



TRANSGENIA

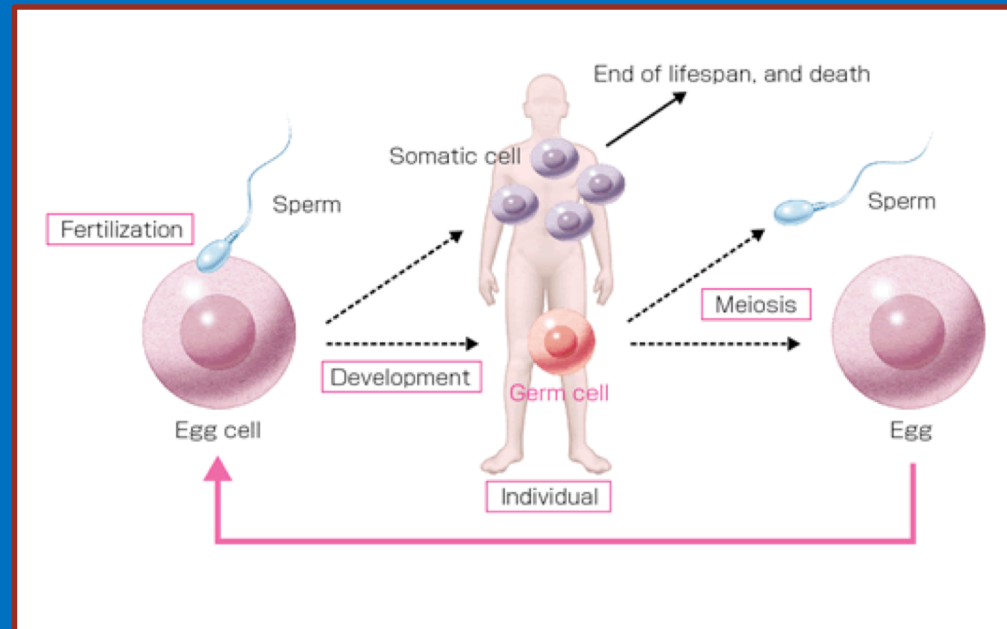
11-JUNHO-2020

QBQ-313 Bioquímica para Nutrição USP

Turma Noturno

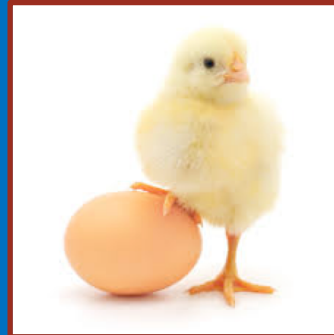
O que é um transgene?

- Um "transgene" corresponde a um gene ou material genético que foi transferido de um organismo para outro.
- Para que a modificação genética seja permanente e transferida para suas proles, o transgene precisa ser introduzido em células da linhagem germinativa do animal.
- Por exemplo, em vertebrados, isto pode ser obtido introduzindo-se o transgene num óvulo fertilizado.



Exemplos de organismos transgenicos

- Gado (vacas), podem ser modificadas geneticamente para produzir proteínas humanas no leite.
- Galinhas podem expressar proteínas exógenas no ovo.
- A planta do tabaco pode ser modificada para produzir proteínas humanas em suas folhas.



Organismos geneticamente modificados (OGM)

- Organismos geneticamente modificados não contém, necessariamente, DNA exógeno
- Estes animais contém modificações no seu próprio DNA
- Exemplo de animais OGM, camundongos "knock-out"



O camundongo como modelo de estudo

- O camundongo de laboratório é uma ferramenta importante nas ciências biológicas.
- Seu genoma foi determinado.
- Seu material genético pode ser modificados para a inserção de genes exógenos.
- Ou para a remoção de genes do próprio camundongo.
- A inserção ou remoção permite aos pesquisadores entender melhor a função de genes específicos, principalmente, in vivo.



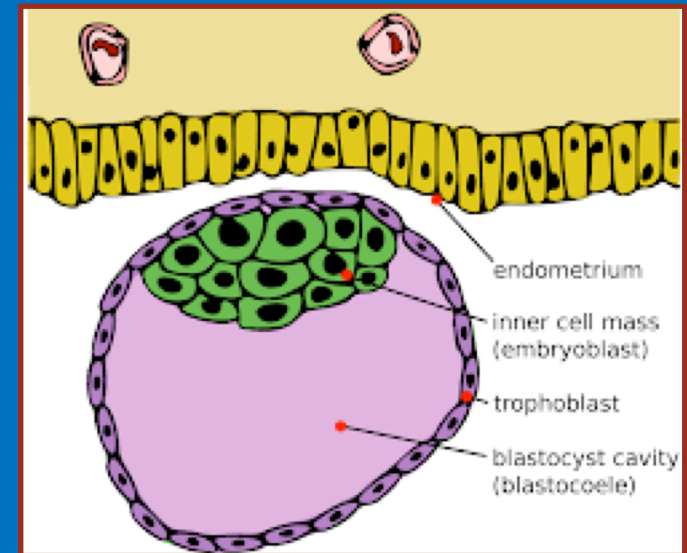
Produção de camundongos transgênicos

- The 2007 Nobel Prize in physiology or medicine is awarded to Drs Mario R. Capecchi, Martin J. Evans and Oliver Smithies for their discoveries of principles for introducing specific gene modifications in mice by the use of embryonic stem cells.
- Their work has made it possible to modify specific genes in the germline of mammals and to raise offspring that carry and express the modified gene.
- The toolbox of experimental genetic methods developed by Capecchi, Evans and Smithies, commonly called the knockout technology, has permitted scientists to determine the role of specific genes in development, physiology, and pathology.
- It has revolutionized life science and plays a key role in the development of medical therapy.

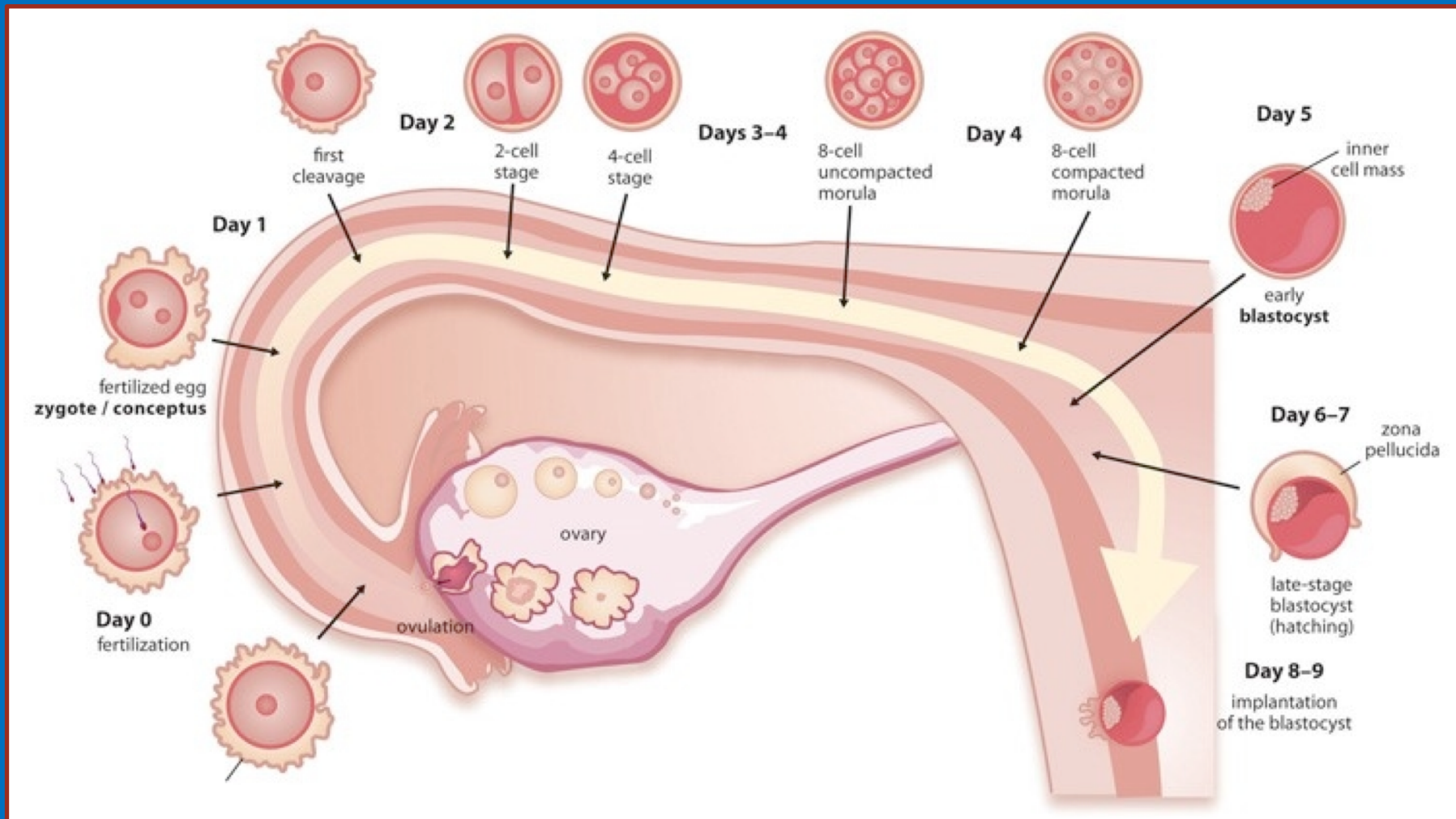


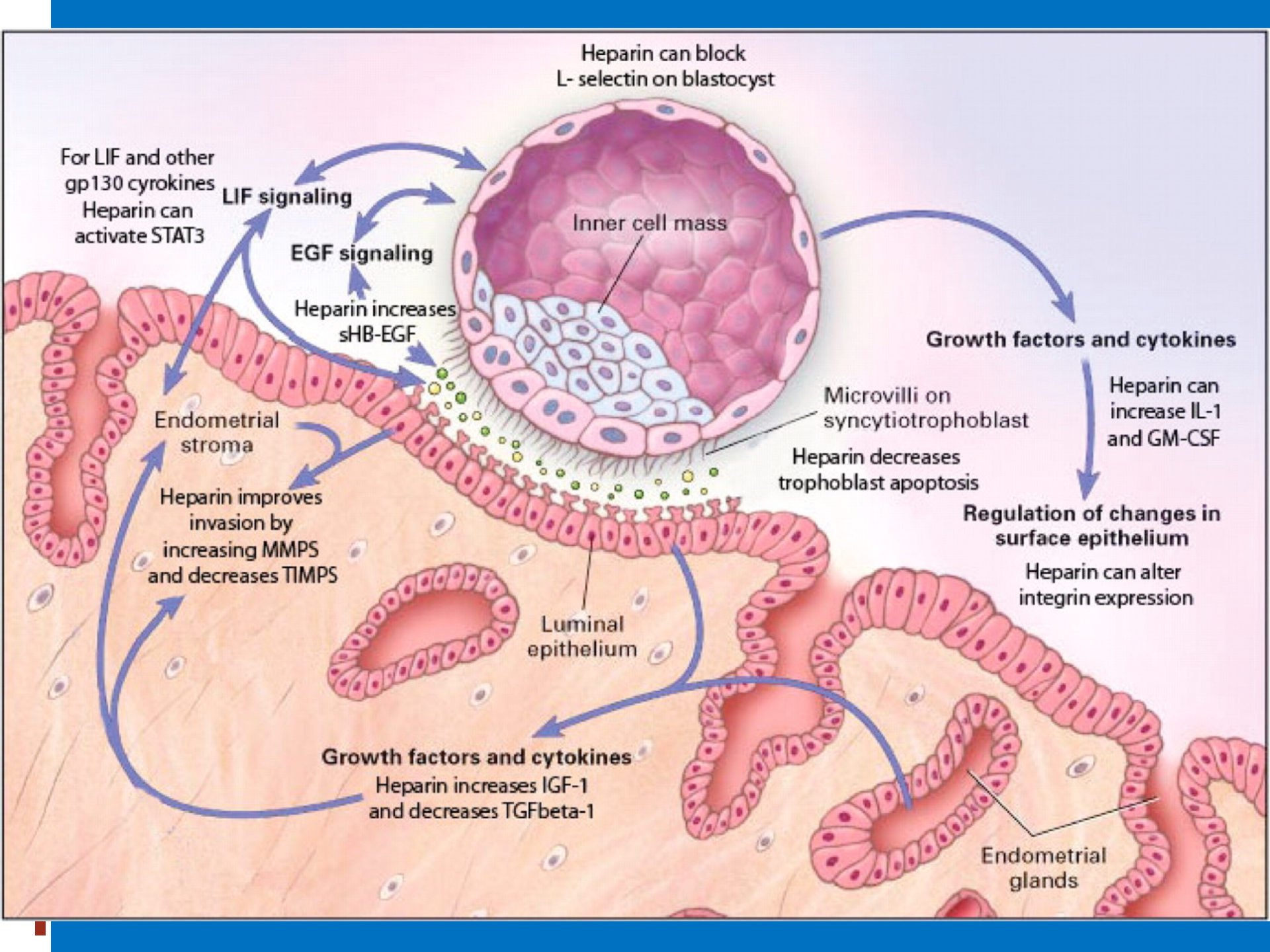
Células tronco

- As células tronco são células indiferenciadas, que podem dar origem a todas as linhagens celulares de um organismo.
- Células tronco embrionárias são células obtidas a partir de blastocistos.
- Os blastocistos são um dos estágios do desenvolvimento embrionário.
- As células tronco embrionárias (ou Embryonic stem cells – EC) são derivadas das células da massa interna (embrioblastos).
- Estas células podem ser mantidas em cultura num estado indiferenciado.
- Estas células são conhecidas pela expressão dos marcadores Oct-4, Nanog e Sox-2.



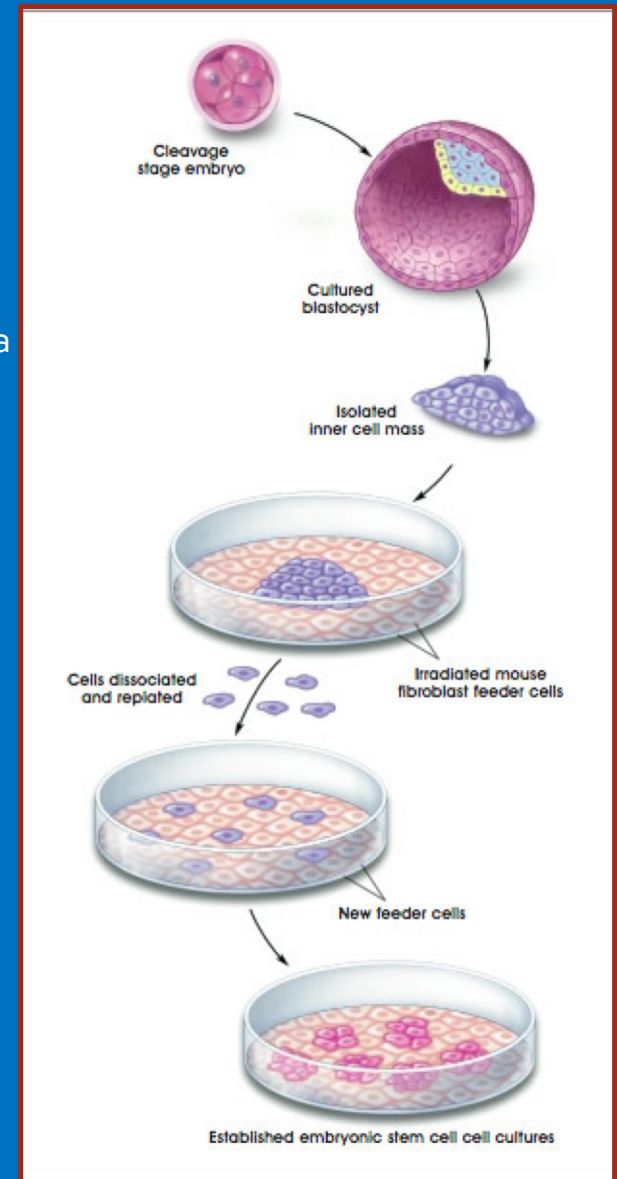
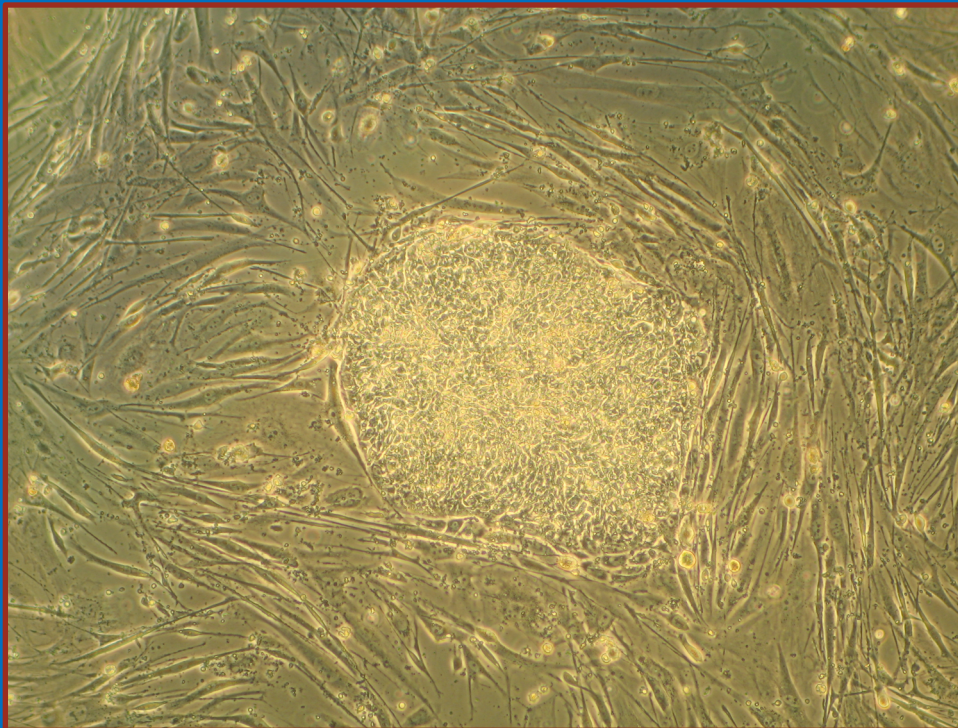
Desenvolvimento embrionário





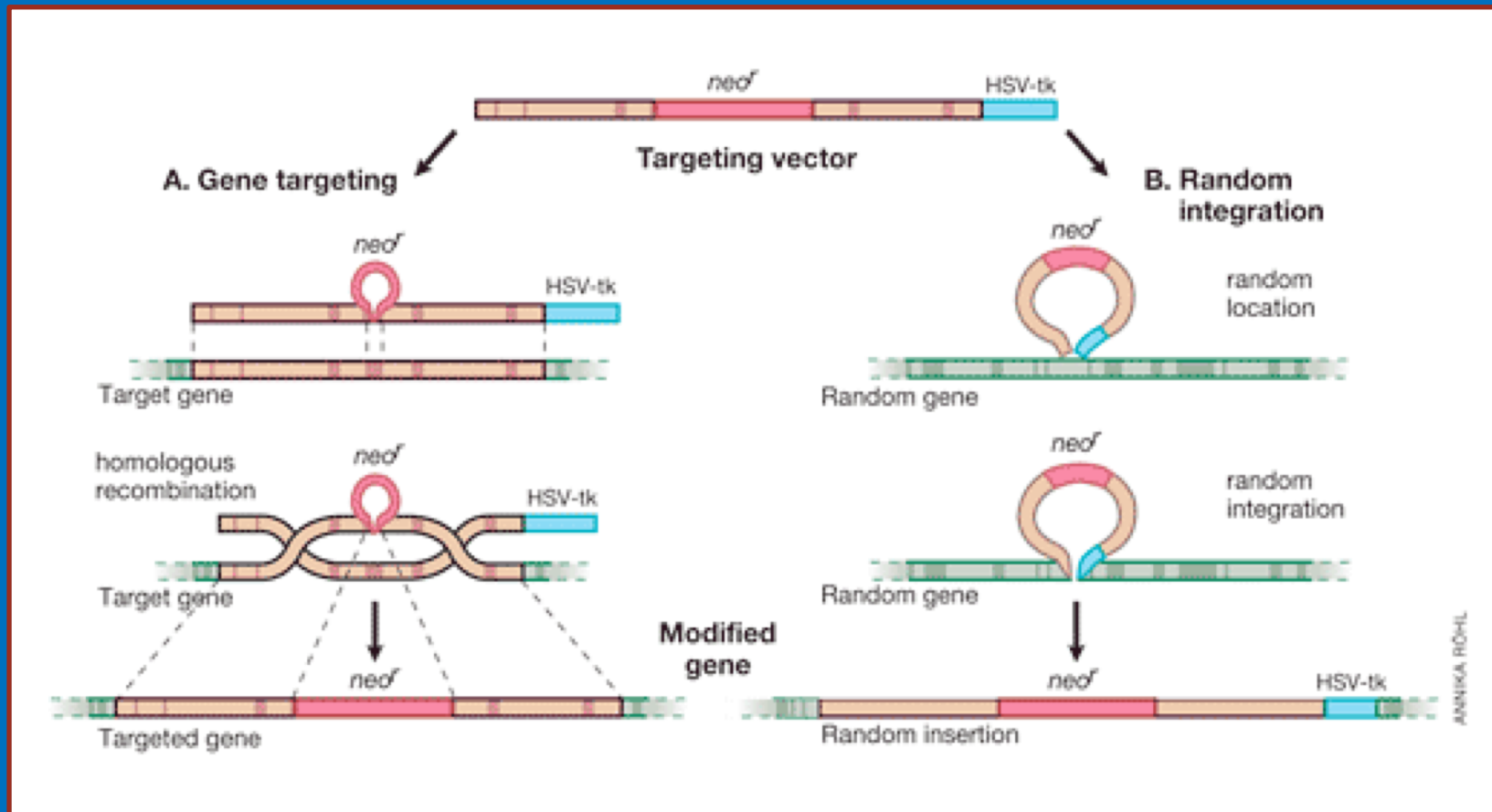
Cultura de células tronco

- As células tronco embrionárias são mantidas em cultura num estágio não diferenciado.
- Isto é importante para que elas possam manter sua pluripotência.
- Elas são cultivadas sobre uma camada de fibroblastos (irradiados para não proliferarem).



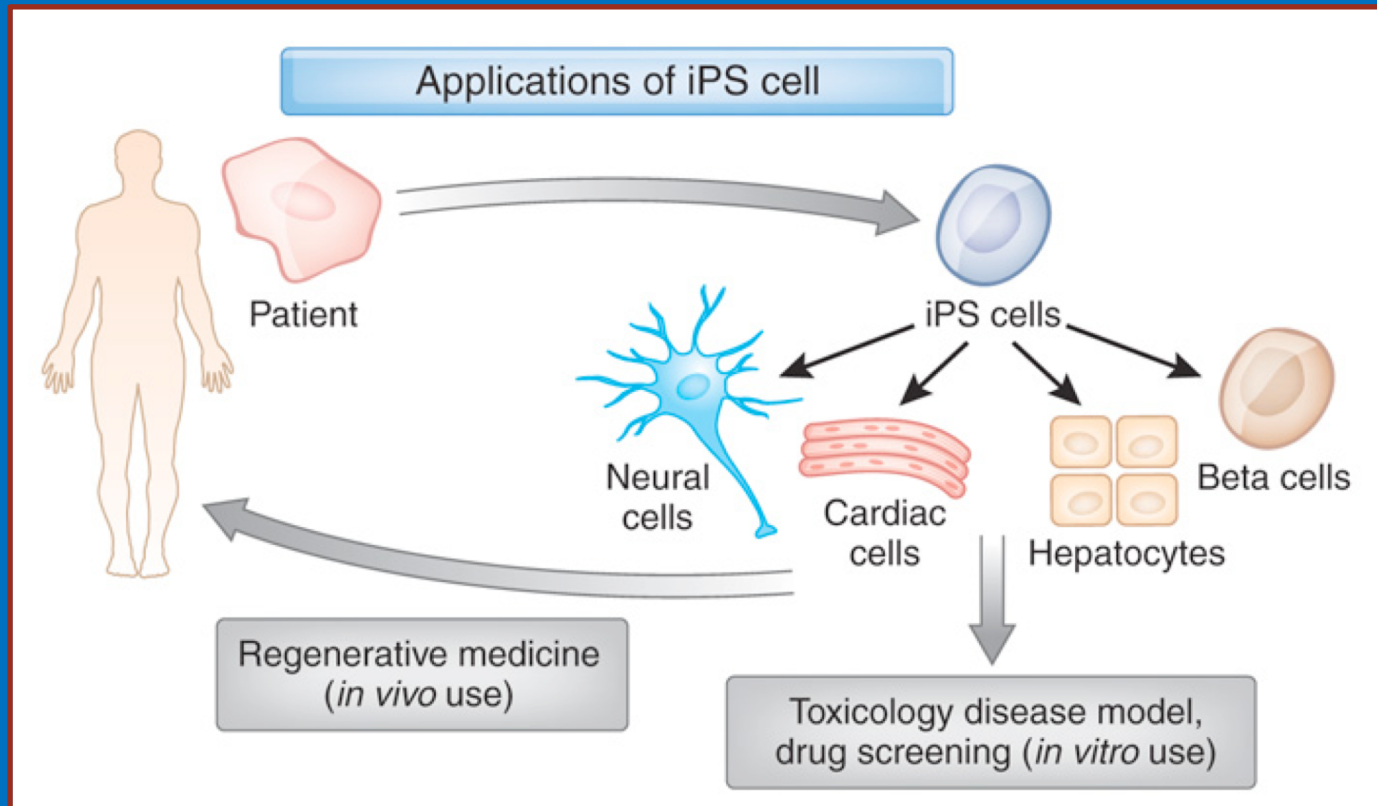
Geração da ES cells contendo a alteração gênica

- A primeira etapa é a produção do vetor.
- O vetor contém dois marcadores de seleção: um para seleção positiva (sobrevivência) e outro negativa (gene suicida).



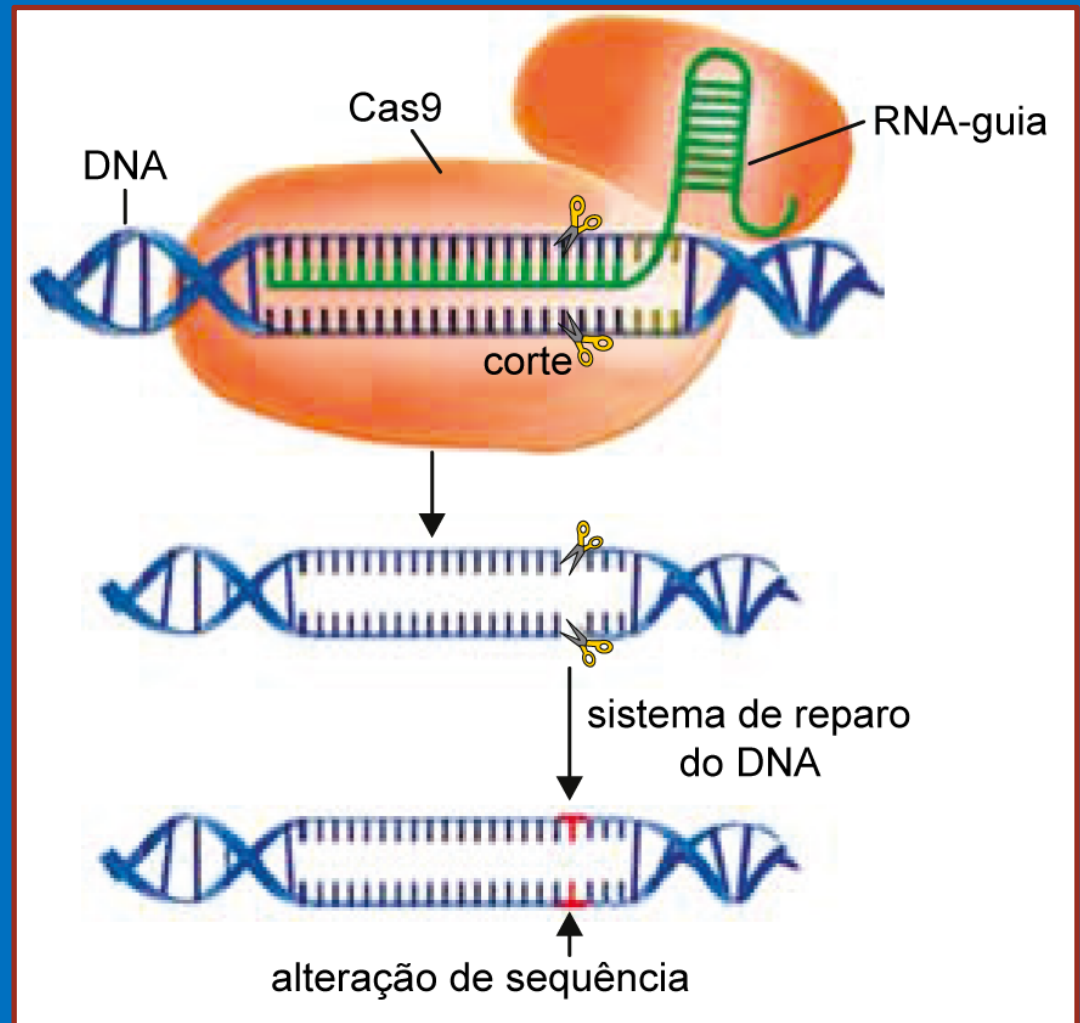
Células iPS (induced pluripotent cells)

- Em 2006, Shinya Yamanaka demonstrou ser possível reprogramar células diferenciadas. Ele produziu células pluripotentes a partir de células diferenciadas obtidas de doadores adultos.
- Para isto, basta a introdução de 4 fatores de transcrição. Em 2012, ele recebeu o prêmio Nobel por esta descoberta.



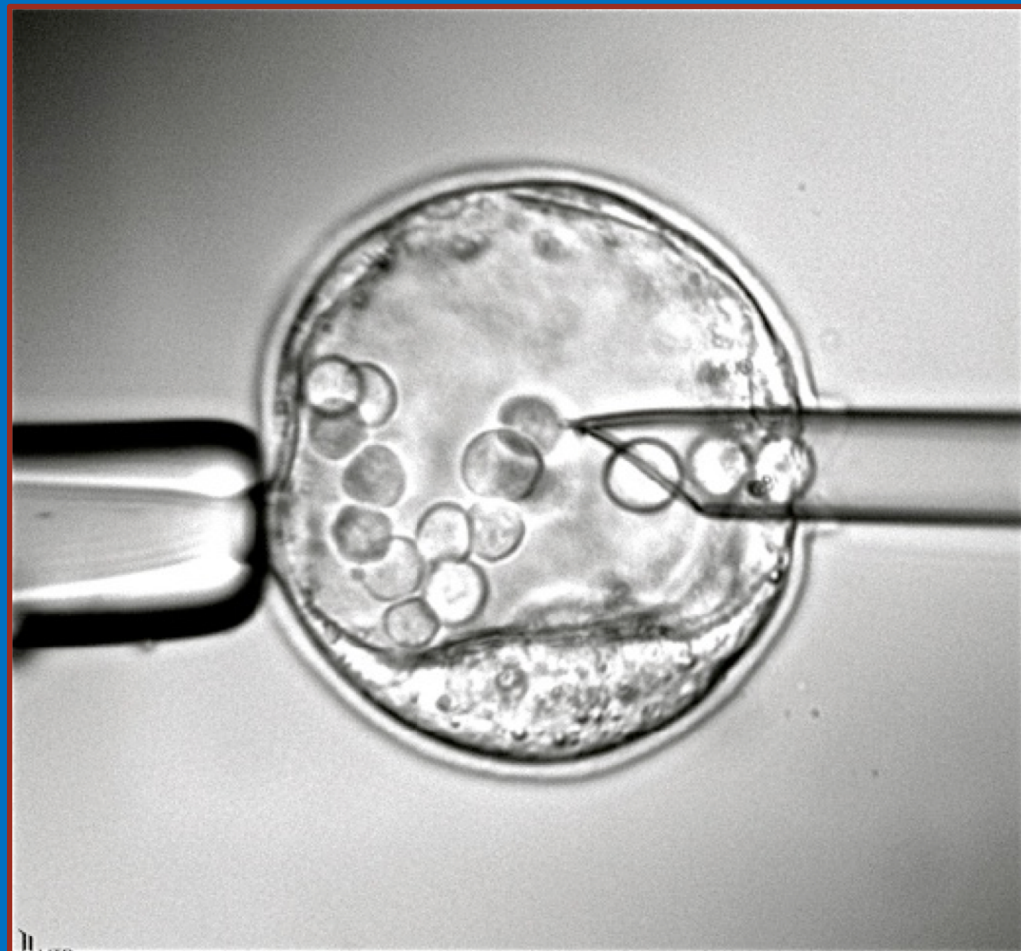
CRISPR

- CRISPRs (clustered regularly interspaced short palindromic repeats) é um sistema procarioto de proteção contra infecção, um sistema imune de bactérias.
- Este sistema tem sido utilizado com sucesso para a edição gênica (adição e remoção de bases, inserções).
- Combinada com a tecnologia de iPS cells, é possível corrigir doenças genéticas em humanos.
- O problema é que este sistema não é perfeito, podendo modificar outros genes além do desejado.



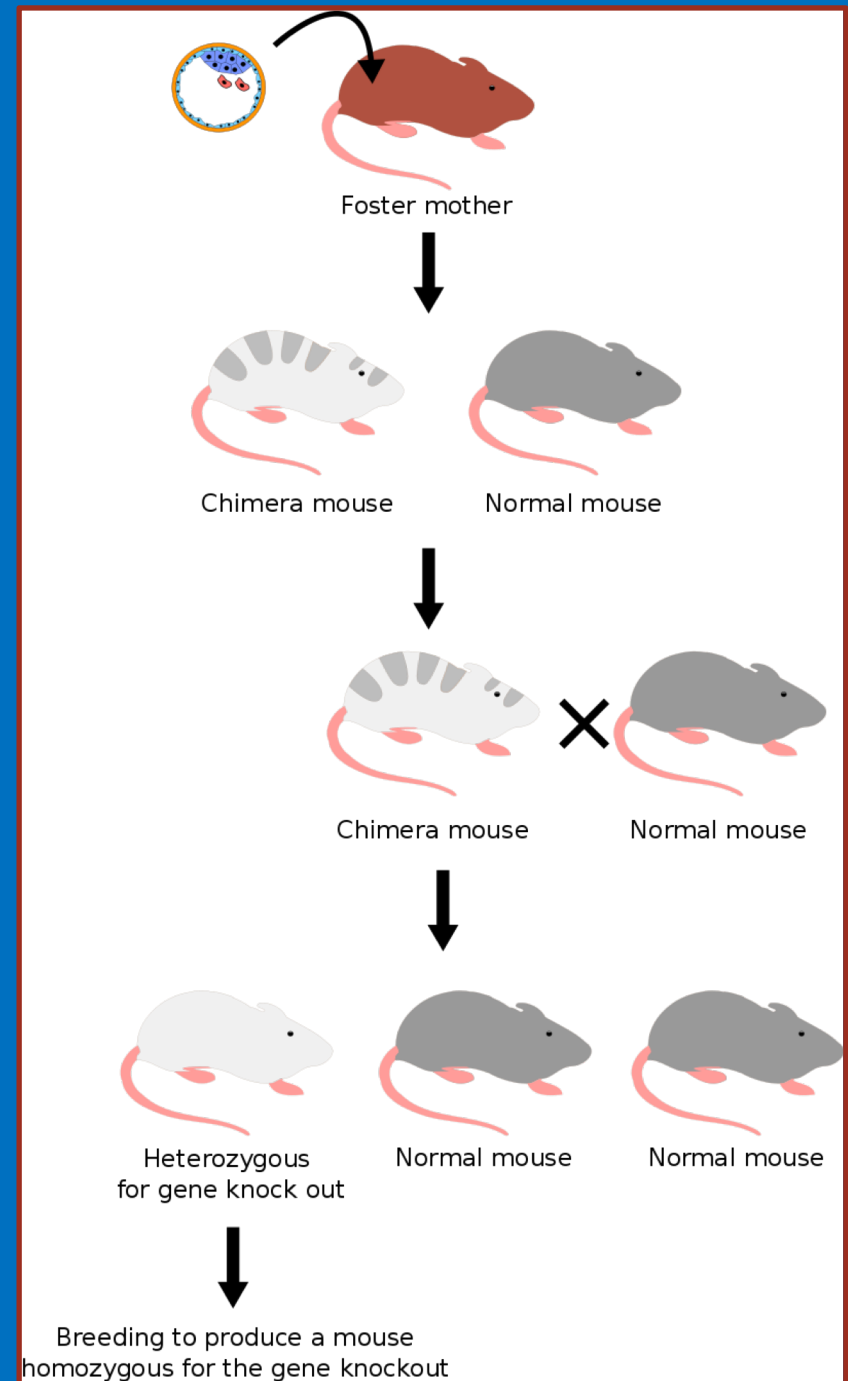
Produção do camundongo transgênico

- Um vez obtidas as células pluripotentes (ES cells), estas são injetadas em blastocistos.
- <https://www.youtube.com/watch?v=YFmoc4EEWQg>
- Os blastocistos são implantados em camundongos (fêmeas) estimuladas com hormônio.



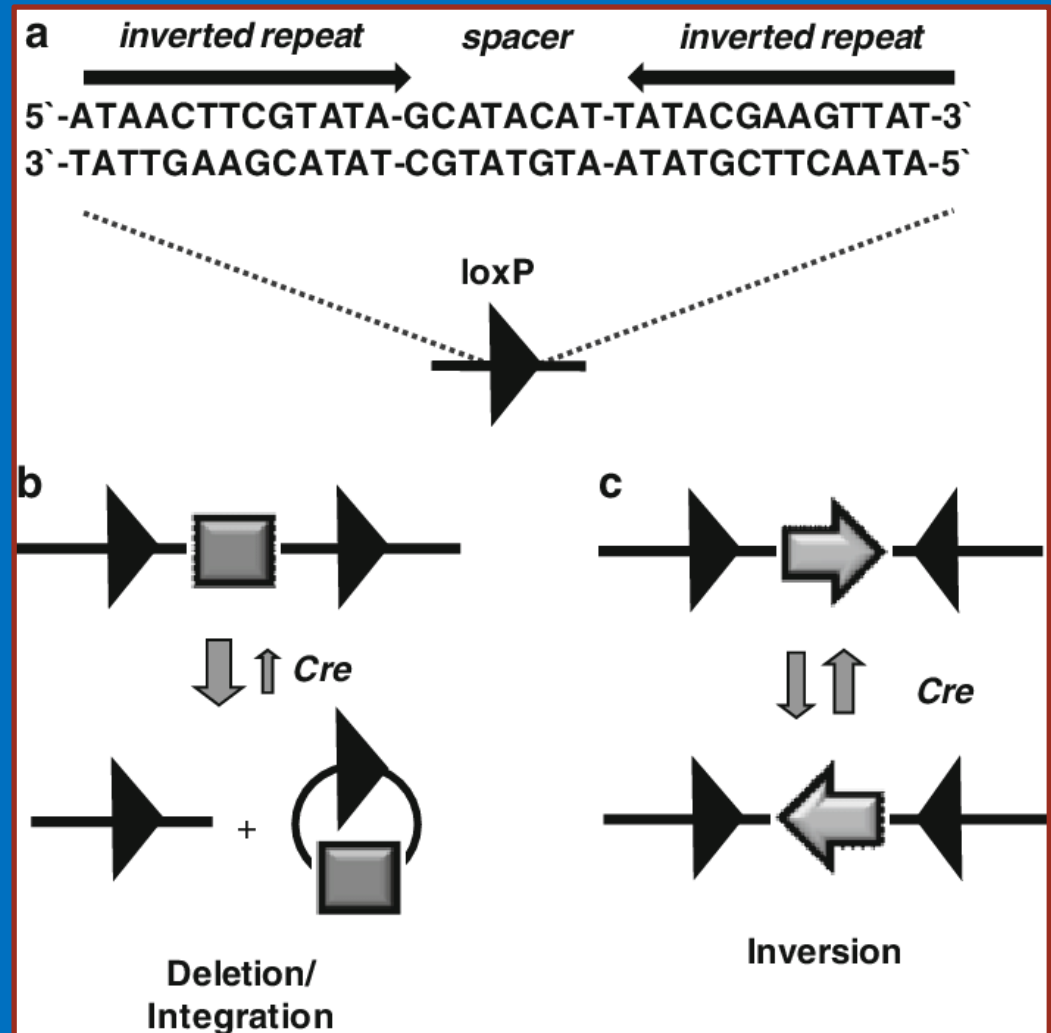
Produção da quimera

- Os blastocistos são implantados em camundongos (fêmeas) estimuladas com hormônio.
- Uma vez implantado, é preciso identificar os animais que receberam o transgene.
- Estes animais serão quimeras, de células do blastocisto e da linhagem de ES cell utilizada.

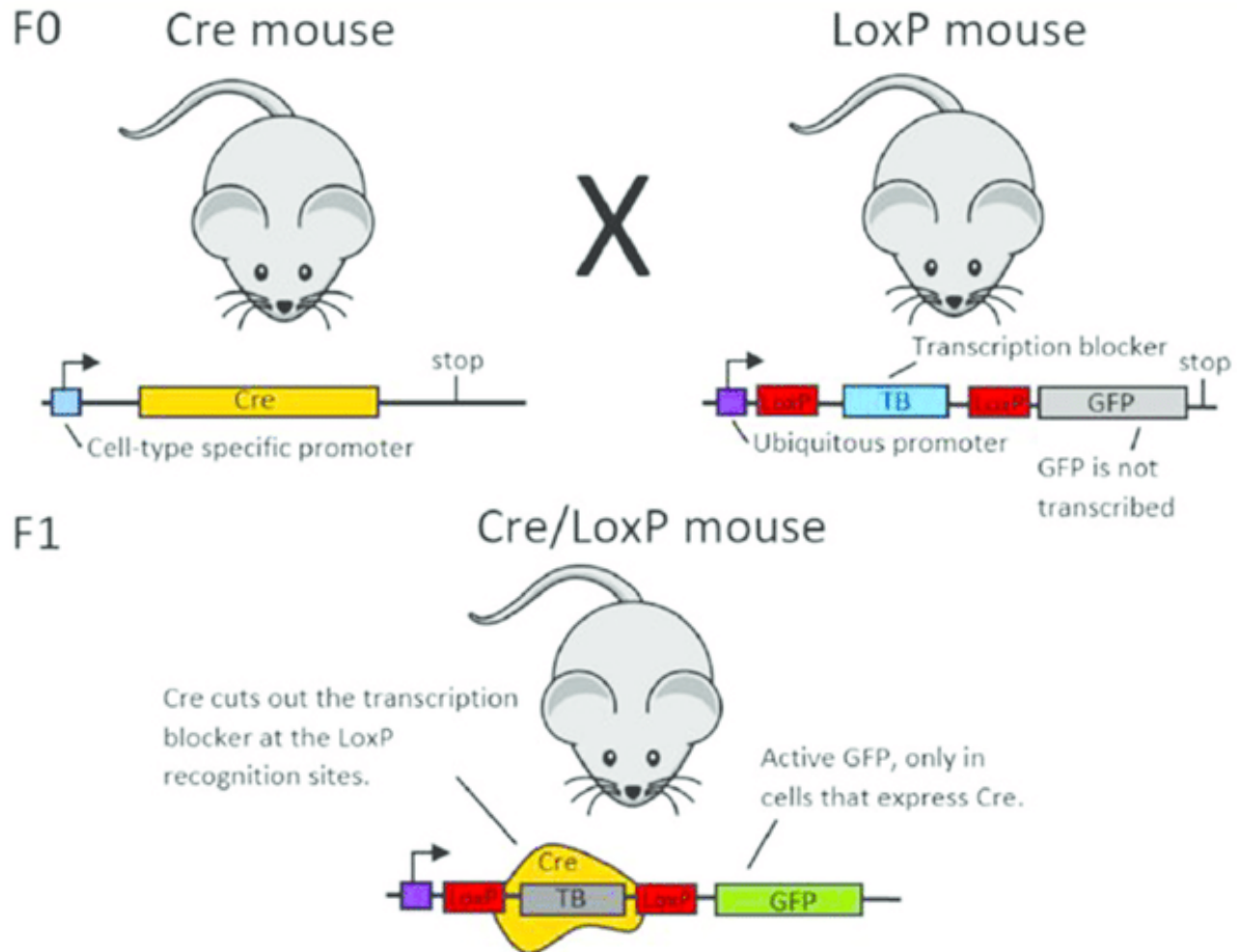


O sistema Cre - Lox

- Um dos problemas com a produção de animais transgênicos é a presença de genes indesejáveis que são passados para o produto final
- Por exemplo, genes de seleção com antibióticos, para matar as células que não são modificadas geneticamente
- O uso do sistema Cre – Lox elimina este problema



O sistema Cre - Lox



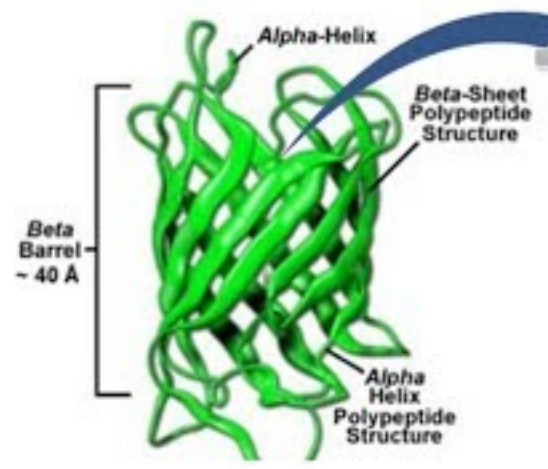
O sistema Cre - Lox

GFP (Green Fluorescence protein)

- A unique protein that emits green color in blue/UV light
- Produced by jellyfish *Aequorea victoria*

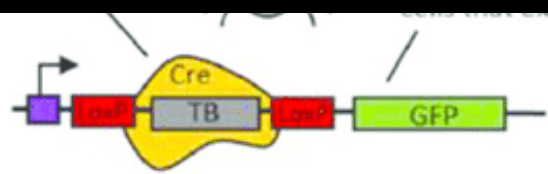


238 amino acids

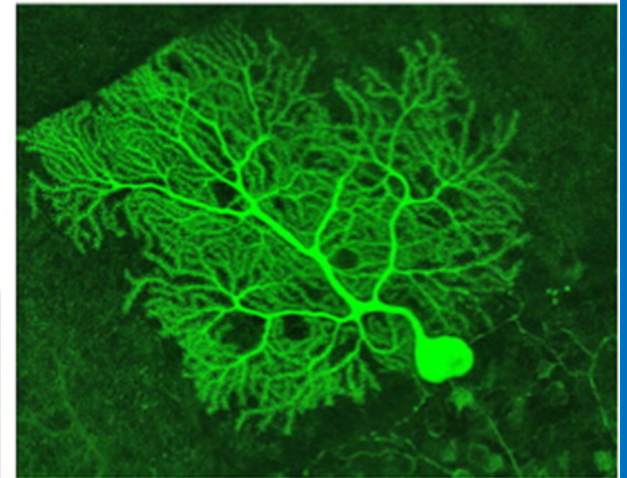
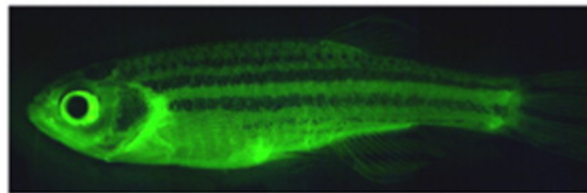
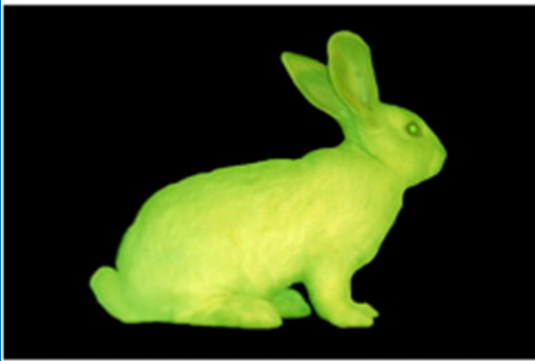
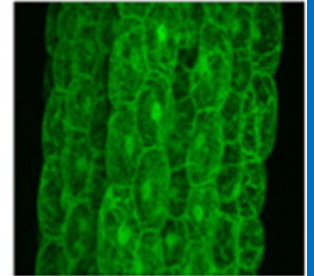
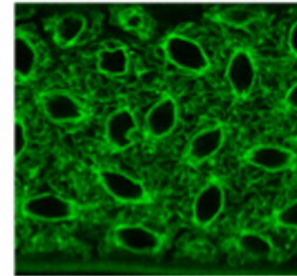
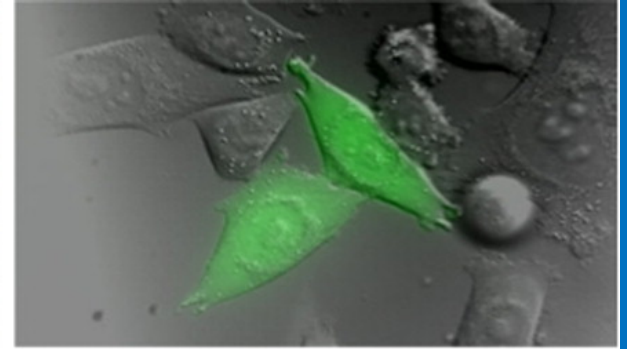
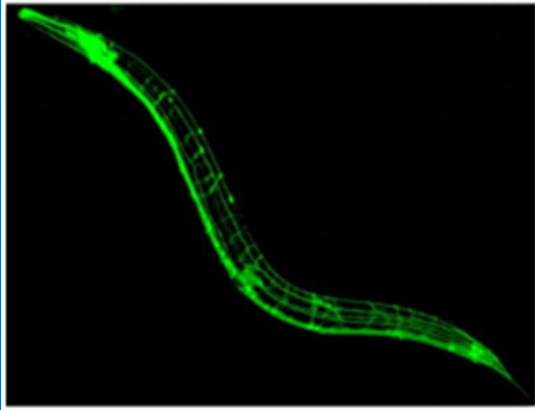


Structure of GFP

Chromophore

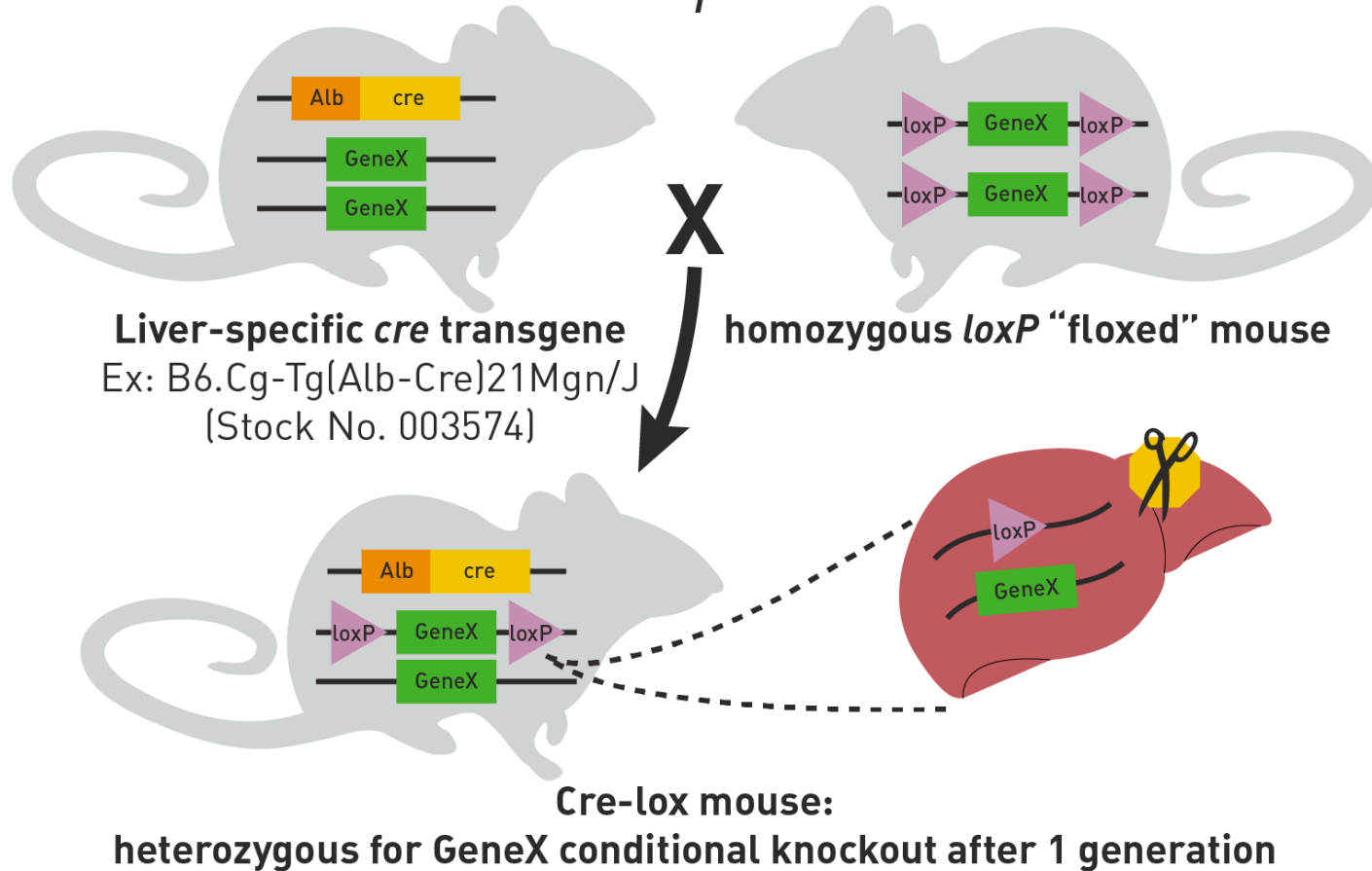


gallery of GFP images. {Photo credits by columns left to right: *C. elegans* (John Kratz, Columbia University), *Drosophila* (Ansgar Klebes, Freie Universitaet, Berlin), Alba the GFP bunny (Eduardo Kac), canola [Matthew Halfhill (St.

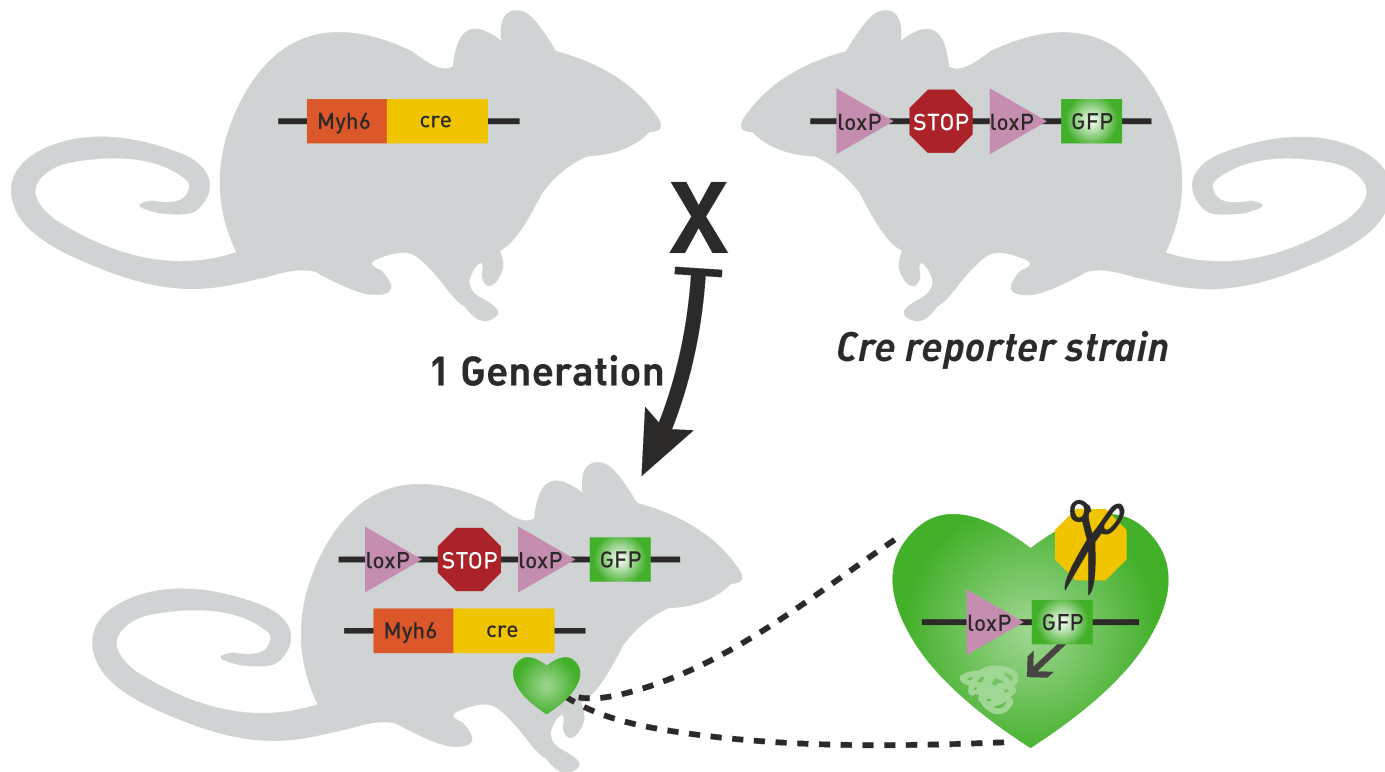


O sistema Cre - Lox

Cre-lox *Tissue-Specific* Knockout



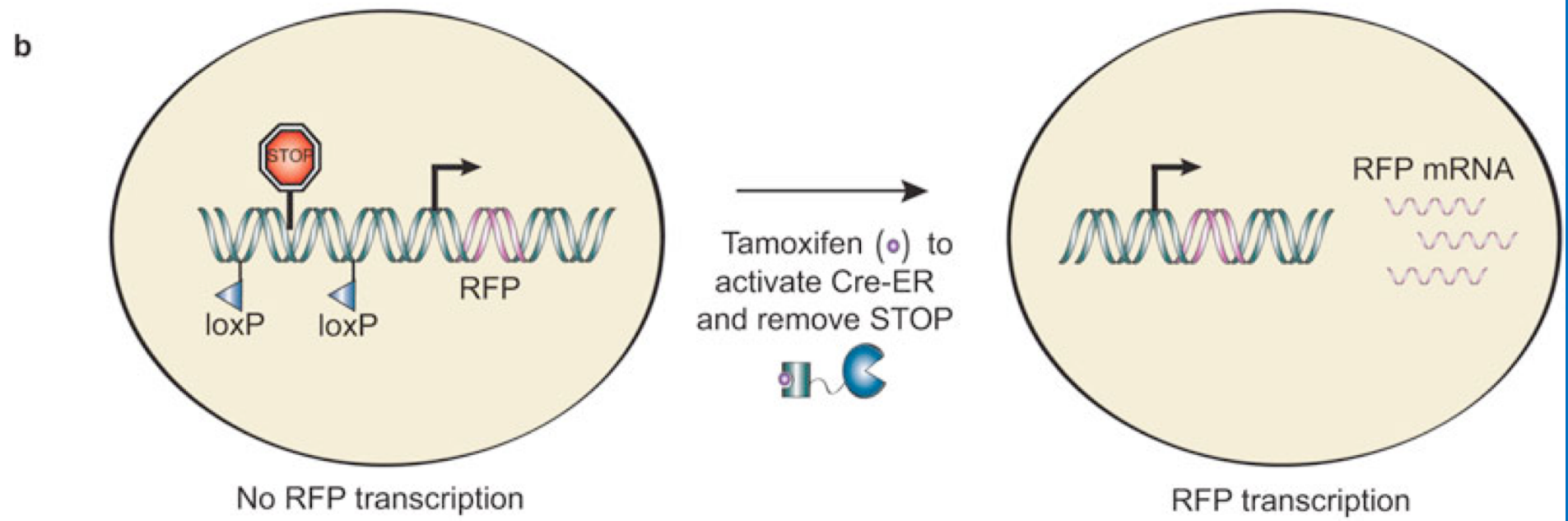
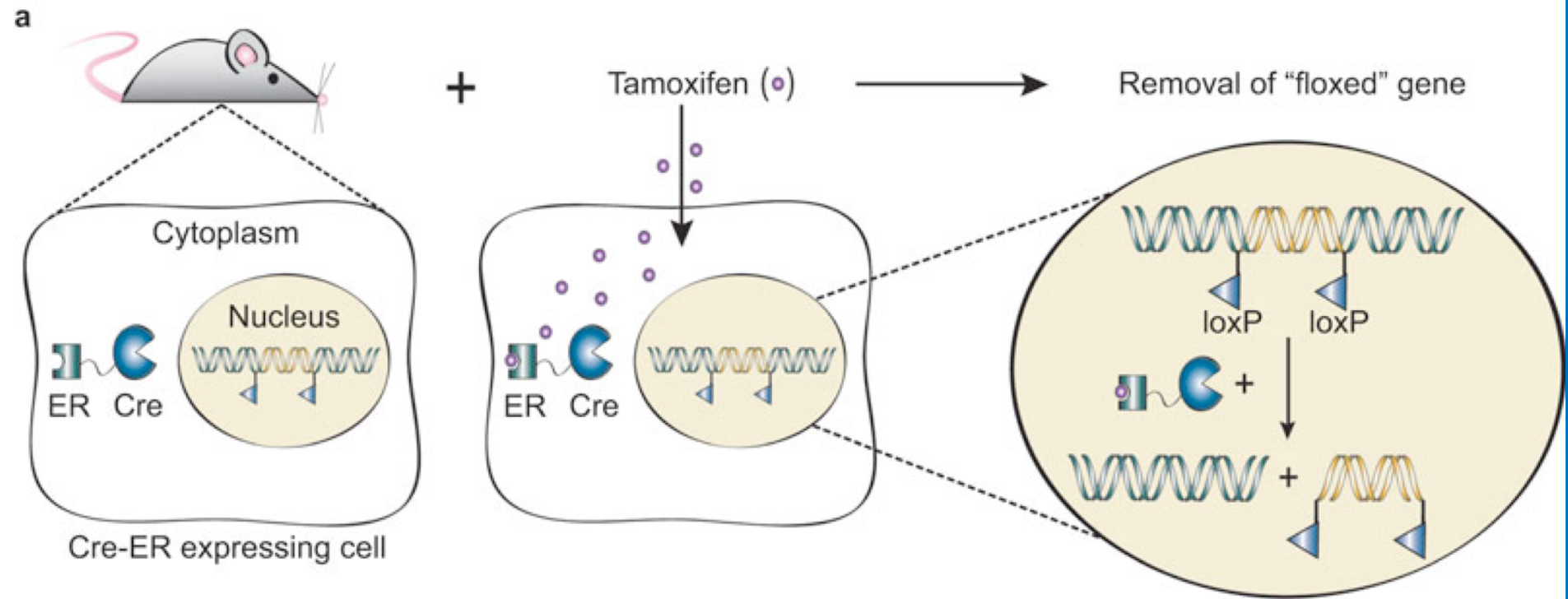
O sistema Cre - Lox



GFP fluorescence confirms Cre activity in expected tissues

Camundongos com expressão seletiva da Cre

Compartment	Cell/Tissue Type	Targeting Model	Reference
Epithelium	Pancreatic epithelium, antral stomach, and duodenum in neonates.	<i>Pdx1-Cre</i>	Hingorani et al., 2003
	Pancreatic beta islet cells in adults.		
	Pancreatic acinar cells	<i>ElastaseCreERT2</i>	Desai et al., 2007
	Pancreatic acinar cells	<i>p48-Cre</i> <i>Ptf1a^{Cre/+}</i> <i>Ptf1a^{Cre-ERTM}</i>	Hingorani et al., 2003; Kopinke et al., 2012
	Pancreatic acinar cells	<i>Mist1^{Cre-ERT2/+}</i>	Tuveson et al., 2006
Mesenchyme	Myofibroblast	<i>αSMA-Cre</i>	Wu et al., 2007
	Myofibroblast	<i>Vim-Cre</i>	Troeger et al., 2012
	Smooth muscle	<i>SMA-CreERT2</i>	Wendling et al., 2009
	Interstitial stroma of mature tissues—prostate, forestomach, skin	<i>Fsp1-Cre</i>	Bhowmick et al., 2004; Teng et al., 2011
	Bone, cartilage	<i>Dermo1-Cre</i> <i>Twist2-Cre</i>	Yu et al., 2003; Chen et al., 2008; Liu et al., 2010
	Pancreatic exocrine lineages	<i>Nestin-Cre</i>	Delacour et al., 2004
	Dermis, lung, pericardial connective tissue, blood vessel wall, splenic capsule, mesangial cells of glomerulus	<i>Col1a2-CreERT</i>	Zheng et al., 2002; Riopel et al., 2013
	Nestin-negative mesenchymal progenitors	<i>Prx1-Cre</i>	Greenbaum et al., 2013
Hematopoietic	CD4+ T Cells	<i>CD4-Cre</i>	Tanigaki et al., 2004
	Peripheral CD8+ T Cells	<i>CD8a-Cre</i>	Maekawa et al., 2008
	Liver and T lymphocytes after IFN or pl-pC induction	<i>Mx1-Cre</i>	Alonzi et al., 2001
	Myeloid lineage	<i>Cd11b-Cre</i>	Boillee et al., 2006
	Macrophages, granulocytes, possibly other myeloid derived cells	<i>LysM-Cre</i>	Clausen et al., 1999
	T lymphocytes and thymocytes	<i>Lck-Cre</i>	Tomita et al., 2003; Choi et al., 2013
	Hematopoietic cell lineages to peripheral blood, bone marrow, and spleen [Ectopic expression in PDAC (Fernandez-Zapico et al., 2005)]	<i>Vav1-Cre</i>	Daria et al., 2008
	Neutrophils, monocytes/macrophages, some dendritic cells	<i>Lactotransferrin-Cre</i>	Kovacic et al., 2014
	Hematopoietic stem cells/progeny	<i>Pf4-Cre</i>	Calaminus et al., 2012
	Immature B lymphocytes	<i>CD19-Cre</i>	Zhang et al., 2012
	Lymphoid and granulocyte-monocyte progenitors	<i>Flt3-Cre</i>	Buza-Vidas et al., 2011
Adipose	Brown and white adipose tissue	<i>aP2-Cre</i> <i>FABP4-Cre</i>	Cole et al., 2012
	Brown and white adipose tissue	<i>aP2-CreERT2</i>	Dali-Youcef et al., 2007
	Muscle, white adipose tissue, brain	<i>GLUT4-Cre</i>	Lin and Accili, 2011
	Brown and white adipocytes, skeletal muscle, dermis	<i>Myf5-Cre</i>	Sanchez-Gurmaches and Guertin, 2014
	Brown and white adipose tissue	<i>Adipoq-Cre</i>	Berry and Rodeheffer, 2013
	Mature adipocytes	<i>Cdh5-Cre</i>	Berry and Rodeheffer, 2013
	White adipocytes	<i>Pdgfrα-Cre</i>	Berry and Rodeheffer, 2013
	White, inguinal white, and brown adipose tissue	<i>Retn-Cre</i>	Mullican et al., 2013



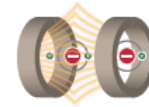
CRISPR pushes the boundary of ethics in medicine

NEWS IN FOCUS

DEVELOPMENT Jordan banks on research to solve its problems and foster regional ties **p.14**

CLIMATE US researchers fear that politics will hurt a major report on climate change **p.15**

ENTOMOLOGY Bacteria enlisted to clear Pacific island of mosquitoes **p.17**



ANTIMATTER A new and improved source for antiprotons is coming **p.20**

LEAH NASH/NYT/REDUX/EVINE



Reproductive biologist Shoukhrat Mitalipov and his team used genome editing to correct a gene that causes a potentially fatal heart condition in humans.

CRISPR pushes the boundary of ethics in medicine

ARTICLE

doi:10.1038/nature23305

Correction of a pathogenic gene mutation in human embryos

Hong Ma^{1*}, Nuria Marti-Gutierrez^{1*}, Sang-Wook Park^{2*}, Jun Wu^{3*}, Yeonmi Lee¹, Keiichiro Suzuki³, Amy Koski¹, Dongmei Ji¹, Tomonari Hayama¹, Riffat Ahmed¹, Hayley Darby¹, Crystal Van Dyken¹, Ying Li¹, Eunju Kang¹, A.-Reum Park², Daesik Kim⁴, Sang-Tae Kim², Jianhui Gong^{5,6,7,8}, Ying Gu^{5,6,7}, Xun Xu^{5,6,7}, David Battaglia^{1,9}, Sacha A. Krieg⁹, David M. Lee⁹, Diana H. Wu⁹, Don P. Wolf¹, Stephen B. Heitner¹⁰, Juan Carlos Izpisua Belmonte^{3§}, Paula Amato^{1,9§}, Jin-Soo Kim^{2,4§}, Sanjiv Kaul^{10§} & Shoukhrat Mitalipov^{1,10§}

Genome editing has potential for the targeted correction of germline mutations. Here we describe the correction of the heterozygous *MYBPC3* mutation in human preimplantation embryos with precise CRISPR-Cas9-based targeting accuracy and high homology-directed repair efficiency by activating an endogenous, germline-specific DNA repair response. Induced double-strand breaks (DSBs) at the mutant paternal allele were predominantly repaired using the homologous wild-type maternal gene instead of a synthetic DNA template. By modulating the cell cycle stage at which the DSB was induced, we were able to avoid mosaicism in cleaving embryos and achieve a high yield of homozygous embryos carrying the wild-type *MYBPC3* gene without evidence of off-target mutations. The efficiency, accuracy and safety of the approach presented suggest that it has potential to be used for the correction of heritable mutations in human embryos by complementing preimplantation genetic diagnosis. However, much remains to be considered before clinical applications, including the reproducibility of the technique with other heterozygous mutations.

¹Center for Embryonic Cell and Gene Therapy, Oregon Health & Science University, 3303 Southwest, Bond Avenue, Portland, Oregon 97239, USA. ²Center for Genome Engineering, Institute for Basic Science, 70, Yuseong-daero 1689-gil, Yuseong-gu, Daejeon, 34047, Republic of Korea. ³Gene Expression Laboratory, Salk Institute for Biological Studies, 10010 North Torrey Pines Road, La Jolla, California 92037, USA. ⁴Department of Chemistry, Seoul National University, 599 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul, 151-747, Republic of Korea. ⁵BGI-Shenzhen, Build 11, Beishan Industrial Zone, Yantian District, Shenzhen, 518083, China. ⁶China National GeneBank, BGI-Shenzhen, Jinsha Road, Dapeng District, Shenzhen, 518210, China. ⁷BGI-Qingdao, 2877 Tuanjie Road, Sino-German Ecopark, Qingdao, 266000, China. ⁸Shenzhen Engineering Laboratory for Innovative Molecular Diagnostics, BGI-Shenzhen, Build 11, Beishan Industrial Zone, Yantian District, Shenzhen, 518083, China. ⁹Division of Reproductive Endocrinology and Infertility, Department of Obstetrics and Gynecology, Oregon Health & Science University, 3303 Southwest, Bond Avenue, Portland, Oregon 97239, USA. ¹⁰Knight Cardiovascular Institute, Oregon Health & Science University, 3181 Southwest, Sam Jackson Park Road, Portland, Oregon 97239, USA.

*These authors contributed equally to this work.

§These authors jointly supervised this work.

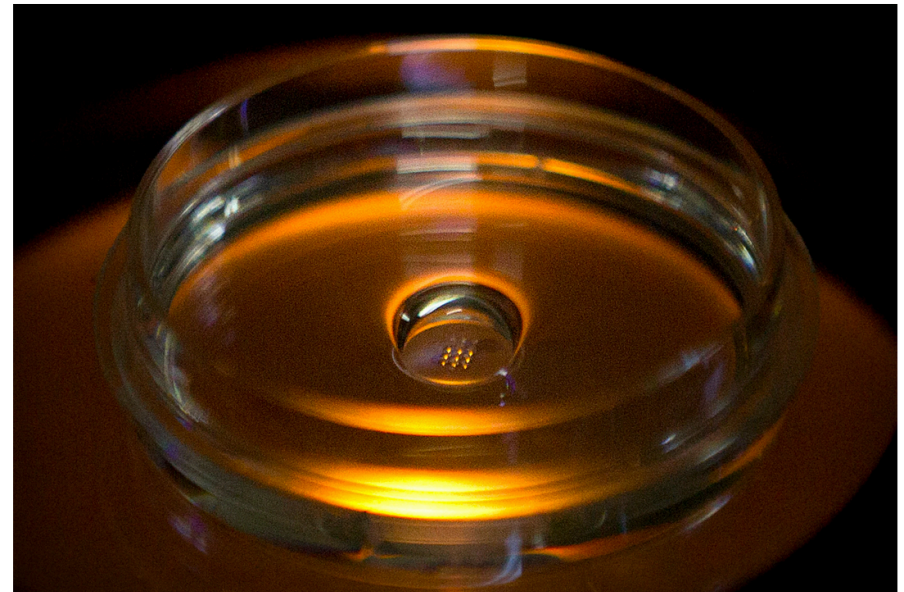
Primeiros humanos editados por CRISPR?

- Em 2018, o pesquisador chinês He Jiankui anunciou o nascimento de gêmeos (Lulu e Nana), os primeiros bebês humanos com embriões editados por CRISPR
- Os genes CCR5 foram geneticamente modificados para conferir resistência ao vírus HIV
- Até hoje não foram oferecidas confirmações experimentais disto

The New York Times

Chinese Scientist Claims to Use Crispr to Make First Genetically Edited Babies

The researcher, He Jiankui, offered no evidence or data to back up his assertions. If true, some fear the feat could open the door to “designer babies.”



A microplate from the Chinese scientist He Jiankui's lab containing embryos whose genes have been edited. Dr. He's announcement about genetically edited babies prompted a statement from a group of 122 scientists condemning his actions as “crazy.” Mark Schiefelbein/Associated Press

Primeiros humanos editados por CRISPR?

- Recentemente, o pesquisador russo Denis Rebrikov anunciou a edição por CRISPR de embriões humano
- Ela aguarda a regulamentação do processo para, eventualmente, levar os embriões a termo

MENU ▾ nature Subscrib

NEWS · 18 OCTOBER 2019 · CORRECTION 18 OCTOBER 2019

Russian 'CRISPR-baby' scientist has started editing genes in human eggs with goal of altering deaf gene

Denis Rebrikov also told *Nature* that he does not plan to implant gene-edited embryos until he gets regulatory approval.

David Cyranoski

[Twitter](#) [Facebook](#) [Email](#)

An earlier version of this story and its headline incorrectly stated that Denis Rebrikov had started editing eggs from a woman with a mutation that causes deafness.


[PDF version](#)

RELATED ARTICLES

- Russian biologist plans CRISPR-edited babies
- The CRISPR-baby scan what's next for human editing
- Why were scientists silent over gene-edited babies

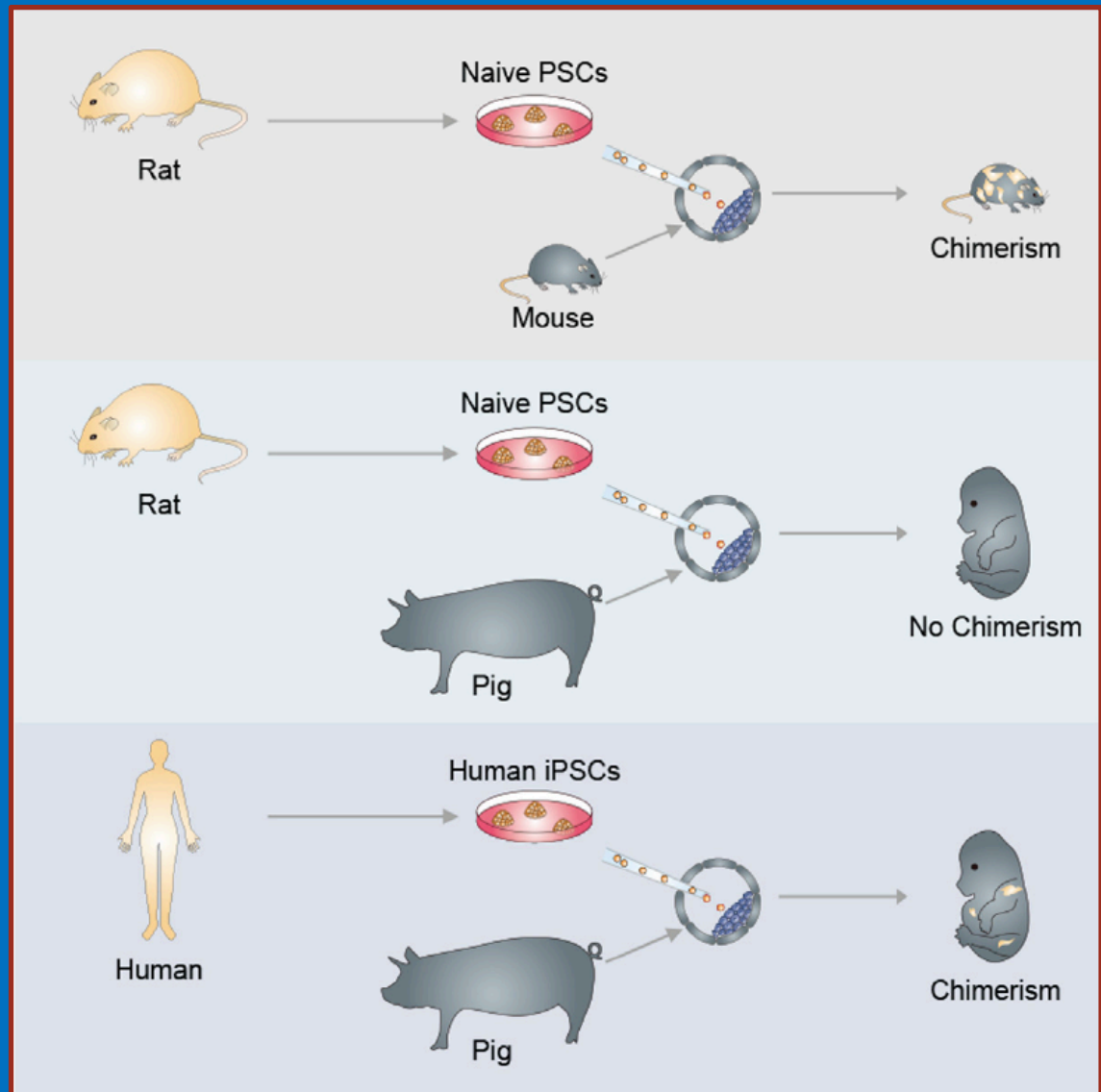
SUBJECTS

- Gene therapy
- Gene editing



Animais quiméricos para a produção de órgãos

- Outra área de estudo muito ativa é a de animais quiméricos
- Ou seja, animais próximos ao homem, em termos evolutivo e de tamanho semelhantes
- Estes animais podem, por engenharia genética e manipulação embrionária, produzir órgãos e tecidos humanos



Plantas transgênicas

- Plantas resistentes a herbicidas (Monsanto).
- Plantas resistentes a insetos e pragas (gene cry de *B. thuringiense*).
- Resistência a doenças (infecções com bactérias ou fungos).
- Alteração do amadurecimento.
- Valor nutricional.



Plantas são poliplóides

- Plantas são, comumente, poliplóides.
- Ou seja, tem mais de um par de cromossomos.
- Isto é um complicante para a obtenção de transgênicos.

Ployploidy

Examples of Polyploid Plants

Name	Number
Common wheat	6N = 42
Tobacco	4N = 48
Potato	4N = 48
Banana	3N = 27
Boysenberry	7N = 49
Strawberry	8N = 56

Many **ferns** are polyploid with chromosome number up to 400N



Melhoramento genético

- Muitas das plantas, vegetais e frutas atuais foram obtidas por melhoramento genético
- Vocês provavelmente não seriam capazes de reconhecer alguns deste alimentos no seu formato original



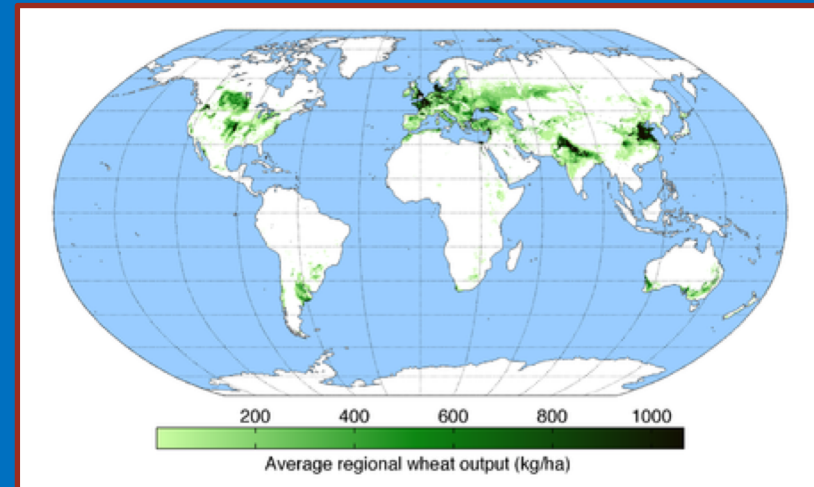
Melhoramento genético

- O melhoramento genético ocorre através de mutações naturais e seleção dos cultivares
- Ou pode ser induzida com agentes químicos ou radiação



O trigo

- O trigo é o alimento mais cultivado no mundo e a principal fonte de carboidrato e proteína vegetal na alimentação
- Um dos primeiros melhoramentos genéticos conhecidos aconteceu com o trigo
- O trigo é cultivado desde 9.600 BCE na região do Egito
- Porém, os grãos de trigo se dispersavam facilmente com o vento ou com o processo de colheita
- Uma mutação fez com que as sementes não se soltassem tão facilmente, facilitando a colheita e aumentando o rendimento
- A seleção desta variedade pelos agricultores fez com que a mesma se espalhasse pelo mundo

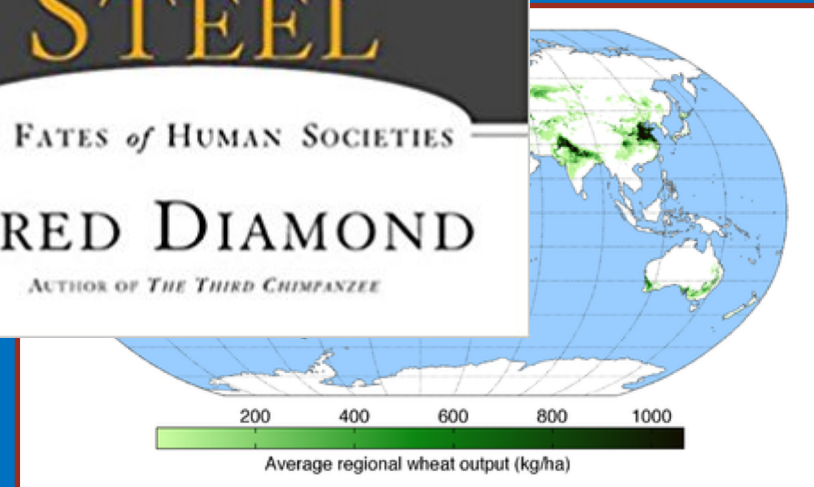
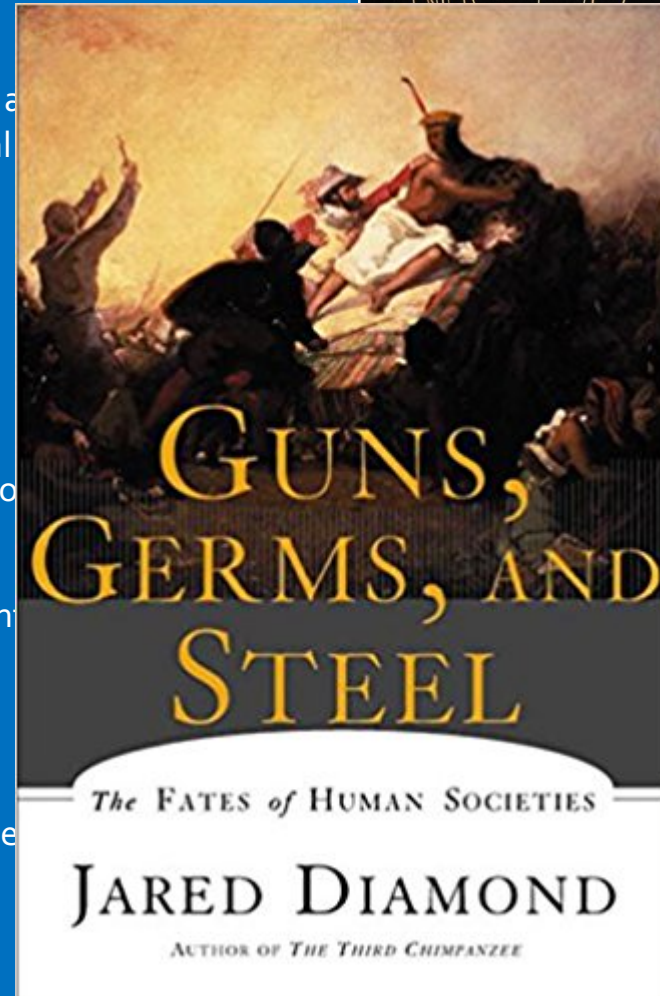


O trigo

- O trigo é o alimento mais cultivado no mundo e a principal fonte de carboidrato e proteína vegetal na alimentação

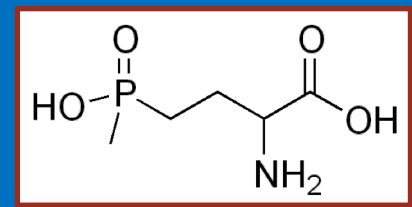


- Uma mutação fez com que as sementes não se soltassem tão facilmente, facilitando a colheita e aumentando o rendimento
- A seleção desta variedade pelos agricultores fez com que a mesma se espalhasse pelo mundo

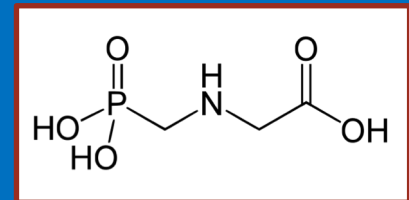
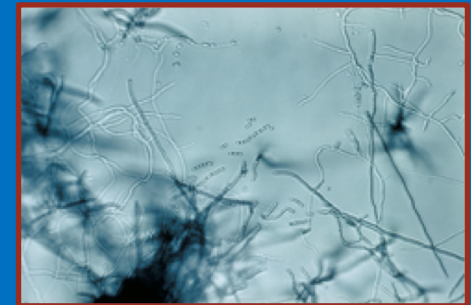


Plantas resistente a herbicidas

- Herbicidas são moléculas que inibem o crescimento de plantas indesejáveis no seu cultivar
- O glufosinato é um antibiótico produzido por bactérias do gênero *Streptomyces*
- Este composto inibe a enzima glutamina sintase, importante no metabolismo do amônio nas células
- O glifosato por sua vez é um inibidor da enzima 5-enolpiruvil-shikimato-3-fosfato sintetase (EPSPS), que sintetiza os aminoácidos aromáticos: fenilalanina, tirosina e triptofano
- Animais não tem esta enzima, porque obtém estes aminoácidos da dieta
- Milho, arroz, beterraba, canola, soja e milho são algumas alimentos com variedades modificadas geneticamente para serem resistentes a este herbicida
- Isto é obtido pela transferência do gene *bat* ou *pat* do *Streptomyces* para a planta (glufosinate) ou do gene EPSPS de *Agrobacterium tumefaciens*, que é resistente ao glifosato



Glufosinato



Glifosato



Milho resistente a insetos

- Outro aspecto importante para a agricultura é a resistência a pragas
- Em sua grande maioria, insetos
- O milho Bt é uma variedade modificada geneticamente que produz a proteína codificada pelo gene Bt (*Bacillus thuringiensis*)
- Esta proteína é tóxica para os insetos que comem o milho
- Quando o inseto come a folhagem do milho, a toxina Bt paralisa o intestino do inseto, que para de comer e morre



Ostrinia nubilalis

Feijão resistente a vírus

- A CTNBio (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança) aprovou em 2011 o primeiro feijão OGM produzido pela EMBRAPA
- Esta variedade produz um RNA anti-senso que neutraliza o vírus do mosaico dourado, praga que pode arrasrar plantações de feijão no Brasil



virus mosaico dourado



Salmão "AquAdvantage"

- A empresa americana AquaBounty Biotech. produziu o primeiro peixe OGM
- O salmão AquAdvantage produz um hormônio de crescimento do salmão Chinook do Pacífico
- Este salmão cresce durante todo o ano, ao contrário do salmão selvagem, que cresce apenas durante a primavera e verão
- Com isto, o salmão AquAdvantage atinge o tamanho de abate em apenas 16-18 meses, ao invés dos 3 anos necessários para o salmão tradicional



Golden rice (arroz dourado)

- Todos os anos, 670.000 crianças com menos de 5 anos morrem de deficiência de vit. A
- O golden rice foi modificado geneticamente para produzir o beta-caroteno, precursor da vit. A
- O arroz é a base alimentar de diversos países em desenvolvimento, muitos deles pobres
- É, portanto, o alimento ideal para ser suplementado com vit.A
- Infelizmente, o OGM ainda não foi bem aceito, em parte pelos protestos de ONGs contra alimentos OGM em geral



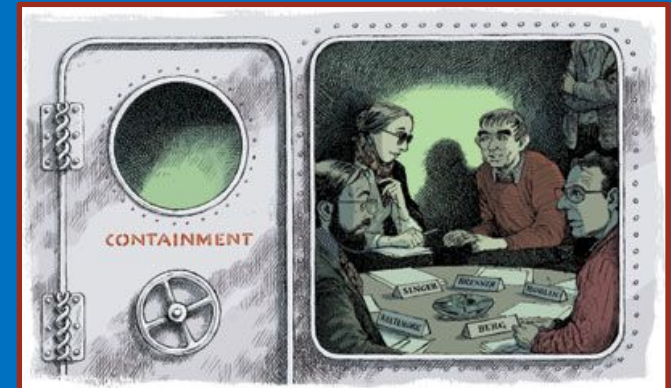
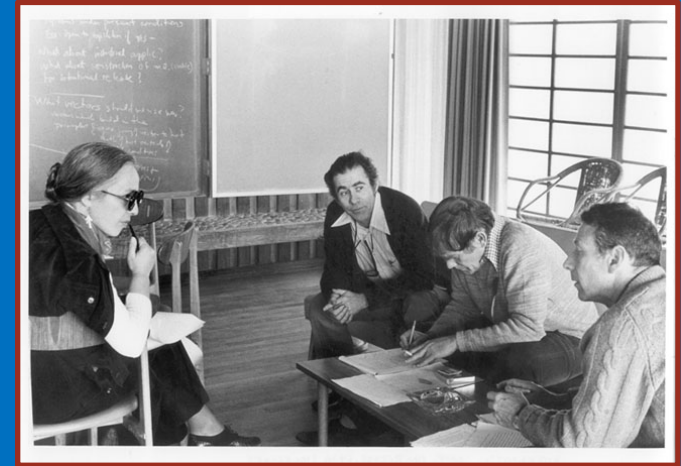
Alimentos OGM são seguros?

- Apesar da ciência aprovar os alimentos OGMs, ainda há bastante discussão do público em geral
- Eles são seguros?
- É seguro comer alimentos com DNA modificado?
- Ou alimentos com proteínas modificadas?



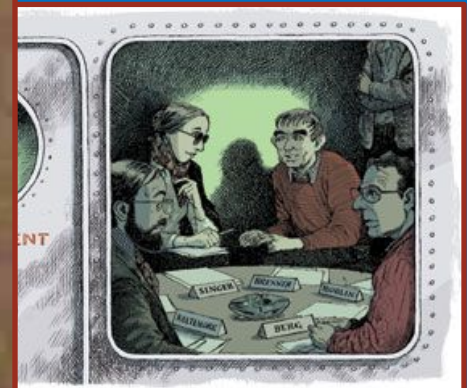
A biologia molecular é segura?

- Em 1975, foi realizado um encontro em Asilomar (San Francisco, USA) para discutir as possíveis riscos e ramificações do uso da biologia molecular
- Por exemplo, se acreditava que por ser um simbiote nos nossos intestinos, o uso da bactéria *Escherichia coli* em laboratório poderia trazer grandes riscos para a saúde
- Outra preocupação era a manipulação de genes que induzem câncer
- Eles poderiam ser "transferidos" para os usuários e espalhados na natureza, causando tumores em seres humano
- Nenhuma destas preocupação se provou verdadeira e hoje a biologia molecular é rotina em universidades, indústrias, hospitais e outras instituições de biotecnologia



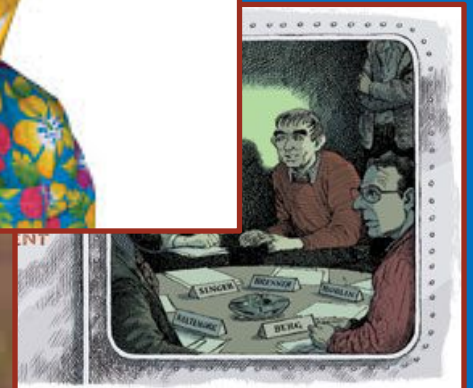
A biologia molecular é segura?

- Em 1975, foi realizado um referendo (em San Francisco, USA) para discutir as ramificações do uso da biologia molecular.
- Por exemplo, se acreditamos que os vírus podem entrar em nossos intestinos, o uso de laboratório poderia trazer consequências.
- Outra preocupação era a possibilidade de câncer.
- Eles poderiam ser "transmitidos" e espalhados na natureza, através de insetos.
- Nenhuma destas preocupações sobre a biologia molecular é rotineira em hospitais e outras instituições.



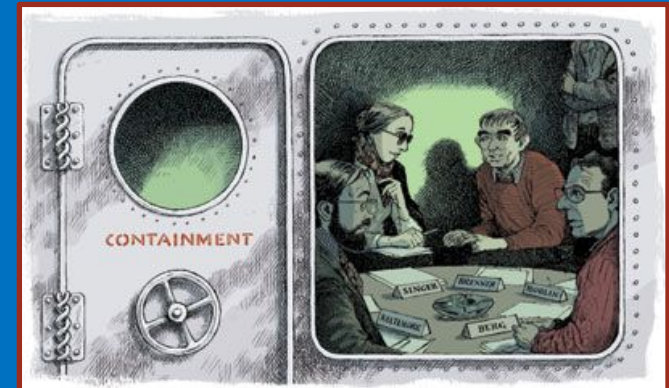
A biologia molecular é segura?

- Em 1975, foi realizado um referendo (em San Francisco, USA) para discutir as ramificações do uso da biologia molecular.
- Por exemplo, se acreditamos que os vírus podem entrar em nossos intestinos, o uso de laboratório poderia trazer consequências.
- Outra preocupação era a possibilidade de causar câncer.
- Eles poderiam ser "transmitidos" e espalhados na natureza, como os vírus.
- Nenhuma destas preocupações sobre a biologia molecular é rotineira em hospitais e outras instituições.



Alimentos OGM são seguros?

- <https://www.nytimes.com/2018/04/23/well/eat/are-gmo-foods-safe.html>
- É da natureza humana resistir a mudanças e temer o desconhecido....
- Por exemplo, o público que teme as comidas OGM não sabe que há décadas a agricultura tem usado produtos químicos e radiação para induzir mutações nas sementes de plantas utilizadas na agricultura
- Isto não é diferentes da manipulação feita em laboratórios, com o agravante de não sabermos quais as alterações genéticas (genes) foram induzidas por estes tratamentos....
- Décadas depois dos primeiros alimentos OGM terem sido introduzidos no mercado, ainda não há nenhuma relato de ocorrência ou efeitos adversos induzidos pelos mesmos



Alimentos OGM são seguros?

- Apesar da ciência garantir a segurança dos alimentos OGM, o público em geral ainda desconfia
- Apenas 1/3 das pessoas acreditam que alimentos OGM realmente são seguros
- Como provar que um alimento é seguro? Esta é a grande questão, e não é fácil...
- Mesmo alimentos tradicionais, como ovos, sementes, frutos-do-mar, trigo, induzem alergias e reações em um percentagem da população
- Como distinguir efeitos adversos relacionados com alimentos OGM daqueles associados com os alimentos em geral...
- Vamos então ressaltar alguns benefícios de alimentos OGM



O benefício de alimentos OGM

- Relatos de mais de 76 estudos científicos mostram que cultivares OGM crescem mais rápido e acumulam menos toxinas produzidas por fungos
- Alimentos OGM que são resistentes a insetos e outras pragas precisam de menos agrotóxico e são, portanto, mais seguros
- Bilhões de animais de criação (pecuária) são alimentados com OGMs e até hoje não há relatos de efeitos adversos nestes animais
- Ainda hoje, a desnutrição e falta de vitaminas é um problema de saúde em Países pobres e sub-desenvolvidos
- O uso de alimentos OGM com o *golden rice* (que contém grandes quantidades de vit. A) pode contribuir para melhorar este problema de saúde
- O uso de cultivares OGM aumenta a produção e barateia alimentos, num momento onde a população mundial está aumentando e a fome continua sendo um grande problema
- É importante questionar e estudar um problema, mas não rejeite uma ideia apenas por medo do desconhecido
- Estude o problema e se informe!



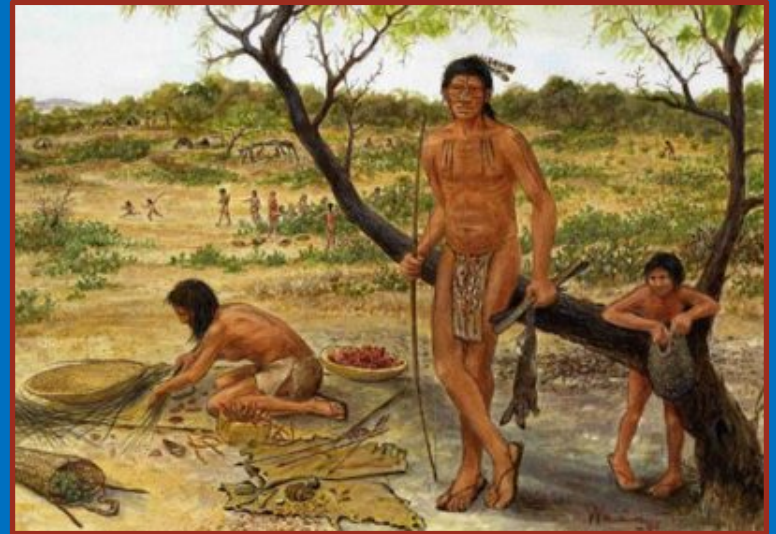
A tecnologia melhorou nossa alimentação?

- Os avanços na tecnologia e biologia moderna multiplicaram o rendimento da agricultura e pecuária
- Isto melhorou ou piorou nossa alimentação?



A tecnologia melhorou nossa alimentação?

- Atualmente, alimentos são produzidos durante todo o ano, nos diferentes hemisférios do planeta
- Frutas e hortaliças estão disponíveis o ano todo, mesmo nos países com inverno rigoroso
- Nossa alimentação se tornou "homogênea" e limitada, se comparada com a dos nossos ancestrais
- Estudos recentes demonstraram que a flora intestinal de "*hunter-gathers*" (p.ex., tribos indígenas do Amazonas) é muito mais rica e diversa se comparada com a de populações vivendo em cidades modernas
- Isto porque a dieta é muito mais variada e sazonal



A tecnologia

- Atualmente, alim durante todo o ar hemisférios do pl
- Frutas e hortaliça todo, mesmo nos
- Nossa alimentaã limitada, se comp ancestrais
- Estudos recentes intestinal de "hun indígenas do Ama diversa se compa vivendo em cidad
- Isto porque a diet sazonal

BEST-SELLER INTERNACIONAL

Uma breve história da humanidade

Sapiens

Yuval Noah Harari

"Harari é brilhante [...]. *Sapiens* é realmente impressionante, de se ler num fôlego só. De fato questiona nossas ideias preconcebidas a respeito do universo."

The Guardian

LEPA

ntação?

