



Sabato 23 aprile 2016 – ore 10.00

**OGM sul pianeta Terra: visto da Marte**

Con Carlo Alberto Redi

Dip. Biologia e  
Biotechnologie “Lazzaro Spallanzani”  
Università degli Studi di Pavia

**SCIENZE DI PRIMAVERA 2016 – I CICLO DI CONFERENZE**

**“SIAMO POLVERE DI STELLE: viaggio dall’Universo più  
profondo...alla nostra tavola...”**

**C.D.S. – Centro di Divulgazione Scientifica dell’ I. I. S. S. “G.  
PENNA”**



# Timeline: The Three Revolutions

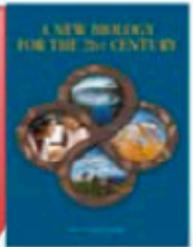


1953: Discovery of DNA

1976: Biotech sector emerges with founding of Genentech

mid-2000s: Academic sectors start exploring convergence

2009: NAS releases A New Biology report



Convergence Revolution

1969: Salvador Luria, theorist of molecular biology, awarded Nobel Prize

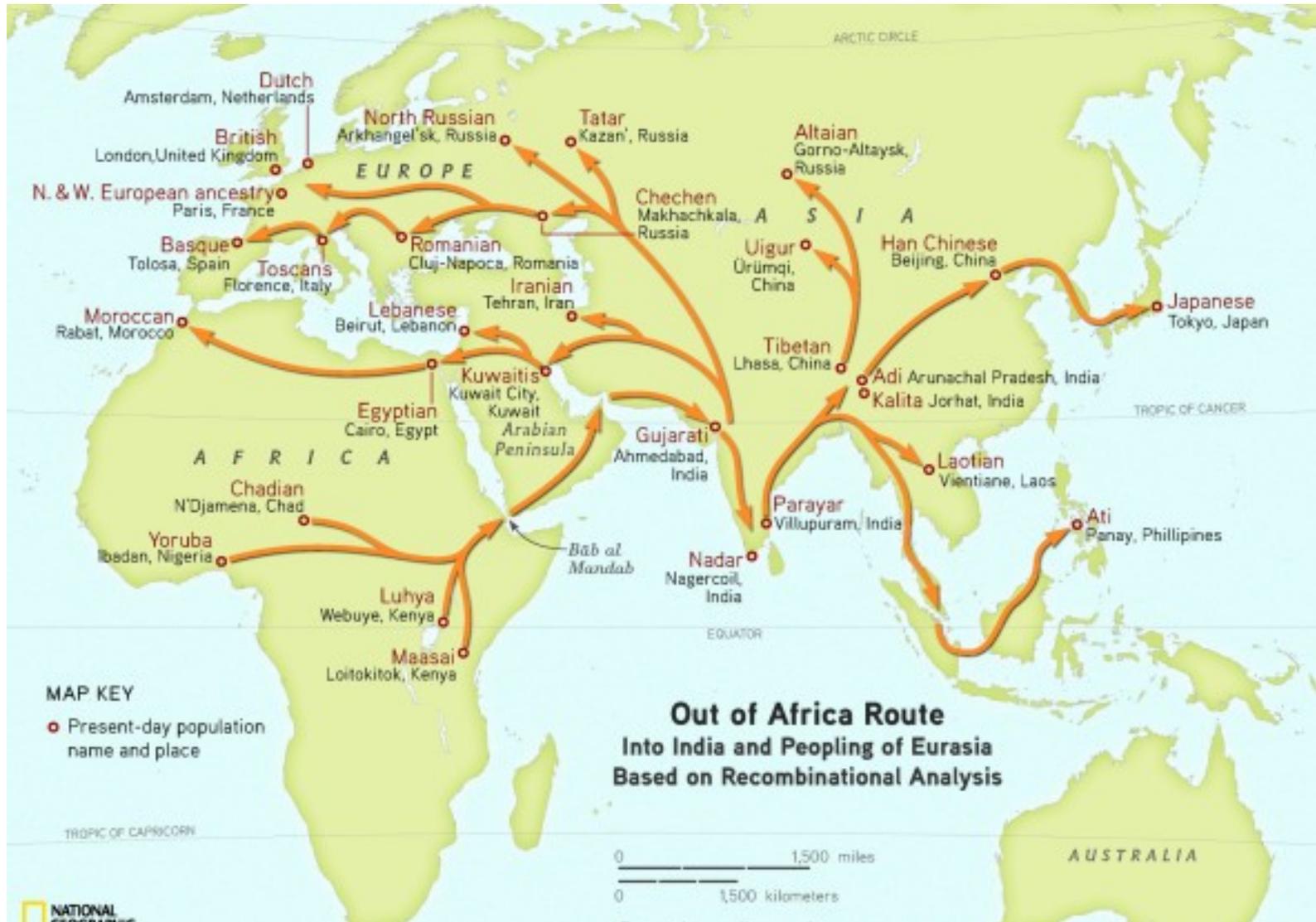


2001: Human Genome Project, Celera publish working draft of human genome

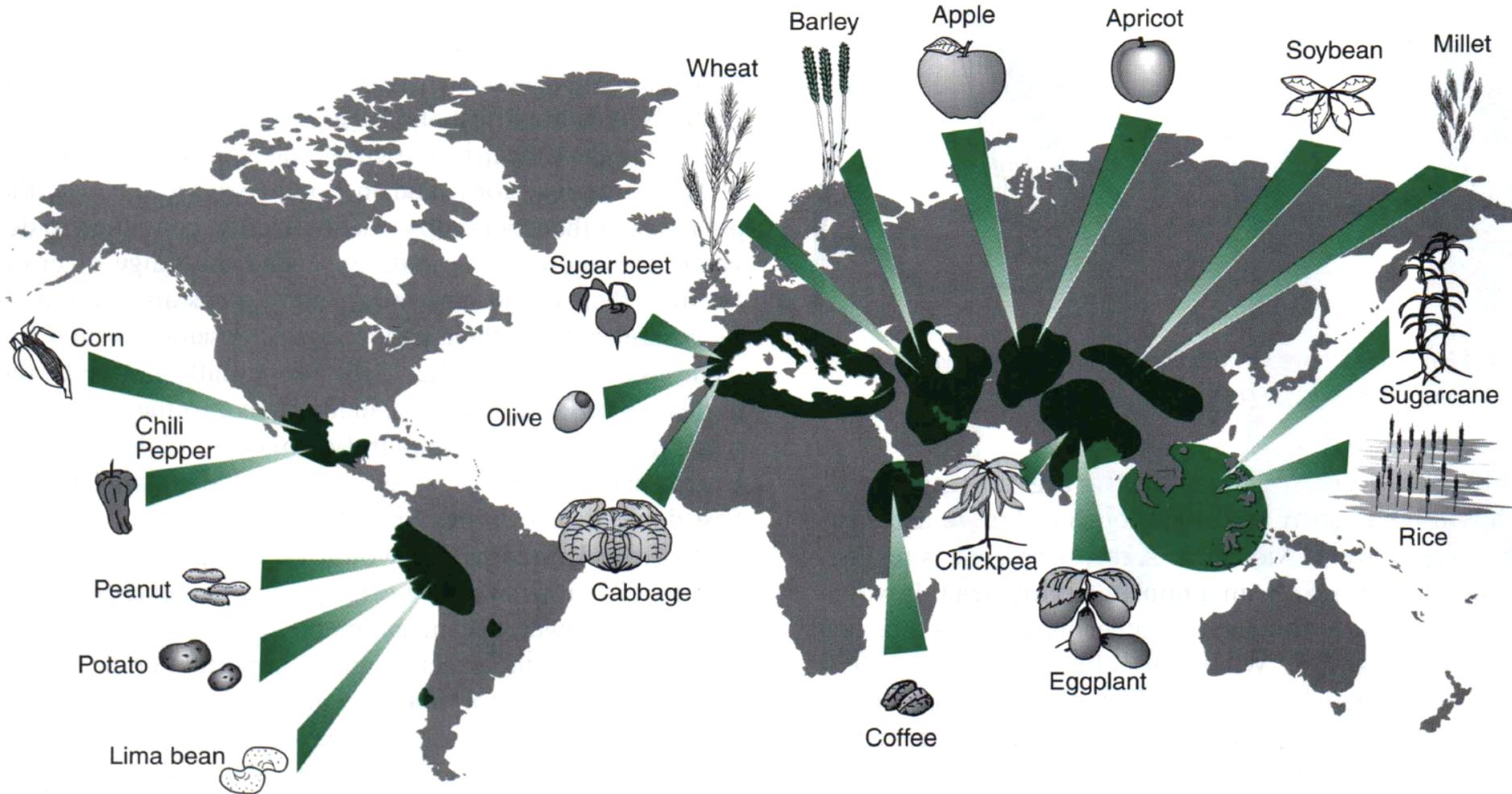


Image and info credits (clockwise from top-left): DNAmazing.com, Gene.com, BioX.stanford.edu, qb3.org, mit.edu/ki, nap.edu, sciencemag.org, nature.com, nlm.nih.gov

Gruppi di *Homo sapiens* lasciano l'Africa e colonizzano il resto del mondo.



# Zone di origine di varie specie coltivate.



LA SELEZIONE ARTIFICIALE DELL'UOMO  
SU **PIANTE COLTIVATE** NEI MILLENNI  
HA CAUSATO CAMBIAMENTI NEI GENOMI  
MOLTO CONSISTENTI.

## Primi cereali



Farro  
*Triticum dicoccon*



Trigo,  
*Triticum monococcum*



Orzo,  
*Hordeum vulgare*

## Primi legumi



Lenticchia  
*Lens culinaris*



Pisello  
*Pisum sativum*



Ervo,  
*Vicia ervilia*



Cece,  
*Cicer arietinum*

## Prima fibra: il lino



Lino, *Linum usitatissimum*



Wild sunflowers (left) and domestic sunflowers (right).



Wild tomatoes (left) and domestic tomatoes (right).

Teosinte



Mais





More primitive

More modern

# Many crops never existed in nature



**Einkorn x wild  
wheat**

**Emmer x goat grass**

**Bread  
wheat**

[www.mpiz-koeln.mpg.de/pr/garten/schau/Triticumaestivum/wheat.html](http://www.mpiz-koeln.mpg.de/pr/garten/schau/Triticumaestivum/wheat.html)

Slide courtesy of Wayne Parrott, University of Georgia

# EVOLUZIONE DEL GRANO - PRIMA FASE



+



*Triticum urartu*  
BB 50.000 geni

*T. speltoides*  
AABB 100.000 geni

*T. turgidum*

AA 50.000 geni

# EVOLUZIONE DEL GRANO - SECONDA FASE



*T. turgidum*

*Aegilops tauschii*



*Triticum aestivum*



AABB 100.000 geni

DD 50.000 geni

AABBDD 150.000 genes

La resa per ettaro nella mezzaluna fertile era di **0,5 tonnellate** per ettaro

All'epoca dei romani e fino alla prima guerra mondiale la resa era di **1 ton/ettaro**

Oggi è di **5 ton/ettaro**





20 November 2009 | \$10

# Science

The Maize Genome

AAAS

# nature

THE INTERNATIONAL WEEKLY JOURNAL OF SCIENCE

OUTLOOK  
Breast cancer



## THE TOMATO GENOME

Sequencing the culinary staple and its closest wild relative from South America **PAGE 635**

WORLD SALES

### THE GREAT ESCAPE

Capture natural gas before it can "leak" to cure "shortage"

**PAGE 373**



ENVIRONMENT

### WRITE OF SPRING

How Risky? Can we influence a genome in the wild?

**PAGE 379**

REGENERATIVE MEDICINE

### REPAIRS OF THE HEART

Reprogrammed fibroblasts fully functional in vivo

**PAGES 383 & 388**

NATURE.COM/NATURE

14 July 2011 £10

Vol. 475, No. 7355

OUTLOOK  
Alzheimer's disease

# nature

THE INTERNATIONAL WEEKLY JOURNAL OF SCIENCE

The DNA sequence of the South American tuber eaten around the world **PAGE 189**



## THE POTATO GENOME

HISTORY

### PURE JOY

Arcane mathematics that changed the world

**PAGE 166**

EVOLUTION

### GIANT DINOSAURS

Seeds of greatness in small sauropod ancestors

**PAGE 159**



NEUROSCIENCE

### SPINAL CORD REGENERATION

Restoring breath control after neck injury

**PAGES 178 & 196**

NATURE.COM/NATURE

14 July 2011 £10

Vol. 475, No. 7355

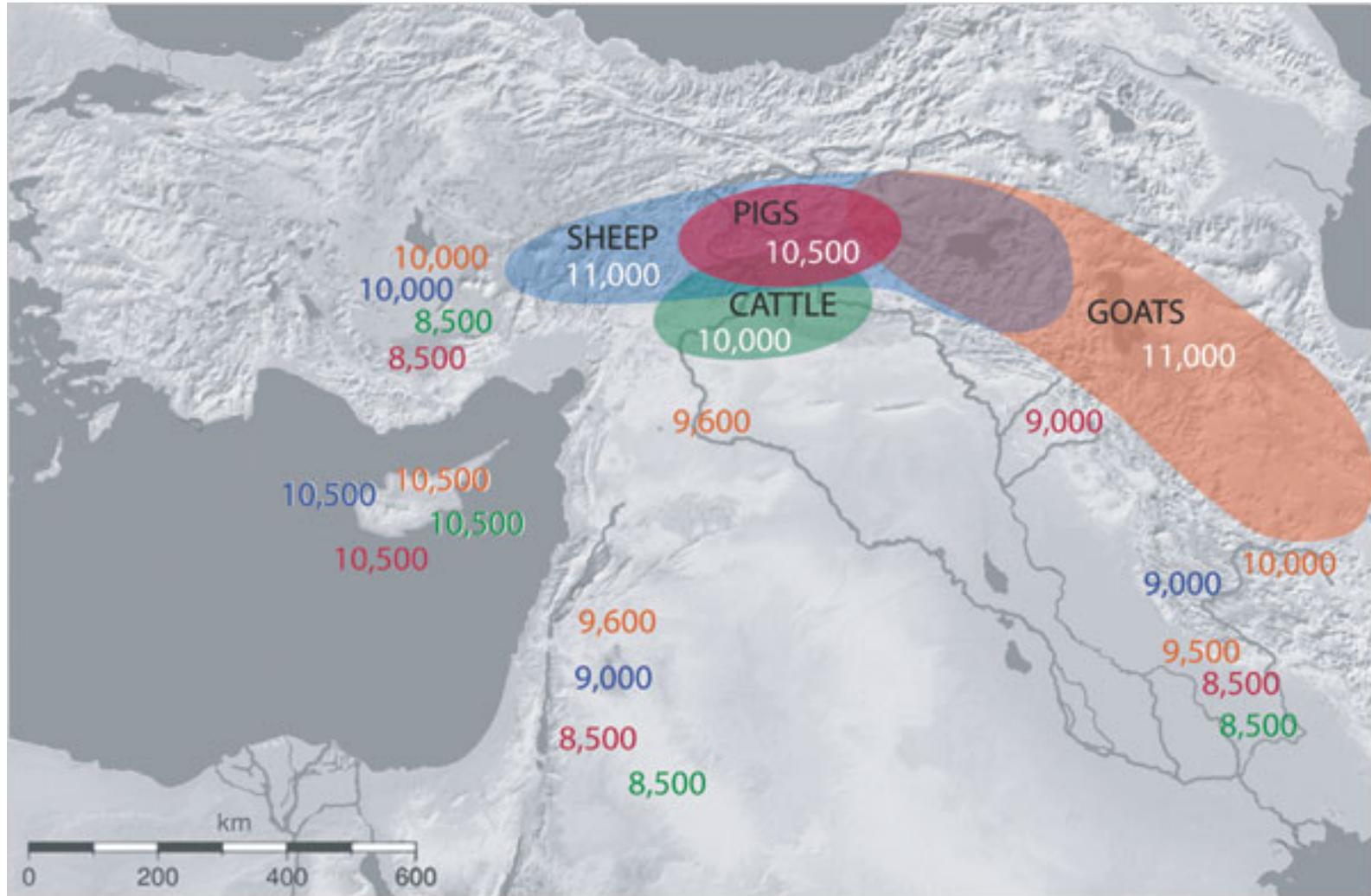


2 8 >

LA SELEZIONE ARTIFICIALE DELL'UOMO  
SU **SPECIE ANIMALI** HA CAUSATO  
CAMBIAMENTI NEI LORO GENOMI  
MOLTO CONSISTENTI.



# Spazio e tempo degli inizi della addomesticazione di alcune specie animali



8 December 2004 | www.nature.com/nature | £9

THE INTERNATIONAL WEEKLY JOURNAL OF SCIENCE

# nature

**QUANTUM  
MEMORY**  
Controlling  
single photons

**THE GENETICS  
OF NONSENSE**  
A cellular  
balancing act

**IN PURSUIT  
OF PLEASURE**  
Dopamine's  
role revisited



## THE DOG GENOME



**NATUREJOBS**  
Family time



"For example, variation among breeds accounts for 27% of total genetic variation, as opposed to 5-10% among human populations"

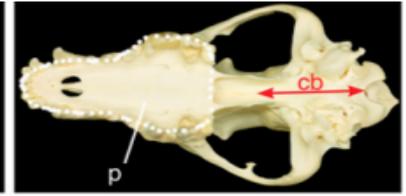
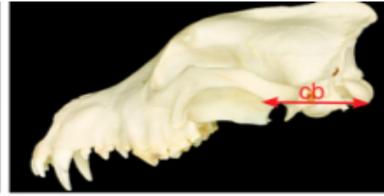
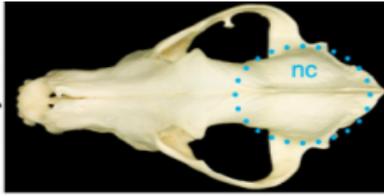


Il *Canis lupus* appartiene alla Famiglia dei Canidae.





Gray Wolf



Great Dane



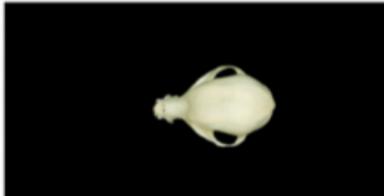
Rottweiler



Greyhound



Yorkshire Terrier



Pug Dog



# nature

THE INTERNATIONAL WEEKLY JOURNAL OF SCIENCE

INSIGHT  
Metabolism and  
disease



## BRINGING HOME THE BACON

*Genome sequence of a species of agricultural and biomedical importance* **PAGE 393**

INTERNET SECURITY

### MAKING THE WEB SAFER

*Two ways to fix the security certificate loophole*  
**PAGE 325**

CULTURAL HERITAGE

### THE ITALIAN JOB

*Conservation forty years on from UNESCO list*  
**PAGE 328**

CLIMATE

### HAS IT REALLY GOT DRIER?

*A sixty-year history of drought*  
**PAGES 330 & 435**

NATURE.COM/NATURE

15 November 2012 £10

Vol. 491, No. 7424

# Science

24 April 2008 \$16



Livestock Decoded

AAAS

# Flusso di informazione nei sistemi biologici



**trascrizione:** sintesi di RNA complementare a una delle due catene del DNA

**traduzione:** sintesi di proteine codificate dalla sequenza nucleotidica del mRNA

**Anche dopo la scoperta della sua struttura e funzione come sede dell'informazione genetica, il DNA restava una molecola difficile da studiare**

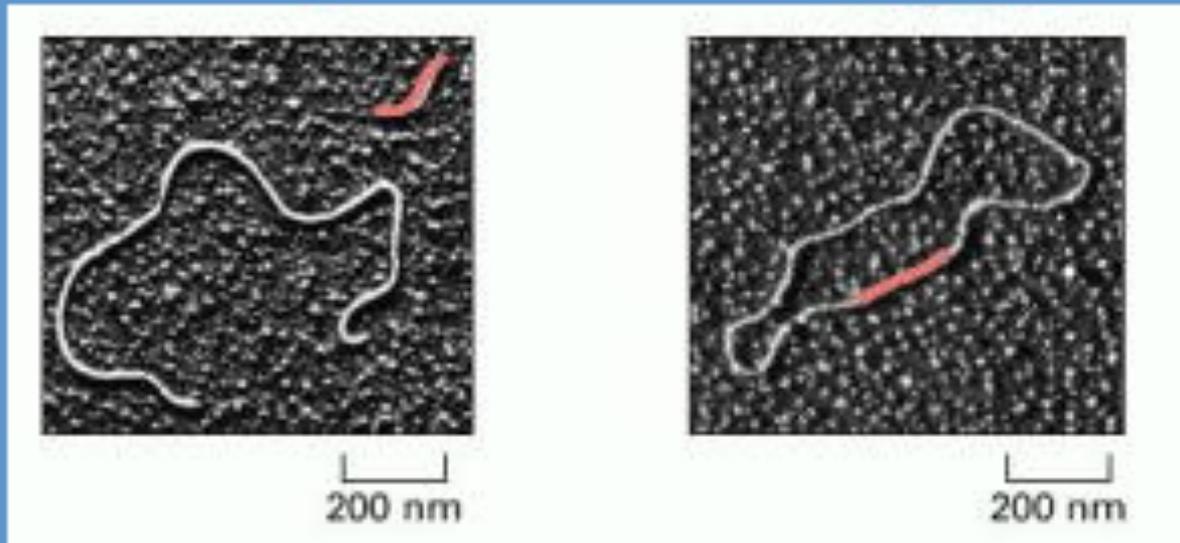
**Data la sua lunghezza, la doppia elica si spezza facilmente durante le manipolazioni in laboratorio**

**La sua natura chimica è chimicamente monotona, in quanto i gruppi reattivi delle basi sono situati all'interno della molecola**

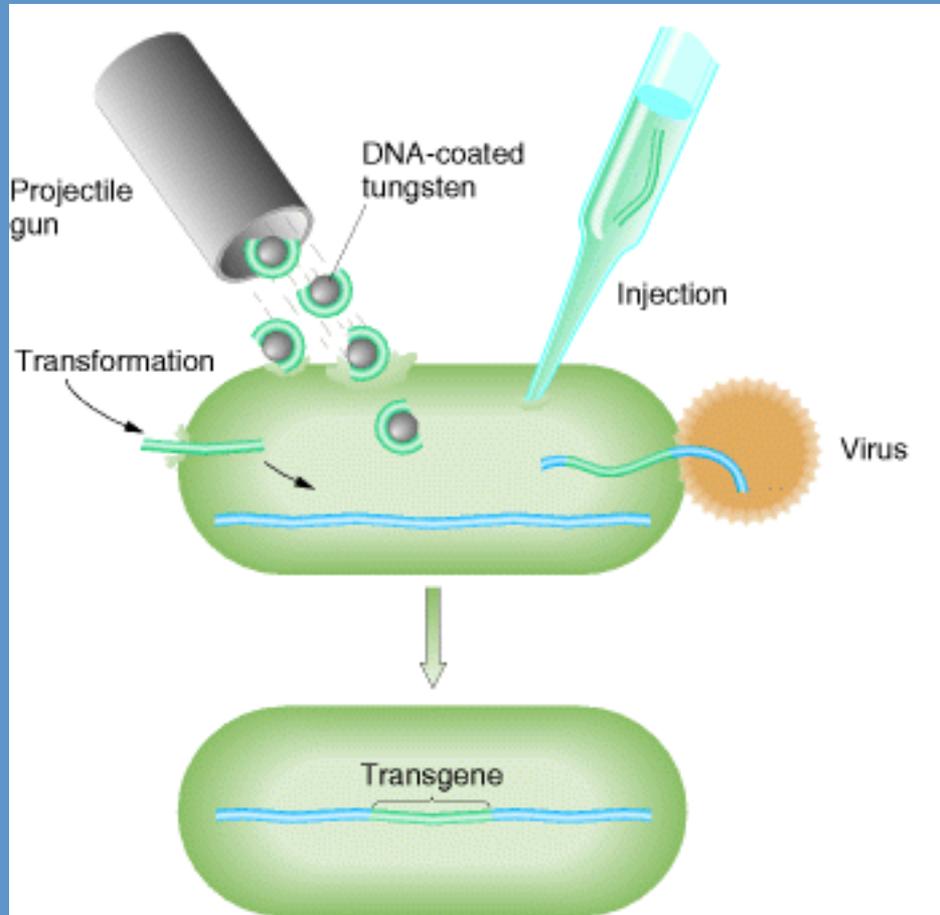
**Alcune importanti scoperte di natura puramente tecnologica hanno sovvertito questo quadro e reso il DNA una delle molecole più facili da studiare e modificare in laboratorio**

**Queste scoperte hanno permesso la nascita dell'ingegneria genetica e di tutte le sue applicazioni biotecnologiche in campo medico-farmaceutico, agricolo e industriale**

# Inserzione di un frammento di DNA estraneo in un plasmide batterico vista al microscopio elettronico



# Metodi per l'introduzione di DNA esogeno in cellule



## **INGEGNERIA GENETICA**

**leggere la sequenza di basi sul DNA**

**ritagliare e ricucire segmenti di DNA  
(enzimi di restrizione)**

**isolare (clonare) un gene (S. Cohen e H. Boyer)**

**inserire un gene nel DNA di una nuova cellula**

**modificare il corredo genetico di un organismo**

# Dal DNA alla produzione

- 1976: Herbert Boyer fonda la Genentech
- 1980: la Stanford University brevetta la clonazione di DNA mediante plasmidi: 400 ditte pagano 10.000 dollari per la licenza
- 1982: Genentech e la consociata Eli Lilly ottengono la licenza della FDA per **l'insulina umana**
- oggi la Genentech ha circa 800 ricercatori e vale oltre 100 miliardi di dollari

## **APPLICAZIONI MEDICHE E FARMACEUTICHE**

Diagnosi di malattie ereditarie e infettive

Produzione di biofarmaci da DNA:  
geni clonati ed espressi in batteri, cellule  
superiori, animali o piante transgeniche

Terapia genica delle cellule somatiche

# Alcuni biofarmaci prodotti con le tecniche del DNA ricombinante

**insulina**

**diabete**

**eritropoietina**

**anemie**

**ormone della crescita umano**

**deficienza di crescita**

**$\alpha$ -interferon**

**infezioni virali, leucemie**

**$\beta$ -interferon**

**sclerosi multipla**

**attivatore tissutale del plasminogeno**

**dissoluzione dei trombi**

**fattore di coagulazione VIII**

**emofilia A**

**fattore di coagulazione IX**

**emofilia B**

**$\alpha$ -1-antitripsina**

**enfisema polmonare**

**interleuchine**

**asma, artrite reumatoide**

**albumina**

**insufficienza di proteine nel plasma**

# Alcuni vaccini prodotti con le tecniche del DNA ricombinante

<b>Agente patogeno</b>	<b>Malattia</b>
<b>Hepatitis B Virus</b>	<b>epatite B</b>
<b>Bordetella pertussis</b>	<b>pertosse</b>
<b>Yellow Fever Virus</b>	<b>febbre gialla</b>
<b>Vibrio cholerae</b>	<b>colera</b>
<b>Clostridium tetani</b>	<b>tetano</b>
<b>Salmonella typhi</b>	<b>tifo</b>

# Vantaggi di farmaci proteici e vaccini prodotti da DNA ricombinante

- perfetta identità con il prodotto umano (reazioni allergiche)
- disponibilità senza limiti (problema donatori)
- si evita la contaminazione con agenti infettivi (HIV, HBV, HCV, prioni etc.)
- si evita la manipolazione di agenti patogeni (vaccini)
- si evitano gli svantaggi dei vaccini tradizionali (uccisi o attenuati)
- possibilità di migliorare la funzione della proteina naturale

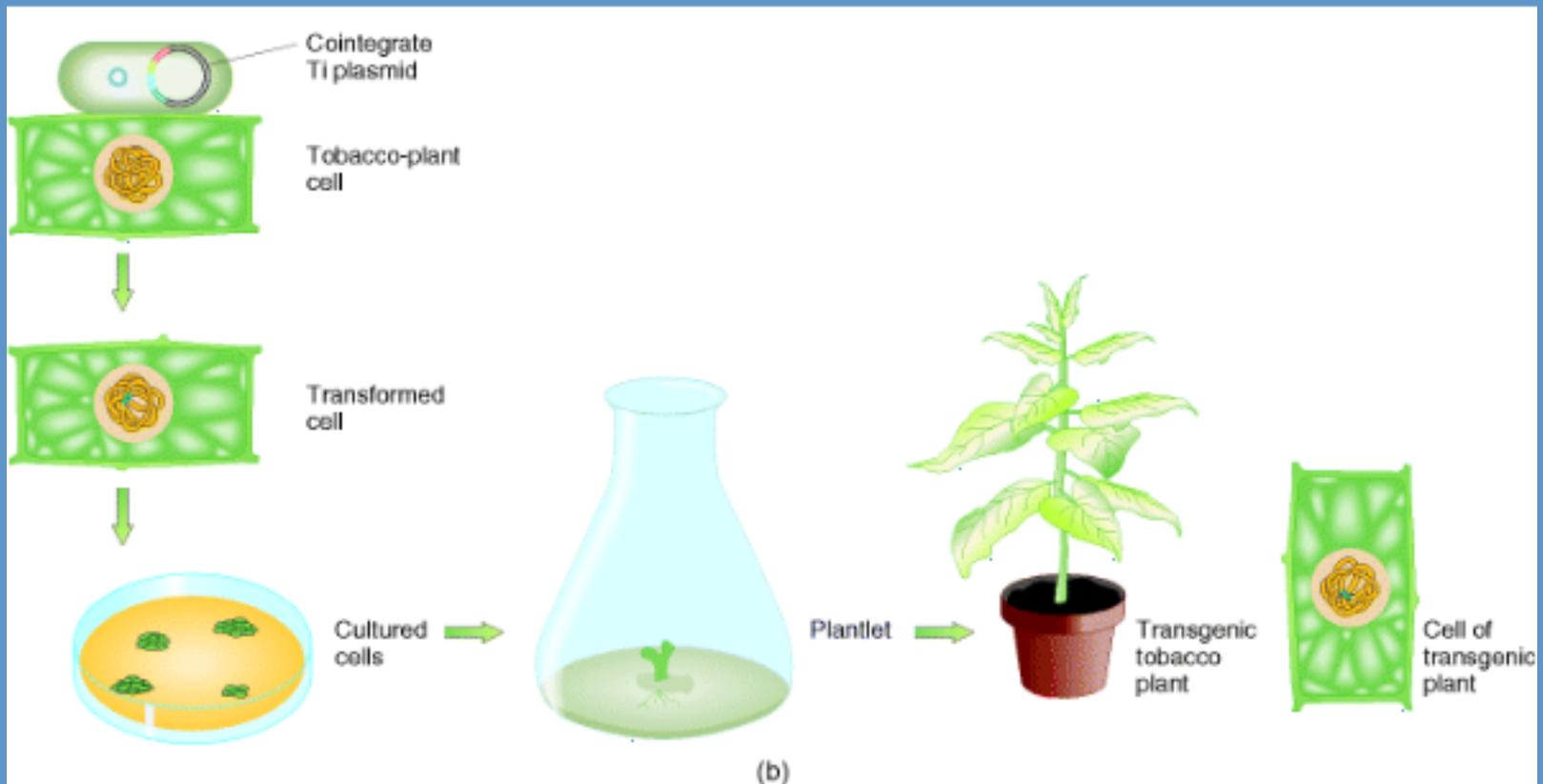
# Farmaci prodotti in animali transgenici

<b>Fattori di coagulazione VIII e IX</b>	<b>emofilia A e B</b>
<b><math>\alpha_1</math>-antitripsina</b>	<b>enfisema polmonare</b>
<b>attivatore tissutale del plasminogeno</b>	<b>dissoluzione dei trombi</b>
<b>proteina C</b>	<b>anticoagulante</b>
<b>CFTR, regolatore del passaggio del cloro attraverso la membrana cellulare</b>	<b>fibrosi cistica</b>
<b>lattoferrina</b>	<b>integratore dell'alimentazione dei neonati</b>

# Vegetali transgenici

- nei vegetali il differenziamento è reversibile, come dimostrato dalla propagazione mediante talea
- per creare vegetali transgenici non è quindi necessario ricorrere alle cellule germinali o allo zigote
- le cellule vegetali sono però più refrattarie di quelle animali ad incorporare DNA estraneo
- i metodi più usati per la trasformazione sono l'infezione con *Agrobacterium tumefaciens* e i proiettili ricoperti di DNA

# Creazione di un vegetale transgenico mediante trasformazione con *A. tumefaciens*



## APPLICAZIONI IN AGRICOLTURA E ZOOTECNIA

piante resistenti all'attacco di insetti

piante resistenti a virus, batteri o funghi

piante resistenti a erbicidi

piante con resa maggiore

piante resistenti a stress ambientali (temperature estreme, siccità, salinità)

miglioramento delle qualità nutritive e del gusto

## **Metodi “tradizionali” per la creazione di nuove varietà vegetali di interesse agronomico**

**Selezione diretta di varianti naturali**

**Incroci tra varietà già coltivate**

**Incroci con varietà selvatiche**

**Trattamento con mutageni chimici**

**Trattamento con radiazioni ionizzanti**

**Variabilità somaclonale in coltura**

## Gamma Field for radiation breeding

International Atomic Energy Agency, con sede a Vienna. Quest'ultima lista di varietà mutagenizzate (Fao/Iaea Data-base) comprende 2.536 varietà commerciali rappresentative di 175 specie rilasciate in 52 paesi. L'Italia è rappresentata nella lista Fao/Iaea da 23 varietà, tra le quali il riso Fulgente, le ciliegie Burlat C1, i piselli Esedra, Navona, Trevi, Paride, Priamo e Pirro, i fagioli Montalbano e Mogano, la patata Desital e le melanzane Floralba e Picentia. Prevalgono le varietà di grano duro.

100m radius

89 TBq  
Co-60 source  
at the center  
Shielding dike  
8m high



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

## Varietà vegetali coltivate (cultivar) ottenute mediante trattamento con radiazioni o mutageni chimici

Nella banca di semi FAO-IAEA (International Atomic Energy Agency) sono registrate oltre 3000 varietà coltivate ottenute mediante radiazioni ionizzanti o mutageni chimici e successivi incroci. Tra queste, 155 varietà di soia, 70 di mais, 242 di grano e 30 di grano duro

La maggior parte delle migliaia di varietà di mais oggi conosciute è stata ottenuta esponendo i semi di mais alle radiazioni liberate nei test di bombe nucleari nell'atollo di Bikini nel 1946 e in quello di Eniwetok nel 1948

Il grano duro Creso, vanto dei nostri pastifici e citato come esempio di varietà italiana tipica, è stato ottenuto da un incrocio tra la varietà messicana Cymmit e l'italiana Cp B144, mutante della [Cappelli](#) ottenuta sottoponendo quest'ultima a bombardamento con raggi protonici nel Centro nucleare del CNEN della Casaccia

# Effetti sul corredo genetico dei metodi tradizionali per la produzione di nuove varietà vegetali

- Negli incroci vengono ricombinati tra loro in modo del tutto imprevedibile circa 20.000 geni di ciascuno dei due partner dell'incrocio, per la maggior parte sconosciuti
- Le radiazioni ionizzanti e i mutageni chimici causano alterazioni imprevedibili e non rivelabili a posteriori, potenzialmente in tutti i geni della nuova pianta
- La variabilità somaclonale causa alterazioni grossolane del corredo genetico, come perdita di cromosomi, scambi di pezzi di cromosomi, variazioni di ploidia ecc.
- Le varietà ottenute con i metodi “tradizionali” sono geneticamente modificate in modo più massivo, imprevedibile e potenzialmente dannoso rispetto alle varietà ottenute mediante inserimento di singoli geni con le tecniche dell'ingegneria genetica

**La tecnica tradizionale** dell'innesto usata in agricoltura da millenni (7000 anni) può aver promosso un trasferimento orizzontale di DNA tra specie differenti, non intenzionale.



Innesto a gemma

▾  
Fruit Salad  
Tree?

▾  
Tree Care

▾  
Latest News

▾  
FAQ

▾  
Prices &  
Order

▾  
Contact Us



# FRUIT SALAD TREE Co.

Up to 6 different fruits ALL on ONE tree



ORDER NOW



## What Is a Fruit Salad Tree?

Fruit Salad Tree, bears up to 6 DIFFERENT FRUITS all on the ONE TREE. They are multi-grafted trees with different fruits from the same "family" and all the fruits retain their own characteristics e.g. flavour, appearance and ripening times.

### Citrus Fruits

- Oranges
- Mandarin
- Lemon
- Tangelo
- Lime
- Pomelo
- Grapefruit



### Stone Fruit

- Peaches
- Nectarines
- Plums
- Apricots
- Peachcots



### Multi Apples

- Red
- Green
- Yellow



### Multi Nashis

- Rustic
- Green
- Yellow





► **Science** The World's Leading Journal of Original Scientific Research, Global News, and Commentary.

[Science Home](#) | [Current Issue](#) | [Previous Issues](#) | [Science Express](#) | [Science Products](#) | [My Science](#) | [About the Journal](#)

Home > [Science Magazine](#) > [1 May 2009](#) > [Stegemann and Bock, 324 \(5927\): 649-651](#)

### Article Views

► **Abstract**

► Full Text

► Full Text (PDF)

► Figures Only

► Supporting Online Material

### Article Tools

► Save to My Folders

Science 1 May 2009:

Vol. 324 no. 5927 pp. 649-651

DOI: 10.1126/science.1170397

[< Prev](#) | [Table of Contents](#) | [Next >](#)

REPORT

## Exchange of Genetic Material Between Cells in Plant Tissue Grafts

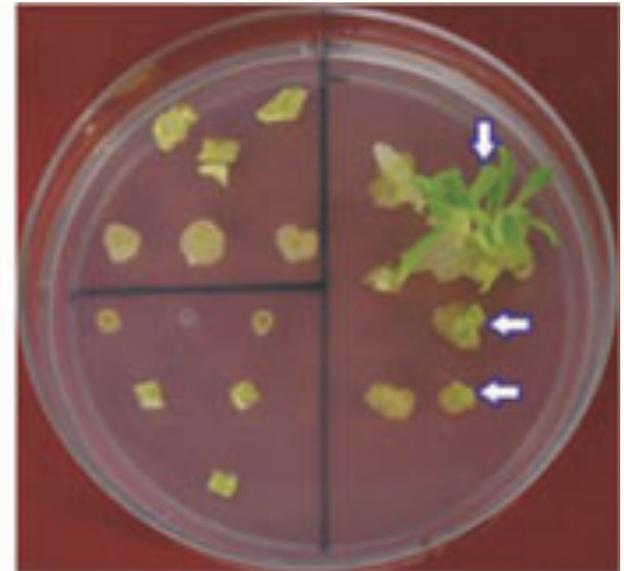
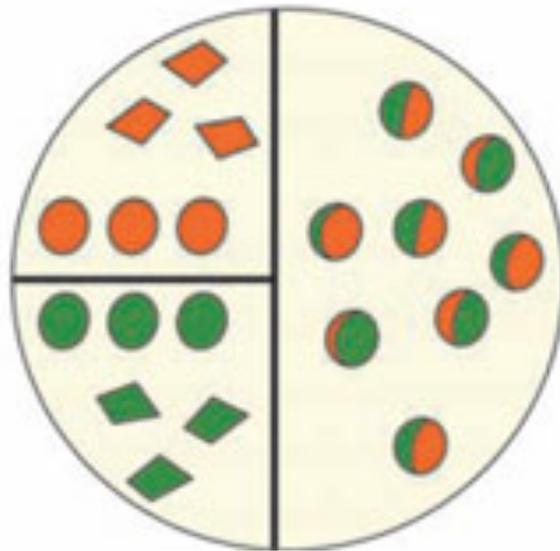
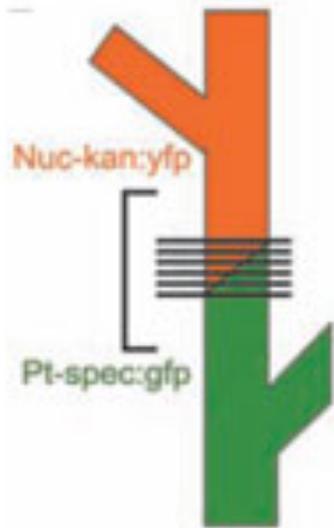
Sandra Stegemann, Ralph Bock<sup>2</sup>

[+](#) Author Affiliations

[↑](#) To whom correspondence should be addressed. E-mail: [rbock@mpimp-golm.mpg.de](mailto:rbock@mpimp-golm.mpg.de)

ABSTRACT

“Our discovery of grafting-mediated gene transfer further blurs the boundary between natural gene transfer and genetic engineering and suggests that grafting provides an avenue for genes to cross species barriers.”



LE PIANTE E GLI ANIMALI TRANSGENICI  
SI PRODUCONO  
**COPIANDO** MECCANISMI MOLECOLARI  
NATURALI CHE CARATTERIZZANO IL  
FENOMENO VITA:

SI USANO GLI ELEMENTI TRASPONIBILI,  
PEZZI DI DNA CHE SI MUOVONO NEI  
GENOMI NATURALMENTE.

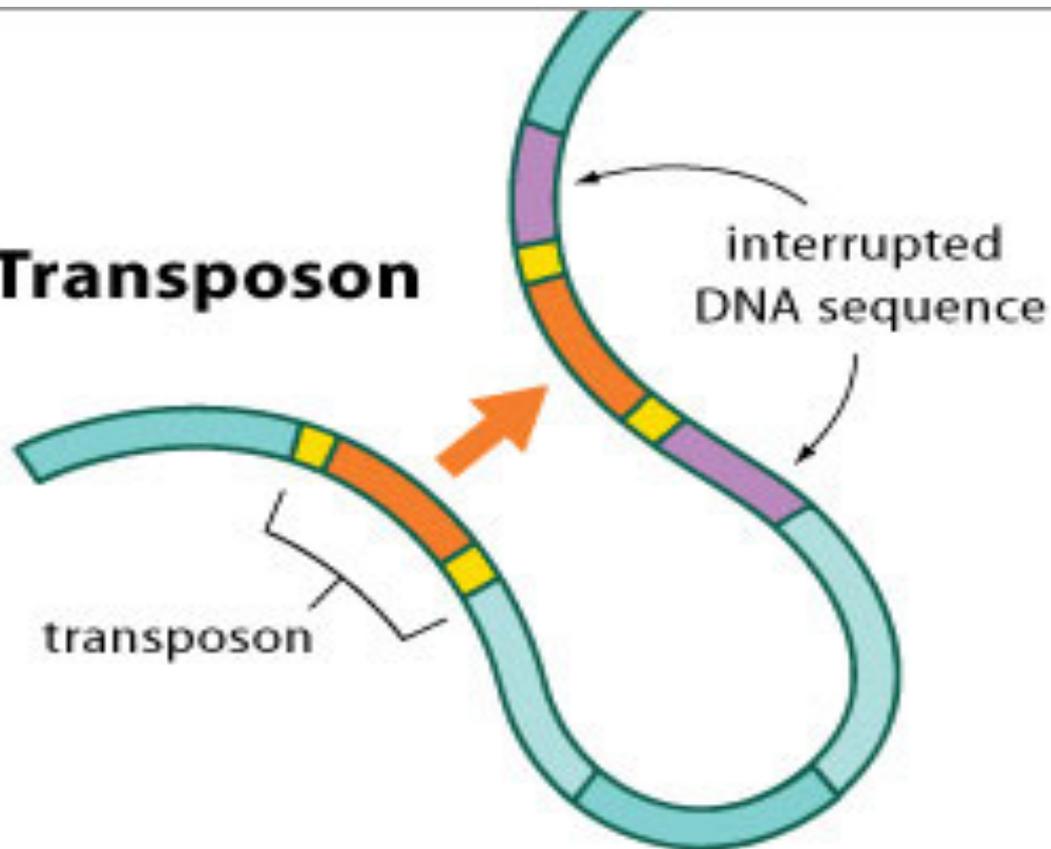


The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1983  
Barbara McClintock

The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1983



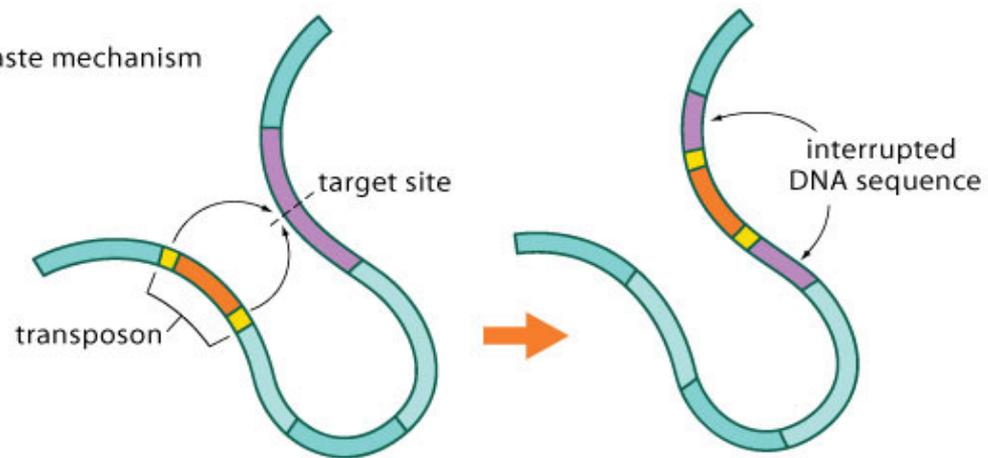
## Transposon



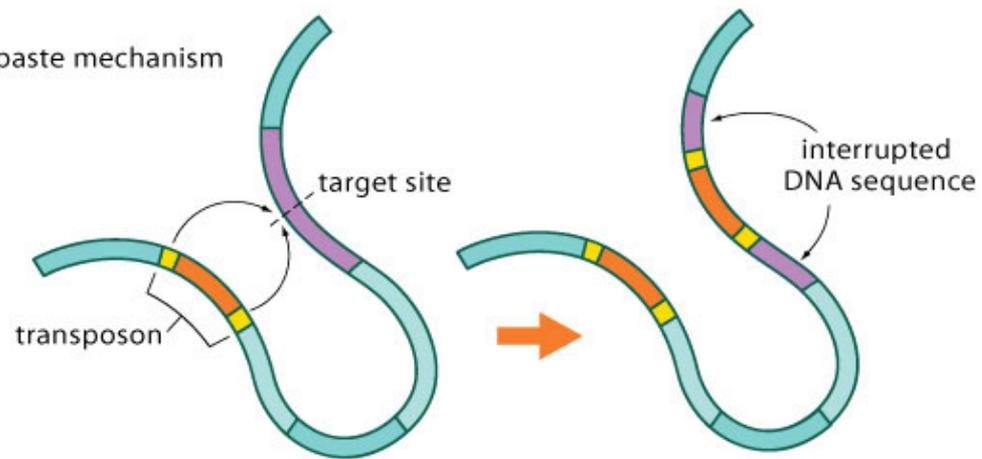
Click on this image for more on transposons.

## Two methods of transposition:

### 1. Cut-and-paste mechanism



### 2. Copy-and-paste mechanism



Alcune piante transgeniche (OGM)  
resistenti a insetti (tossina di *B. thuringiensis*)

**mais**

**pomodoro**

**colza**

**patata**

**cotone**

**mirtillo rosso**

**riso**

**zucchine**

**erba medica**

**noce**

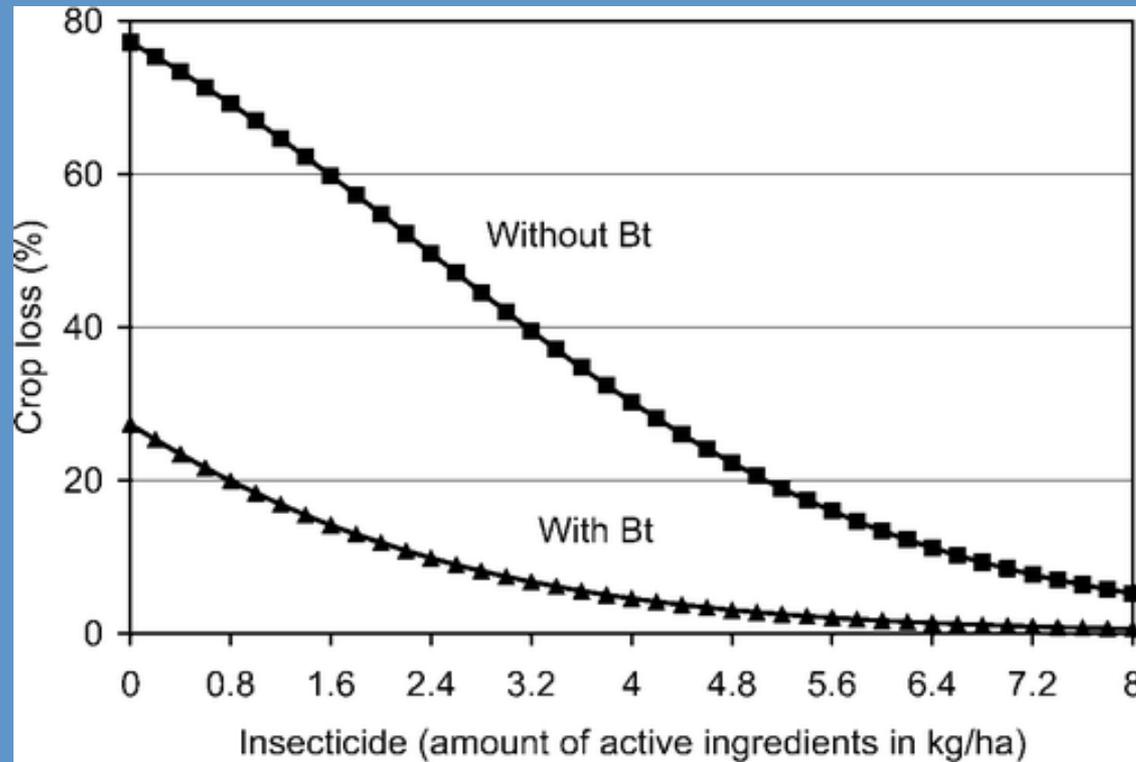
**pioppo**

**melo**

**tabacco**

**abete (alberi di  
Natale)**

# Effetto della dose di insetticida sulle perdite di raccolto di cotone in India



Qaim M. 2009.

Annu. Rev. Resour. Econ. 1:665-93

# Piante transgeniche resistenti a erbicidi

<b>Erbicida</b>	<b>Specie transgenica resistente (OGM)</b>
<b>Glifosato</b> <i>(Roundup, Rodeo)</i>	mais, soia, cotone, colza, barbabietola
<b>Glufosinato</b> <i>(Basta, Liberty)</i>	mais, soia, cotone, colza, barbabietola, riso, cotone
<b>Bomoxynil</b> <i>(Buctril)</i>	cotone
<b>Solfonilurea</b> <i>(Staple)</i>	cotone, lino

## NOCIVITÀ

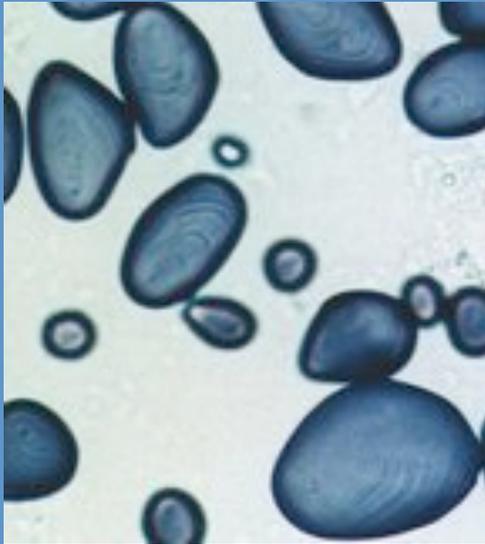
**Oltre 130 milioni di ettari coltivati con vegetali transgenici che sono stati utilizzati come cibo da milioni di consumatori per oltre 20 anni senza effetti nocivi segnalati**

**La probabilità che un singolo transgene modifichi il metabolismo della pianta in modo da farle produrre sostanze nocive sconosciute è molto minore che negli incroci classici o nelle varianti indotte da mutagenesi o con la variabilità somaclonale**

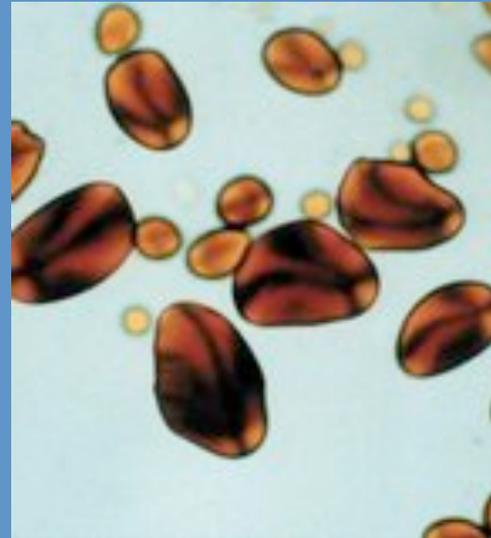
**Eventuali prodotti allergenici possono essere individuati con opportuni test (obbligatori per ogni nuova varietà vegetale transgenica immessa sul mercato)**

**Le stesse proprietà (resistenze a insetti o a erbicidi) possono essere ottenute con incroci classici o mutagenesi, anche se in tempi molto più lunghi: le piante così prodotte non sono sottoposte ad alcun controllo**

# Amflora: una patata senza amilosio



Grani di amido con amilosio  
e amilopectina



Grani di amido senza  
amilosio

La patata Amflora, contenente amido con solo amilopectina, è stata ottenuta dalla BASF inserendo il gene per la sintasi in orientamento antisenso, accompagnato da un gene marcatore che conferisce resistenza ad un antibiotico.

Una patata con amido di solo amilopectina è stata ottenuta anche con mutageni chimici

- Un gruppo di ricercatori tedeschi del Faunhofer Institute for Molecular Biology and Applied Ecology (IME) ha sviluppato una varietà di patata contenente solo amilopectina inattivando il gene della sintasi *mediante mutazioni indotte da mutageni chimici*
- Questa patata può essere coltivata senza alcuna limitazione: 100 tonnellate sono già state processate nel 2009
- Il trattamento con mutageni introduce sicuramente numerose mutazioni imprevedibili e non rivelabili in un numero imprecisato ma sicuramente rilevante di altri geni
- La tecnica usata è stata chiamata TILLING (Targeting Induced Local Lesions In Genomes) ed ha richiesto 6 anni

## APPLICAZIONI IN AGRICOLTURA E ZOOTECNIA

piante con resa maggiore

piante resistenti all'attacco di insetti

piante resistenti a virus, batteri o funghi

piante resistenti a erbicidi

piante resistenti a stress ambientali (temperature estreme, siccità, salinità)

miglioramento delle qualità nutritive e del gusto

# IL MIGLIORAMENTO GENETICO DEI CIBI

- I miglioramenti introdotti con l'ingegneria genetica in campo agricolo finora hanno riguardato prevalentemente i produttori piuttosto che i consumatori
- Solo recentemente sono state intraprese ricerche volte al miglioramento nutritivo e qualitativo di prodotti agricoli di largo consumo
- Il risultato più importante in questa direzione, e quello socialmente più significativo, è stata la realizzazione del "Golden Rice"

## Miglioramenti delle proprietà nutritive o dietetiche dei cibi

Arricchimento in aminoacidi essenziali dei cereali

Pomodori con antocianine

Arricchimento in proteine nella patata

Grassi omega-3 nei vegetali

Manioca senza cianuro

Eliminazione di allergeni

Arricchimento in micronutrienti