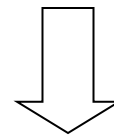
Lycopene β -cyclase (*lcy*)

β -carotene

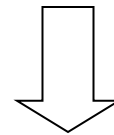


β -hydroxylase

Zeaxanthine



α -carotene



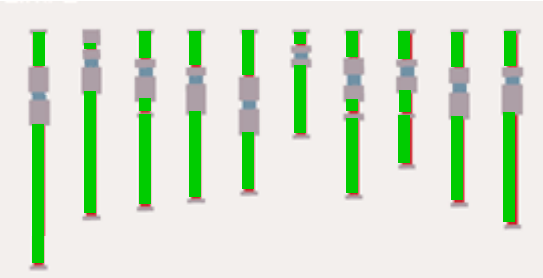
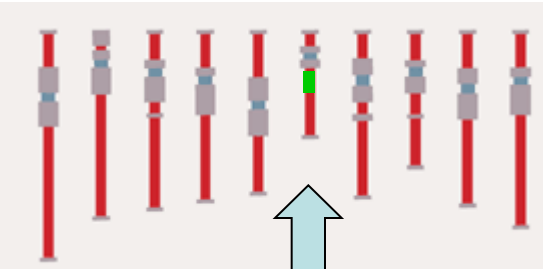
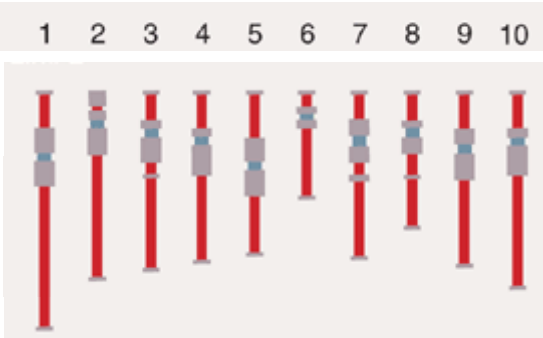
lutein

Provitamina A

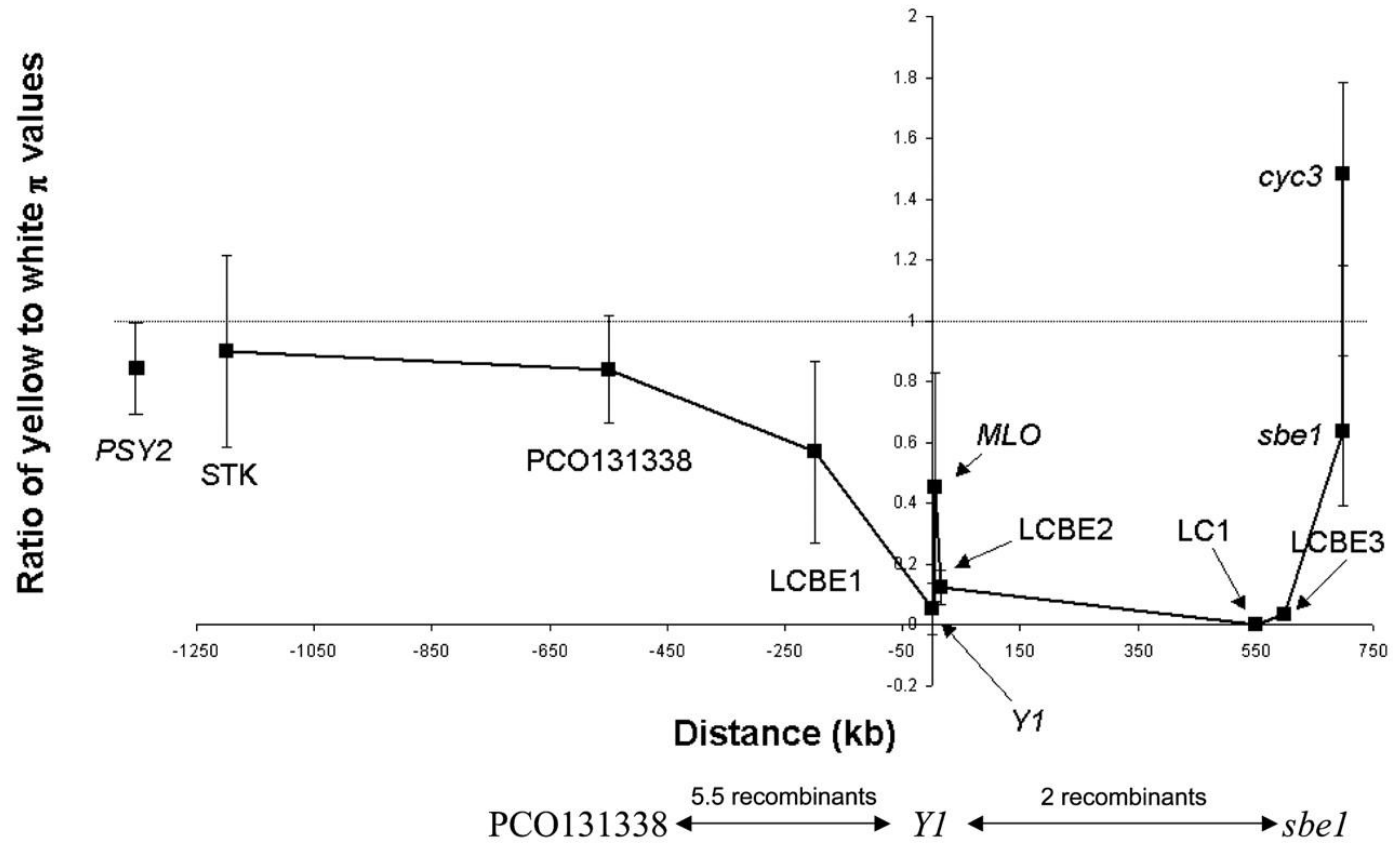
INTROGRESSIONE DEL SEME COLORE GIALLO VIA REINCROCIO



X



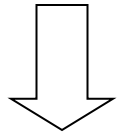
500000 BASI DI DNA SONO STATE TRASFERITE NEL MAIS MODERNO ASSIEME ALL'ALLELE GIALLO



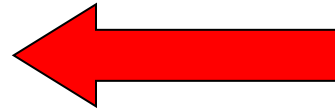
Palaisa, Kelly et al. (2004) Proc. Natl. Acad. Sci. USA 101, 9885-9890

MAIS GIALLO E CAROTENOIDI

Geranylgeranyldiphosphate

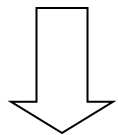


Phytoene synthase (*psy*)



Aumentare
l'espressione nel
seme

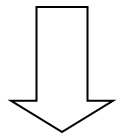
Phytoene



Phytoene desaturase (*crtI*)

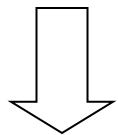
ζ -carotene desaturase

Lycopene



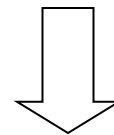
Lycopene β -cyclase (*lcy*)

β -carotene

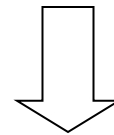


β -hydroxylase

Zeaxanthine



α -carotene



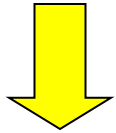
lutein

Provitamina A

“GOLDEN RICE” E CAROTENOIDI

Una modificazione genetica “artificiale”

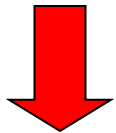
Geranylgeranyldiphosphate



Phytoene synthase (*psy*)



Phytoene

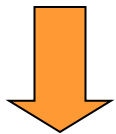


Phytoene desaturase (*crtI*)

ζ -carotene desaturase



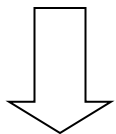
Lycopene



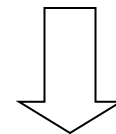
Lycopene β -cyclase (*lcy*)



β -carotene



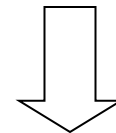
β -hydroxylase



Zeaxanthine

α -carotene

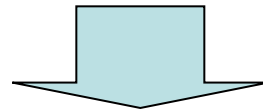
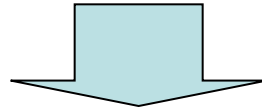
Provitamin A



lutein

“GOLDEN RICE” E CAROTENOIDI

Una modificazione genetica “artificiale”



MODIFICAZIONI GENETICHE E STRUTTURA DEI GENOMI VEGETALI

- Genomi delle piante
 - Estremamente dinamici e plastici
 - Estremamente giovani
 - Ricchi in elementi trasponibili che continuano a muoversi ed a generare variabilità

UN CONFRONTO DELLA DIVERSITA' GENOMICA



vs.



Mais linea A

Mais linea B

- **99.3 % identità nei geni**
- **50% identità nelle regioni intergeniche**
- **Addomesticato 7000 anni fa**

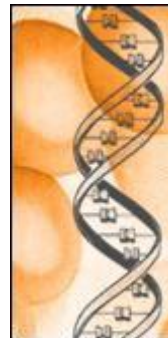


vs.



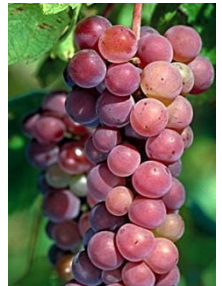
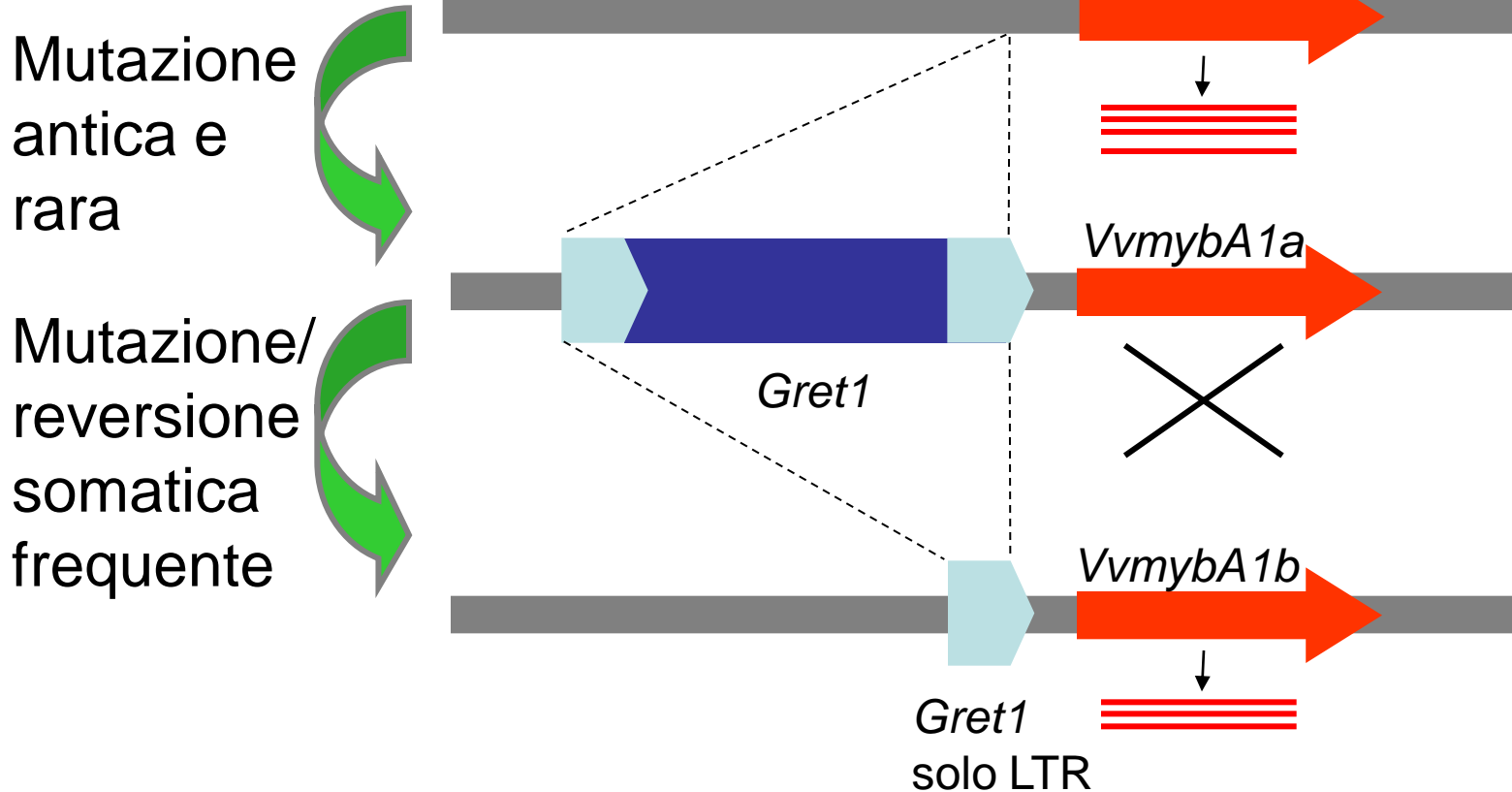
Scimpanzè

Uomo



- **99.2 % identità nei geni**
- **98.8 % identità nelle regioni intergeniche**
- **Separatisi 5 milioni di anni fa**

RIARRANGIAMENTI GENOMICI E VARIABILITA' FENOTIPICA



COSA CI ASPETTA NEL FUTURO?

- E' possibile identificare i geni responsabili per i caratteri di interesse agronomico
 - Lo sviluppo tecnologico e scientifico stanno accelerando il processo
- Selezione assistita da marcatori
 - Sfrutta la variabilità esistente
 - Ricerca di mutazioni rare possibile
- Modificazioni mirate dei geni
 - Crea nuova variabilità
 - Mutagenesi chimica seguita da ricerca dei mutanti desiderati
 - Mutagenesi in pianta guidata da oligonucleotidi per produrre le mutazioni desiderate
 - Approccio transgenico o cisgenico

MODIFICAZIONI GENETICHE ED AGRICOLTURA

- Diminuire input
 - Fertilizzanti
 - Acqua
 - Erbicidi
 - Pesticidi
 - Fungicidi
- Aumentare produttività
 - Soddisfare bisogni alimentari paesi emergenti
 - Produrre biomasse per energia
- Migliorare qualità
- Concentrarsi sui prodotti e non sui processi

MODIFICAZIONI GENETICHE E PAURE

- OGM e biodiversità
- OGM e allergenicità
- OGM e agricoltura biologica
- OGM e Frankenfood
- OGM e multinazionali

MODIFICAZIONI GENETICHE E ETICA

- Non confondiamo etica della scienza ed etica dell'economia/impresa
- Non poniamo barriere alla scienza
- Abbattiamo barriere ideologiche e culturali
- Non anteponiamo interessi corporativi a quelli generali