

INTRODUÇÃO À GENÉTICA MOLECULAR

Aula 1

LGN0232 – Genética Molecular



Maria Carolina Quecine
Departamento de Genética
mquecine@usp.br

SUMÁRIO

- **Ementa e normas da disciplina;**
- **Conceitos de Genética Molecular e Biotecnologia;**
- **Aplicações do estudo em genética molecular;**
- **OGMs x Transgênicos : exemplos clássicos;**
- **OGM x Editado;**
- **Estudo dirigido.**

LGN0232 – Genética Molecular

Método de avaliação

✓ 1ª PROVA TEÓRICA: **27/09**

✓ 2ª PROVA TEÓRICA: **13/12**

✓ Apresentação do trabalho : **06/12**

Média final = (Prova I x 0,4) + (Prova II x 0,4) + (Trabalho x 0,2)

Não haverá prova substitutiva ou repositiva;

Aprovado => 5,0 e frequência => 70%

Questões semanais (**Quiz**)!

As normas para a nota do trabalho estarão em breve no site!

NÃO TEM RECUPERAÇÃO!

SACANAGEM É VOCÊ TIRAR 2,9
NA PROVA E SEU PROFESSOR NÃO
QUERER ARREDONDAR PRA 7.



O QUE CUSTA, GENTE?!?

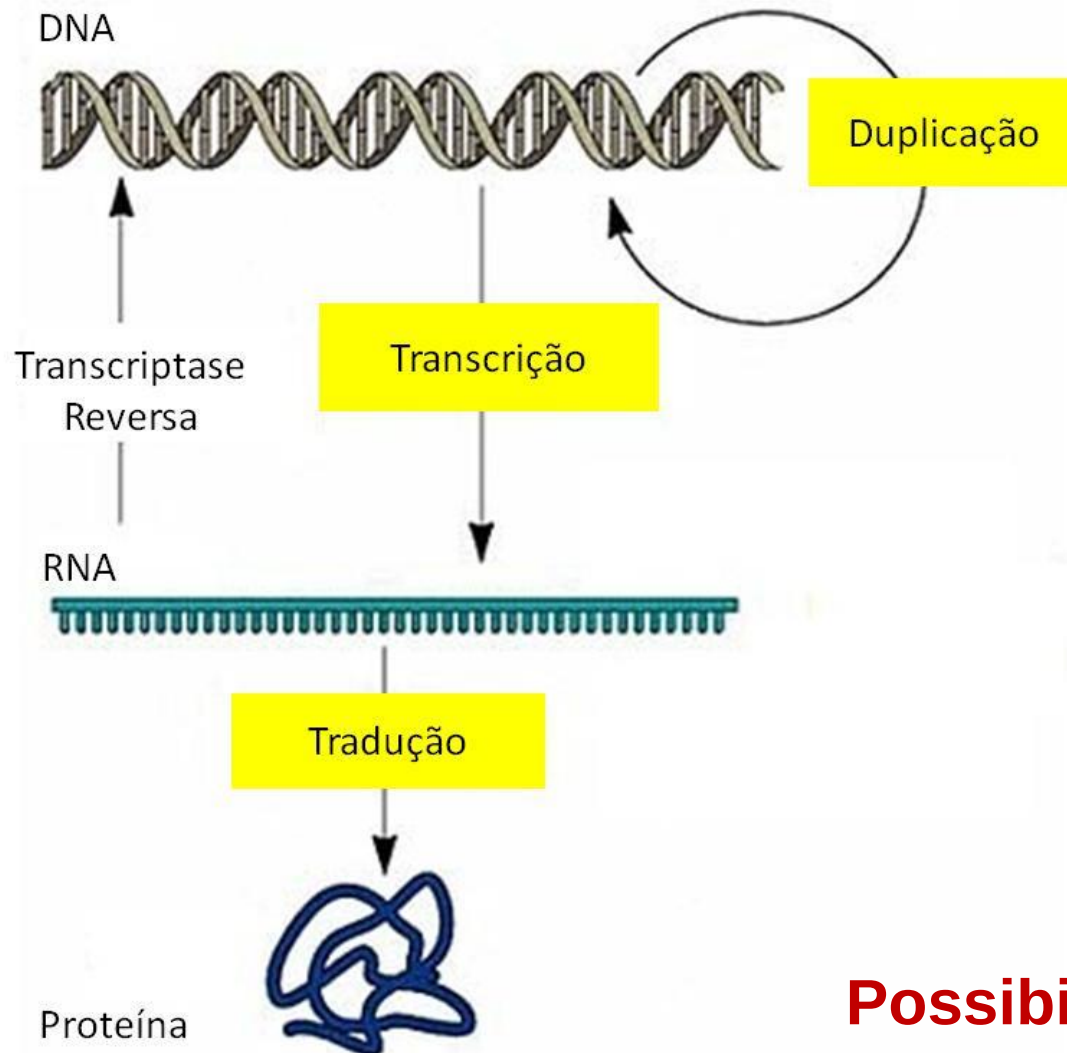
MAS O QUE É GENÉTICA MOLECULAR?



A **genética molecular** é a área da biologia que estuda a função dos genes a nível molecular. A genética molecular muitas vezes obtêm respostas usando os métodos de genética, de biologia molecular, dentre essas sequenciamento em larga escala, tecnologia do DNA recombinante, edição gênica entre outras.

LGN0232 – Aspectos práticos da Genética Molecular

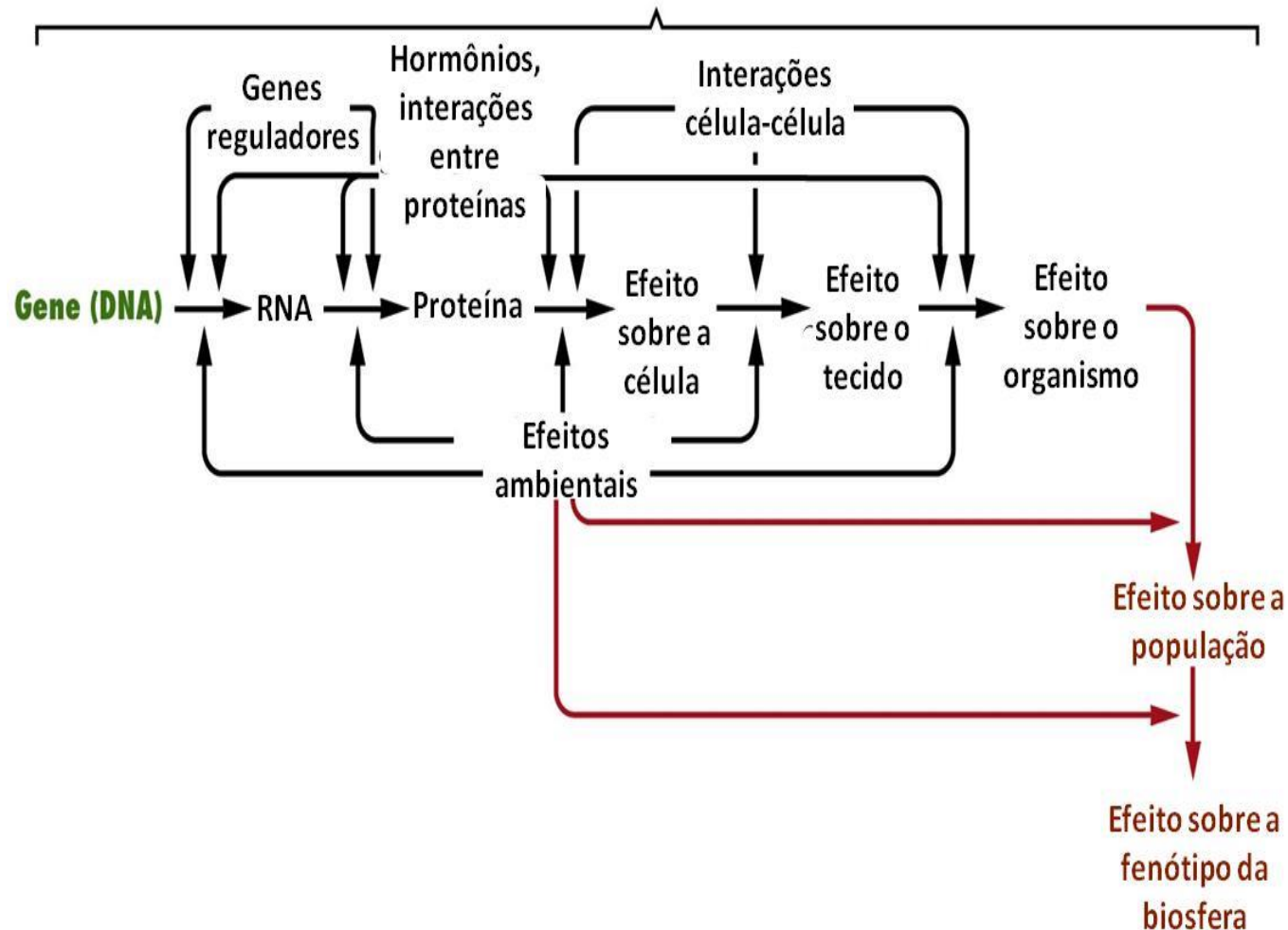
MAQUINÁRIA “CONSERVADA”



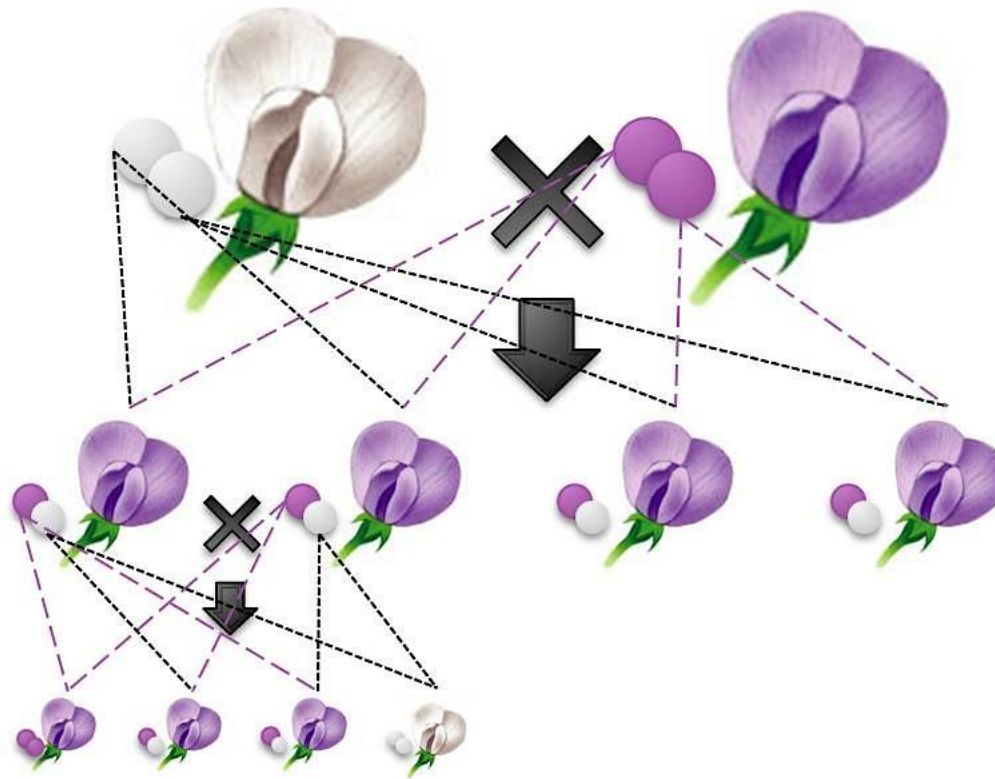
**Possibilita prever padrões
de descendência!**

MAS NÃO É TÃO SIMPLES...

Gene → efeito fenotípico



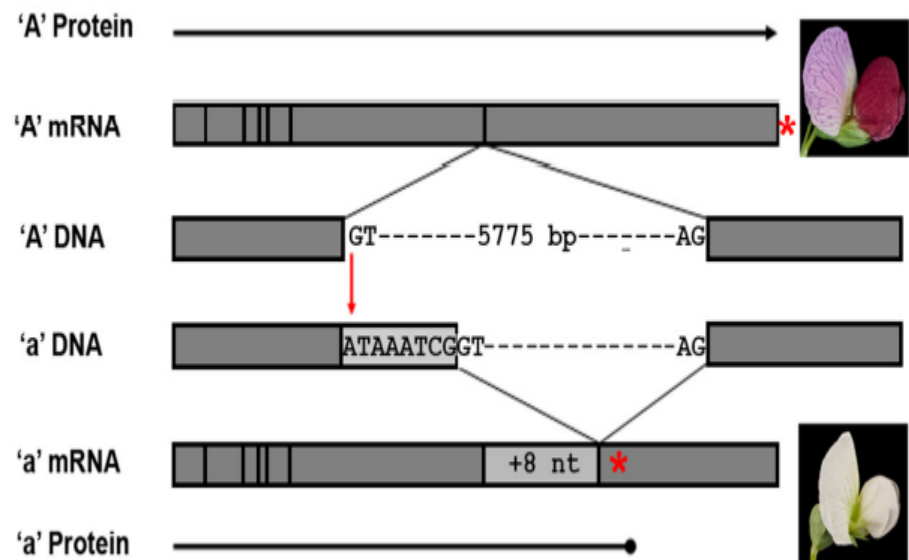
VOLTANDO À GENÉTICA MENDELIANA...



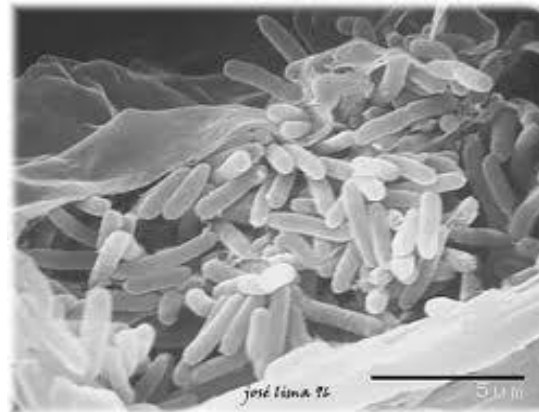
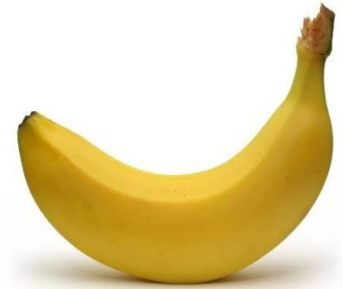
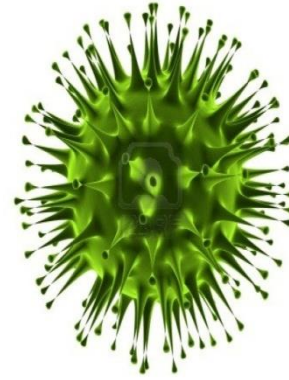
Qual a sequência do gene? Localização no genoma? Características do promotor? Expressão é constitutiva?

Identification of Mendel's White Flower Character

Roger P. Hellens¹, Carol Moreau², Kui Lin-Wang¹, Kathy E. Schwinn³, Susan J. Thomson⁴, Mark W. E. J. Fiers⁴, Tonya J. Frew⁴, Sarah R. Murray⁴, Julie M. I. Hofer², Jeanne M. E. Jacobs⁴, Kevin M. Davies³, Andrew C. Allan¹, Abdelhafid Bendahmane⁵, Clarice J. Coyne⁶, Gail M. Timmerman-Vaughan⁴, T. H. Noel Ellis^{2*}



O ORGANISMO ESTUDADO FAZ TODA A DIFERENÇA!



Homo sapiens: UMA ESPÉCIE TECNOLÓGICA

Antes de compreender já explorava os recursos naturais.

Exploração da biotecnologia: cultivar plantas, criar animais, fermentação.

OBJETIVO PRINCIPAL POR MILHARES DE ANOS: entender os seres vivos ou parte deles: produtos e serviços.



SERES VIVOS: HEREDITARIEDADE E VARIAÇÃO

Mecanismos desconhecidos.

Cruzamentos experimentais → híbridos instáveis.

Resultados imprevisíveis e instáveis.

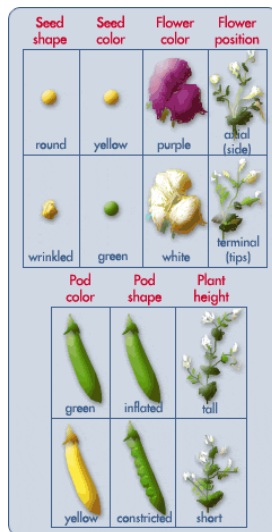


A REVOLUÇÃO...MENDEL E AS LEIS DA HERANÇA

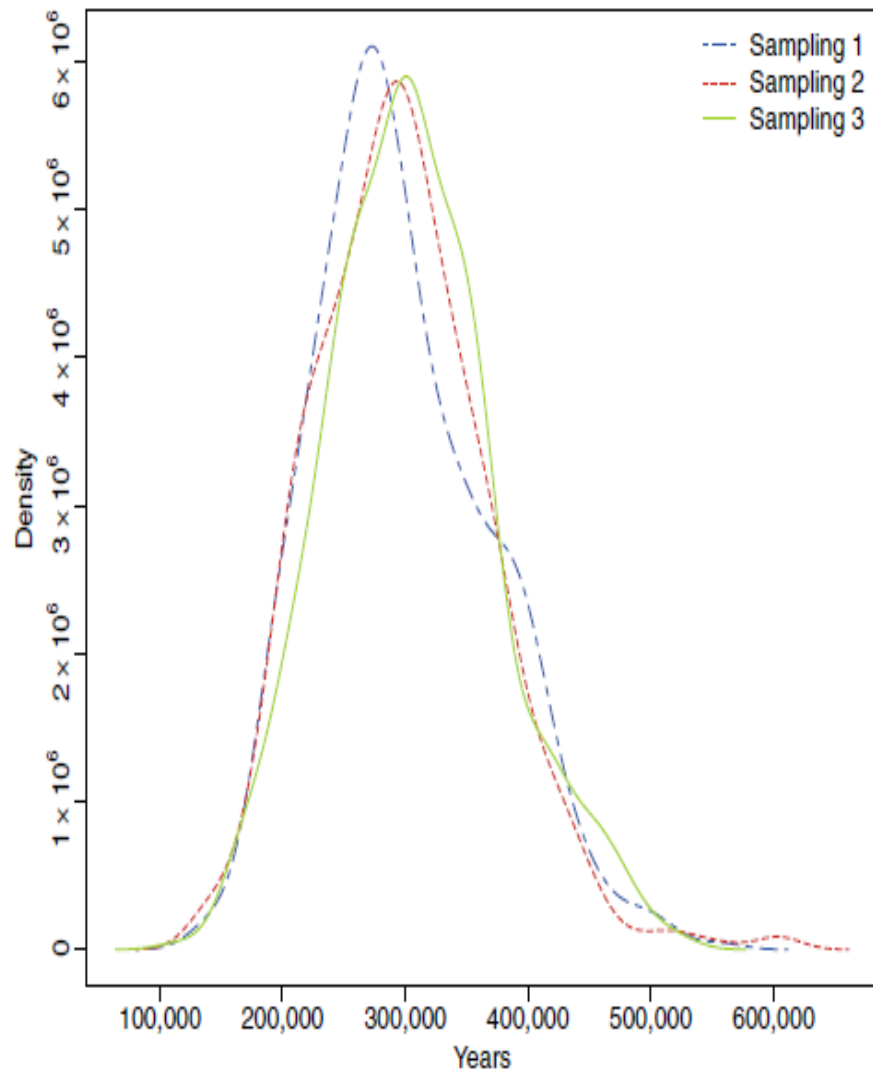
Resultados previsíveis e estáveis.

Manipulação de cruzamentos e melhoramento genético.

Novos estudos e novas aplicações.

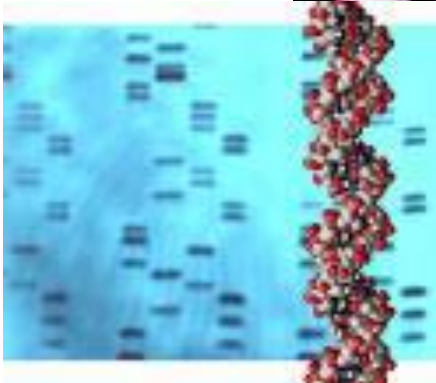


Revolutionizing agriculture with synthetic biology



GENÉTICA MOLECULAR X BIOTECNOLOGIA

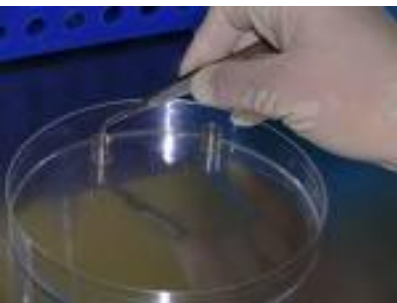
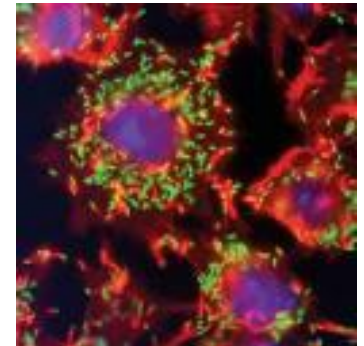
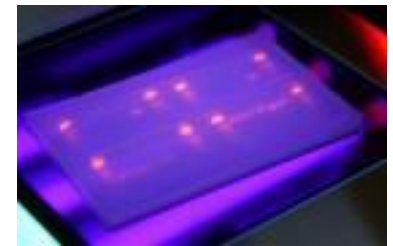
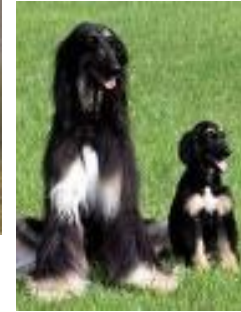
- ✓ Bio – vivo, vida
- ✓ Tecnologia- a aplicação da ciência para alcançar objetivos industriais ou comerciais



Aplicada.

APLICAÇÕES MAIS RECENTES

- Edição gênica;
- Vacinas;
- Diagnóstico genético de doenças;
- Clonagem de organismos;
- Marcadores moleculares
- DNA *fingerprinting*;
- Organismos geneticamente modificados;
- Terapia gênica;
- Produção de medicamentos...



PROTEÇÃO DE CULTIVARES (*DNA fingerprint*)

EXEMPLOS DE CULTIVARES PROTEGIDAS DESENVOLVIDAS PELA EMBRAPA



**Banana
BRS Pacoua**

Destinada ao cultivo no estado do Pará, apresenta resistência a três doenças, inclusive ao mal-do-Panamá.



Uva BRS Melodia

Para consumo *in natura*, de cor rosada e sabor tutti-frutti e mix de frutas vermelhas. Apresenta tolerância a quatro doenças dessa cultura.

Amendoim forrageiro BRS Mandobi
Apresenta elevado vigor e produtividade de forragem de alta qualidade. Além de ser ótimo alimento para o gado, é utilizado para proteger o solo contra o impacto direto da chuva.



Alface BRS Mediterrânea

É do tipo crespa e de coloração verde clara, além de apresentar um desenvolvimento mais rápido, essa cultivar é resistente a doenças de solo e tolerante a altas temperaturas.

**Pimenta
BRS Juruti**

Essa cultivar é altamente picante e com aroma bem acentuado. Além dessas características que agradam o consumidor, essa planta também apresenta resistência a doenças; alta produtividade e uniformidade de plantas e frutos.

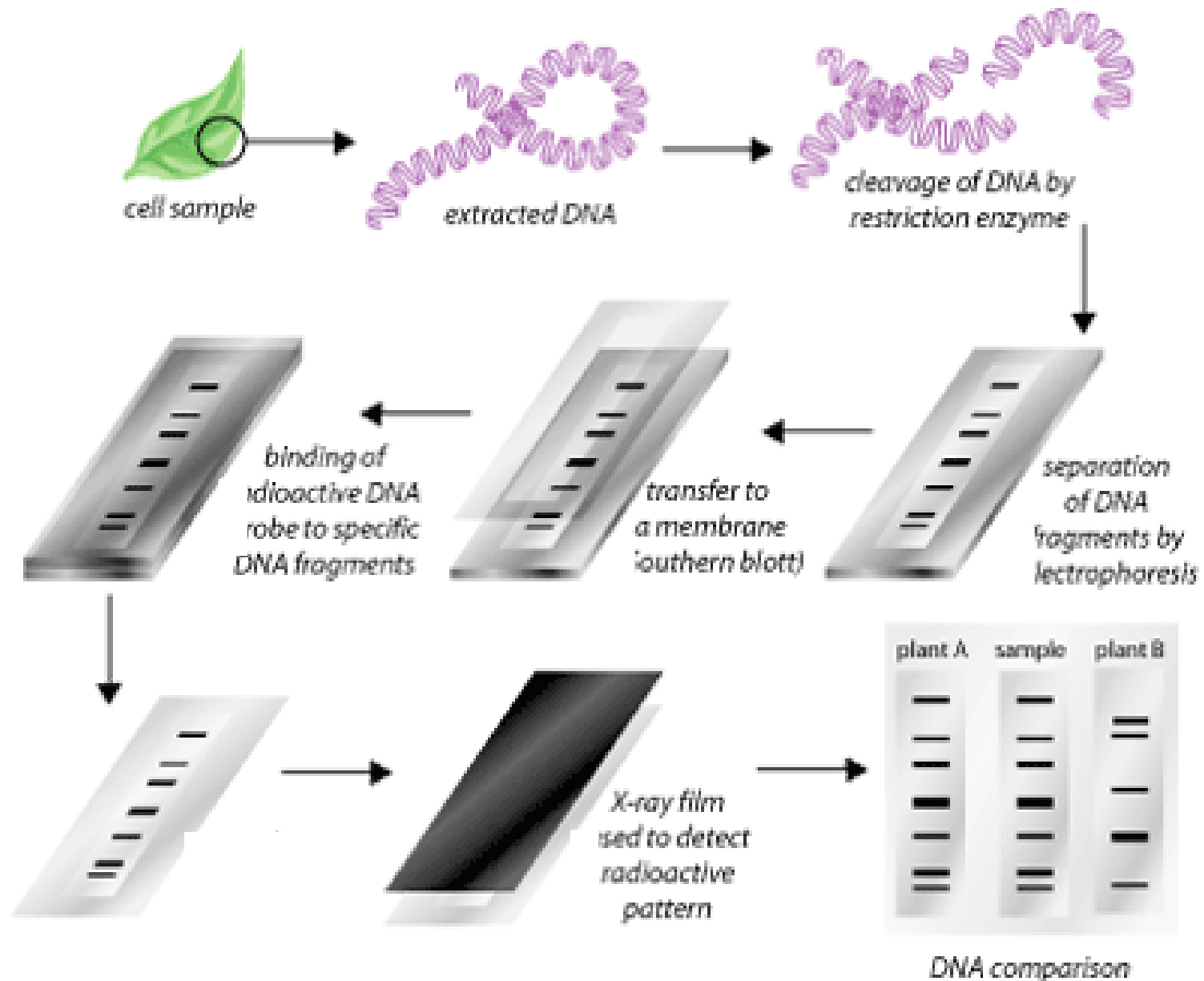


Imagens:
Aimorim, Edison Pereira; Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2016
Estanislau, Fabiano; Embrapa Açaí, 2014

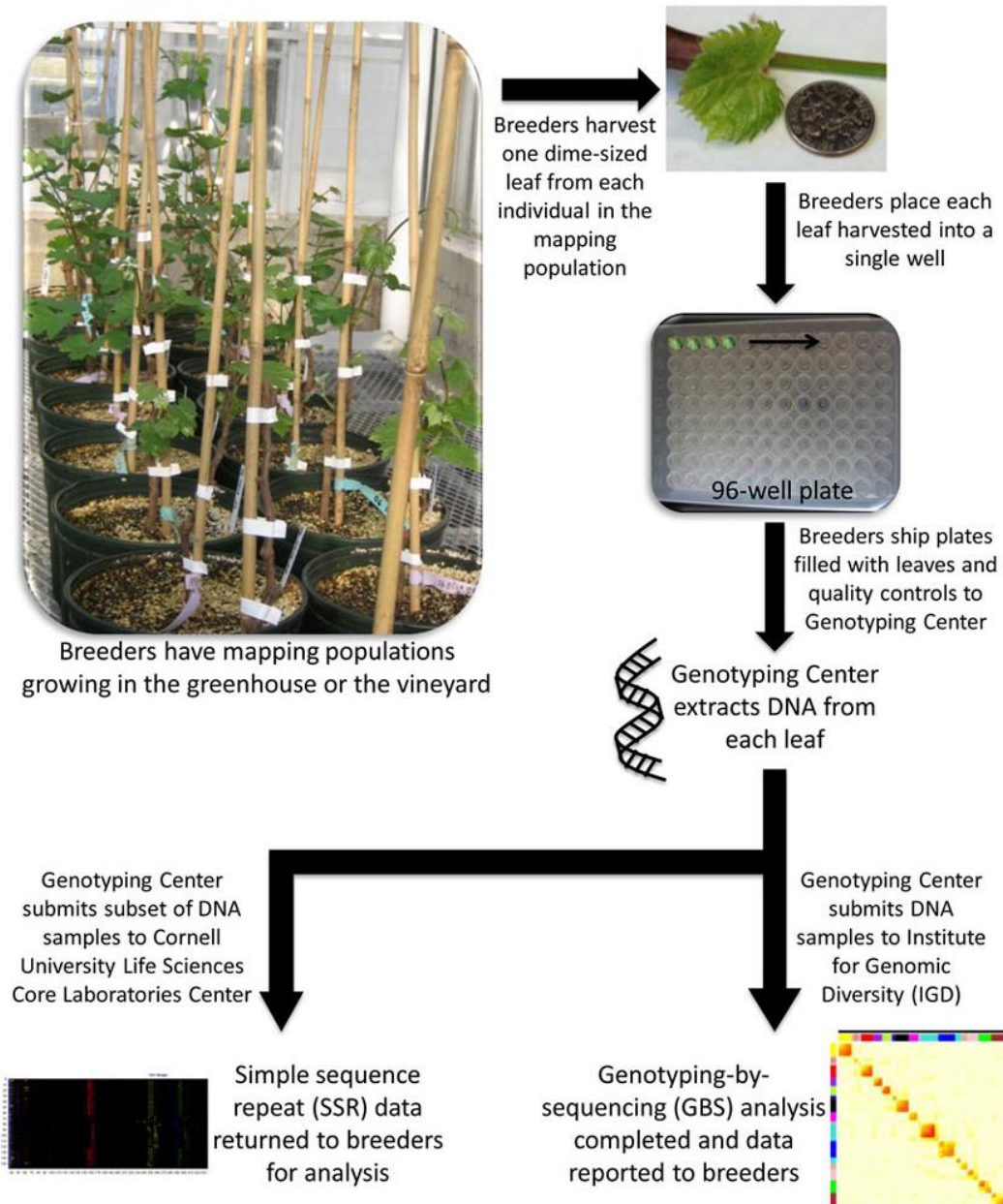


Lobo, Leandro Santos; Embrapa Hortaliças, 2017
Ludke, Raimundo; Embrapa Hortaliças, 2019
Ritschel, Patrícia Silva; Embrapa Uva e Vinho, 2019

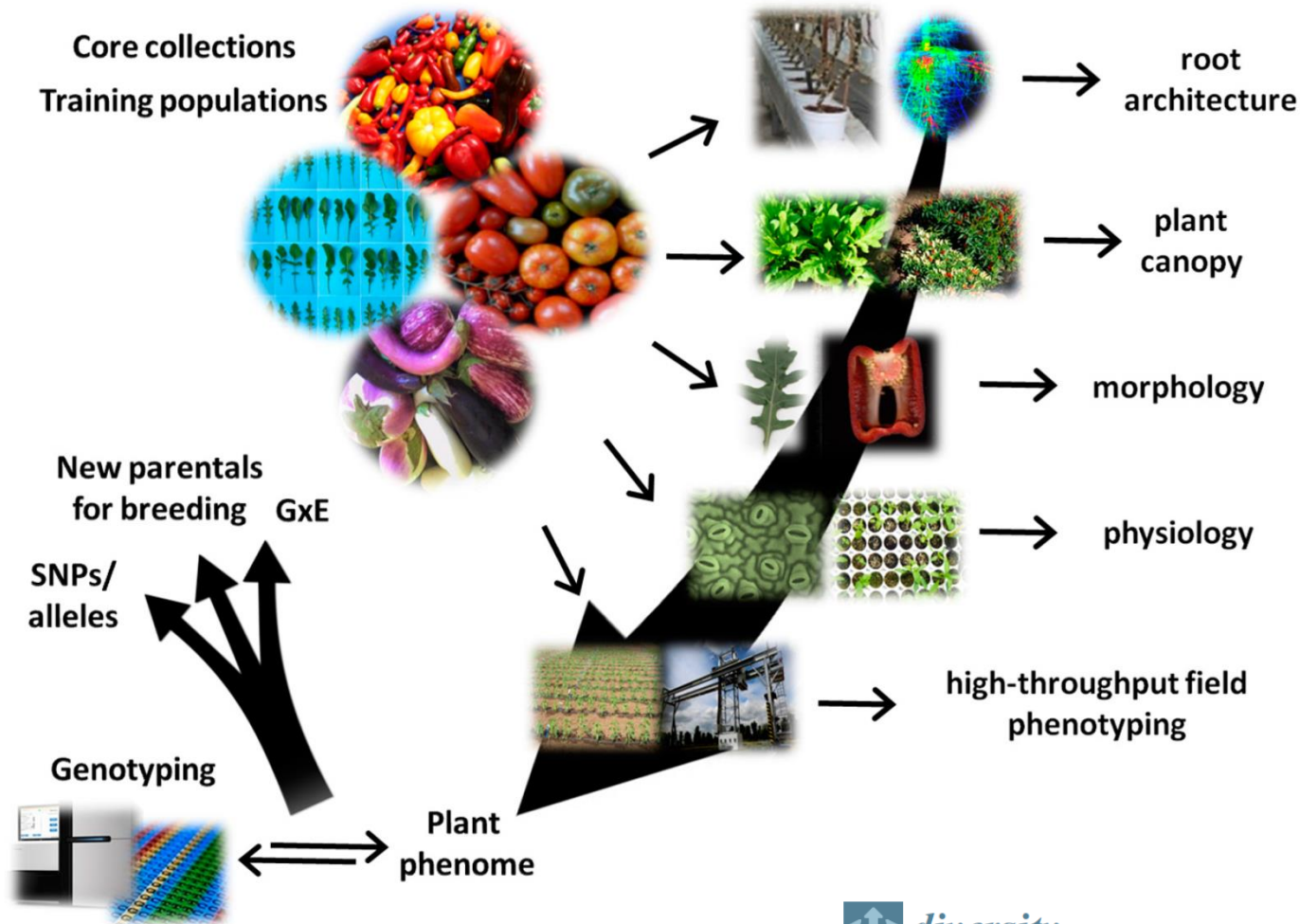
PROTEÇÃO DE CULTIVARES (*DNA fingerprint*)



Ficou mais moderno e preciso!

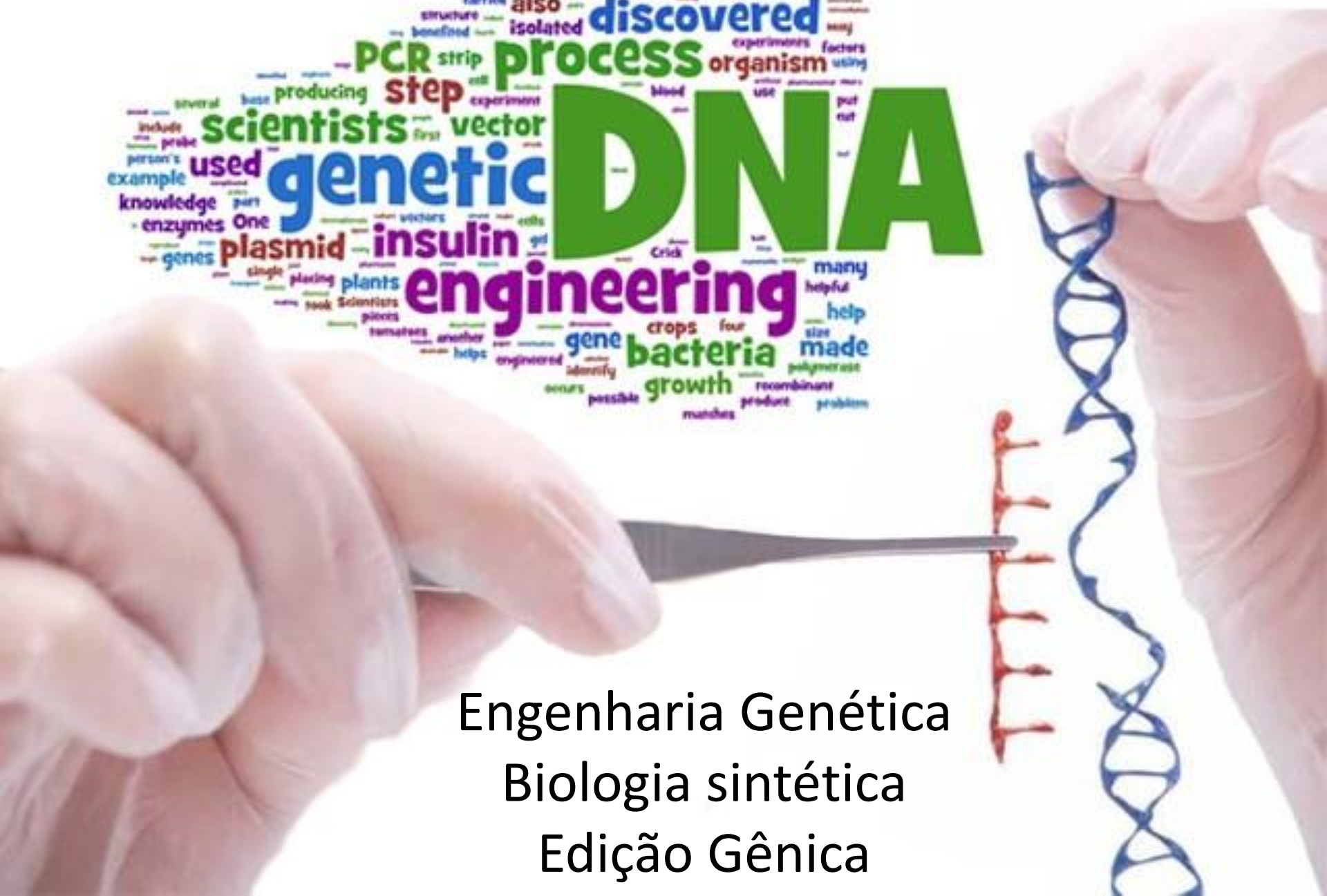


Mais ainda...!



Review

NGS-Based Genotyping, High-Throughput Phenotyping and Genome-Wide Association Studies Laid the Foundations for Next-Generation Breeding in Horticultural Crops

A composite image featuring a word cloud centered around 'DNA' and 'genetic engineering'. The word cloud includes terms like 'PCR', 'strip', 'process', 'organism', 'step', 'vector', 'scientists', 'used', 'genetic', 'insulin', 'plasmid', 'genes', 'plants', 'bacteria', 'growth', 'gene', 'crops', 'four', 'help', 'made', 'size', 'polymerase', 'recombinant', 'product', 'problem', 'matches', 'possible', 'identify', 'engineered', 'helps', 'another', 'tomatoes', 'Scientists', 'book', 'placing', 'single', 'enzymes', 'knowledge', 'example', 'person's', 'probe', 'include', 'several', 'base', 'producing', 'experiment', 'cell', 'first', 'blood', 'use', 'put', 'nut', 'may', 'factors', 'using', 'experiments', 'structure', 'bonded', 'also', 'isolated', 'discovered', 'may', 'factors', 'using', 'experiments', 'structure', 'bonded', 'also', 'isolated', 'discovered'. In the foreground, a hand holds a blue DNA double helix, and a pair of tweezers holds a red segment of a DNA strand. The background is white.

Engenharia Genética
Biologia sintética
Edição Gênica

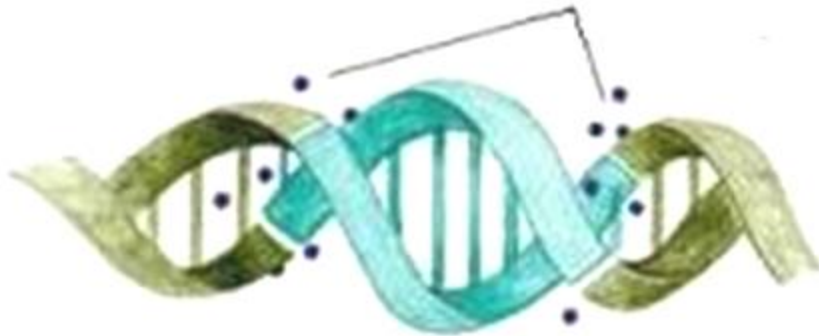
TECNOLOGIA DO DNA RECOMBINANTE: QUEBRANDO AS BARREIRAS ENTRE ESPÉCIES

Gene Bt promove resistência a insetos

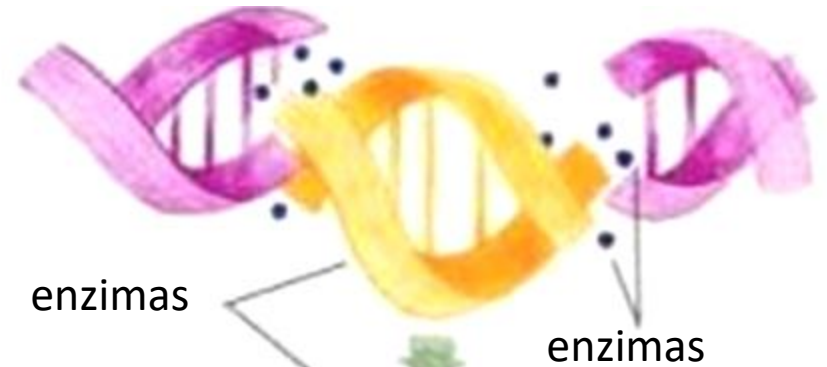
DNA de bactéria



Enzimas são usadas para isolar o gene de interesse



DNA de milho



Gene de interesse





Brazil approves planting of GM sugarcane

Copyright: Ica

JUNE 8, 2017 / 4:56 PM / 2 MONTHS AGO

Empresa brasileira é primeira a obter aval para cana transgênica

Diego Herculano - 29.set.2016/Folhapress



Colheita de cana-de-açúcar

Brazil approves world's first commercial GM sugarcane: developer CTC

Ciência brasileira desenvolve primeira cana editada não-transgênica do mundo

Foto: Hugo Molinari



Suzano e FuturaGene fazem testes em floresta transgênica no Piauí

A FuturaGene, empresa britânica especializada em biotecnologia foi adquirida pela Suzano em 2010.

domingo, 24 de julho de 2011

Engana-se quem acha que a Suzano Papel e Celulose está agindo sozinha em terras piauienses. A empresa entregou para a FuturaGene o seu campo de testes e as fazendas experimentais instaladas no Estado.

A FuturaGene, empresa britânica especializada em biotecnologia foi adquirida pela Suzano em 2010. A FuturaGene já conduziu os testes com florestas de eucaliptos transgênicos no Piauí e agora espera a regulação da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) para vender no mercado.

Fonte: Valor Econômico

Desenvolvendo soluções personalizadas que maximizam o desempenho do seu negócio



Foto: divulgação



Protege seu investimento ajudando a cuidar do meio ambiente

<http://painelflorestal.com.br/noticias/florestas-plantadas/12303/suzano-e-futuragene-fazem-testes-em-floresta-transgenica-no-piaui>

Aumento da deposição de celulose na parede celular

ORGANISMO EDITADO X OGM

**QUEM CONTROLA A LIBERAÇÃO DE
ORGANISMOS GENETICAMENTE
MODIFICADOS?**

**TODO ORGANISMO GENETICAMENTE
MODIFICADO É UM TRANSGÊNICO?**

ELES SÃO SEGUROS?



TRANSGÊNICOS
Geneticamente Modificados

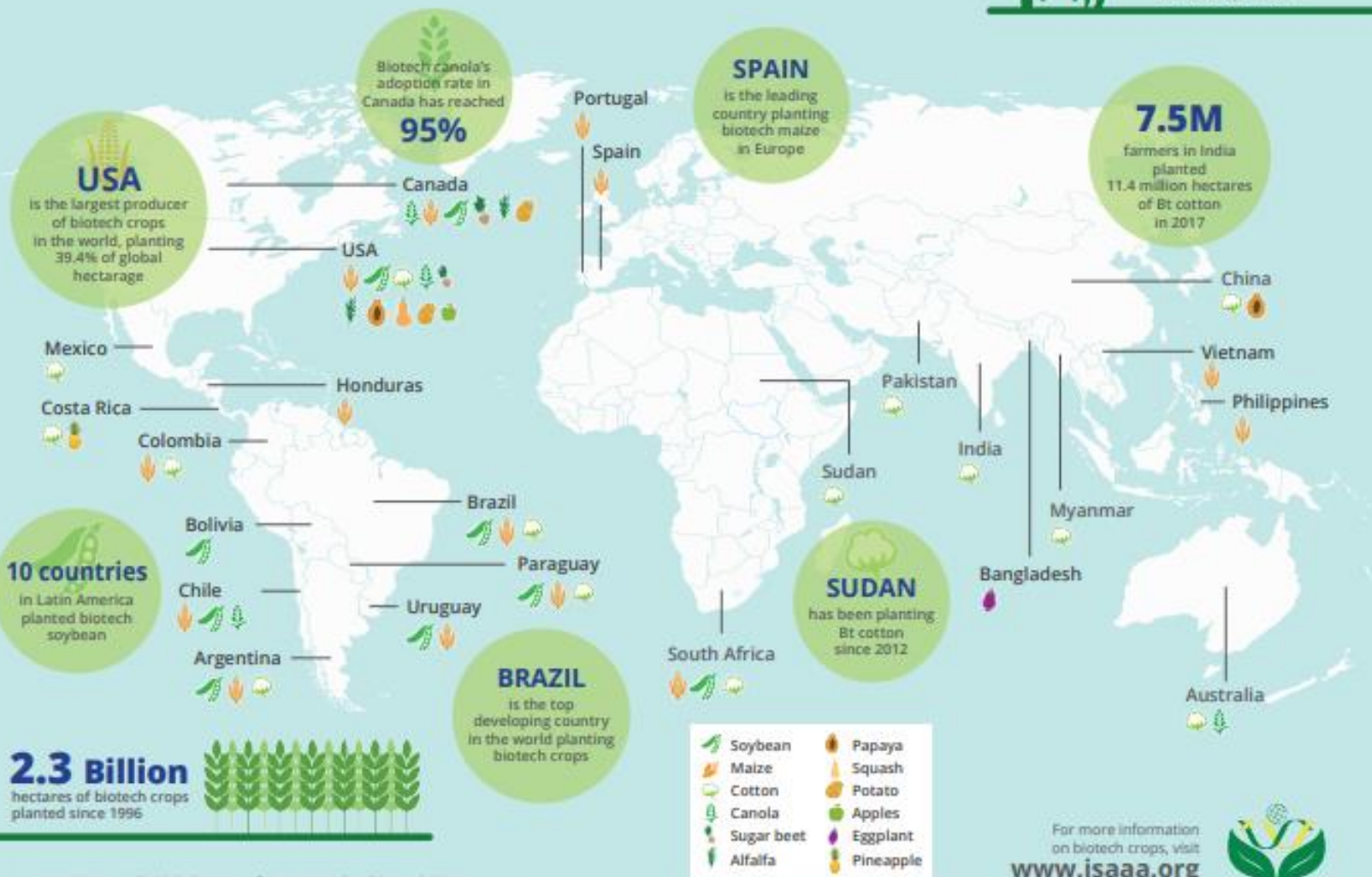
Do you know where biotech crops are grown?

More than 30 countries have planted biotech crops since 1996. See where they were grown in 2017.



17 Million

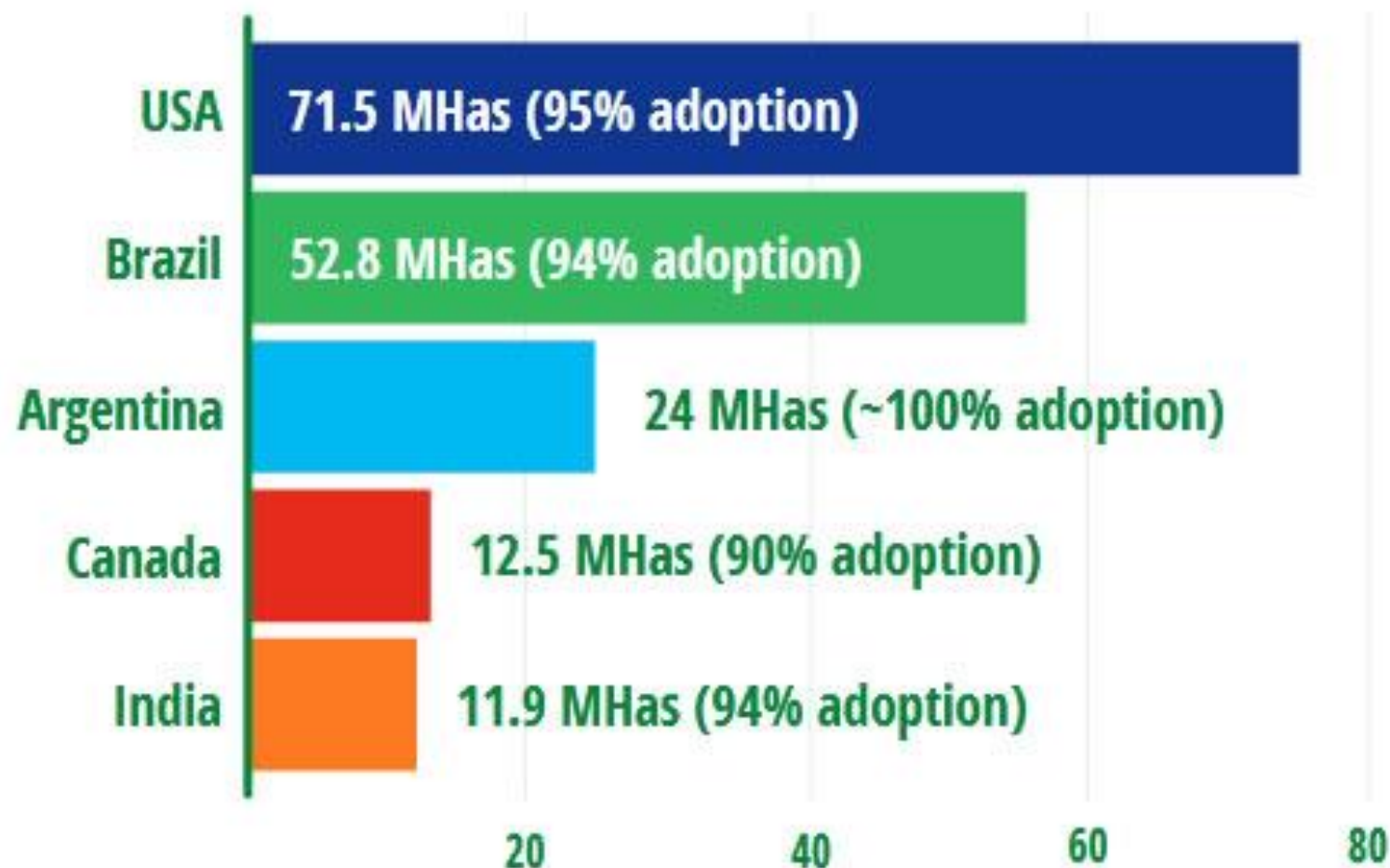
small, resource-poor farmers benefited from biotech crops in 2017



Source: ISAAA. 2017. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2017. ISAAA Brief No. 53. ISAAA: Ithaca, NY.

For more information on biotech crops, visit www.isaaa.org





TOP 5 COUNTRIES THAT PLANTED BIOTECH CROPS IN 2019 (AREA AND ADOPTION RATE)

Source: ISAAA, 2019



BIOTECH SOYBEANS

FIRST COMMERCIAL PLANTING IN 1996

95.9 MILLION HECTARES
TOTAL AREA IN 2018



APPROVED FOR IMPORT IN
18 COUNTRIES

PLANTED BY FARMERS IN
9 COUNTRIES



USA	PARAGUAY	BOLIVIA
BRAZIL	CANADA	SOUTH AFRICA
ARGENTINA	URUGUAY	CHILE

38 APPROVED EVENTS IN
31 COUNTRIES

SOYBEANS ACCOUNT FOR **50%** OF THE WORLD'S
BIOTECH CROP AREA

USA IS THE WORLD'S TOP PRODUCER
OF SOYBEANS

BRAZIL IS THE TOP EXPORTER
OF SOYBEANS IN THE WORLD



78%

OF SOYBEAN GLOBAL
AREA OF 123.5 MILLION
HECTARES IN 2018
IS BIOTECH

For more, download: bit.ly/2018Soybeans



BIOTECH MAIZE

FIRST COMMERCIAL PLANTING IN 1996

58.9 MILLION HECTARES
TOTAL AREA IN 2018



APPROVED FOR IMPORT IN
15 COUNTRIES

PLANTED BY FARMERS IN
14 COUNTRIES

USA	SOUTH AFRICA	VIETNAM
BRAZIL	URUGUAY	HONDURAS
ARGENTINA	PHILIPPINES	CHILE
CANADA	SPAIN	PORTUGAL
PARAGUAY	COLOMBIA	

137 APPROVED EVENTS IN
35 COUNTRIES

MAIZE EVENT **NK603** RECEIVED 61 APPROVALS FROM
28 COUNTRIES



30%

OF MAIZE GLOBAL
AREA OF 197.2 MILLION
HECTARES IN 2018
IS BIOTECH

For more, download: bit.ly/2018Maize



BIOTECH COTTON

FIRST COMMERCIAL PLANTING IN 1996

24.9 MILLION HECTARES
TOTAL AREA IN 2018



APPROVED FOR IMPORT IN
8 COUNTRIES

PLANTED BY FARMERS IN
15 COUNTRIES

USA	CHINA	SUDAN
BRAZIL	PAKISTAN	MEXICO
ARGENTINA	SOUTH AFRICA	COLOMBIA
INDIA	AUSTRALIA	COSTA RICA
PARAGUAY	MYANMAR	ESWATINI

63 APPROVED EVENTS IN
27 COUNTRIES

INDIA IS TOP COTTON PRODUCER
IN THE WORLD



7.5 MILLION FARMERS
AND THEIR FAMILIES
IN INDIA HAVE ENJOYED THE
BENEFITS OF PLANTING BT COTTON



76%

OF COTTON GLOBAL
AREA OF 32.9 MILLION
HECTARES IN 2018
IS BIOTECH

For more, download: bit.ly/2018Cotton



BIOTECH CANOLA

FIRST COMMERCIAL PLANTING IN 1996

10.1 MILLION HECTARES
TOTAL AREA IN 2018



APPROVED FOR IMPORT IN
10 COUNTRIES

PLANTED BY FARMERS IN
4 COUNTRIES

USA CANADA AUSTRALIA CHILE

37 APPROVED EVENTS IN
15 COUNTRIES

95% BIOTECH CANOLA'S
ADOPTION RATE IN CANADA

CANADA PLANTED 8.7 MILLION HECTARES
BIOTECH CANOLA IN 2018

MOST OF BIOTECH CANOLA
PLANTED IN CANADA ARE **HERBICIDE TOLERANT**

CHILE GROWS BIOTECH CANOLA
FOR SEED EXPORT



29%

OF CANOLA GLOBAL
AREA OF 34.7 MILLION
HECTARES IN 2018
IS BIOTECH

For more, download: bit.ly/2018Canola



BIOTECH ALFALFA

FIRST COMMERCIAL PLANTING IN 2006

1.3 MILLION HECTARES
TOTAL AREA IN 2018

APPROVED FOR IMPORT IN
5 COUNTRIES

PLANTED BY FARMERS IN
2 COUNTRIES

USA CANADA

5 APPROVED EVENTS IN
10 COUNTRIES

CANADA PLANTED
HARVXTRA™
ALFALFA

USA PLANTED
RR® & HARVXTRA™
ALFALFA

HARVXTRA™ ALFALFA
WAS FIRST PLANTED IN 2016



HIGH DEMAND FROM FARMERS

- CONTAINS LESS LIGNIN
- HIGHER DIGESTIBILITY
- OFFERS 15-30% YIELD INCREASE

BIOTECH ALFALFA ADOPTION RATES IN THE USA
AND CANADA IS LIKELY TO INCREASE AS MORE AND
MORE FARMERS REALIZE THE BENEFITS OF THE
TECHNOLOGY IN LIVESTOCK PRODUCTION AND FARM
MANAGEMENT.

For more, download: bit.ly/2018Alfalfa



TOP 5 BIOTECH CROPS IN THE WORLD

WWW.ISAAA.ORG

AN ISAAA INFOGRAPHIC BY CLEMENT D'ONGLAY

SOURCES: ISAAA Brief 54 (bit.ly/1SAAABrief54)
ISAAA GM Approval Databases (bit.ly/GMApprovalDatabase)
ISAAA Pocket K No. 3 (bit.ly/PKNo3)

NOTE: In these ISAAA resources, the European Union (EU = 28 countries) is counted as one (1) country.

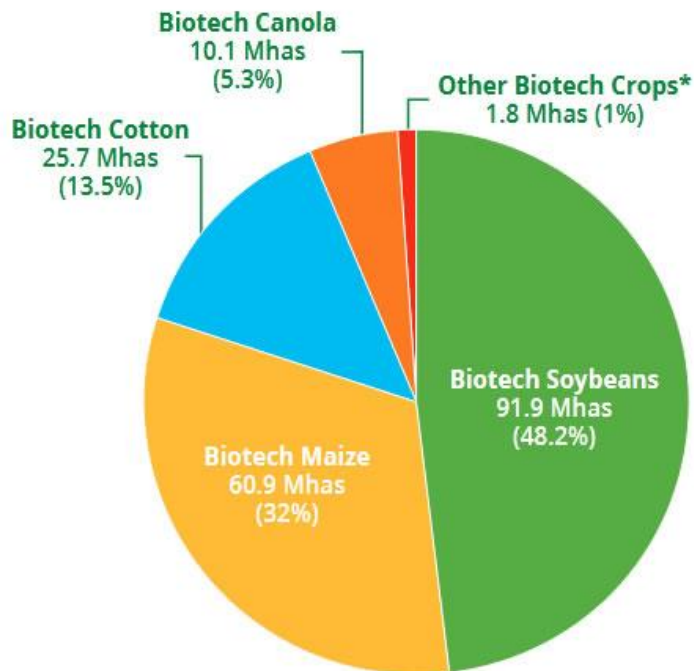
www.facebook.com/isaaa.org/

www.instagram.com/isaaa_org/

www.twitter.com/isaaa_org

JUNE 2020

OGMs CULTIVADOS NO BRASIL?



** Biotech sugar beets, potatoes, apples, squash, papaya, and brinjal/eggplant.*

BIOTECH CROPS IN 2019 (AREA AND ADOPTION RATE)

Source: ISAAA, 2019

De 2003 a 2022, o Brasil aprovou 57 eventos de OGMs, incluindo 33 eventos para milho, 12 para algodão, 10 para soja, 1 para feijão e 1 para eucalipto.

Em 2017 aprovado para a cultura de cana-de-açúcar.
Em 2021 temos uma cana-de-açúcar editada!

Eventos principais

A maioria dos OGMs plantados hoje no mundo são para resistência a insetos e herbicidas.

No Brasil não é diferente.

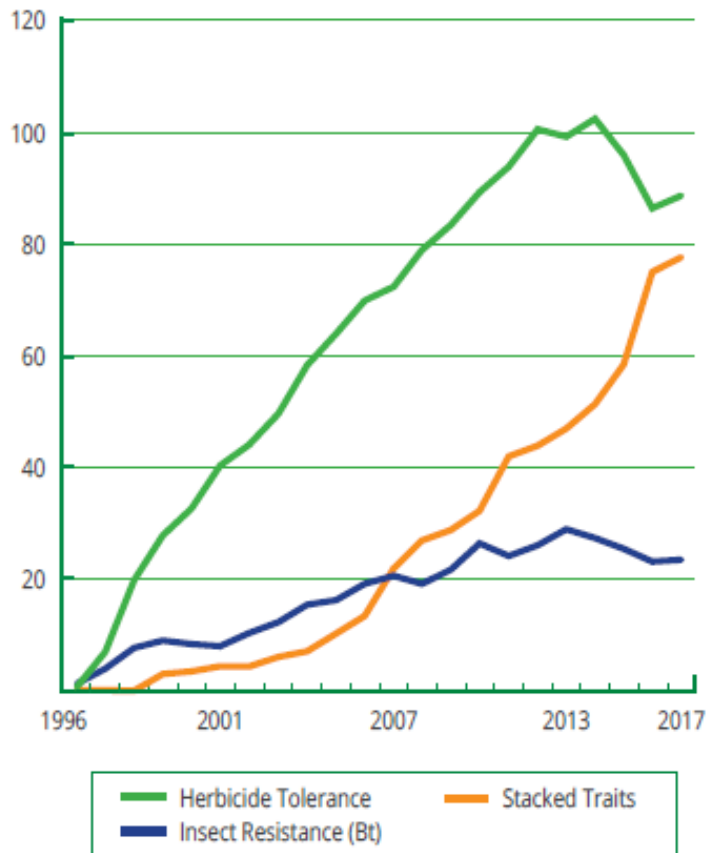


Figure 18. Global Area of Biotech Crops, 1996 to 2017: by Trait (Million Hectares)

Source: ISAAA, 2017

CONTRIBUTION OF BIOTECH CROPS TO SUSTAINABILITY



CONTRIBUTES TO THE ALLEVIATION OF POVERTY AND HUNGER

better livelihoods from higher yields

~18 million farmers in 28 countries planted biotech crops in 2015



90%

small, resource-poor farmers from developing countries

biotech crops help farmers earn reasonable incomes

biotech cotton has made significant contributions to the incomes of ~16.5 MILLION farmers and their families in CHINA, INDIA, PAKISTAN, MYANMAR, BURKINA FASO, & SOUTH AFRICA



SERÁ????

SOURCES:

Brooker, Godwin and Peter Verheul, 2014

Journal, Oct. 2015, 20th Anniversary (1996 to 2015) of the Global Commercialization of Biotech Crops and Biotech Crop Highlights in 2015. ISAAA Brief No. 51, ISAAA, Ithaca, New York

For more information, visit ISAAA website

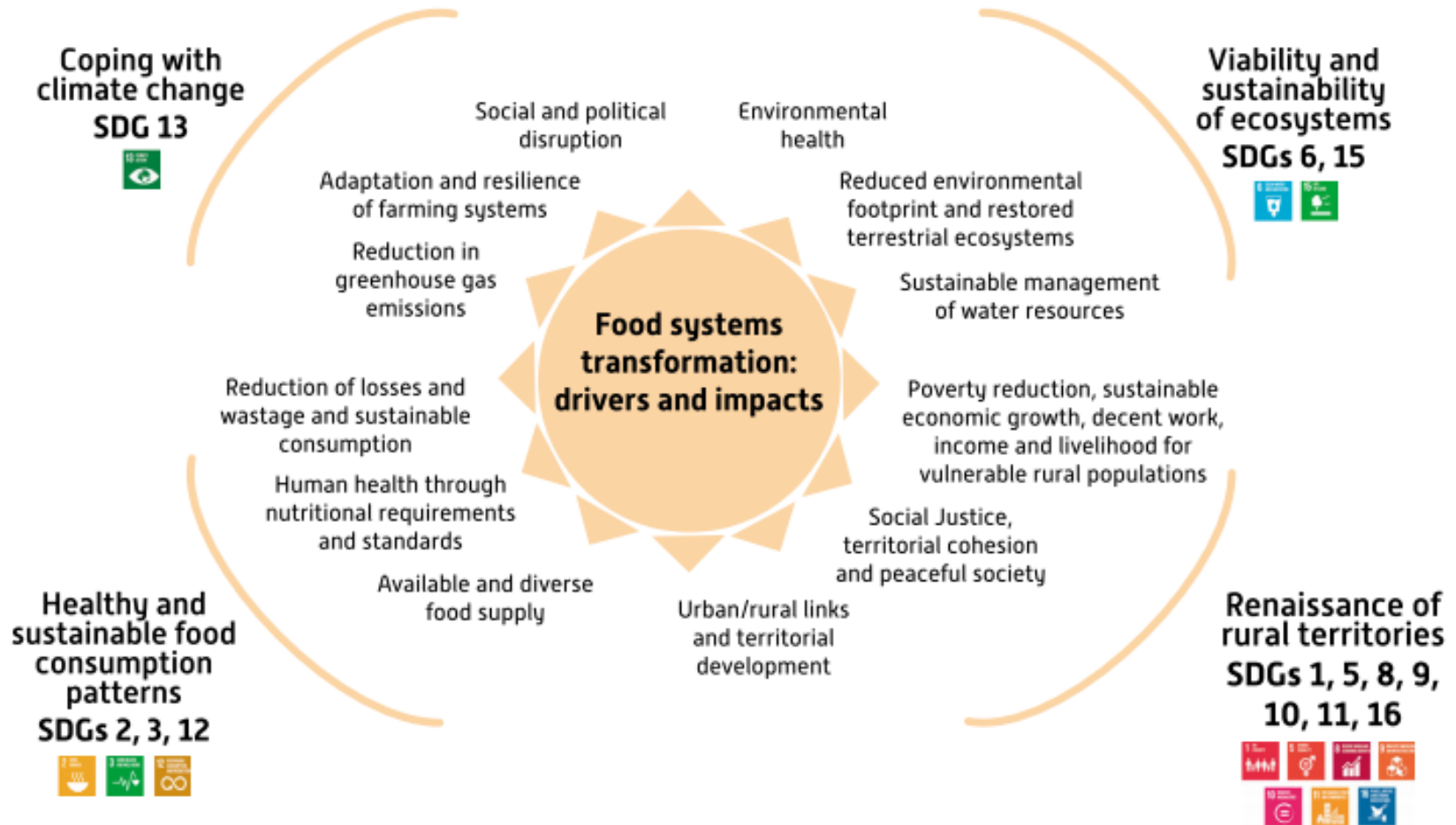
www.isaaa.org





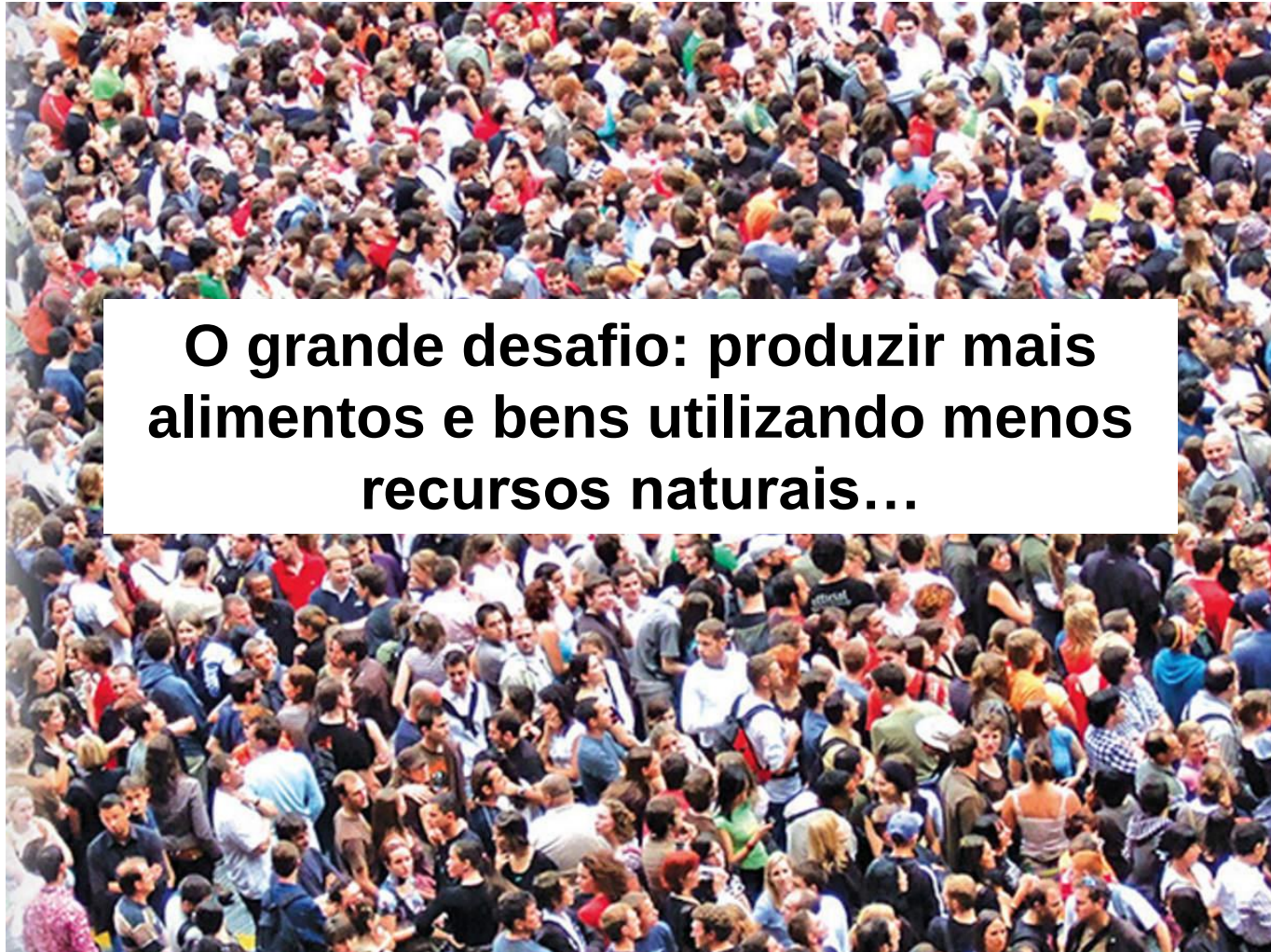
SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS





Agronomy for Sustainable Development (2018) 38: 41
<https://doi.org/10.1007/s13593-018-0519-1>

2020 – 7,8 bilhões de pessoas para serem alimentadas e consumindo
2030 – 8,3 bilhões de pessoas



**O grande desafio: produzir mais
alimentos e bens utilizando menos
recursos naturais...**

ÁGUA VIRTUAL

Para produzir 1 L



300 L



1000 L

Durante o século 20 – a população cresceu 3X

O consumo de água cresceu 6X

(UNESCO WWAP)

A nossa biocapacidade está reduzindo dia após dia...

A Biotecnologia pode ser uma boa ferramenta para resolver alguns problemas?

<http://www.abbi.org.br/pt/noticia/decisao-da-ctnbio-sobre-tecnicas-inovadoras-de-melhoramento-de-precisao-e-um-marco-para-biotecnologia-industrial-brasileira/>

[Início](#) > [Notícias](#) > Decisão da CTNBio sobre organismo produzido por Técnica Inovadora de Melhoramento de Precisão é um marco para a biotecnologia industrial br

8 DE JUNHO DE 2018

Decisão da CTNBio sobre organismo produzido por Técnica Inovadora de Melhoramento de Precisão é um marco para a biotecnologia industrial brasileira

CRISPR permite acelerar o processo de produção de OGMs

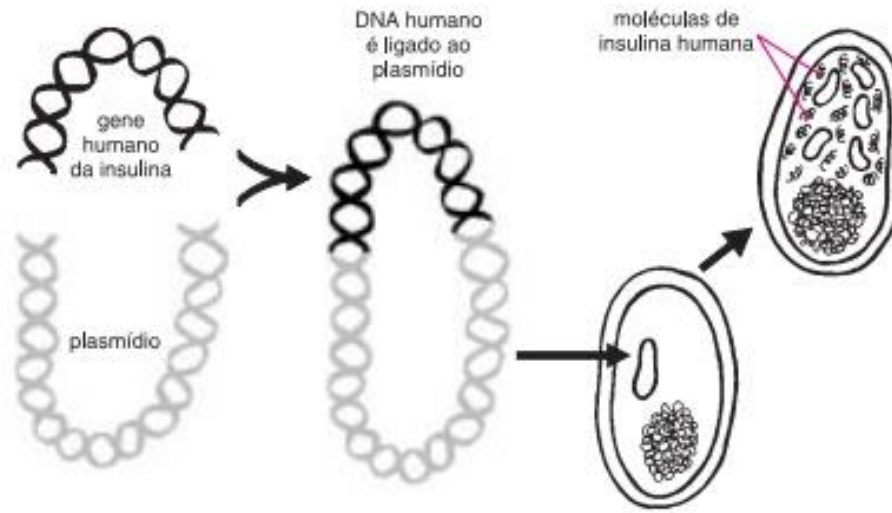


<http://plantproject.com.br/novo/2019/02/agribusiness-13-crispr-a-sigla-do-futuro-do-agro/>

TUDO VEM DA PESQUISA BÁSICA?



O PRIMEIRO TRANSGÊNICO!!!



Um dos primeiros produtos derivados de um organismo transgênico chegou ao mercado em 1982. Era insulina, produzida por uma bactéria geneticamente modificada com um gene humano. Até então, a insulina injetada por diabéticos tinha de ser extraída de bois e porcos, por ser parecida com a humana, mas não idêntica, o que causava reações alérgicas. A insulina recombinante acabou com o problema, pois é exatamente igual à humana.

Eucarioto x Procarioto?

GIVEQCCASVCSLYQLENYCN

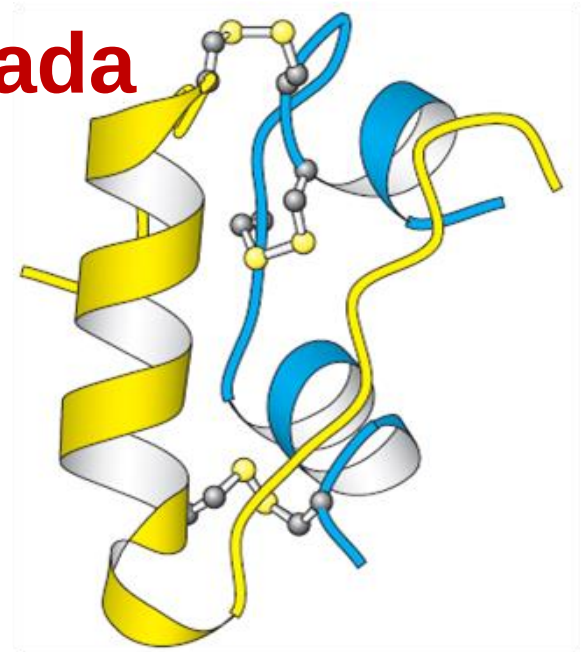
A chain (21 amino acids)

FVNQHLCGSHLVEALYLVCGERGFFYTPKA

B chain (30 amino acids)

(X)

Primeira proteína sequenciada



The Free Amino Groups of Insulin

By F. SANGER (Beit Memorial Fellow), *Biochemical Laboratory, Cambridge*

(Received 31 August 1945)

Biochemical Journal

The Terminal Peptides of Insulin

By F. SANGER (Beit Memorial Fellow)
Biochemical Laboratory, University of Cambridge

(Received 1 June 1949)

Vol. 53

The

1. THE IDE

**Hoje você identifica MILHARES
DE proteína e “por sorte”
consegue definir a função!!!!**

in
ATES

The Amino-acid Sequence in the Phenylalanyl Chain of Insulin

1. THE IDENTIFICATION OF LOWER PEPTIDES FROM PARTIAL HYDROLYSATES

By F. SANGER (Beit Memorial Fellow) AND H. TUPPY*
Biochemical Laboratory, University of Cambridge

(Received 17 January 1951)

The Amino-acid Sequence in the Phenylalanyl Chain of Insulin

2. THE INVESTIGATION OF PEPTIDES FROM ENZYMIC HYDROLYSATES

By F. SANGER (Beit Memorial Fellow) AND H. TUPPY*
Biochemical Laboratory, University of Cambridge

(Received 17 January 1951)



<http://profissaobiotec.com.br/primeira-planta-transgenica-contendo-tecnologia-rnai-com-atividade-inseticida-e-aprovada-nos-eua/>

Interfere na regulação da expressão gênica de patógeno

Ultrastructural Changes Caused by Snf7 RNAi in Larval Enterocytes of Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte)

Juraj Koči¹, Parthasarathy Ramaseshadri², Renata Bolognesi², Gerrit Segers², Ronald Flannagan², Yoonseong Park^{1*}

¹ Department of Entomology, Kansas State University, Manhattan, Kansas, United States of America, ² Department of Biotechnology, Monsanto Company, Chesterfield, Missouri, United States of America

JOURNAL ARTICLE

Knockdown of *calreticulin*, *laccase*, and *Snf7* Genes Through RNAi Is Not Effective to Control the Asian Citrus Psyllid (Hemiptera: Lividae)

[Get access >](#)

Jéssika Angelotti-Mendonça, Meire M Bassan, João Paulo R Marques, Pedro T Yamamoto, Antonio Figueira, Sônia Maria De S Piedade, Francisco A A Mourão Filho ✉

Journal of Economic Entomology, Volume 113, Issue 6, December 2020, Pages 2931–2940,
<https://doi.org/10.1093/jee/toaa240>

Published: 28 October 2020 **Article history** ▼

FOMENTO

Aprendizado em edição de genoma

Instituto Agronômico vai utilizar "tesoura genética" para solucionar problemas nas culturas de cana, café e citros



Fabício Marques

Edição 305
jul. 2021

Atualizado em
7 jul 2021

Agronomia

Genética

Uma rede de pesquisadores sediada no Instituto Agronômico (IAC) vai utilizar técnicas de edição de genoma para buscar ampliar a qualidade e a produtividade de três culturas agrícolas de grande importância econômica: o café, a cana-de-açúcar e os citros. O esforço de pesquisa tem focos específicos, como o desenvolvimento de café com baixíssimo teor de cafeína, de laranjais resistentes a uma doença conhecida como HLB ou greening e de variedades de cana aprimoradas. Esses alvos são um pretexto para alcançar um objetivo mais ambicioso. A intenção é criar na comunidade de pesquisa em agronomia do Brasil uma expertise no uso da ferramenta CRISPR-Cas9, sigla de repetições palindrômicas curtas agrupadas e regularmente interespaçadas (ver Pesquisa FAPESP nº 288). O método funciona como uma espécie de tesoura e permite remover ou adicionar com precisão trechos do DNA de seres humanos, animais, plantas ou microrganismos. Seu potencial para criar tratamentos de doenças genéticas foi reconhecido com o Prêmio Nobel de Química de 2020, concedido às pesquisadoras Emmanuelle Charpentier, francesa, e Jennifer Doudna, norte-americana.

A HISTÓRIA DO *ROUNDUP READY*

Glifosato (*Glyphosate*) é um herbicida de amplo espectro

- Ingrediente ativo do herbicida *Roundup*;
 - Mata todas as plantas com que entra em contato;
 - Inibe uma enzima chave (**EPSP synthase**) no metabolismo de aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina, triptofano).
-
- Planta morre porque faltam aminoácidos
-
- Um gene que produz uma enzima resistente (**EPSP synthase**) ao glifosato permite que as culturas sobrevivam mesmo quando pulverizadas

Plantas sensíveis ao Roundup



Ácido chiquimico + fosfoenolpiruvato

+ glifosato

Planta
EPSP synthase

Ácido 3-Enolpiruvil chiquímico -5-fosfato
(EPSP)

Sem aminoácidos,
planta morre



Aminácidos
aromáticos

Plantas resistentes ao Roundup

Ácido chiquimico + fosfoenolpiruvato

+ Glifosato

Bacteria
EPSP synthase

RoundUp não tem efeito;
Enzima é resistente ao herbicida

Ácido 3-Enolpiruvil chiquímico -5-fosfato
(EPSP)

Com aminoácidos.
planta vive



Aminácidos
aromáticos

Flavr Savr (Calgene)

✓ O tomate Flavr Savr, foi desenvolvido pela Calgene, uma companhia de biotecnologia com base em Davis, na Califórnia. Vários anos se passaram até que o FDA aprovasse o transgênico. O FDA não exige aprovação, no entanto a Calgene submeteu voluntariamente o Flavr Savr para aprovação em 1989. Em 1994, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos aprovou que este não apresentava risco ao ambiente.

Flavr Savr (Calgene)

Tomate geneticamente modificado



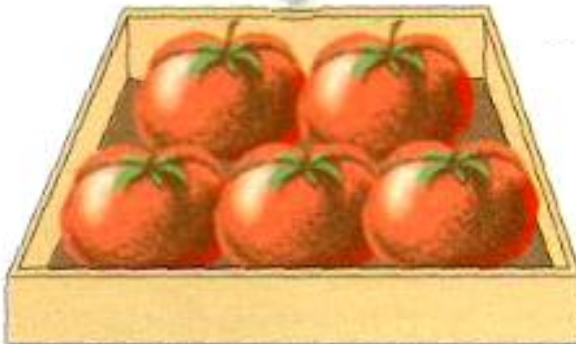
O tomate GM amadurece na planta, ficando com mais sabor. Mantém-se firme após a colheita.



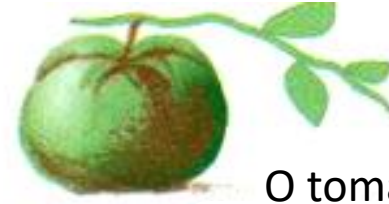
O tomate tradicional é vaporizado com etileno para induzir a maturação.



SUPERMERCADO



Tomate tradicional



O tomate tradicional tem de ser colhido verde, para não ser esmagado durante o transporte.



Flavr Savr

Gene que amolece o
tomate (poligalacturonase)

DNA

Gene Flavr Savr



RNA mensageiro



RNA inativado



Flavr Savr

vs

Roundup Ready



ESTUDO DIRIGIDO

1. O que é genética molecular e biotecnologia;
2. Importância e aplicação da genética molecular na agricultura;
3. Diferença entre organismo geneticamente modificado (OGM) e transgênico;

Leitura recomendada (no e-disciplinas)

ISAAA – site <https://www.isaaa.org/>

FAO and the 17 Sustainable Development Goals

Agronomy for Sustainable Development (2018)

OGM – Floresta

OGM – Agronomia

Edição Genica



QUESTIONÁRIO

1. Sobre **seu ponto** de vista, discuta o papel e atuação contemporânea da biotecnologia aplicada aos sistemas agrícolas e o papel e atuação da mesma visando a sustentabilidade.
2. Escolha um dos organismos: cana-de-açúcar transgênica (CTC), cana-de-açúcar editado (CTC), eucalipto transgênico (Futuragene), OU QUALQUER OUTRO DE SEU INTERESSE!!! Busque informação sobre o método de transformação, gene manipulado e a característica obtida. Adicione as fontes (referências bibliográficas) que você utilizou!

DATA DE ENTREGA 16/08