

# **La Genetica e lo sviluppo del futuro dell'uomo**

**Valter Magliani**

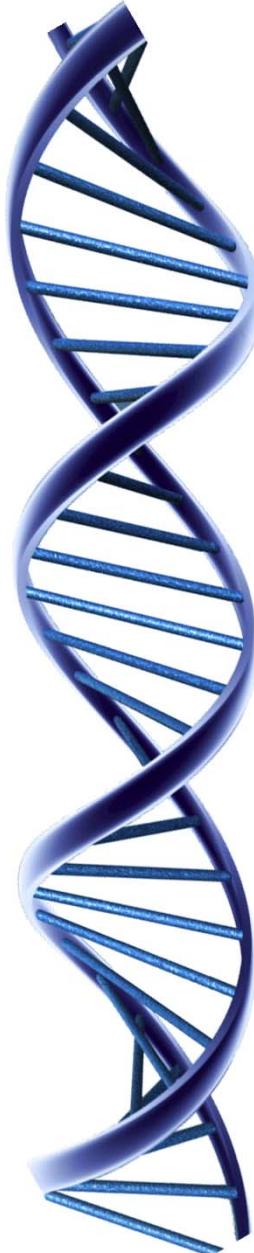
**Unità di Microbiologia e Virologia**

**Dipartimento di Scienze Biomediche Biotecnologiche e Traslazionali**

**Università di Parma**

**S. Ilario d'Enza 9.11.2015**

**DNA**



**Che cos'è la genetica?**

**Biotecnologie e manipolazione del DNA**

**Impatto sul futuro della vita e dell'uomo**

**Uomo architetto di un nuovo futuro, autore  
di una seconda “Genesi”?**

**Problemi e limiti etici**

**DNA**

# Che cos'è la genetica?

**Genetica** (da γένεσις, “genesi”, “origine”)

branca della biologia che studia i geni, l'ereditarietà e la variabilità genetica negli organismi viventi



**Johann Gregor Mendel (1822-1884)**

Monastero di Brno (attuale Repubblica Ceca)

Prete agostiniano

Padre della genetica (1865)

**Ereditarietà**

# Modificazione del patrimonio genetico

La modificazione del genoma degli esseri viventi da parte dell'uomo è una pratica antichissima, iniziata almeno 14.000 anni fa, con l'addomesticamento del cane (**selezione delle razze**)

I metodi utilizzati **tradizionalmente** per modificare il patrimonio genetico degli esseri viventi sono essenzialmente due:

## INCROCIO



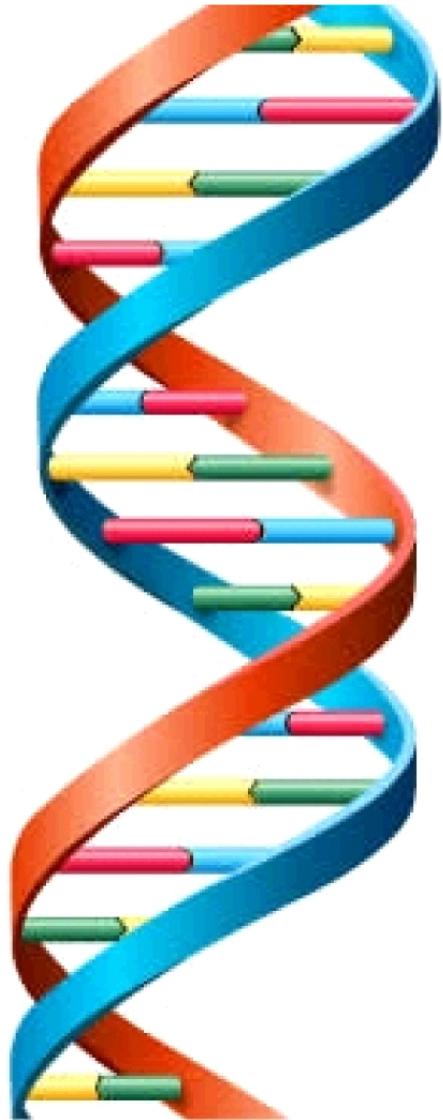
Tecnica che permette di unire le caratteristiche presenti in due individui diversi, anche non appartenenti alla medesima specie, grazie al **rimescolamento** dei loro genomi sfruttando la **riproduzione sessuale**  
**nuove razze** (cani, gatti, ecc.)  
**nuovi animali** (es. mulo, bardotto)

## MUTAGENESI

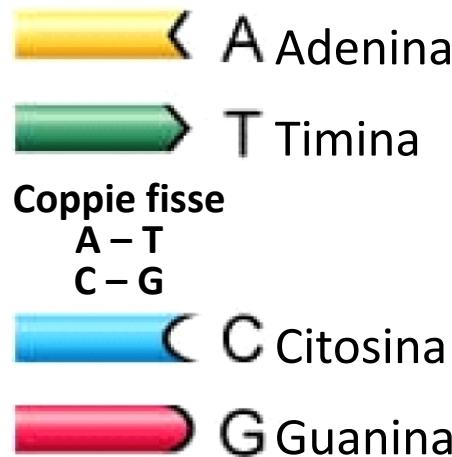


Fenomeno naturale o provocato dall'uomo, basato su imprecisioni o **errori** nella replicazione del genoma durante i processi di divisione cellulare. I "mutanti" vengono poi sottoposti a **selezione** o dall'**ambiente** (selezione naturale → evoluzione) o dall'**uomo** e, se le mutazioni sono vantaggiose, vengono mantenute nella popolazione (Es. mais giallo - mais bianco)

**Nuove conoscenze sul DNA hanno rivoluzionato questi approcci**



Anni '1940  
**DNA**  
depositario dell'informazione genetica



Struttura a **doppia elica** costituita da due catene “antiparallele” di **“nucleotidi”** tenute insieme da coppie di basi complementari (**A-T e C-G**)

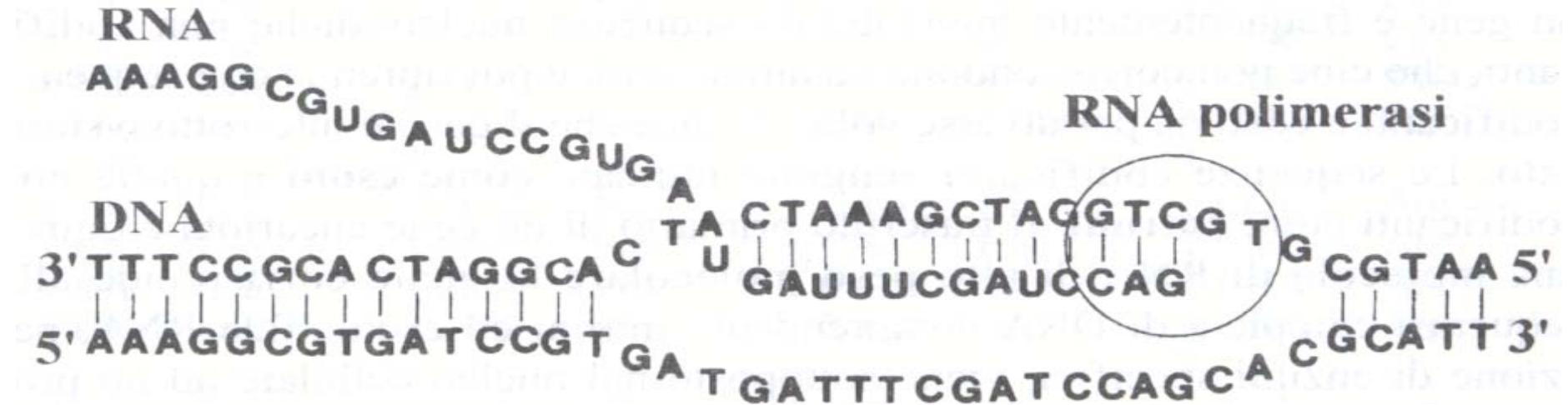
(scala a chiocciola)

Nel DNA ci sono sequenze, chiamate **geni**, che codificano per proteine che determinano le caratteristiche (“caratteri”) di un organismo

Insieme di tutti i geni di un organismo: **Genoma**

**DNA** organizzato in **cromosomi** nel nucleo di ogni cellula  
n° cromosomi dipende dalla specie

Dai geni l'informazione passa a **RNA messaggero (mRNA, "trascrizione")** e poi a **proteine ("traduzione")** che conferiscono le caratteristiche ad una cellula (o ad un organismo vivente)



# Nuove conoscenze sul DNA

**1953** Watson e Crick – scoprono la struttura a doppia elica del DNA

**1969** primo enzima di restrizione (EcoRI)

endonucleasi o “forbici molecolari”

Possibilità di tagliare e cucire (enzimi “ligasi”) molecole di DNA in modo preciso e definito



Eco RI



Fse I

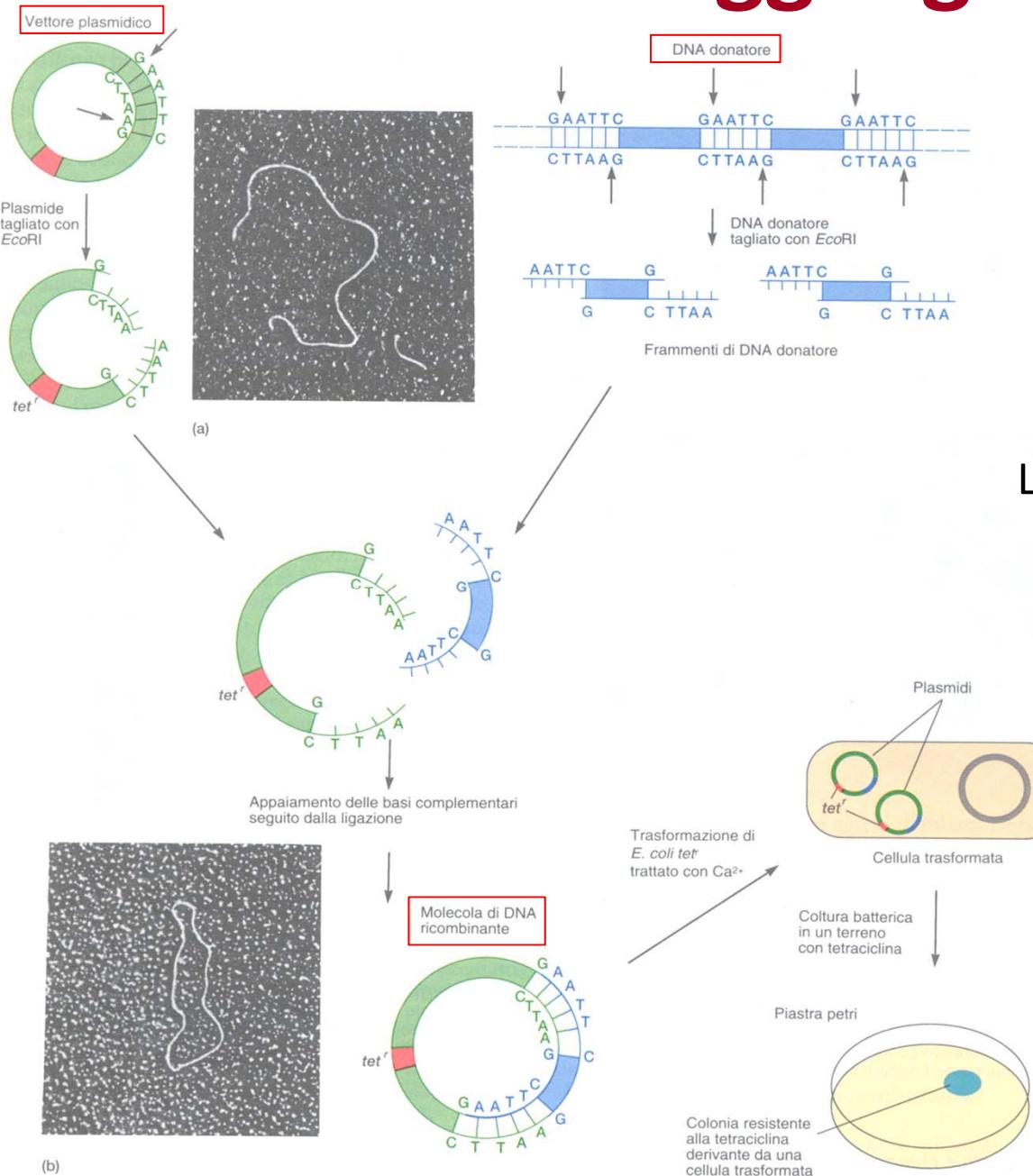


Dra I

**1972** primo clonaggio di geni in plasmidi →

→ manipolazione DNA → inizio era del DNA ricombinante  
deliberata modificaione dell'informazione genetica di un organismo  
vivente mediante modificaione diretta del suo DNA o  
introduzione di uno o più geni esogeni

# Clonaggio genico



Il gene di interesse, contenuto nel DNA donatore, ed il DNA ricevente vengono tagliati con **endonucleasi**

Le 2 molecole di DNA, purificate, sono mescolate e legate (**ligasi**)

**DNA ricombinante**  
introdotto in una **cellula ospite**  
[**microrganismo, virus, animale o vegetale**]

Il gene di interesse viene fatto esprimere con produzione di **proteina ricombinante**

# Tecnologia del DNA ricombinante (Ingegneria genetica)

## Microrganismi geneticamente modificati (MOGM)

### Medicina e Industria farmaceutica

produzione in **batteri** o **lieviti** (funghi) di proteine di difficile ottenimento o purificazione, da utilizzare quali vaccini, prodotti terapeutici, diagnostici, o altro

**Ormoni**: **Ormone della crescita** (1977, nanismo), **Insulina** (1978, cura diabete),  
**Eritropoietina** (anemie, doping)

**Proteine del sangue**: **Attivatore tissutale del plasminogeno** (infarto),  
**Fattore VIII di coagulazione** (emofilia)

**Enzimi**: **DNasi** (fibrosi cistica)

**Vaccini**: anti-**Epatite B**, anti-**Papillomavirus** (HPV, tumore utero)

**Terapia genica**: Cura di una malattia genetica mediante sostituzione di un gene “difettoso” con uno normale (ricombinante) introdotto dall’esterno (vettori virali o altri) (1991)

# Organismi geneticamente modificati (OGM)

Organismi viventi con un genoma modificato mediante tecniche di **ingegneria genetica**, con aggiunta, eliminazione o modifica di geni

**OGM** spesso indicati come **organismi transgenici**

*Transgenesi*  inserimento nel genoma di un organismo di geni provenienti da un organismo di specie diversa

## MUTAGENESI E INCROCIO vs INGEGNERIA GENETICA



Diversa modalità con cui l'uomo induce modificazioni genetiche

❖ Nel caso di mutazione (naturale o indotta) o incrocio i **cambiamenti non sono prevedibili a priori**, ma la selezione viene effettuata in base a caratteristiche visibili: **tempi molto lunghi** di ottenimento di un organismo geneticamente diverso

❖ Nell'ingegneria genetica è possibile “**progettare**” la **modifica genetica** da effettuare (inserimento del gene esogeno nel genoma) e selezionare l'OGM; conoscendo a priori la modifica indotta, la **selezione è immediata**

**OGM VEGETALI:** introduzione di nuove caratteristiche (geni) non presenti in natura

- ❖ **Produzione di piante coltivate agricole e non** (inserimento di geni da batteri) **resistenti a erbicidi, fitofarmaci o particolari condizioni ambientali, quali siccità, caldo, freddo, attacco di parassiti (funghi, insetti), ecc.**
- ❖ **“Arricchimento” delle caratteristiche nutrizionali di vegetali commestibili** (es. “golden rice”, riso ricco di  $\beta$ -carotene, precursore della vitamina A)
- ❖ **Produzione di proteine umane per uso terapeutico, di biocarburanti e di altri prodotti industriali, biorisanamento**

### **ESEMPI DI ORGANISMI GENETICAMENTE MODIFICATI** (Tabacco, 1982)

**SOIA (1987)**



**MAIS (1989)**



**POMODORO**



**COTONE**



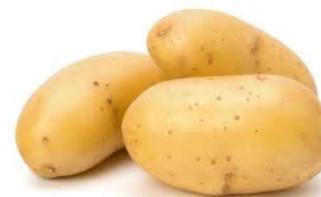
**COLZA**



**RISO**



**PATATA**



**PAPAIA**



# OGM VEGETALI nel mondo

**1996-2013:** area coltivata con OGM da 17.000 a 1.750.000 km<sup>2</sup>

51% delle piante agricole OGM coltivate in USA; **99%** in USA, Canada, Sud America (Argentina, Brasile e Paraguay), India, Cina e Sud Africa

**2014:** negli USA, **94%** soia, **96%** cotone, **93%** mais erano varietà OGM

**Europa 2014:** **mais Bt 143.016 ettari** in soli 5 Paesi (**Spagna** 92%, Portogallo, Slovacchia, Repubblica Ceca, Romania) sui 28 dell'Unione

In diversi Paesi, tra cui **Italia, proibita la coltivazione** di piante GM, **ma non loro importazione**

**Italia:** non ci sono colture OGM (solo a livello sperimentale), ma non è “OGM free”, in quanto i **mangimi** utilizzati in allevamenti italiani (esclusi quelli biologici) prodotti da soia e mais GM importati da Americhe (Italia produce 8% della soia necessaria)

**13 gennaio 2015:** modifica direttiva comunitaria sugli OGM; Stati membri possono limitarne o vietarne la coltivazione sul proprio territorio

**6 febbraio 2015** Consiglio di Stato respinge ricorso di un agricoltore friulano che chiedeva il permesso di utilizzare Mais GM. La sentenza ribadisce che l'Italia resta un Paese *OGM-free*

**Ottobre 2015:** richiesta alla UE esclusione del territorio italiano dalla coltivazione di OGM autorizzati a livello europeo (76% popolazione italiana d'accordo)

# OGM vegetali in Europa

❖ In Europa, principio di precauzione:

- **Direttiva 2001/18/CE** (autorizzazione al rilascio nell'ambiente di OGM)
- **Regolamenti 1829 e 1830/2003/CE** (autorizzazione tracciabilità/etichettatura di alimenti e mangimi GM)
- **Raccomandazione 556/2003** (linee guida sulla coesistenza tra colture OGM e convenzionali, a cui le norme nazionali e regionali dovrebbero allinearsi)

❖ L'Italia ha recepito **la direttiva 2001/18/CE** attraverso il **decreto legislativo 224/2003**

- **Luglio 2013** decreto che proibisce mais Monsanto 810
- **Monsanto**, maggior produttore mondiale di sementi OGM, ha rinunciato a presentare in Europa nuove domande di autorizzazione per la coltivazione di OGM, puntando tutto sull'**importazione**, che è libera, dei prodotti coltivati negli USA e in altri stati
- Per la soia GM, **divieto di coltivazione**, ma **non d'importazione**; il prodotto disponibile sul mercato mondiale è quasi esclusivamente OGM

# OGM ANIMALI

**Sistemi modello** per studiare alcune **malattie** dell'uomo (morbo di Alzheimer, artrite, ipertensione, disfunzioni ormonali) o per saggiare potenziali agenti terapeutici (**farmaci**)



**BOVINI**



Bovini (ovini o altri mammiferi) che producono latte con composizione diversa  
Ad es. aumento della quantità di **formaggio** ricavabile dal latte, aumentando la **caseina K** (sovra-esprimendo il gene)  
Produzione di **latte privo di lattosio** per le persone con intolleranza al lattosio  
Produzione nel latte di **farmaci** (es. ormoni)



**PECORE**

**MAIALI**



**PESCI**

# OGM ANIMALI

Animali geneticamente modificati attualmente in fase di sviluppo possono essere collocati in **differenti classi** in base alla destinazione d'uso della modifica genetica per:

- **ricerca su malattie umane** (es. sviluppo di **modelli animali**)
- produzione di **prodotti** destinati **ad uso terapeutico** umano (**biomedicine**, es. prodotti farmaceutici o tessuti/organi per i trapianti - **xenotripianti**)
- produzione di **animali ipo-allergenici**, ecc.
- miglioramento della produzione o delle **caratteristiche qualitative** di alimenti o di altri prodotti animali (es. carni, latte, lana, ecc.)
- miglioramento della **salute degli animali** (es. resistenza alle malattie)

Attualmente nel **mercato UE non sono ammessi animali GM**  
o prodotti da essi derivati

# GloFish



Pesci d'acquario resi fluorescenti tramite l'inserimento di geni di medusa

Primi animali OGM commercializzati nel **2003** a Taiwan e poi negli USA

(FDA li ha dichiarati non rilevanti a scopi alimentari)

**Tuttora vietata la loro introduzione in Europa**

# Clonazione

Procedimento con cui **si trasferisce il nucleo di una cellula adulta** (ottenuta a partire da una biopsia cutanea dell'animale da clonare) **all'interno di un ovocita privato del proprio nucleo**

L'ovocita ha la capacità di “riprogrammare” il nucleo introdotto, dando origine ad un embrione che può essere trapiantato nell'utero di una femmina ricevente al fine di ottenere un **soggetto geneticamente identico al donatore del nucleo**

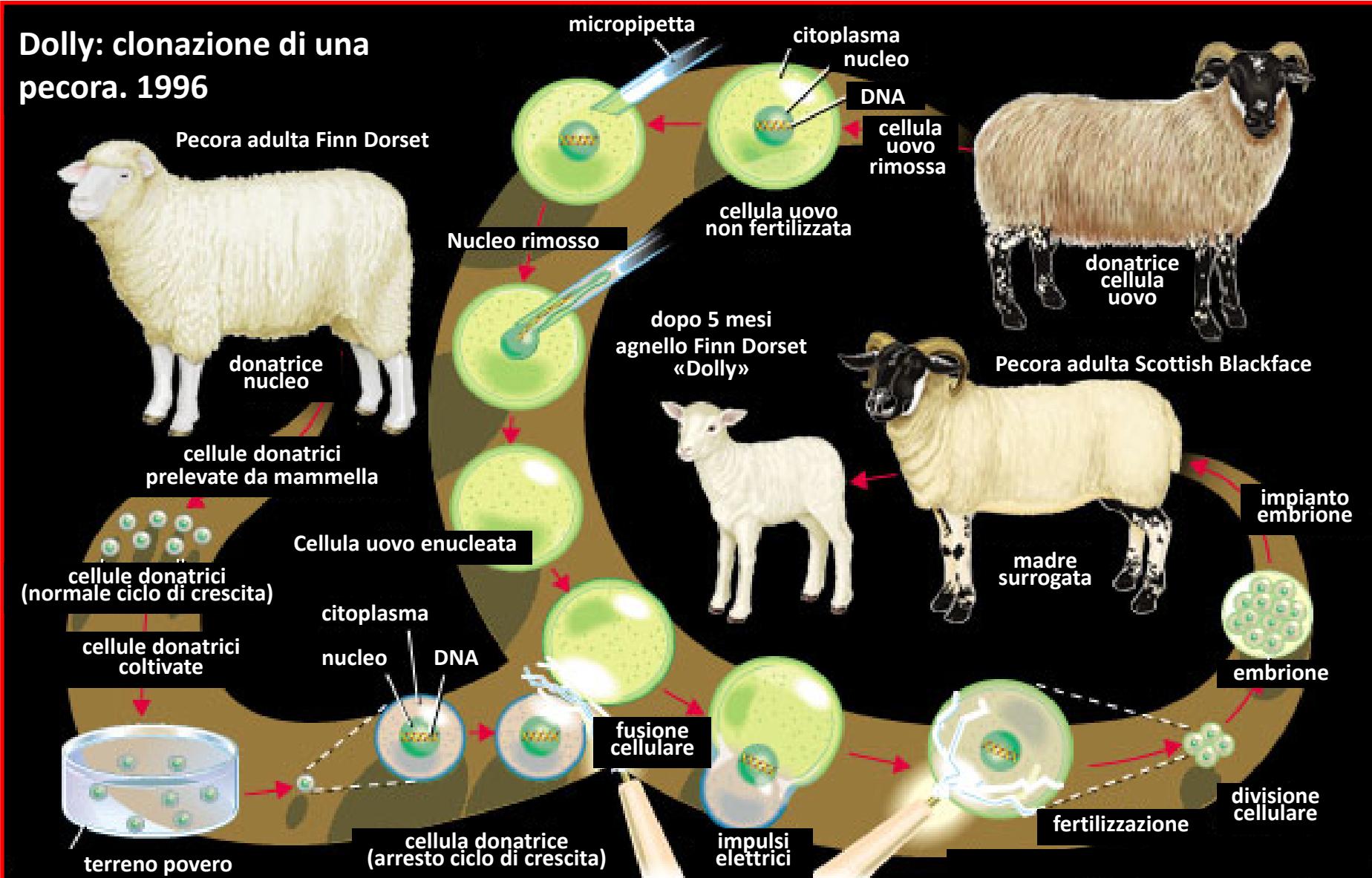
Clonazione proposta ed applicata per diversi scopi, quali:

- **clonazione di animali geneticamente superiori** (con caratteristiche particolari)
- **salvaguardia di razze in via di estinzione**
- **produzione di cloni da soggetti castrati** (molti cavalli da competizione castrati in giovane età e poi diventati campioni), al fine di ottenere la generazione successiva e continuare la linea di sangue che altrimenti andrebbe perduta
- **morte improvvisa** di un soggetto importante (possibilità di ottenerne una copia identica, purchè le cellule siano prelevate ed utilizzate entro breve tempo)

# Clonazione della pecora "Dolly"

1<sup>a</sup> volta da cellula donatrice di animale adulto  
Ian Wilmut, Istituto Roslin di Edimburgo

## Dolly: clonazione di una pecora. 1996



Dolly morta nel 2003 (infezione polmonare ed artrite)

# Animali clonati

**Topo:** estate **1998**, Università delle Hawaii

**Mucca:** dicembre **1998**, gruppo di ricerca giapponese

**Toro:** settembre **1999**, in **Italia**, Cesare Galli (gruppo laboratorio di Cremona del Consorzio per l'Incremento Zootecnico); toro **Galileo** sequestrato per ordinanza dell'allora ministro della sanità, Rosy Bindi: **divieto di clonazione animale**

**Maiale:** marzo **2000**, Usa, laboratori della Ppl Therapeutics; 5 maialini femmina, destinati a fornire organi a prova di rigetto per i trapianti da animale a uomo

**Gatto:** febbraio **2001**, Usa, primo animale da compagnia (gattina Copycat)

**1.1.2002** in **Italia**, **autorizzazione** clonazione animale (ministro Girolamo Sirchia)

**Coniglio:** marzo **2002**, Istituto francese per la ricerca agronomica, per essere utilizzato come modello per lo studio di malattie umane

**Mulo:** maggio **2003**, Università Idaho, primo equino clonato

**Cavallo:** maggio **2003**, in **Italia**, (Cesare Galli, Cremona), primo successo nella clonazione di un equino a partire da cellule adulte (**Prometea**) e primo caso di **mammifero che ha partorito il clone di se stesso**, dato che la cavalla che ha portato avanti la gravidanza è stata anche la donatrice della cellula della cute da cui è stato ottenuto il clone

**2008:** Nasce **Pegaso**, figlio di Prometea; primo puledro partorito da un cavallo clonato [cervo, cane, capra (per lana cashmire), furetto, lupo, bufalo, ecc.]

# Legislazione europea

**Opinione EFSA:** al momento non ci sono indicazioni per approvare la clonazione di animali **in campo alimentare**, anche se alimenti da animali clonati sono indistinguibili

**Settembre 2015:** Parlamento europeo ha votato **divieto di clonazione ed importazione di animali utilizzati a scopo alimentare** e di prodotti alimentari da essi derivati (carne, latte, ecc.)

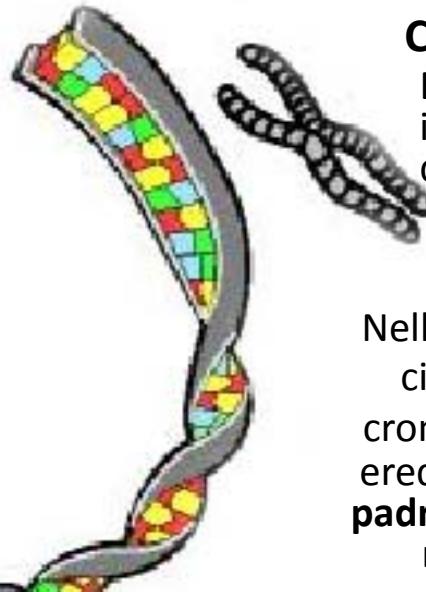
# E l'uomo? Il genoma umano

## CHE COS'È

### DNA

1

struttura  
fisica presente in  
tutte le cellule;  
contiene il  
genoma



### CROMOSOMA

2

Struttura cellulare  
costituita da DNA  
altamente  
compatto in cui  
sono localizzati i  
geni

Cellule  
sessuali:

23 cromosomi

3

Il genoma umano ha:  
**22** coppie di  
**cromosomi  
omologhi**  
(contengono gli  
stessi geni)



### Cromosoma X

E' sede di più di 300 malattie, più di quelle  
identificate in ogni altro cromosoma (10% di  
quelle ereditarie: daltonismo, emofilia, ecc.)



Nella **DONNA**  
ci sono **2**  
cromosomi **X**  
ereditati **1** dal  
**padre** e **1** dalla  
**madre**

Nell'**UOMO** ci  
sono **1 X** e **1 Y**  
ereditati  
rispettivamente  
da **madre** e **padre**



1 coppia di  
**cromosomi  
sessuali**  
(**X** e **Y**)



# E l'uomo?

**1995**: sequenziato primo genoma di un organismo vivente, grazie a sequenziatori automatici e computer  
(batterio *Haemophilus influenzae*)

**2001-2003**: completato il **Sequenziamento del genoma umano**  
("Progetto genoma umano" NIH e Celera Genomics)  
**3 miliardi di nucleotidi (A, T, C, G)**

Dato sorprendente:

genoma umano contiene **28.000-30.000** geni, rispetto ai circa 100.000 ipotizzati

Il 95% del DNA umano è costituito da sequenze che non vengono mai tradotte in proteine ("*junk DNA*" o "DNA spazzatura")

Solo da poco si è cominciato a capire che questo DNA svolge importanti funzioni di regolazione dell'espressione del DNA

# E l'uomo?

**Aprile 2015:** “Protein Cell”, Gruppo di ricerca guidato dal Prof. Junjiu Huang, dell’Università Sun Yat-sen di Guangzhou (Cina), in cui vengono descritti i test condotti su **86 embrioni umani** portatori di geni mutati responsabili della **talassemia** (grave malattia del sangue), riuscendo per la prima volta a **modificare i geni di un embrione umano** (sistema **CRISPR/Cas**)

71 embrioni sono sopravvissuti e 28 di questi hanno fornito risultati positivi ai fini dell’esperimento. Tuttavia, per la scarsa efficienza (28 su 86) e per gli effetti collaterali rilevati (**pur riuscendo a riparare i geni selezionati, altri subivano mutazioni non previste e incontrollate**), la sperimentazione è stata bloccata, ma altri gruppi in Cina (almeno 4), e forse altrove, stanno lavorando su embrioni umani nel tentativo di migliorare la tecnica ed i risultati

Poiché tecnicamente non ci sono problemi insormontabili → →

→ → **Possibili uomini GM o clonati, a breve??**

In Europa, divieto di manipolazione genetica. Ma fino a quando??

Il dibattito sulla modifica degli embrioni umani continuerà per molto  
**diagnosi prenatale → interventi sull’embrione???**

# DNA ed Epigenetica

**Interazione con l'ambiente determina le caratteristiche definitive di ogni essere vivente**

**Epigenetica:** studio dei cambiamenti ereditabili che non possono essere spiegati tramite modifiche della sequenza del DNA (2008)

Es. metilazione del DNA, silenziamento dell'RNA, modifica degli istoni

Su precisi **meccanismi** definiti **epigenetici** si basa la maggior parte dei processi di **differenziamento cellulare**: ogni gene deve essere attivato solo nelle cellule corrette e solo quando serve

**Il genoma non cambia**, ma la sua **espressione** sì

- cellule diverse dell'organismo esprimono geni diversi
- il feto esprime geni diversi rispetto al neonato/adulto
- gemelli omozigoti =DNA ≠caratteristiche

Queste conoscenze si stanno rivelando fondamentali per lo studio dello sviluppo degli organismi viventi e dei meccanismi d'insorgenza di patologie come i tumori

# Impatto sul futuro della vita e dell'uomo Uomo autore di una seconda “Genesi”?

## Conseguenze degli studi sul DNA e sue manipolazioni

- **Il prossimo Re dei “Big Data” sarà il DNA**

Immissione in natura di OGM (vegetali ed animali) → perplessità ed opposizioni, con ragioni economico-politiche, filosofiche, religiose, scientifiche:

- **possibilità di immissione di allergeni nella catena alimentare**
- **conseguenze su specie diverse dalle desiderate per “trasferimento laterale” di geni** (ad es. diffusione in piante infestanti di geni per la resistenza agli erbicidi o diffusione di geni per la produzione di tossine attive su insetti dannosi, ma anche su insetti utili)
- **perdita della biodiversità**
- **sicurezza ambientale, della salute umana e di quella animale**
- **piante OGM sterili → necessità di acquisto di sementi (multinazionali)**
- **brevettazione di specie viventi**

**La maggior parte dell’opinione pubblica percepisce gli OGM come “innaturali”**

# **Impatto sul futuro della vita e dell'uomo Uomo autore di una seconda “Genesi”?**

**Conseguenze degli studi sul DNA e sue manipolazioni**

## **Produzione di nuove specie!??**

Potenti strumenti a disposizione, permetteranno all'**uomo** di agire come “**Dio in laboratorio**”, riconfigurando e riprogettando milioni di anni di evoluzione per soddisfare esigenze di mercato e della generazione attuale !!!???

Questo è il più grande, possibile intervento sulla natura mai compiuto in tutta la storia e solleva **grosse questioni ambientali, etiche, sociali, religiose**

**La modificazione del genoma**, al di là delle sue finalità, viene spesso associata all'idea di una scienza che si sostituisce a Dio o all'idea di un intervento umano contrapposto alle “leggi della Natura”

# Impatto sul futuro della vita e dell'uomo

## Perplessità e limiti

**1974:** già dopo 1 anno dai primi risultati, la comunità scientifica autoimpose una **moratoria internazionale** sull'uso della tecnica del DNA ricombinante per valutare la nuova tecnologia ed i suoi possibili rischi

**1975:** conferenza di *Asilomar* (California). Gli esperimenti sul DNA ricombinante possono procedere, ma bisogna rispettare severe linee guida, poi redatte dai *National Institutes of Health* (NIH) ed accettate dalla comunità scientifica

**Queste linee guida (1976), successivamente aggiornate, sono tuttora seguite dai laboratori che effettuano esperimenti di trasformazione genica**

In molti Paesi del mondo esiste un quadro di riferimento normativo che regola il settore OGM per garantire la biosicurezza

I principi legislativi di riferimento a livello internazionale in tema di biosicurezza sono contenuti nel **Protocollo di Cartagena**, Colombia (ratificato nel **2000**, strumento internazionale per la **protezione della biodiversità** dai possibili rischi derivanti dalla diffusione dei prodotti delle nuove tecnologie)

❖ Negli **Stati Uniti**, la legge **HR 933**, firmata nel **2013** dal presidente Obama, proibisce ai giudici federali degli Stati Uniti di introdurre un qualsiasi divieto di vendita per gli OGM

# Il secolo biotech (Jeremy Rifkin, 1998)

## L'uomo architetto del futuro

- **La biotecnologia cambierà veramente la nostra vita?**

cos'è che si può fare adesso con i geni che non si poteva fare in passato? ....l'uomo può diventare **architetto di un nuovo futuro!!**

**È possibile applicare i risultati della biotecnologia agli esseri umani?**

**Terapia genica** e non solo

Futuri genitori potranno sapere esattamente che geni hanno e a che cosa li predispongono: potranno richiedere **interventi sul genoma del nascituro!!?? Potranno programmare il loro figlio!!?? Architetti dei loro figli?? Legame genitori-figli cambierebbe radicalmente**

**Stiamo andando pericolosamente verso una civiltà eugenico-commerciale** in cui costruiremo la progenie sulla base di standards? Come si fa a decidere come dovrebbe essere il figlio perfetto?

# Il secolo biotech

## - Quali problemi e limiti etici si pongono?

*“Per il semplice fatto che si può fare, significa che si deve farlo?”*

Abbiamo il diritto di intervenire nell’evoluzione futura della nostra specie?

La prospettiva più inquietante sarebbe che il futuro della nostra specie possa essere deciso dalla scelta del singolo “consumatore”!!

- Siamo agli inizi di una **nuova era di discriminazione basata sulla genotipizzazione?** Rischio dell’affermarsi di un sistema di **caste biologiche** e della sostituzione della meritocrazia con la **“genetocrazia”** Cosa vuol dire? **Compagnie d’assicurazione, agenzie d’adozione, scuole e datori di lavoro** cominciano a fare discriminazioni sulla base di informazioni genetiche

**Movimento per i diritti genetici e diritto alla privacy genetica!!**

*Chi ha una predisposizione genetica per una malattia non si ammalerà per forza di quella malattia*

**il gene non è “onnipotente” → interagisce con l’ambiente (epigenetica)**

# Il secolo biotech

## - Brevettazione del materiale genetico

Grandi compagnie Biotech stanno facendo studi nei paesi del Sud del mondo (è lì che si trovano le risorse genetiche più interessanti), individuano **geni** che potrebbero avere un **valore commerciale** (in microrganismi, piante, animali, ma anche uomo) e li **brevettano**

## Biopirateria!!

**Patrimonio genetico dovrebbe rimanere un bene comune**, non ridotto a proprietà politica dei governi o proprietà intellettuale e commerciale delle industrie biotech

Necessità di **accordi internazionali** simile a quello stipulato per l'**Antartide**, considerato patrimonio comune: **è possibile esplorarlo scientificamente, ma non possederlo o sfruttarlo commercialmente**

## - ‘Inquinamento genetico’ e diffusione di piante o animali GM?

Pericolo di trasferimento laterale di geni

Problemi per insetti utili ed uccelli

# Il secolo biotech

Stiamo imparando molte cose sui geni, come funzionano, cosa fanno, come si comportano nell'ambiente e questa è ottima scienza

- Esistono dei limiti allo sviluppo degli esperimenti biotecnologici?

Ci sono **due posizioni**:

- un **approccio “duro”** in cui l'uomo si sente di **agire come Dio**, essere **l'architetto**, l'ingegnere di una **seconda Genesi**

**Logica scientista/progressista/economicista**

- un **approccio “morbido”**, in cui l'uomo agisce più come **collaboratore** di Dio ed **amministratore** del creato

**Logica ambientalista/precauzionista/anticapitalista ed anti-multinazionali**

# CONCLUSIONI

## LETTERA ENCICLICA *LAUDATO SI'* DEL SANTO PADRE FRANCESCO SULLA CURA DELLA CASA COMUNE

**106.** .....L'intervento dell'essere umano sulla natura si è sempre verificato, ma per molto tempo ha avuto la caratteristica di **accompagnare**, di **assecondare** le possibilità offerte dalle cose stesse. Si trattava di ricevere quello che la realtà naturale da sé permette, come tendendo la mano.....

**131.** .....san Giovanni Paolo II metteva in risalto i benefici dei progressi scientifici e tecnologici, che «manifestano quanto sia nobile la vocazione dell'uomo a partecipare responsabilmente all'azione creatrice di Dio», ma che al tempo stesso ricordava «come ogni intervento in un'area dell'ecosistema non possa prescindere dal considerare le sue conseguenze in altre aree». ... la Chiesa apprezza l'apporto «dello studio e delle applicazioni della biologia molecolare, completata dalle altre discipline come la genetica e la sua applicazione tecnologica nell'agricoltura e nell'industria». Benché dicesse anche che questo non deve dar luogo ad una «**indiscriminata manipolazione genetica**» che ignori gli effetti negativi di questi interventi. **Non è possibile frenare la creatività umana.....**

## **LETTERA ENCICLICA *LAUDATO SI'* DEL SANTO PADRE FRANCESCO SULLA CURA DELLA CASA COMUNE**

**133. ....OGM .....i rischi non vanno sempre attribuiti alla tecnica stessa, ma alla sua inadeguata o eccessiva applicazione.** In realtà, le mutazioni genetiche sono state e sono prodotte molte volte dalla natura stessa. Nemmeno quelle provocate dall'essere umano sono un fenomeno moderno. **La domesticazione di animali, l'incrocio di specie e altre pratiche antiche e universalmente accettate possono rientrare in queste considerazioni.** È opportuno ricordare che l'inizio degli sviluppi scientifici sui cereali transgenici è stata l'osservazione di batteri che naturalmente e spontaneamente producevano una modifica nel genoma di un vegetale. Tuttavia **in natura questi processi hanno un ritmo lento**, che non è paragonabile alla velocità imposta dai progressi tecnologici attuali, anche quando tali progressi si basano su uno sviluppo scientifico di secoli.....

## **LETTERA ENCICLICA *LAUDATO SI'* DEL SANTO PADRE FRANCESCO SULLA CURA DELLA CASA COMUNE**

**134.** .....concentrazione di terre produttive nelle mani di pochi, dovuta alla progressiva scomparsa dei piccoli produttori ..... **L'estendersi di queste coltivazioni distrugge la complessa trama degli ecosistemi, diminuisce la diversità nella produzione e colpisce il presente o il futuro delle economie regionali.** In diversi Paesi si riscontra una tendenza allo sviluppo di **oligopoli** nella produzione di sementi e di altri prodotti necessari per la coltivazione, e la dipendenza si aggrava se si considera la **produzione di semi sterili**, che finirebbe per obbligare i contadini a comprarne dalle imprese produttrici.....

**135.** .....**Quella degli OGM è una questione di carattere complesso, che esige di essere affrontata con uno sguardo comprensivo di tutti i suoi aspetti**, e questo richiederebbe almeno un maggiore sforzo per **finanziare diverse linee di ricerca autonoma e interdisciplinare** che possano apportare nuova luce.....

# .....in Futuro !?!



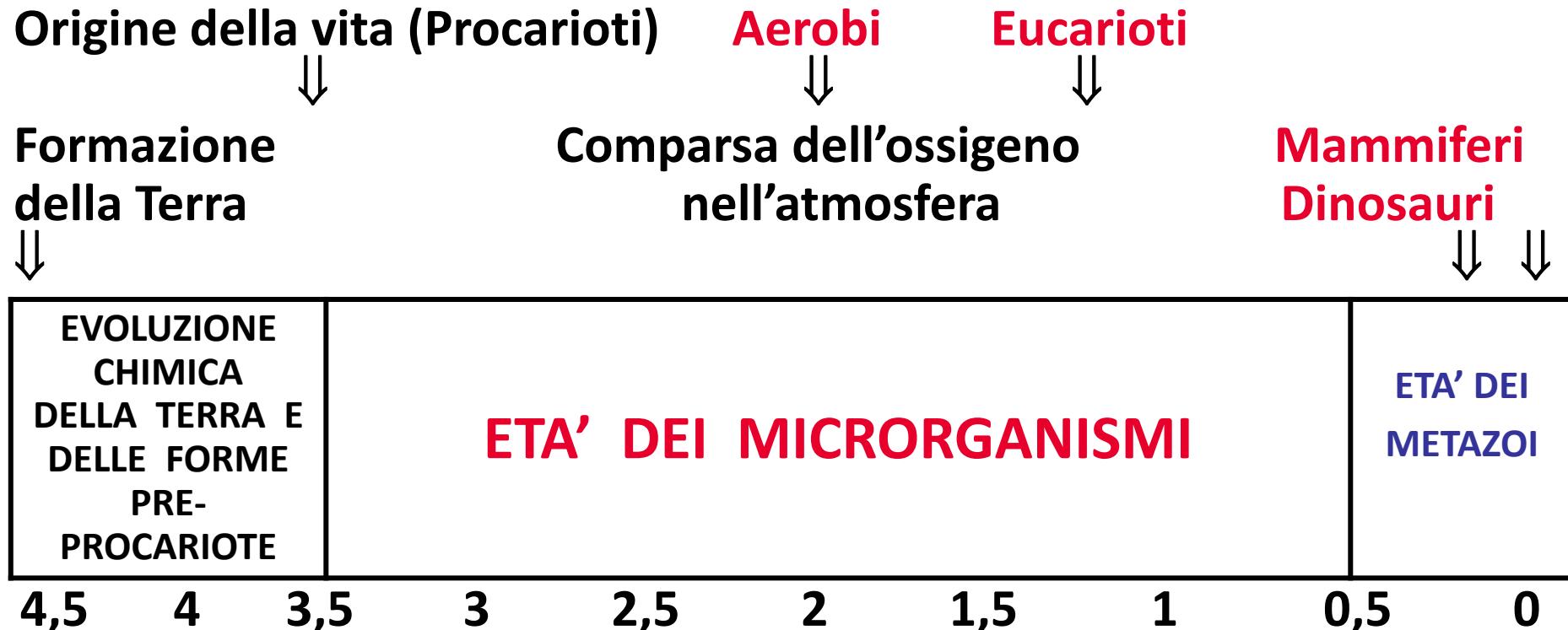
*Elisabetta! Pensavo  
che Bob fosse morto  
l'anno scorso!*

*Oh, sì.  
L'ho fatto  
clonare!*

**Grazie  
per la pazienza  
e l'attenzione !!!**

**[walter.magliani@unipr.it](mailto:walter.magliani@unipr.it)**

# Storia della Terra e della vita sulla Terra



L'età dei microrganismi si estese per circa **3 miliardi di anni** (microfossili di cellule procariotiche sono stati ritrovati in depositi risalenti a quel periodo); cellule più semplici devono averli preceduti. I primissimi **fossili di eucarioti** risalgono a solo **un miliardo e 300 milioni** di anni fa