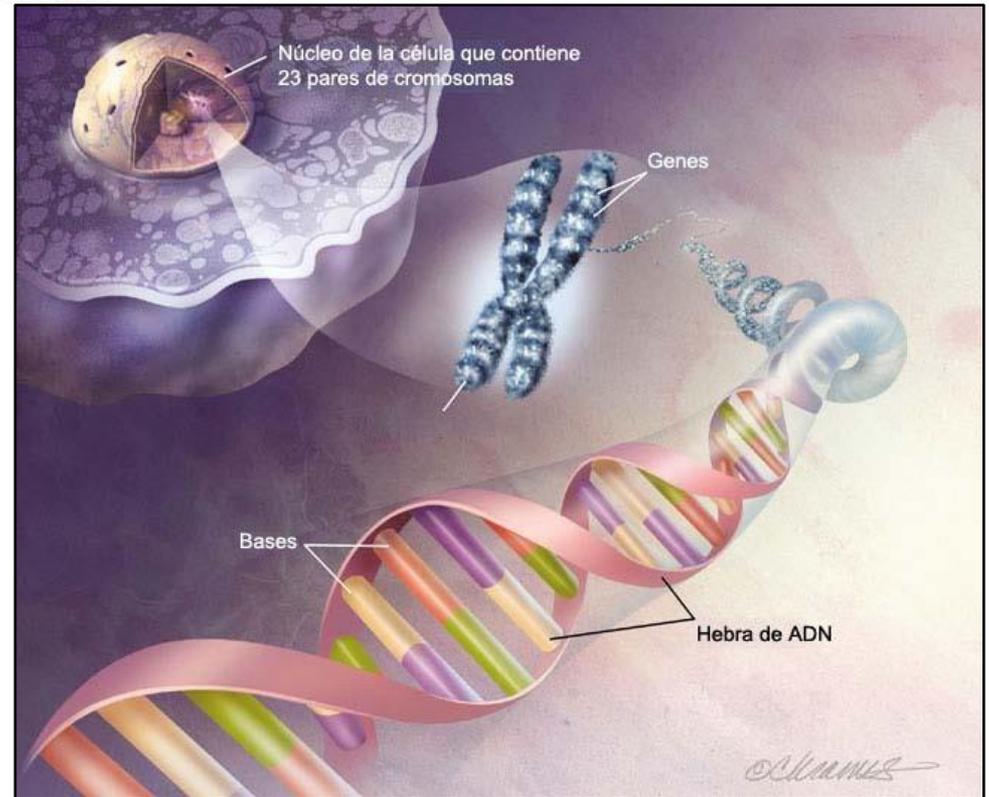
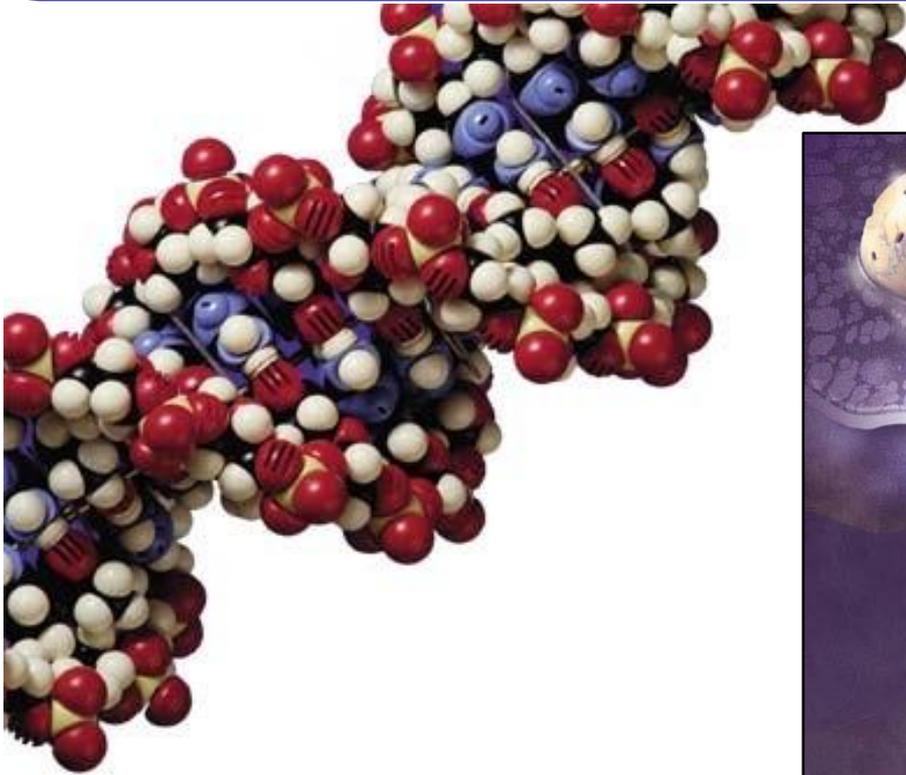


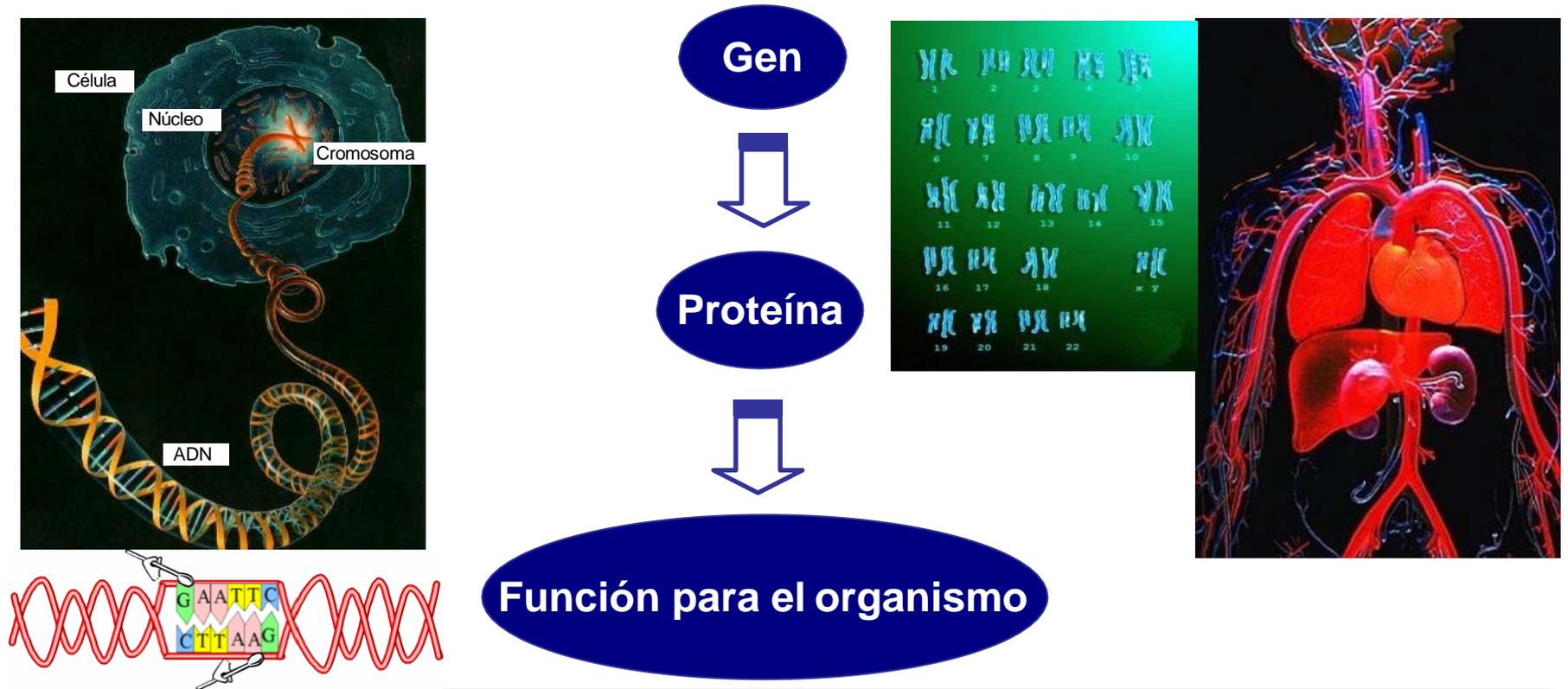
# **Biotecnología: aplicaciones de la genética molecular**

C. E. Luis Vives

La Biotecnología está presente en la Medicina y en la Salud animal, ya que participa en el diagnóstico y en el tratamiento de enfermedades....



A partir del descubrimiento del ADN se desarrollaron un conjunto de técnicas de **Biología Molecular** que han permitido descubrir genes, determinar su función en el organismo ....

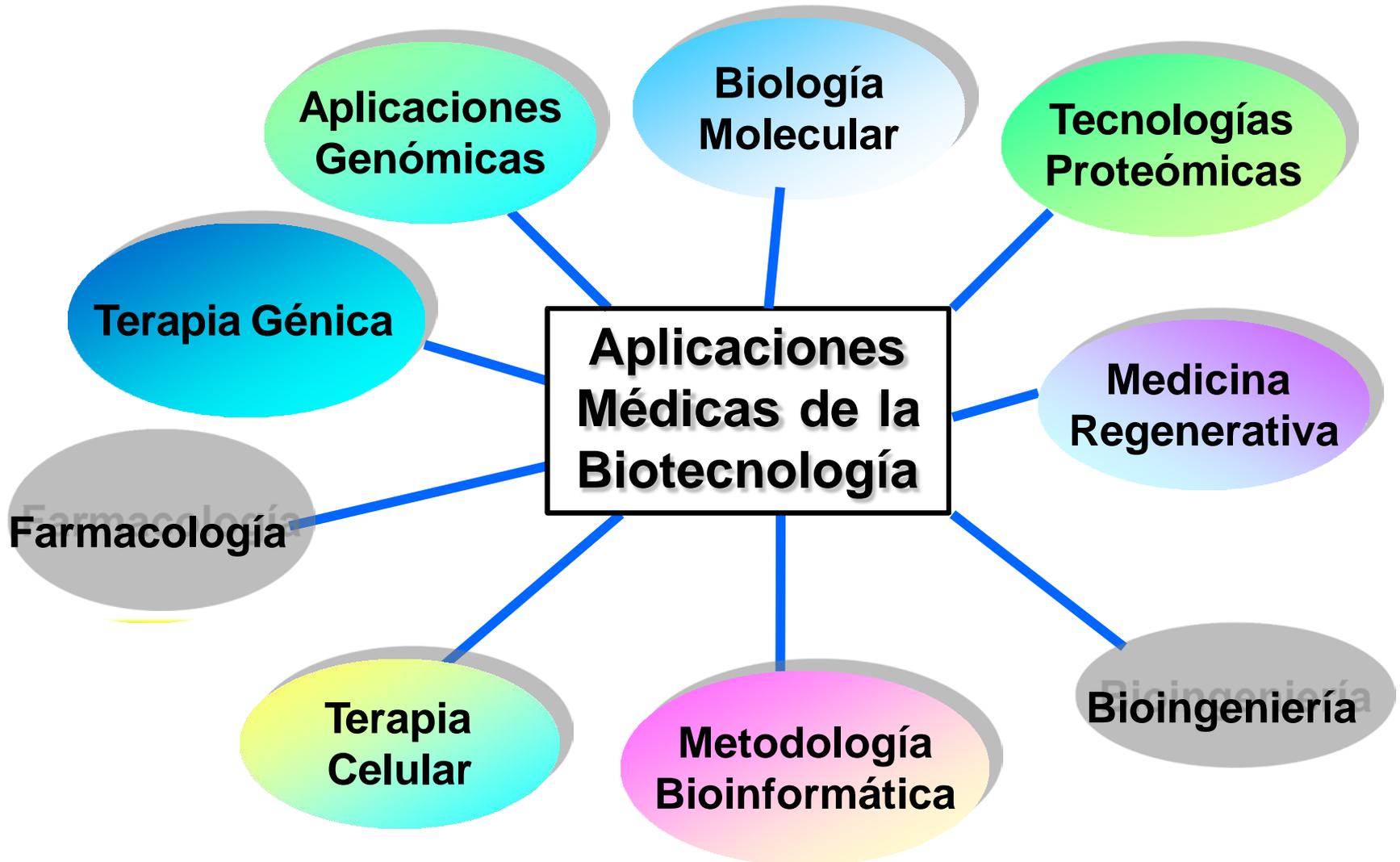


.... y estudiar su participación en el desarrollo de enfermedades

Existen miles de genes relacionados con el desarrollo de enfermedades



Con el objetivo de estudiar y erradicar las enfermedades, la Biotecnología ha desarrollado en las últimas décadas una serie de aplicaciones médicas...



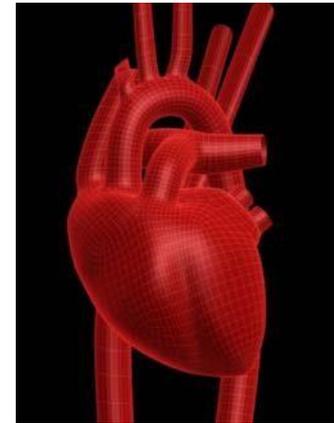
... para el **diagnóstico**, **tratamiento** y **prevención** de las enfermedades que afectan a millones de personas en el mundo, así como enfermedades que afectan a una parte pequeña de la población y para las que no existe todavía tratamiento.



**CANCER**



**ENFERMEDADES  
NEURODEGENERATIVAS**  
(Alzheimer, Parkinson...)

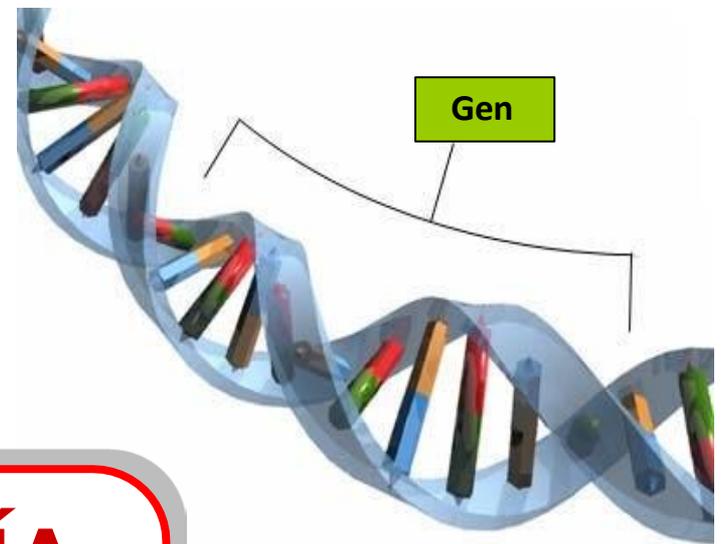


**ENFERMEDADES  
CARDIOVASCULARES**

**ENFERMEDADES  
INFECCIOSAS**

**ENFERMEDADES  
RARAS**

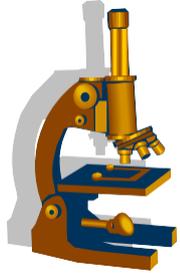
**OTRAS  
ENFERMEDADES**



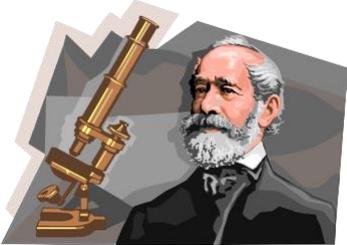
# LA BIOTECNOLOGÍA EN EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES



## Empecemos con un poco de Historia: ¿sabes quiénes son los Padres de la Biotecnología sanitaria?



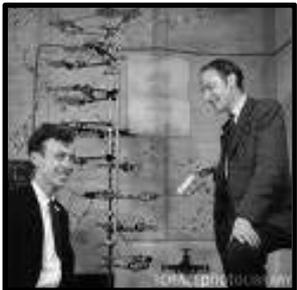
La invención del **microscopio** permitió a los científicos observar bacterias, microorganismos, células, virus y sus estructuras internas y así comenzó un camino que ha ido penetrando en los secretos más profundos de la vida.



**Louis Pasteur** sentó las bases de la Microbiología al desarrollar la pasteurización para eliminar los microorganismos de alimentos y esterilizar los materiales.



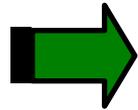
**Gregor Mendel** es considerado el padre de la Genética gracias al desarrollo de los principios de la herencia.



**James Watson** y **Francis Crick** abrieron las puertas al estudio de la molécula de la vida al descubrir la estructura de doble hélice del ADN y dar lugar a la **Biología Molecular**.

Las nuevas técnicas de Genómica, Proteómica y Bioinformática permiten detectar la presencia de un gen o una proteína responsable de una patología ...

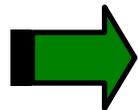
## GENÓMICA



Estudia los genes que conforman el ser humano: su secuencia, función y participación en el desarrollo de enfermedades

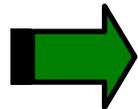
**El Genoma Humano contiene entre 30.000 y 50.000 genes**

## PROTEÓMICA

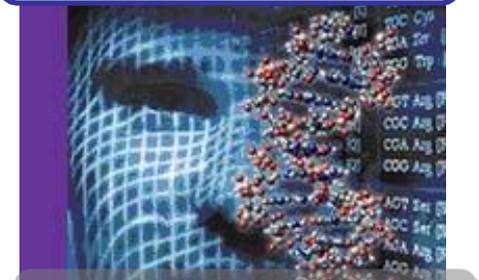


Estudia las proteínas que conforman el ser humano: su secuencia, estructura, función y participación en el desarrollo de enfermedades

## BIOINFORMÁTICA

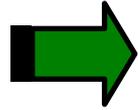


Hace uso de bases de datos y procesos algorítmicos para evaluaciones a gran velocidad como herramienta para estudiar enfermedades



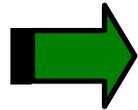
También son útiles las técnicas de Metabolómica y Transcriptómica para el diagnóstico, el tratamiento e incluso la prevención de enfermedades.

## METABOLÓMICA

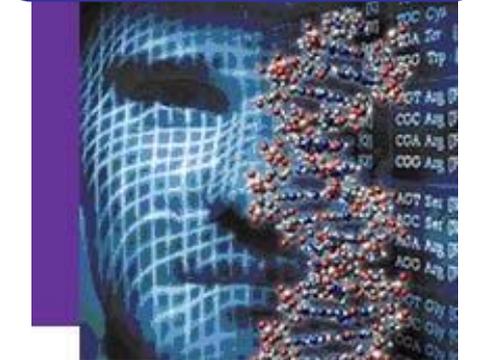


Estudia los procesos químicos que involucran metabolitos. Un metabolito es cualquier molécula utilizada o producida por el metabolismo.

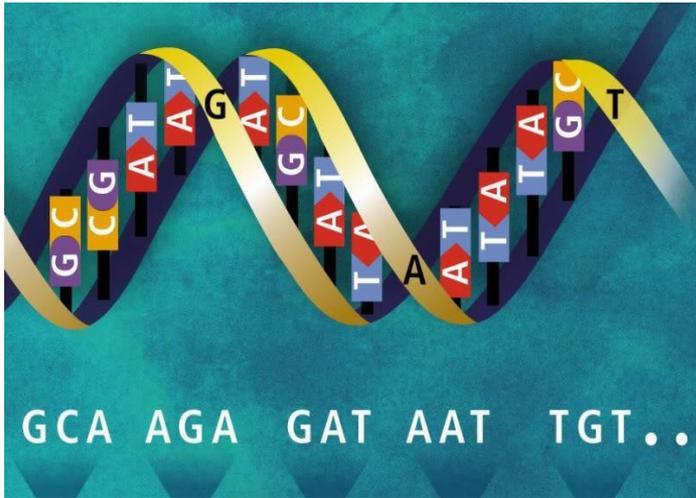
## TRANSCRIPTÓMICA



Estudia el conjunto de ARN (ARNm, ARNt, ARNr, ARNi, etc.) que existe en una célula, tejido u órgano.



# PROYECTO GENOMA HUMANO



## OBJETIVOS:

- Localizar y secuenciar todos los genes que constituyen el genoma de los humanos.
- Determinar la función de estos genes: obtener acceso a las proteínas que esos genes producen.

## ALCANCES:

- Secuencia de nucleótidos.
- Mapa genómico.

## SECTORES INVOLUCRADOS

**Sector Privado**  
(Celera Genomics)

### Objetivo:

Explotar comercialmente los resultados

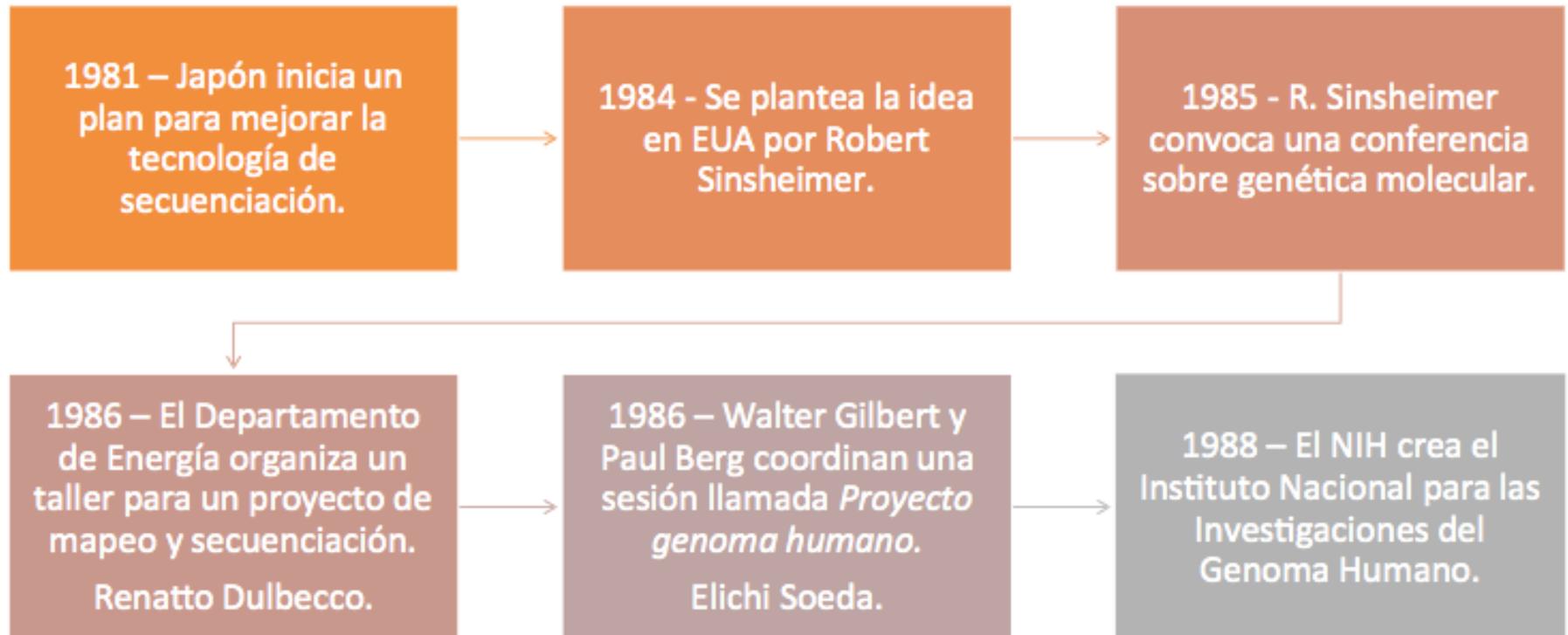
**Sector Público**

### Objetivo:

Desarrollar métodos más eficaces para el tratamiento y prevención de enfermedades genéticas

# PROYECTO GENOMA HUMANO

## LINEA DEL TIEMPO DEL PGH



# PROYECTO GENOMA HUMANO

## LINEA DEL TIEMPO DEL PGH



# ALCANCES Y ESTADO ACTUAL

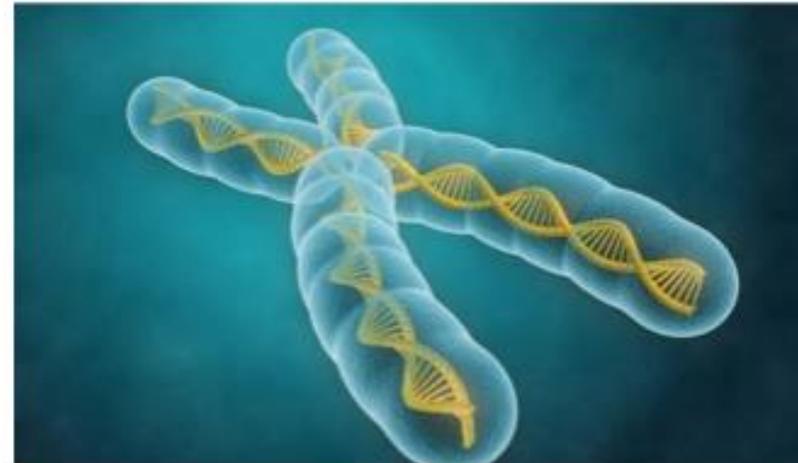
## RESULTADOS

- Se obtuvo la secuencia completa de los 3,200 millones de nucleótidos o letras (A, G, T, C) que lo componen.
- El mapa que ubica a los cerca de 30,000 genes.
- Análisis de cerca de 1,400 genes causantes de enfermedades.
- Se demostró que los seres humanos compartimos 99.9% de esta secuencia.
- Se han identificado más de 3.2 millones de variaciones.

INMEGEN (2004). Genoma Humano. Recuperado de <http://www.inmegen.gob.mx>

## GENÓMICA COMPARATIVA

Entender cómo las especies han evolucionado y cuál es la función de los genes y las regiones no codificantes del genoma.



<https://www.youtube.com/watch?v=AhsIF-cmoQQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=qOW5e4BgEa4>

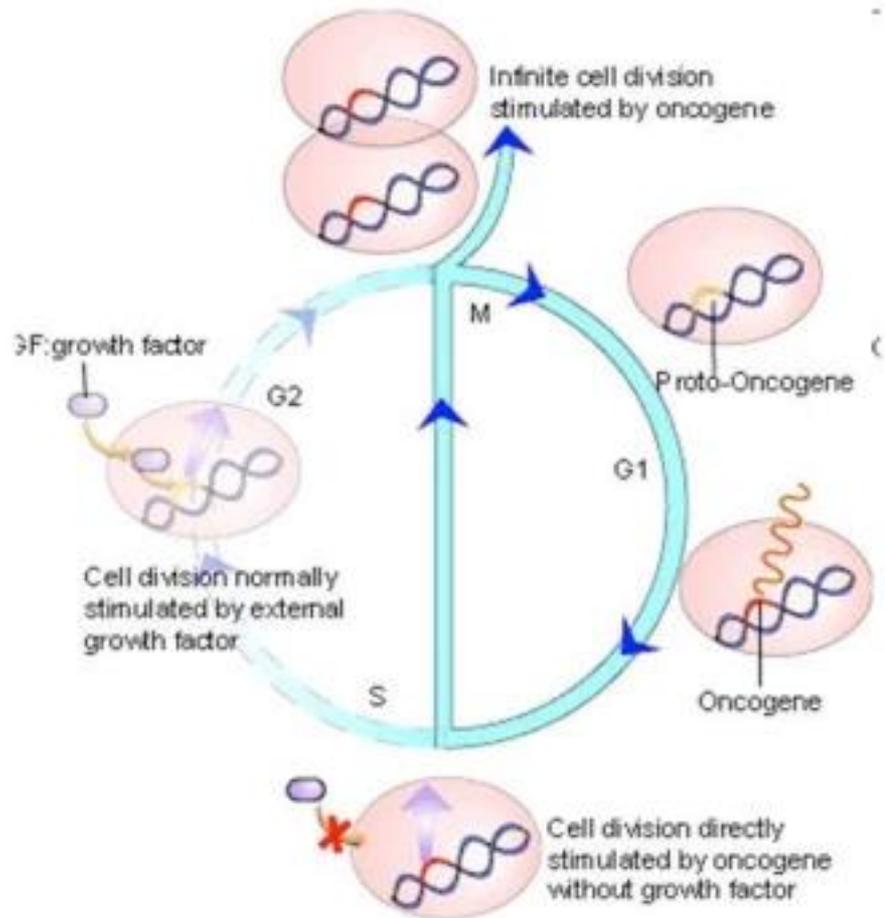
## PGH: Aplicaciones

### A) Prevención de enfermedades mediante el estudio de las mutaciones que las producen

1. Enfermedades monogénicas: hipercolesterolemia
2. Enfermedades que dependen de varios genes: alzhéimer, diabetes y **cáncer**
  - Proto-oncogenes: genes que regulan los ciclos celulares
  - Genes supresores de tumores, que regulan la multiplicación celular

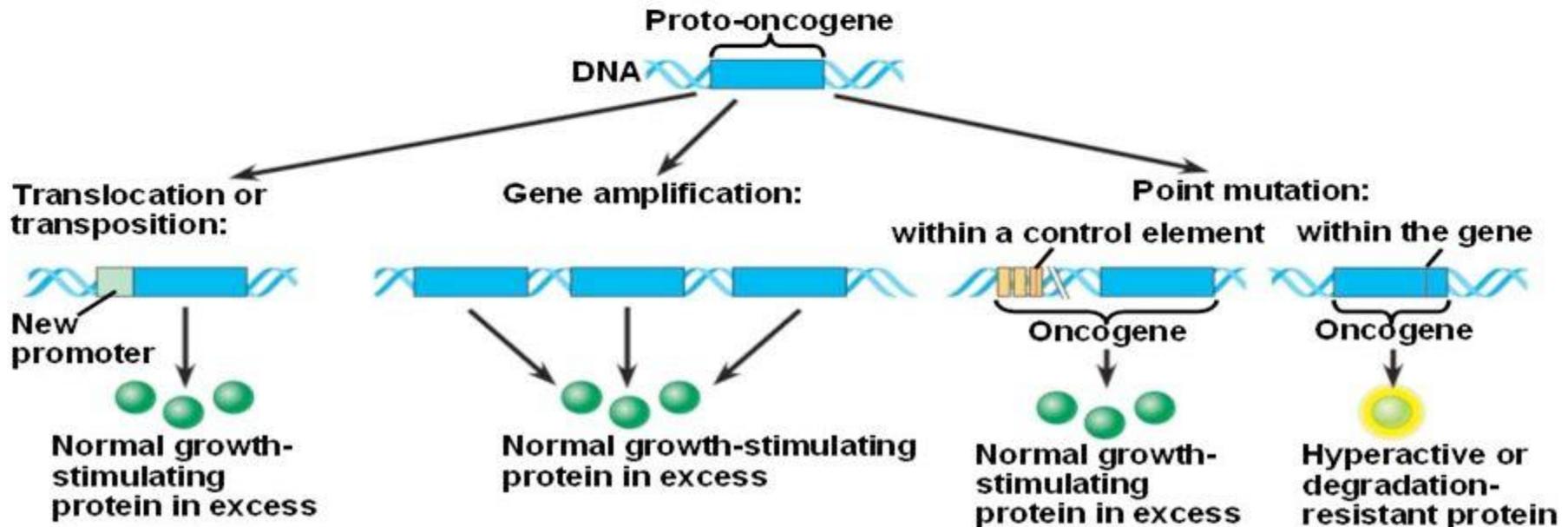
# Protooncogenes

- En general, estimulan el crecimiento y división celular
- En cáncer, sufren mutaciones de ganancia de función
- A un protooncogen mutado se le llama ONCOGEN

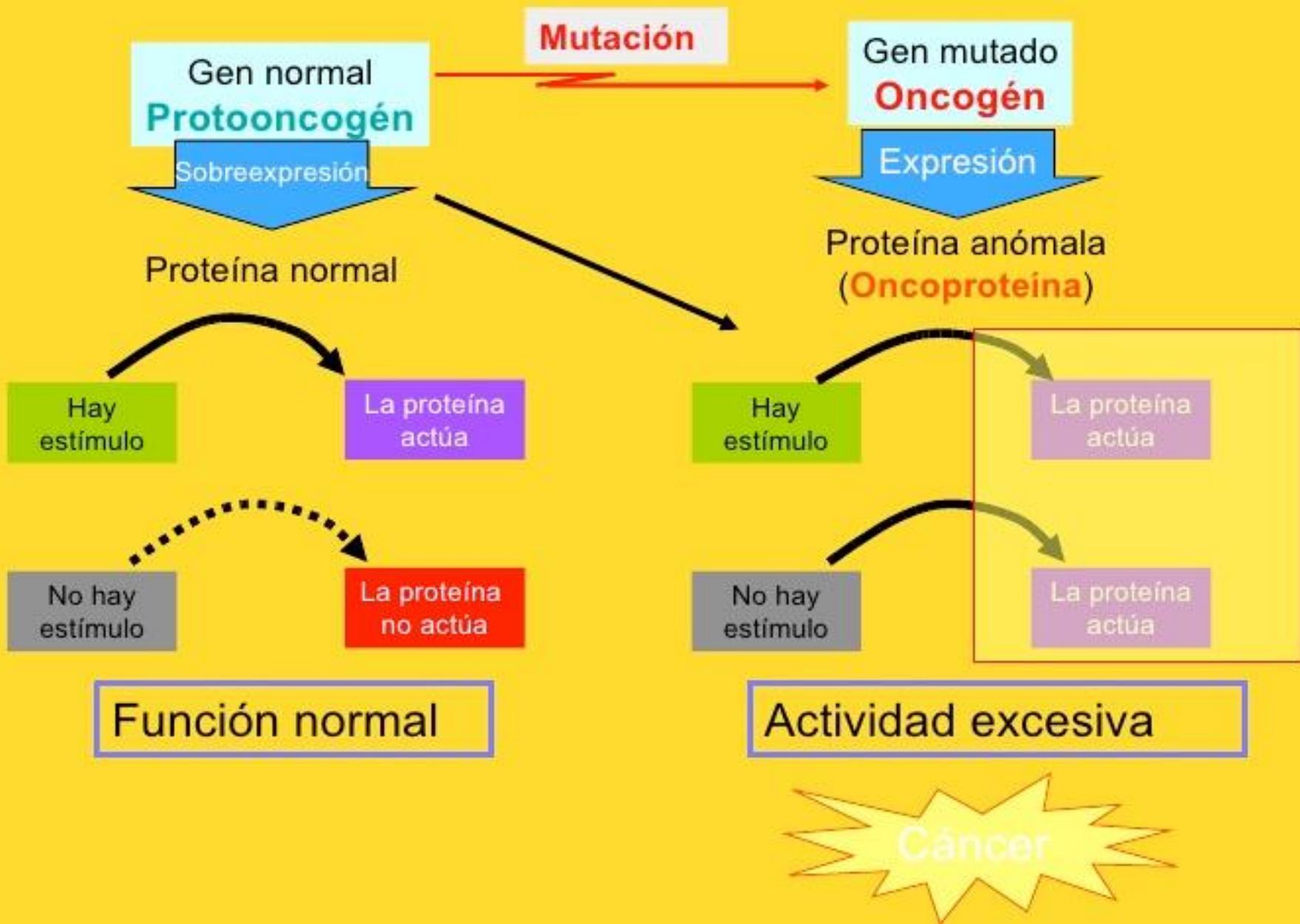


# PROTO-ONCOGENES

- Los proto-oncogenes son genes que codifican proteínas con funciones biológicas fisiológicas.
- Un proto-oncogen alterado se llama ONCOGEN, el cual cumple la misma función del proto-oncogen pero en cantidades aumentadas.



# Oncogén



# GENES SUPRESORES DE TUMORES

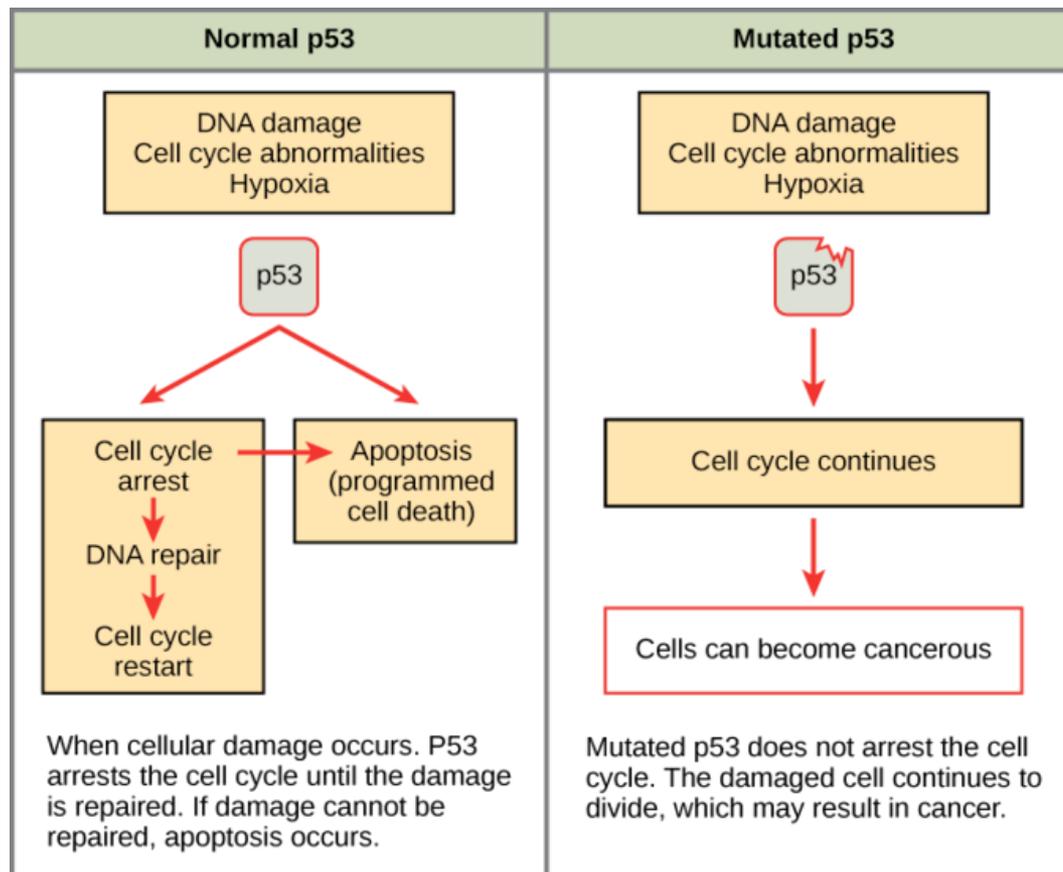
Un **gen supresor de tumores** es un gen que reduce la probabilidad de que una célula en un organismo multicelular se transforme en una célula cancerígena.

Los genes supresores de tumores encuentran en las células normales y generalmente inhiben la proliferación celular excesiva. Una mutación o una deleción de un gen supresor tumoral, aumentará la probabilidad de que se produzca un tumor, al perder su función.

De esa manera, un gen supresor tumoral alterado es similar a un oncogén.

# GENES SUPRESORES DE TUMORES

- Los genes supresores de tumores ejercen un control negativo sobre la proliferación de células normales, ya sea porque detienen la progresión del ciclo celular o porque activan vías que posibilitan la muerte celular programada. Por ello, su mal funcionamiento se relaciona con el cáncer



# PGH: Aplicaciones

## B) Terapia Génica

Transferencia de **material genético** a células o tejidos para **prevenir** o **curar** una enfermedad.

### ENFERMEDADES HOMOCIGOTAS

Hereditarias. Defectos en un solo gen. Fácilmente identificable a reemplazar o modificar. Enfermedades monogénicas.

- *Distrofia muscular*
- *Hemofilia A o B*
- *Fibrosis cística*

### ENFERMEDADES POLIGENICAS

No hereditarias. Más de un gen afectado. Más difíciles de tratar, se necesitan estudios previos para seleccionar el gen.

- *Hepatitis*
- *Enfermedades Cardiovasculares*
- *Cáncer*

# CONCEPTO DE LA TERAPIA GENICA

1

- *Es una técnica terapéutica mediante la cual se inserta un gen funcional en las células de un paciente humano para corregir un defecto genético o para dotar a las células de una nueva función.*

2

- La terapia génica es una disciplina bastante reciente que todavía está en una fase altamente experimental como forma de tratamiento rutinaria de enfermedades humanas.

3

- La terapia génica usa la ingeniería genética para modificar o contrarrestar el funcionamiento anormal de un gen aportando una copia sana de ese gen. Así se consigue repararlo. También puede aportar un gen que añade nuevas funciones o regula el funcionamiento de otros genes.

# TERAPIA GÉNICA DE CÉLULAS GERMINALES

- Aquella dirigida a modificar la dotación genética de las células implicadas en la formación óvulos y espermatozoides y, por tanto, transmisible a de la descendencia.

Este tipo de terapia génica sería indicada para corregir de forma definitiva las enfermedades congénitas, una vez que la técnica sea eficaz y segura, situación que no parece darse en el momento actual.



# TERAPIA GÉNICA SOMÁTICA

Aquella dirigida a modificarla dotación genética de células no germinales, es decir, de las células somáticas o constituyentes del organismo.

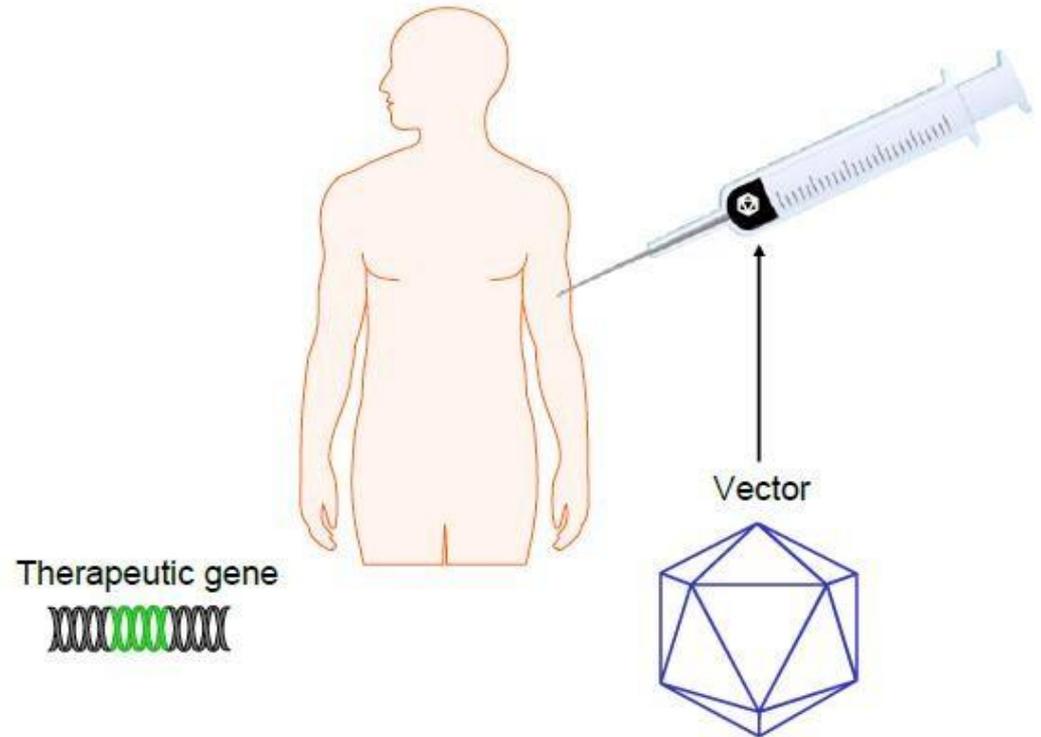
Por ello, la modificación genética no puede transmitirse a la descendencia.



# Terapia Génica

## TERAPIA GENICA *IN VIVO*

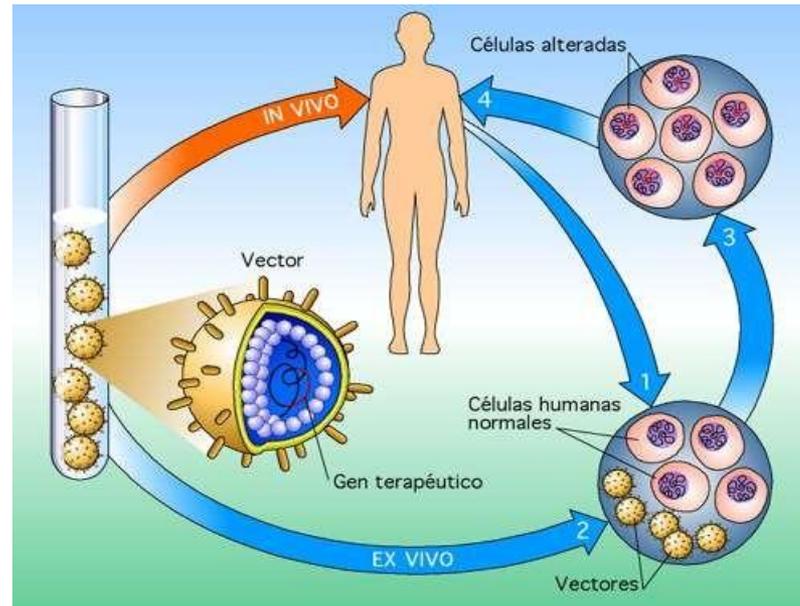
Introducción del gen terapéutico dentro de un vector que es administrado **directamente** al paciente.



# IN VIVO

Cuando se hace llegar en vectores adecuados los genes terapéuticos a las células defectuosas a corregir a través del torrente circulatorio (por ejemplo, por inyección intravenosa).

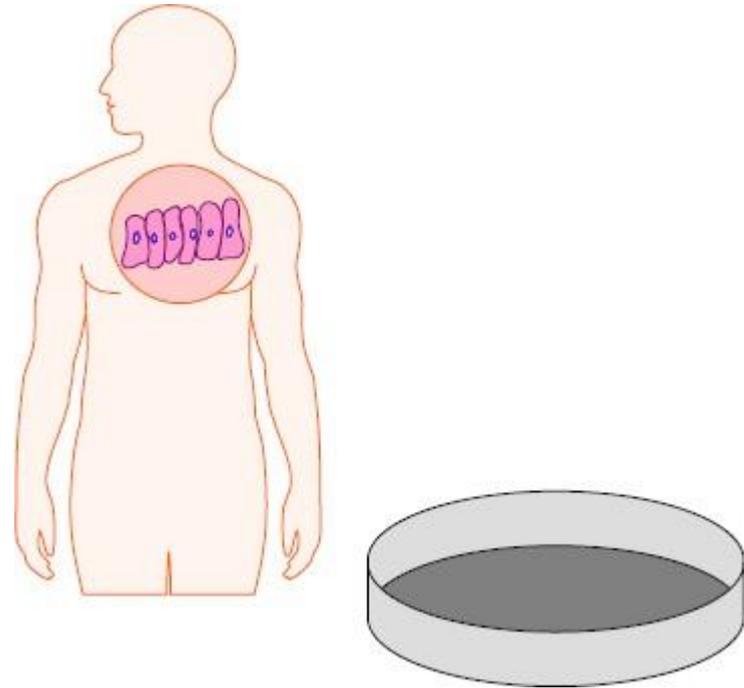
Otra posibilidad sería la de utilizar las células de la piel con un propósito bien distinto: la síntesis y secreción de proteínas que son producidas normalmente en un tipo de células pero que son transportadas en el plasma sanguíneo para uso de otras células. Así, en principio, implantes de células de la piel podrían corregir enfermedades tales como la hemofilia o las enfermedades de Alzheimer o de Parkinson.



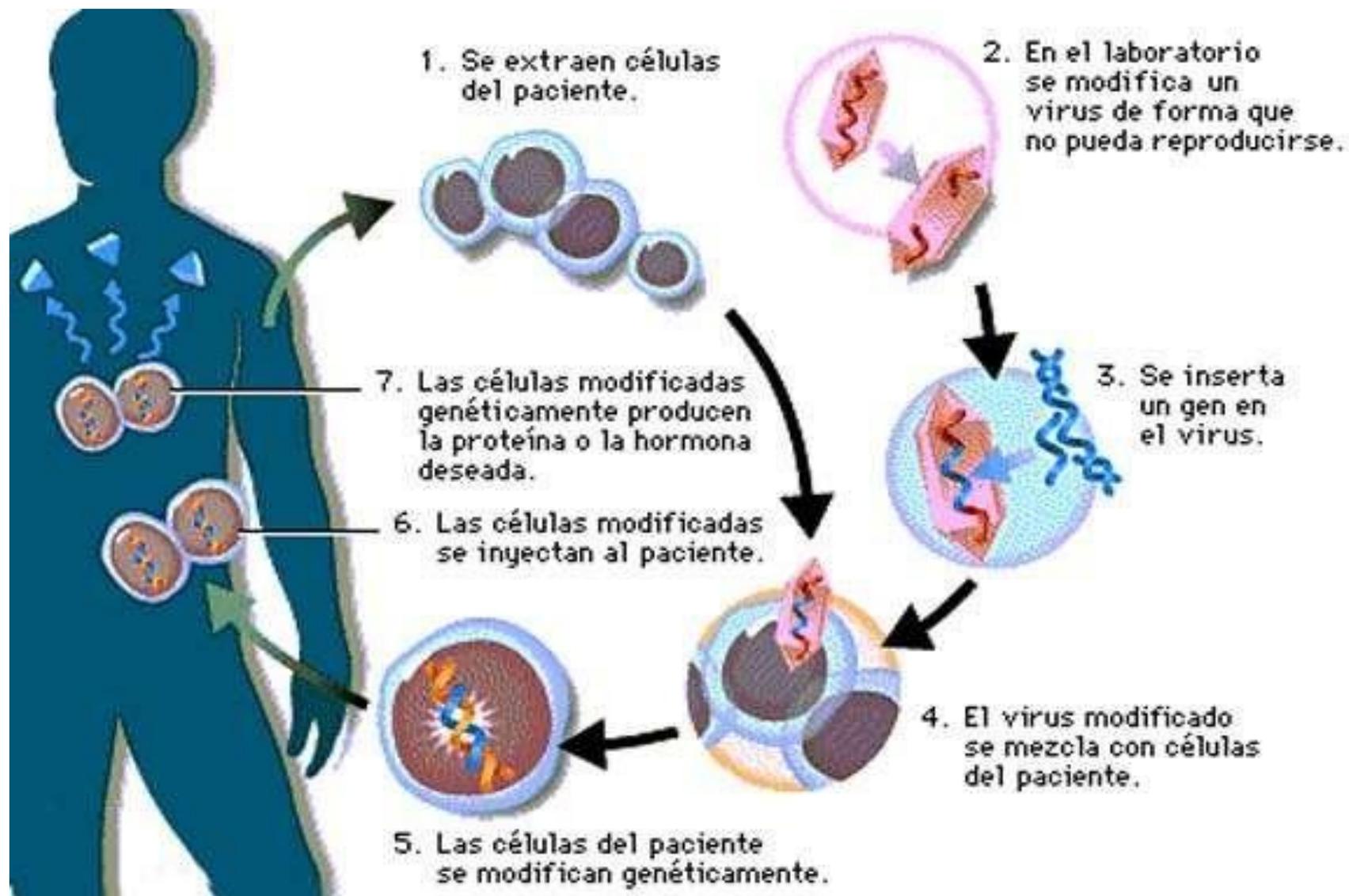
# Terapia Génica

## TERAPIA GENICA *EX VIVO*

Transferencia de material genético a través de un vector dentro de un **cultivo de células** procedentes del paciente. Reintroducción de las células en el paciente. No hay respuesta inmune.



# EX VIVO



# Terapia Génica

## ASPECTOS A TENER EN CUENTA

- **Gen terapéutico.** ¿Es importante para la enfermedad? ¿Puede ser reemplazado?
- **Vector.** Agente encargado de la transferencia genética. ¿Puede llegar a la diana?
- **Tejido o célula diana.** Hígado, corazón...
- **Ruta de administración.** Sistemática o local. Depende de la enfermedad, la diana y el vector.
- **Modelo animal.** Imitar la enfermedad humana (no la animal).

# Vectores o vehículos

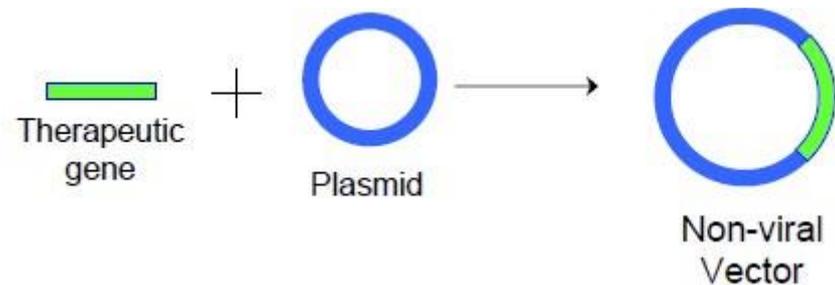
Agente encargado de la transmisión genética de un organismo a otro.

-No virales

-Virales

## VECTORES NO VIRALES

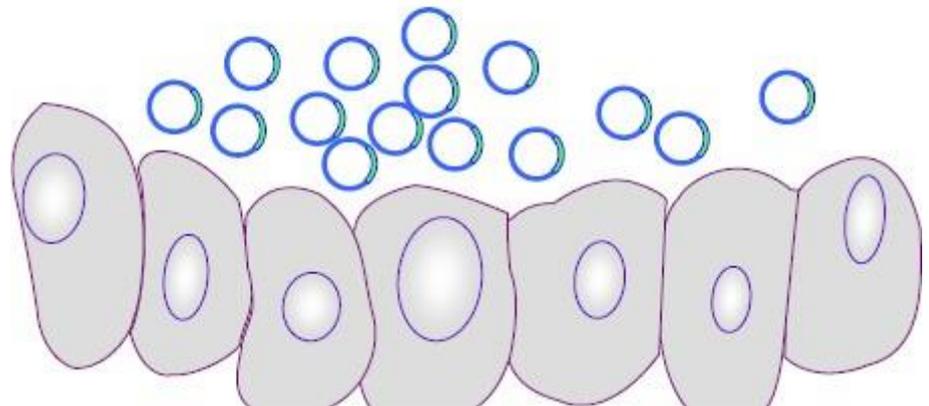
Fragmento de **DNA de doble cadena** que no deriva de virus donde se clona el gen terapéutico.



Plásmidos.

Elementos extracromosómicos.

Baja eficiencia



# Vectores o vehículos

## VECTORES NO VIRALES

### Ventajas:

- No hay limitaciones de tamaño.
- No hay respuesta inmune.

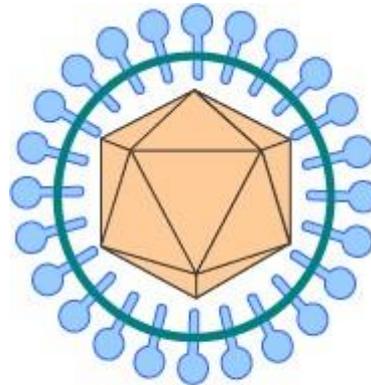
### Desventajas:

- Baja eficiencia *in vivo*

# Vectores o vehículos

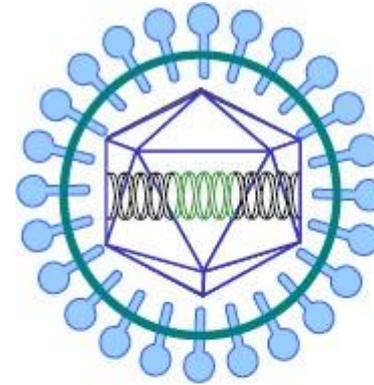
## VECTORES VIRALES

Proviene de virus.



Virus

- Capsid
- Nucleic Acid
- Lipid Envelope



Vector

- Capsid
- Therapeutic gene
- Lipid Envelope

# Distrofia muscular de Duchenne



<https://www.youtube.com/watch?v=Ebu8W8Osuxk>

# INGENIERÍA GENÉTICA



# ¿Qué es la Ingeniería Genética?

*Es el conjunto de técnicas derivadas de la Biología Molecular, que permiten manipular el genoma de los seres vivos*

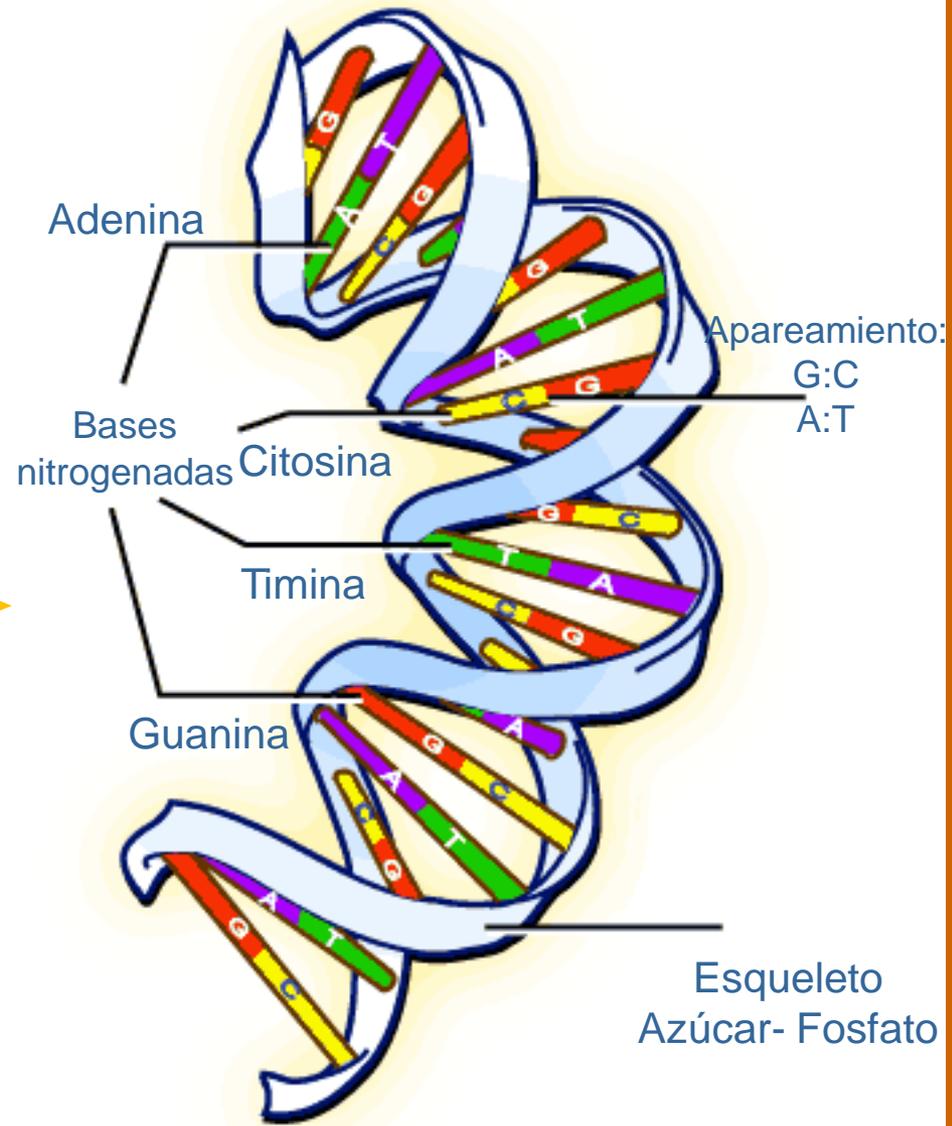
*Aplicación de los conocimientos de la Ingeniería Genética*



*Biotecnología*

## La Ingeniería Genética es posible porque:

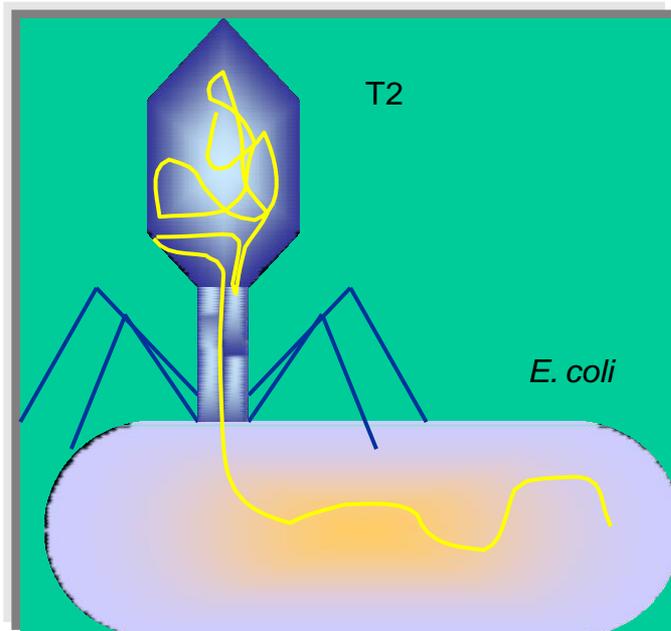
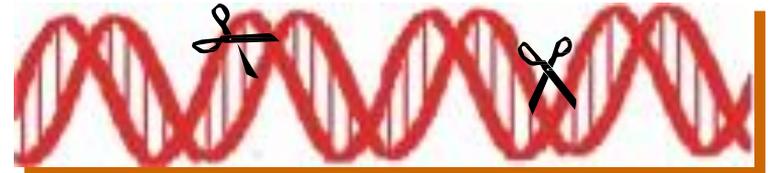
*El ADN de todos los organismos tiene la misma composición y estructura*





## Arber descubre las enzimas de restricción (1968)

*Son las “tijeras moleculares”  
que cortan el ADN por sitios  
específicos*

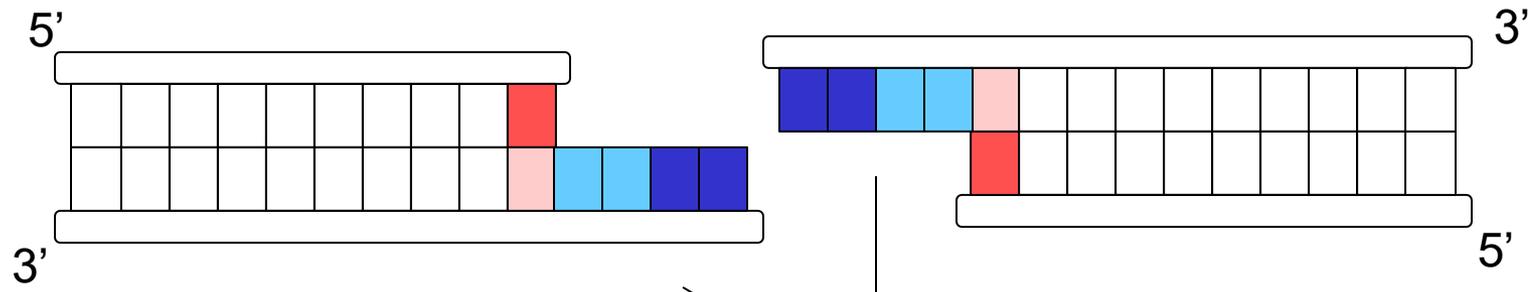
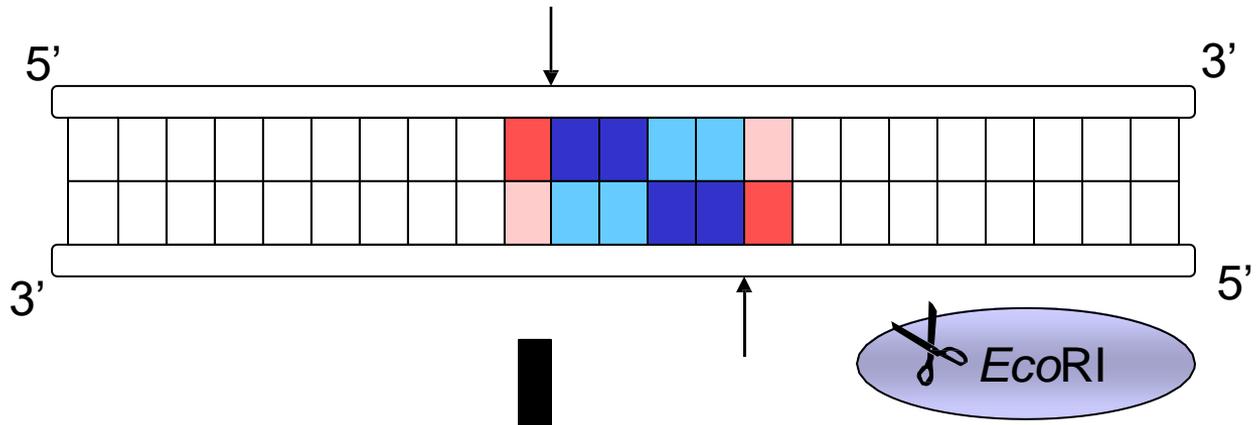


**También denominadas  
‘Endonucleasas de restricción’**

Las bacterias las utilizan como  
defensa frente a la infección vírica

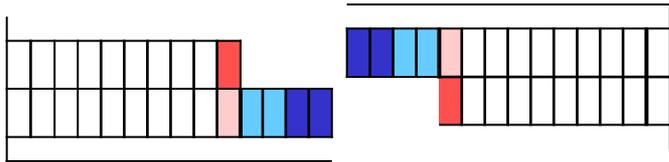
A T

G C

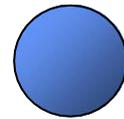
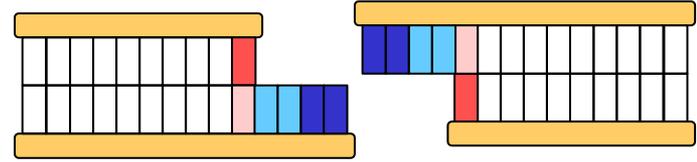


Extremos  
cohesivos

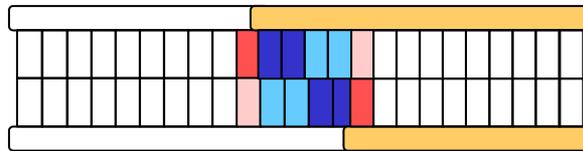
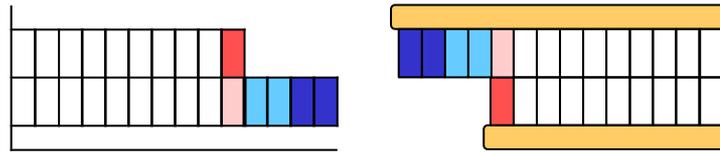
**ADN 1**



**ADN 2**



**ligasa**



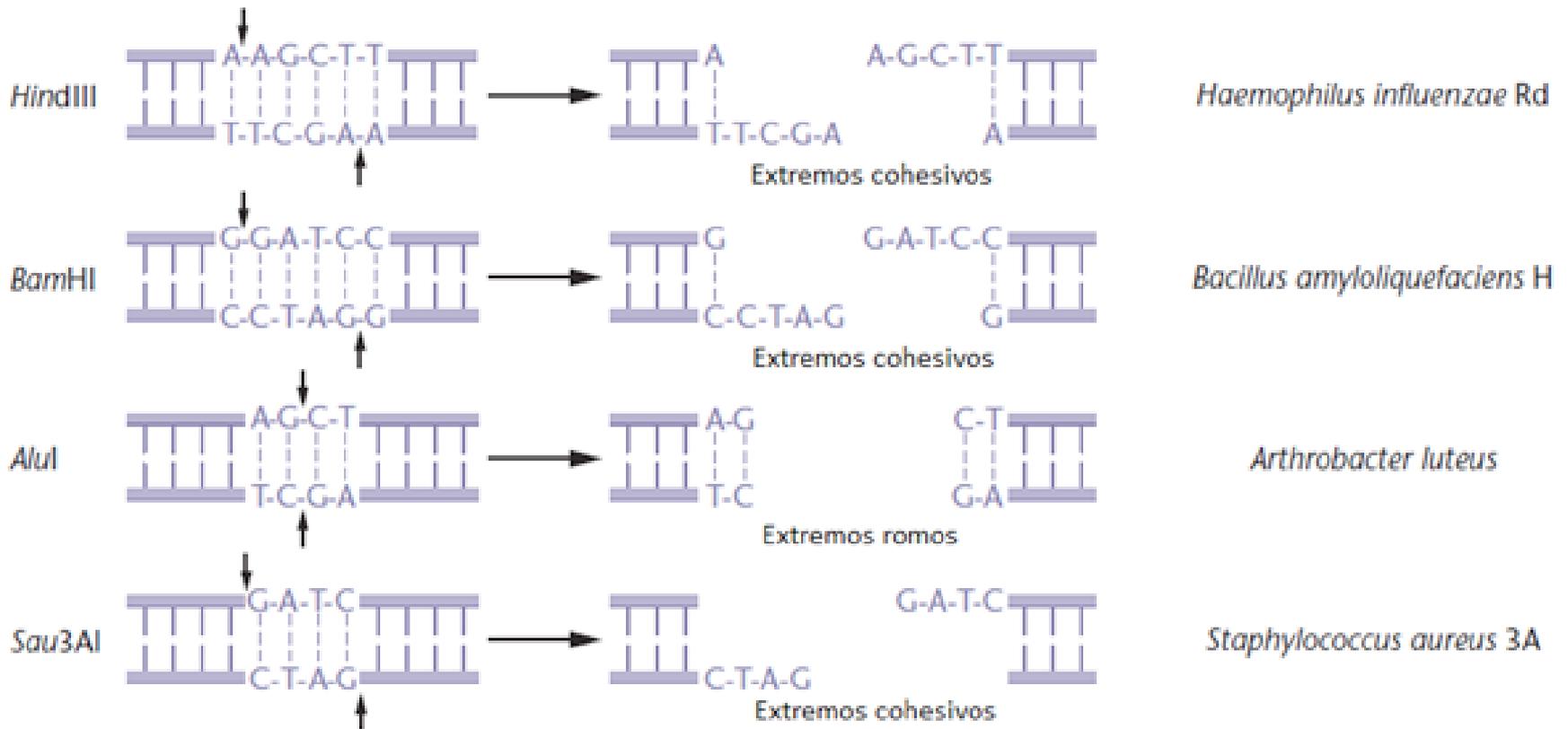
**ADN  
recombinante**

Enzima

Secuencia de  
reconocimiento y de corte

Patrón de corte

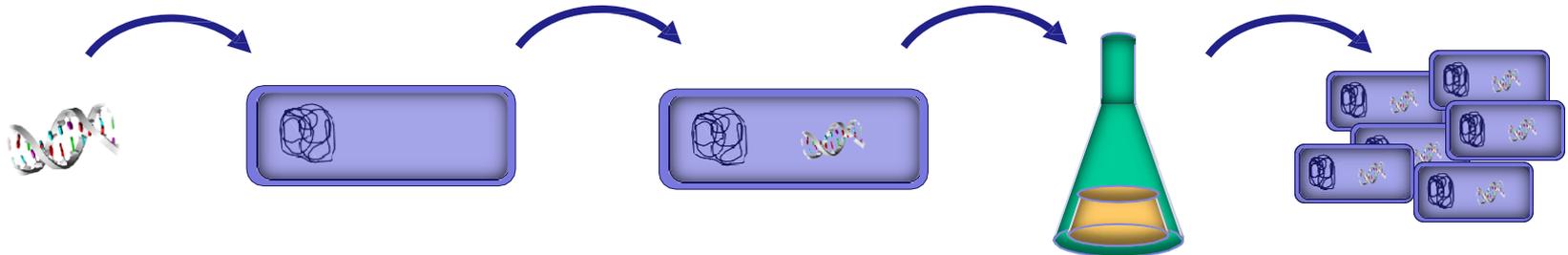
Bacteria de origen



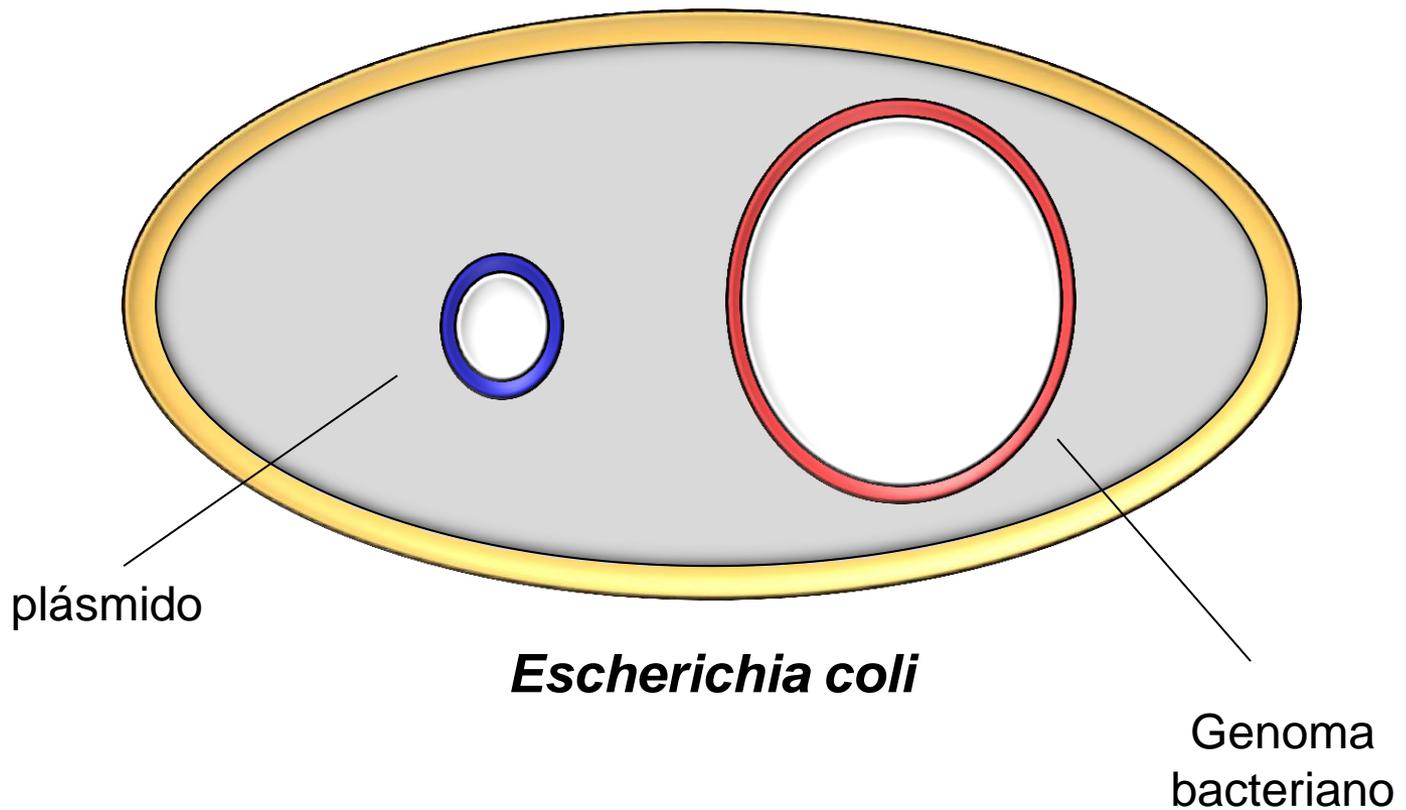
# La tecnología del ADN recombinante permite la CLONACIÓN de fragmentos de ADN



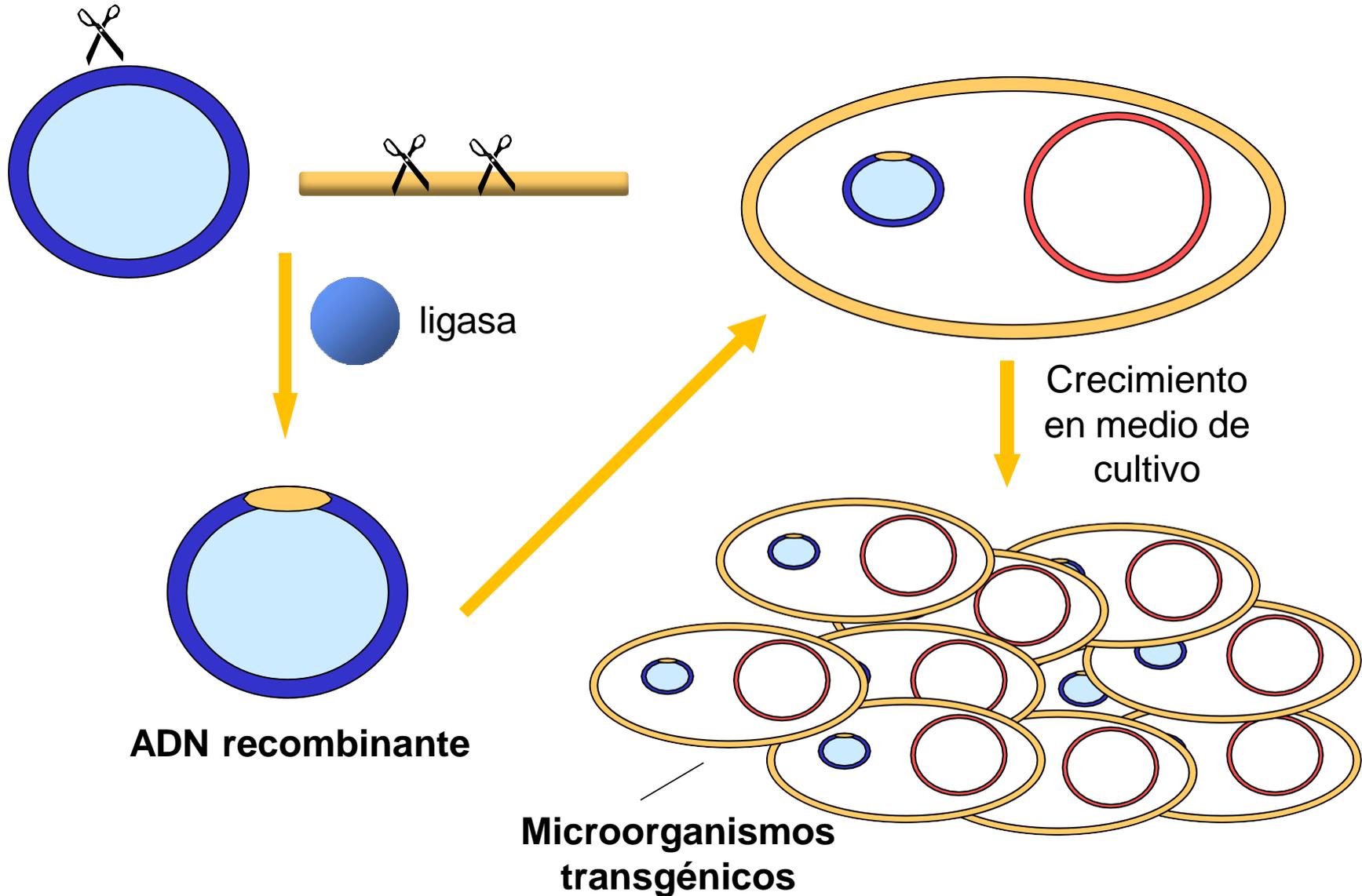
*Las bacterias son las encargadas de multiplicar los ADNs que se quieren clonar*



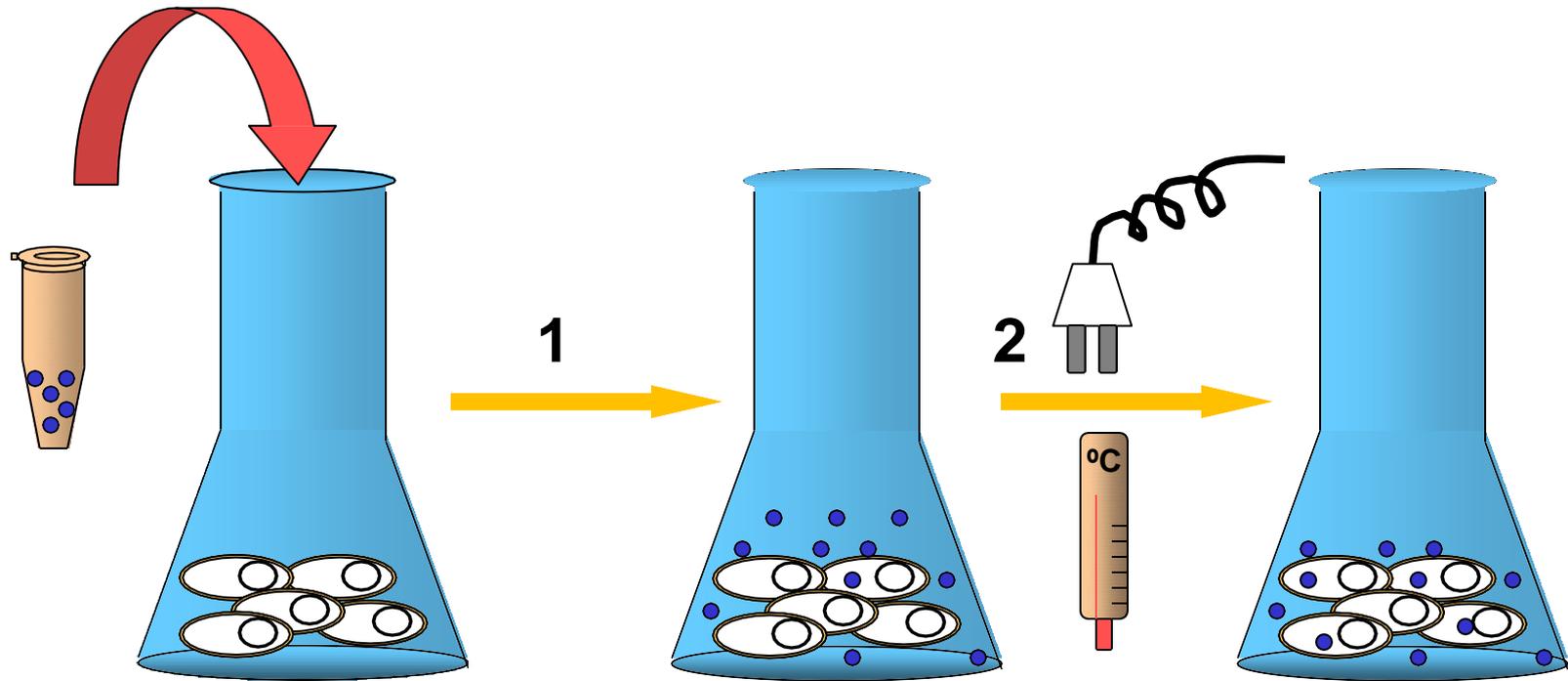
# Para clonar un fragmento de ADN precisamos la ayuda de las BACTERIAS



# Los plásmidos se utilizan como VECTORES DE CLONACIÓN

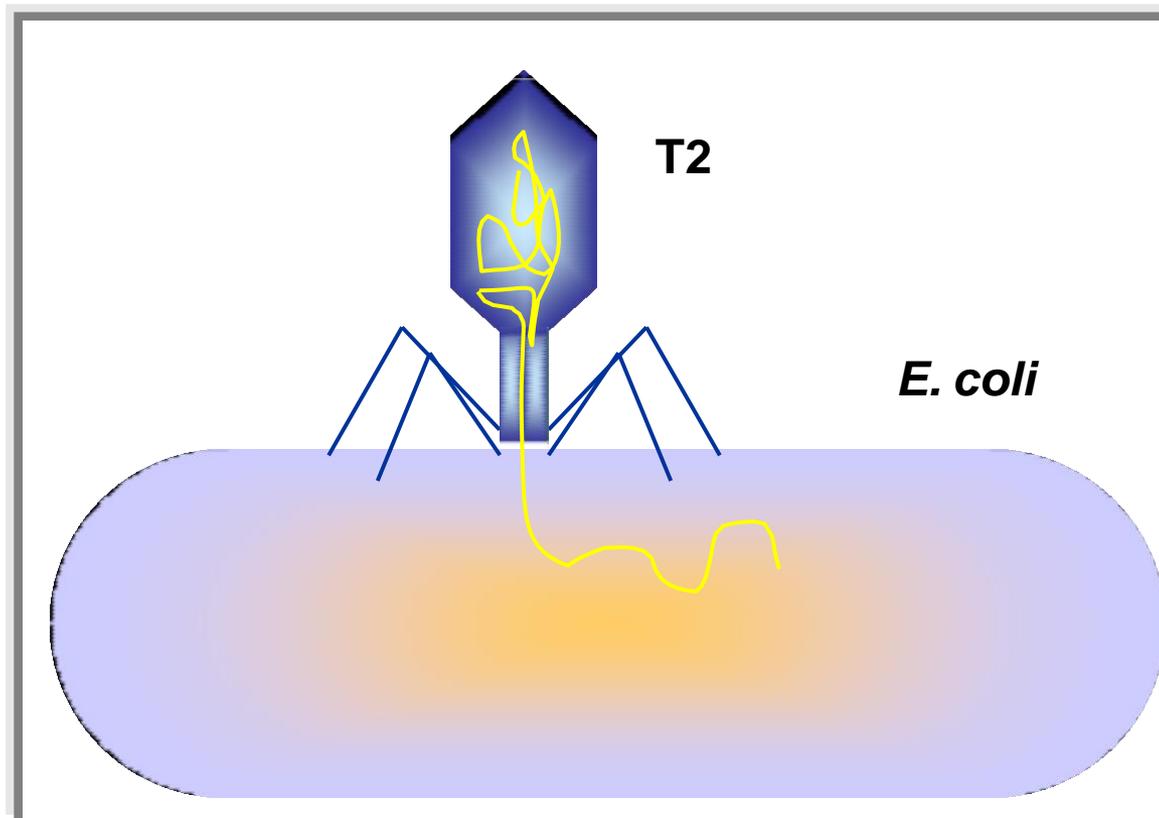


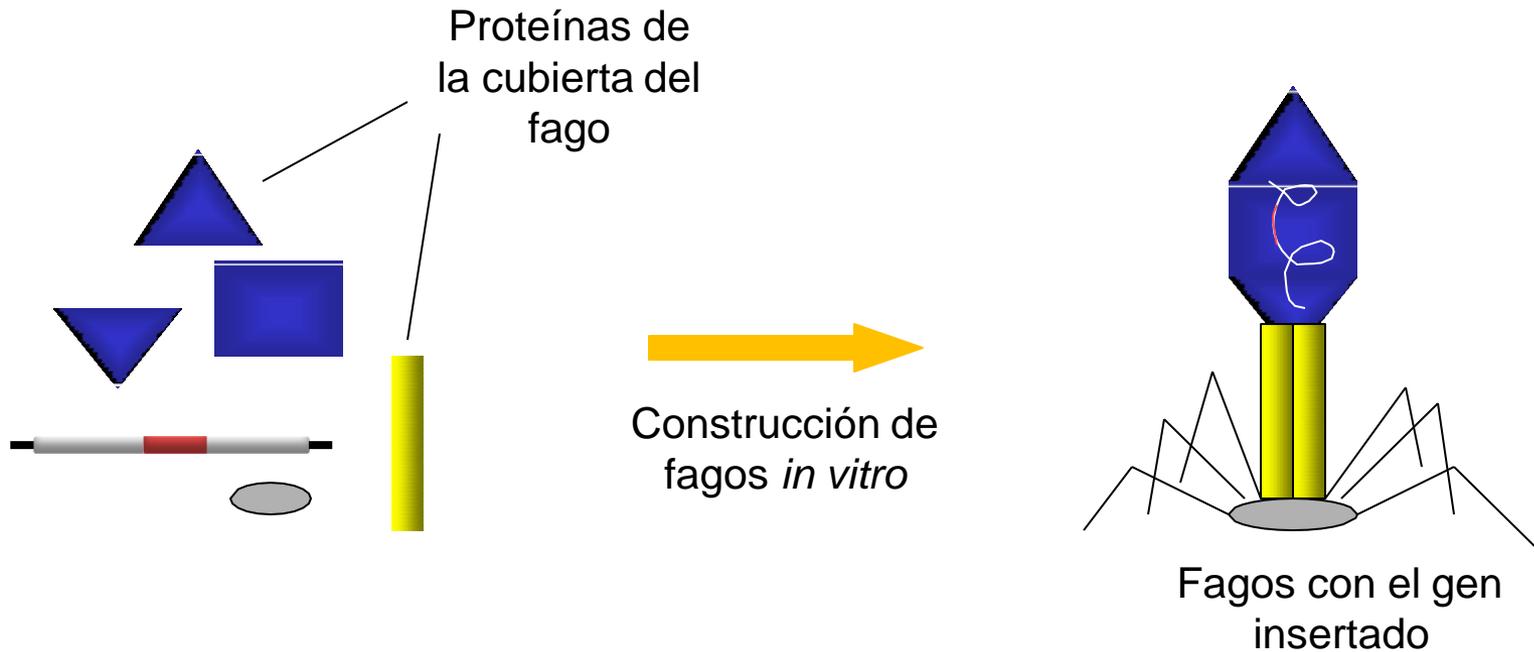
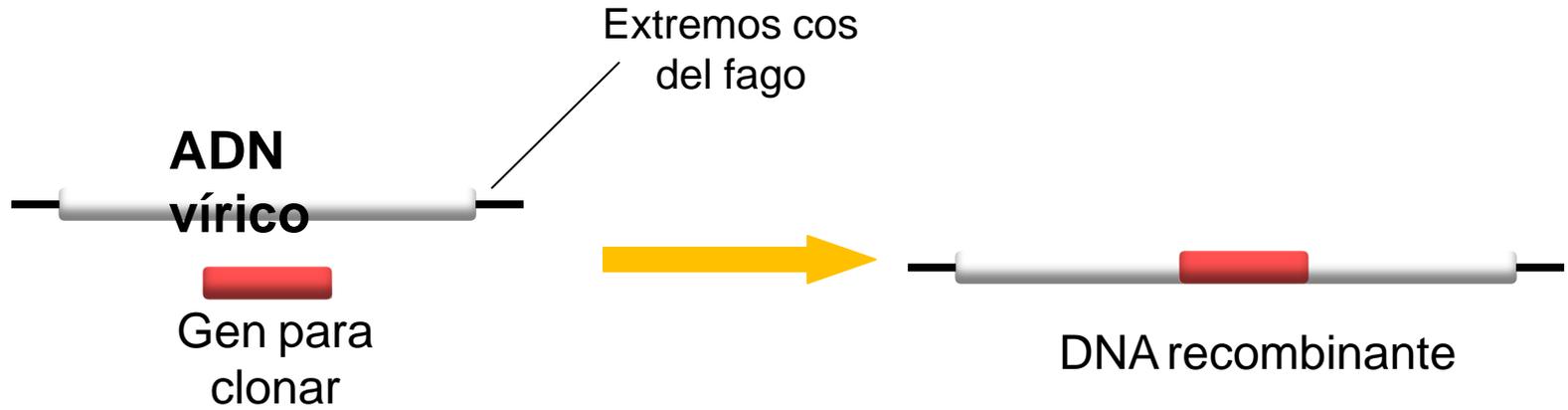
# ¿Cómo se introduce el ADN recombinante en el interior de la bacteria?



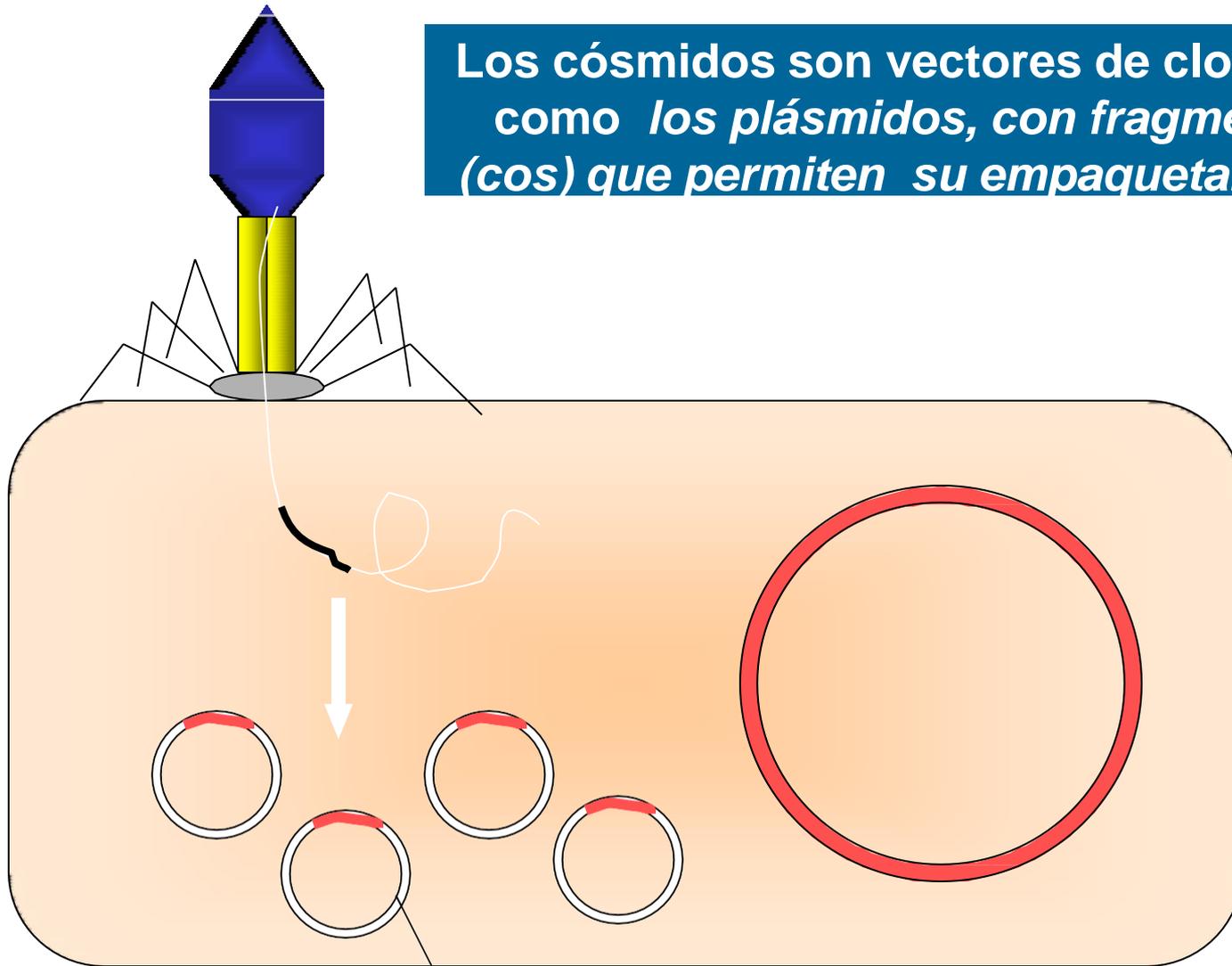
*La tasa de entrada o “TRANSFORMACIÓN” espontánea es muy baja. Para aumentar el rendimiento se recurre a tratamientos químicos y físicos*

# Los virus también se utilizan para introducir ADN en el interior de las células





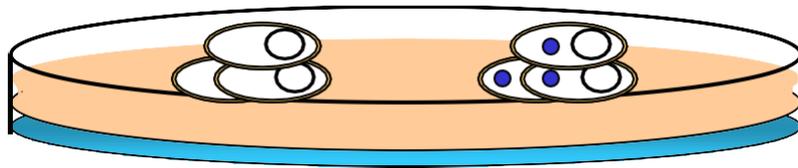
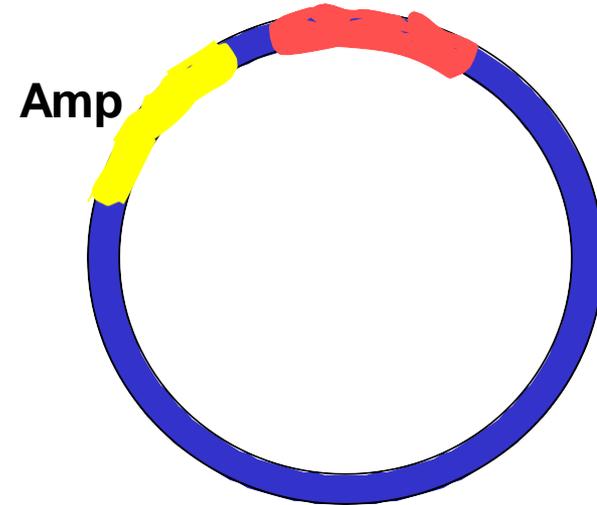
Los cósmidos son vectores de clonación como los plásmidos, con fragmentos (cos) que permiten su empaquetamiento



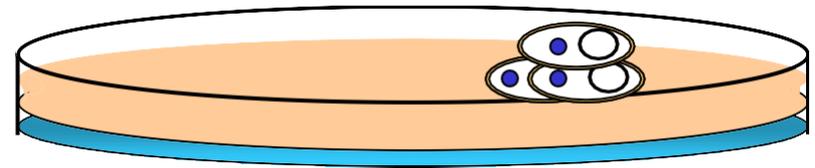
Formas replicativas de los cósmidos

# ¿Cómo sabemos qué bacteria ha incorporado la molécula recombinante?

Los vectores de clonación llevan **genes reporteros**



Medio **SIN**  
ampicilina



Medio **CON** ampicilina

## *PCR*

# Polymerase Chain Reaction

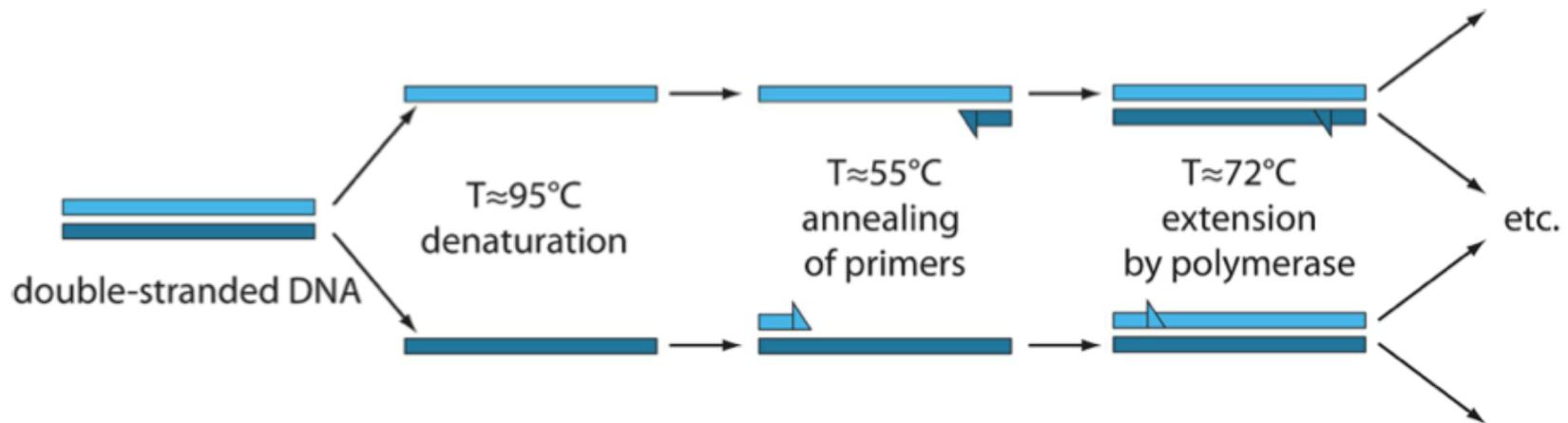
- Es la amplificación de DNA *in vitro* por medio de la polimerización en cadena de DNA utilizando un termociclador.
- El propósito del PCR es hacer muchas copias de un fragmento de DNA.
- Se realiza la amplificación de un segmento específico de DNA, teniendo poco material disponible.

## Pasos de la PCR

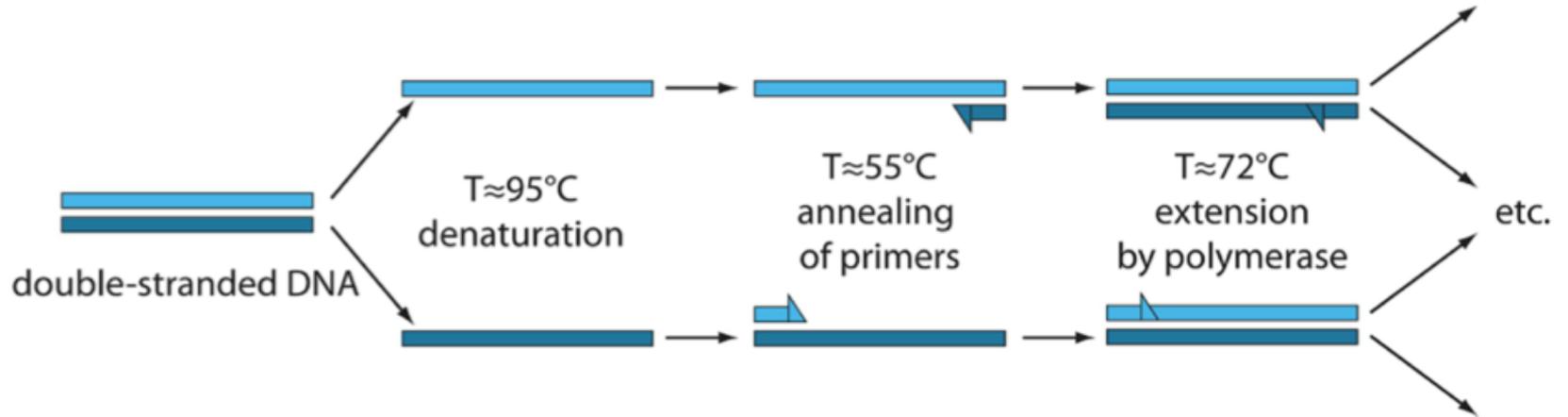
a) Separación de las hebras: Desnaturalización de la doble hélice de ADN. 95°C durante 15 segundos.

b) Hibridación de los cebadores: temperatura entre 50 y 60°C. Un cebador hibrida con el extremo 3' de la secuencia blanco en una hebra y el otro cebador hibrida con el extremo 3' de la secuencia en la hebra complementaria.

c) Síntesis de ADN: A continuación la mezcla se calienta a 72°C. ADN polimerasa termoestable (Taq polimerasa). La Taq polimerasa cataliza la elongación de ambos cebadores copiando la secuencia blanco.



## Pasos de la PCR



Estos tres pasos constituyen un ciclo de PCR y se pueden llevar a cabo repetidas y consecutivas veces modificando únicamente la temperatura de la reacción. Cada *ciclo* de PCR tarda aproximadamente 2 min y duplica la cantidad de ADN, por lo que finalmente se produce un aumento de  $2^n$  de la cantidad de ADN original siendo  $n$  el número de ciclos que se llevan a cabo. La amplificación es de un millón de veces después de 20 ciclos y de mil millones de veces después de 30 ciclos, los cuales se pueden llevar a cabo en menos de una hora.

# Termociclador

- La PCR se realiza en un “**Thermo Cyclor**” Termociclador.
- Es una máquina que calienta y enfría la reacción en periodos cortos de tiempo.



## Vectores de clonación

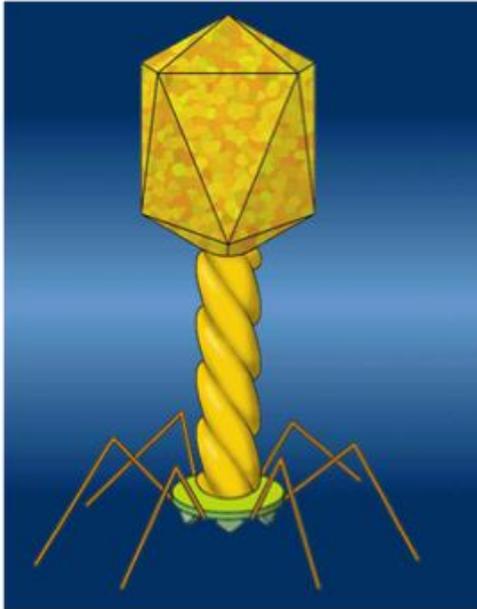
### VECTOR DE CLONACIÓN

Molécula de DNA que:

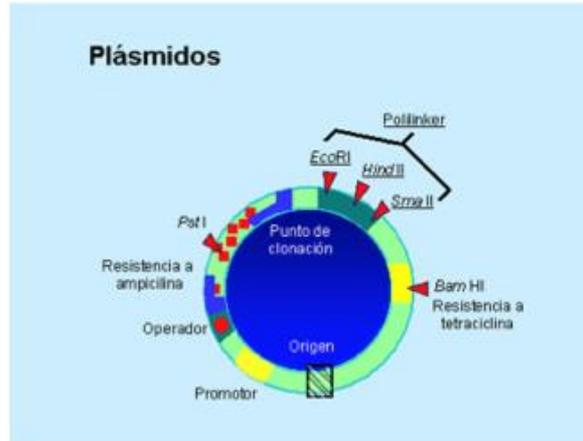
1. Transporta el DNA clonado dentro de una célula huésped.
2. Es responsable de la amplificación del DNA clonado: se replica dentro de la célula bacteriana produciendo múltiples copias.

# Vectores de clonación

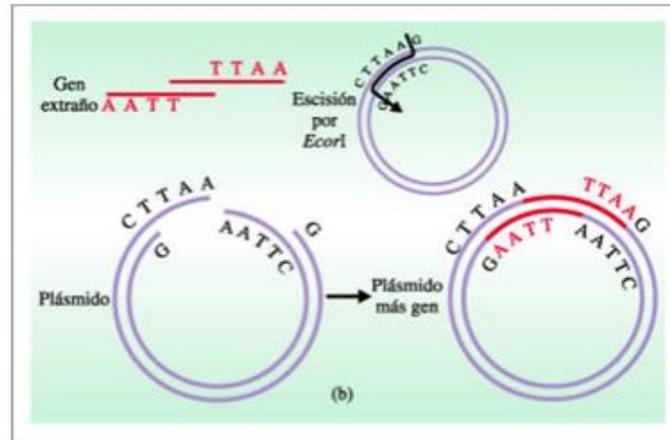
Son moléculas que transportan y replican fragmentos de ADN que llevan insertados.



Bacteriófagos: son virus que sirven de portadores de material genético a bacterias



Plásmidos: son moléculas de ADN extra cromosómico de forma circular en bacterias



Cosmidos: son vectores sintéticos que combinan características del fago lambda que posee extremos cohesivos o regiones cos

# ORGANISMOS MODIFICADOS GENÉTICAMENTE



# Aplicaciones de los microorganismos transgénicos



**Medicina:** producción de Insulina humana, hormona del crecimiento, vacunas y anticuerpos....



**Medio Ambiente:** desarrollo de microorganismos capaces de degradar compuestos tóxicos o peligrosos...



**Industria alimentaria:** producción de edulcorante artificiales, compuestos que se utilizan en panaderías, producción de queso y cerveza....

# Plantas transgénicas

## ¿Qué son las plantas transgénicas?

Una planta transgénica contiene uno o más genes que han sido insertados en forma artificial en lugar de que la planta los adquiriera mediante la polinización.

La secuencia génica insertada (llamada el transgen) puede provenir de otra planta no emparentada o de una especie por completo diferente: por ejemplo, el maíz Bt, que produce su propio insecticida, contiene un gen de una bacteria.

Las plantas que tienen transgenes a menudo son llamadas genéticamente modificadas o cultivos GM, si bien en realidad todos los cultivos han sido genéticamente modificados con respecto a su estado silvestre original mediante la domesticación, la selección y el mejoramiento controlado a través de períodos prolongados.

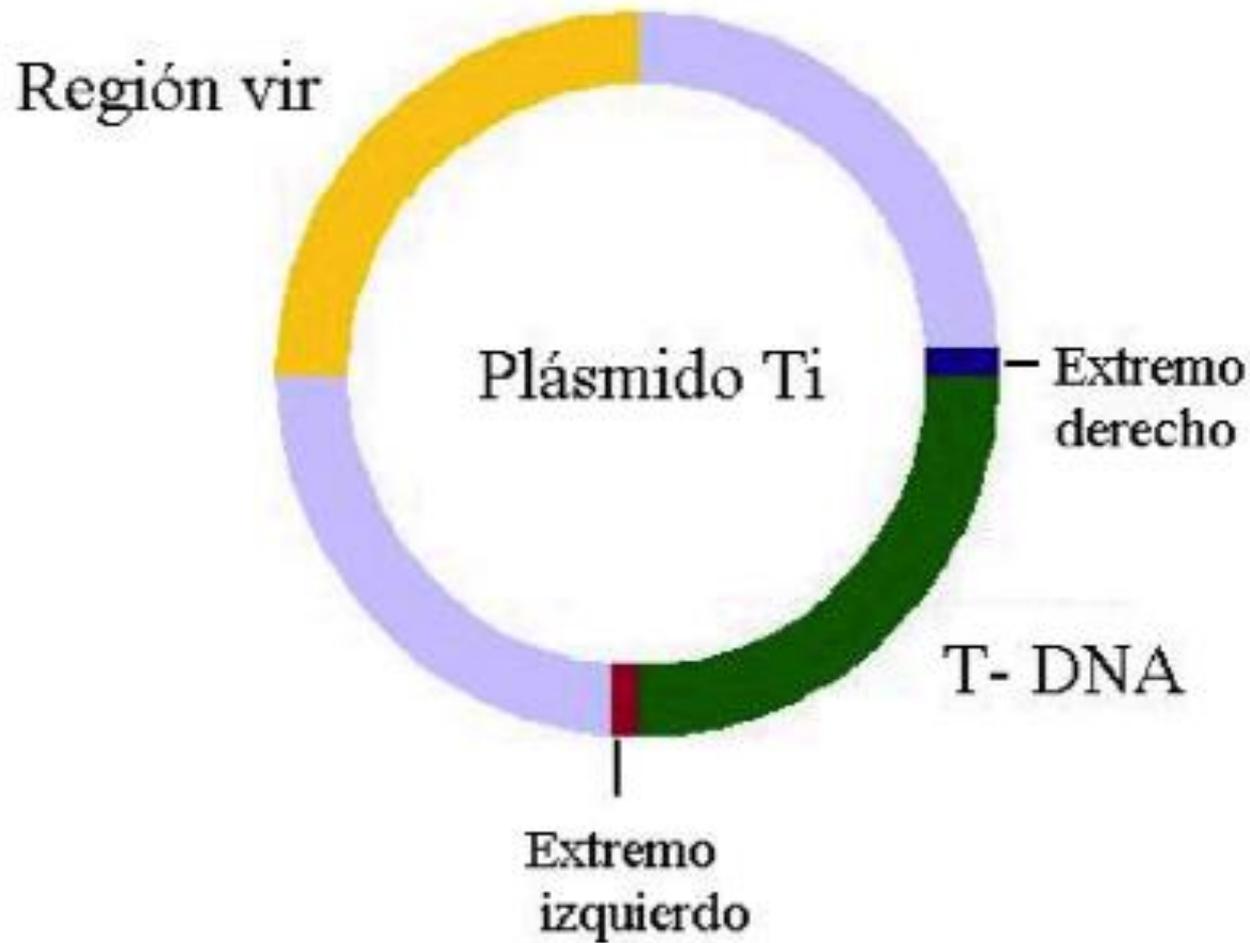
## Producción de plantas transgénicas mediante el uso de vectores

Se pueden utilizar plásmidos de origen bacteriano, como por ejemplo el de la bacteria vegetal *Agrobacterium tumefaciens*, que porta el plásmido Ti. La particularidad de este plásmido reside en que posee un fragmento denominado T-ADN que le permite movilizarse (transferirse), debido a las características de las secuencias flanqueantes (las partes del ADN que limitan con el fragmento movilizable).

Durante el proceso de transgénesis, el T-ADN se sustituye por el gen deseado (transgen).

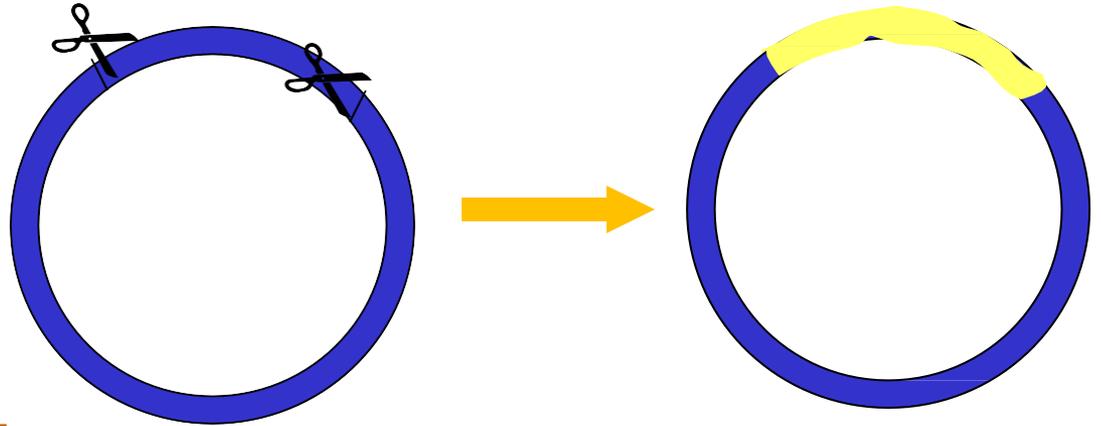
En el ADN del plásmido, junto al transgén de interés, se introducen también uno o dos genes (según el sistema de uno o dos plásmidos; en el caso más complejo, uno de los genes puede ser utilizado en plantas y el otro en bacterias) que codifican resistencia a antibióticos. Esa característica, que pasa igualmente al OMG, permite su selección cuando las hojas transformadas se colocan en un medio que contiene el (los) antibióticos en cuestión, pues sólo ellas sobrevivirán, mientras que las plantas no transformadas son eliminadas por la acción del antibiótico.

# Plásmido Ti

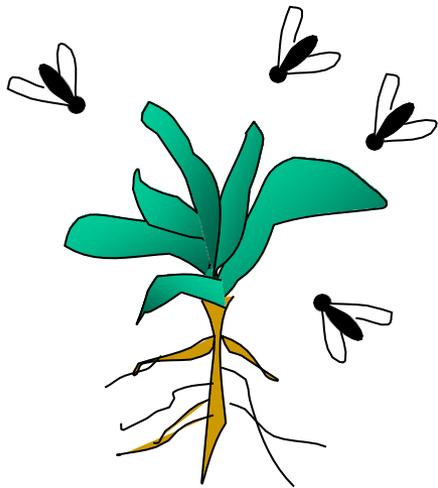


# ¿Cómo se obtienen las plantas transgénicas?

Mediante el  
plásmido Ti de  
*Agrobacterium*  
*tumefaciens*

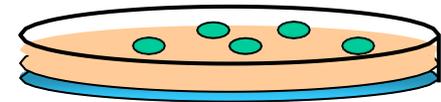
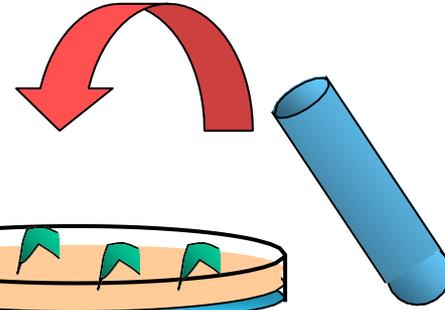


*Se sustituye la región del plásmido que produce el tumor o agalla de la corona por el gen de interés. Este plásmido recombinante se introduce en la bacteria.*

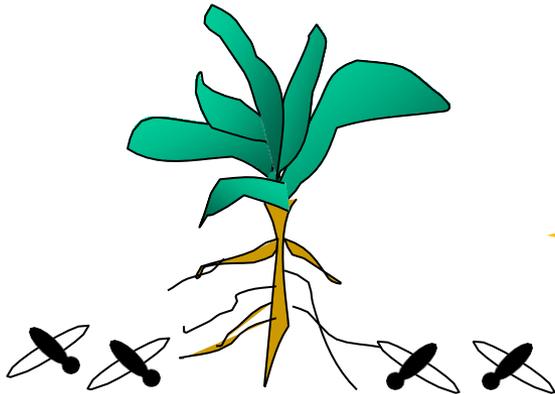
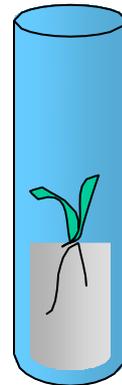


**Planta sensible**

*Partes de la planta se ponen en contacto con las bacterias en medio de cultivo*



*Las células que incorporan el plásmido crecen en un medio especial o selectivo*



**Planta resistente**

*A partir de las células transformadas se obtienen plantas adultas*

# **Agrobacterium tumefaciens: A plant gene transfer vector**



<https://www.youtube.com/watch?v=yesNHd9h8k0>

# LOS PRINCIPALES PROBLEMAS QUE AFECTAN A LOS AGRICULTORES

## INSECTOS PLAGA



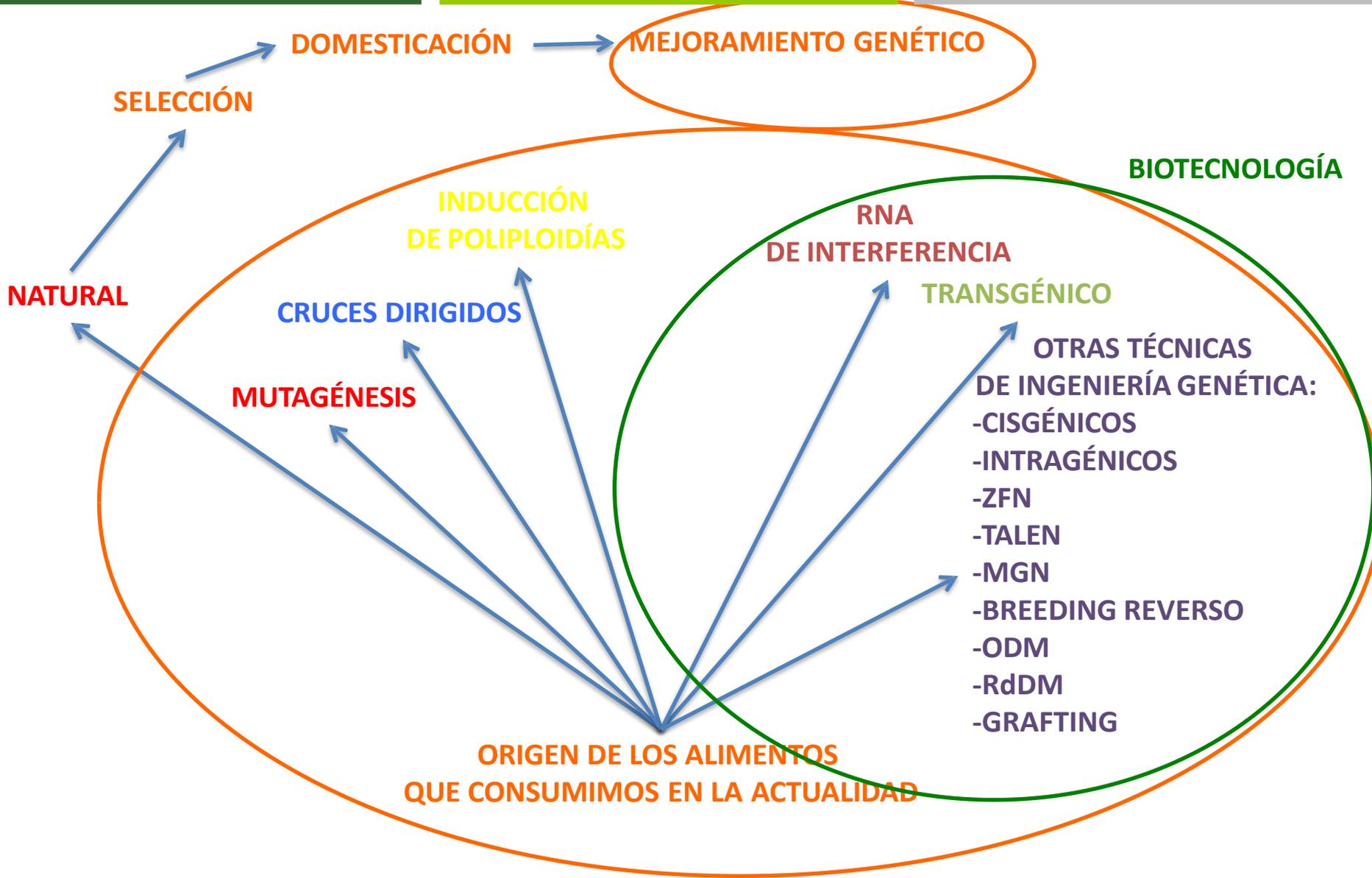
## MALEZAS



## DESAFÍOS CLIMÁTICOS



# EL ORIGEN DE LOS ALIMENTOS ACTUALES



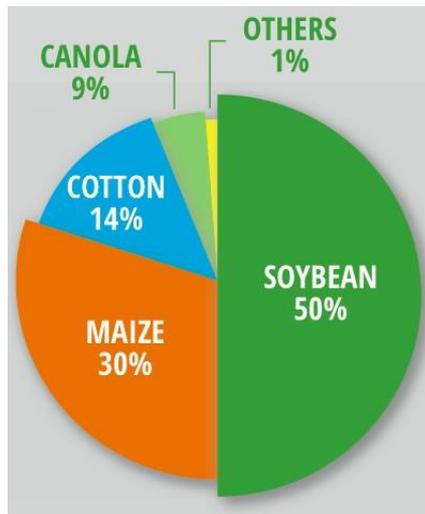
# CULTIVOS TRANSGÉNICOS DISPONIBLES COMERCIALMENTE

(AQUELLOS QUE LLEGAN A LOS CONSUMIDORES EN AL MENOS 1 PAÍS)

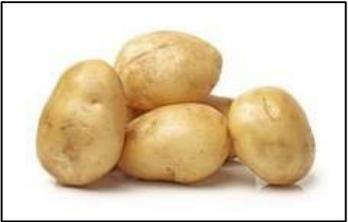


## DISTRIBUCIÓN POR CULTIVOS

100% = 185,1 MILLONES DE HECTÁREAS



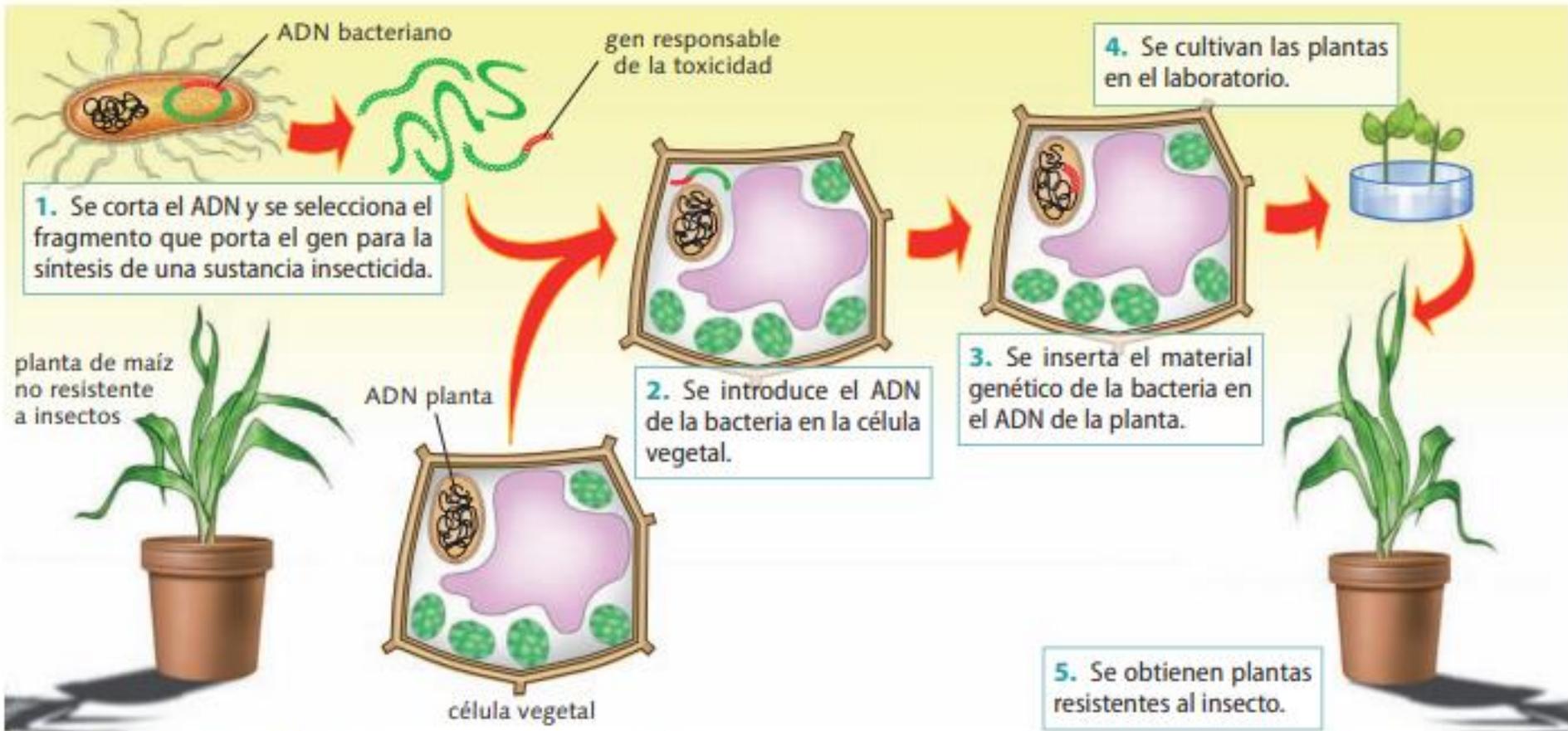
## OTROS



# CULTIVOS TRANSGÉNICOS RESISTENTES A INSECTOS PLAGA

✓ LOS MECANISMOS DE DEFENSA DE LAS PLANTAS PUEDEN SER MEJORADOS POR LA BIOTECNOLOGÍA RESULTANDO EN MENORES PÉRDIDAS POR EL ATAQUE DE INSECTOS

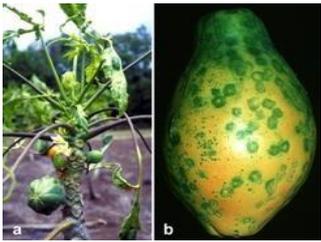




Proceso de obtención de una planta transgénica resistente a insectos.

# CULTIVOS TRANSGÉNICOS RESISTENTES A VIRUS

- ✓ LOS MECANISMOS DE DEFENSA DE LAS PLANTAS PUEDEN SER MEJORADOS POR LA BIOTECNOLOGÍA RESULTANDO EN MENORES PÉRDIDAS



# CULTIVOS TRANSGÉNICOS TOLERANTES A HERBICIDAS

✓ AL TOLERAR UN HERBICIDA QUE LAS MAEZAS NO PUEDEN, SE REDUCEN LAS PÉRDIDAS POR LA COMPETENCIA CON ÉSTAS



**SOJA**



**CANOLA**



**MAÍZ**



**REMOLACHA  
AZUCARERA**



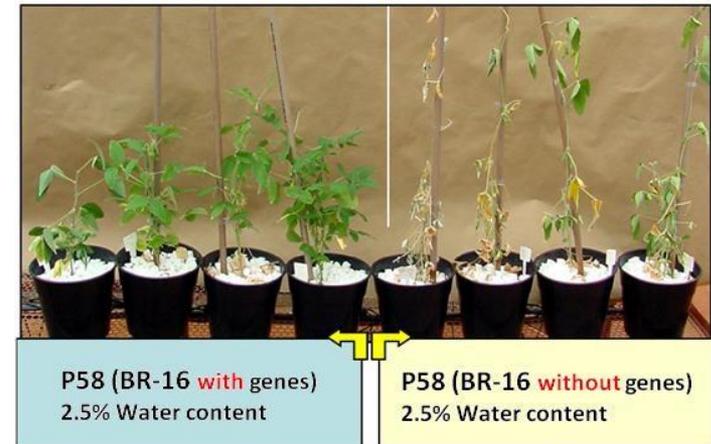
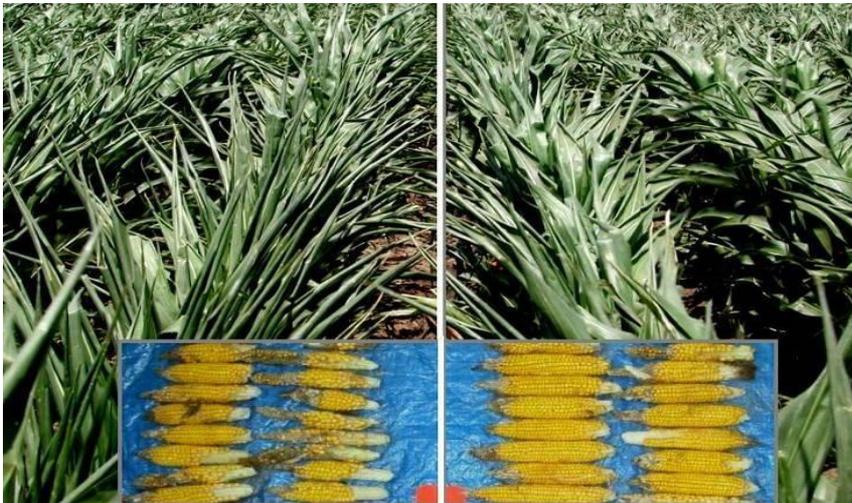
**ALGODÓN**



**ALFALFA**

# BIOTECNOLOGÍA Y LOS DESAFÍOS CLIMÁTICOS

## TOLERANCIA A SEQUÍA



✓ BUENOS RENDIMIENTOS AÚN EN CONDICIONES DE SEQUÍA

✓ USO EFICIENTE DEL AGUA = SUSTENTABILIDAD

# EVITAR LA OXIDACIÓN

- 40% de las manzanas terminan descartadas en la basura en vez de ser consumidas.
- 200 a 250 millones de bushels de manzana se pierden anualmente solo en EEUU.



# EVITAR PARDEAMIENTO

---

- **US\$298 millones anuales en EEUU por pérdida y control de pardeamiento en papas**



**Innate vs. Regular**

# CONCLUSIONES

---

## LA BIOTECNOLOGÍA EN LA AGRICULTURA SEGÚN EL TIPO DE CULTIVO Y DE LA MEJORA GENÉTICA APLICADA:

- ✓ **Beneficios para los agricultores** (mayores rendimientos y menores costos de producción; competitividad)
  - ✓ **Beneficios para el medio ambiente** (menor uso de pesticidas; menor uso insumos; menos erosión de suelos)
  - ✓ **Beneficios para los consumidores** (menores costos, calidad nutricional del producto final, aseguramiento de la inocuidad)
- ✓ **CONTRIBUYEN A QUE LA AGRICULTURA SEA UNA ACTIVIDAD MÁS SUSTENTABLE**

# Animales transgénicos

La ingeniería genética permite modificar genéticamente animales.

Los primeros animales modificados genéticamente, o transgénicos, se obtuvieron en la década de los 80.

Se logró obtener ratones mucho más grandes que su tamaño normal introduciéndoles el gen que codifica para la hormona de crecimiento de rata.

Esta experiencia demostraba que un gen podía transferirse de una especie a otra diferente, integrarse a su genoma, ser funcional y transmitirse a la descendencia.

# Ingeniería genética: OMG

## Animales transgénicos

### Tipos:

1. **Animales transgénicos: se les añaden genes de otras especies**
2. **Animales *knock-out*, en los que se inhibe la expresión de un gen.**
3. **Animales obtenidos por transferencia nuclear.**

<https://www.youtube.com/watch?v=RzYhcXjksKc>

## ¿Cómo se obtiene un animal transgénico?

### a) **Construcción del transgén**

Expresión del gen únicamente en la glándula mamaria para que la proteína sea secretada en la leche, sin interferir con el crecimiento y metabolismo del animal



## Ejemplo



## b) *Transgénesis del animal*



Microfotografías obtenidas por el [Centro de Recursos para la Investigación \(RRC\) de la Universidad de Illinois](#)

Para la micro inyección se utiliza una micro-jeringa que se carga con el ADN que se quiere inyectar, una micro pipeta para sostener al óvulo fecundado y se realiza la inyección bajo un microscopio.

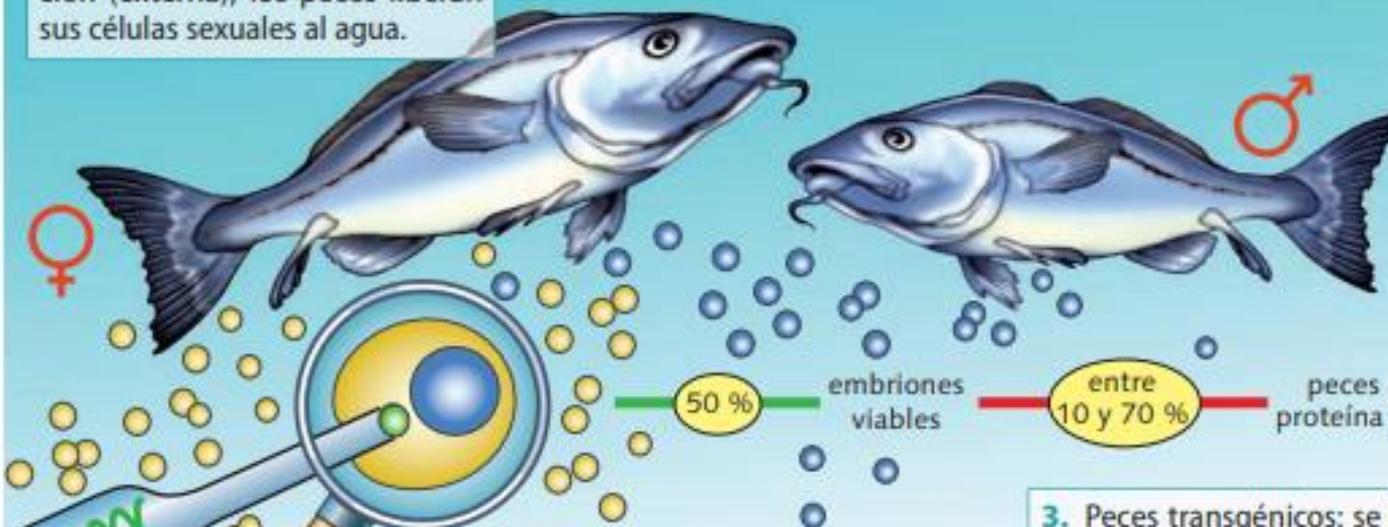
Los cigotos así obtenidos son luego implantados en el útero de una madre adoptiva, o receptora, que ha sido preparada hormonalmente para poder llevar adelante la gestación

### ***c) Detección de la proteína***

Una vez nacidos los animales hay que determinar que sean transgénicos. Si la proteína de interés farmacológico se produce en la leche del animal, sólo cuando el animal comienza a producir leche se puede detectar la proteína. En ese caso, la proteína se purifica y se obtiene el producto farmacológico deseado



1. Para llevar a cabo la fecundación (externa), los peces liberan sus células sexuales al agua.



2. Al poco de la fecundación, los embriones reciben una microinyección de ADN con la información deseada.

50 %

embriones viables

entre 10 y 70 %

peces con la proteína deseada

3. Peces transgénicos: se ha insertado el ADN extraño en el suyo propio.



Los peces transgénicos crecen más rápido.

hormonas del crecimiento

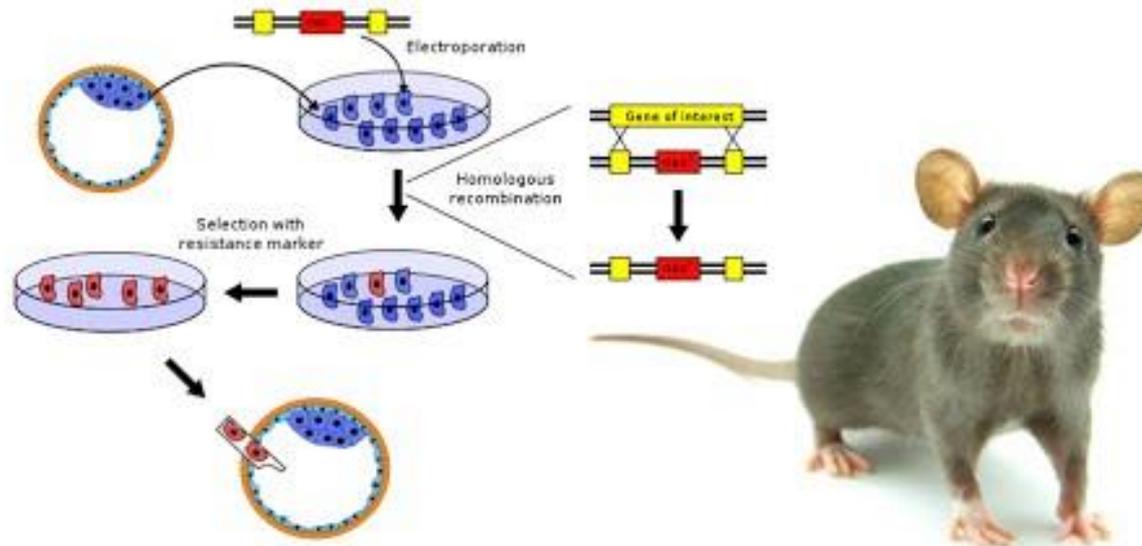
proteína anticongelante

Estos peces sobreviven en ambientes más fríos.

Proceso para conseguir carpas y salmones transgénicos.

# Knockout mice

## KNOCKOUT MICE



<https://www.youtube.com/watch?v=iVY-UkiYfzY>

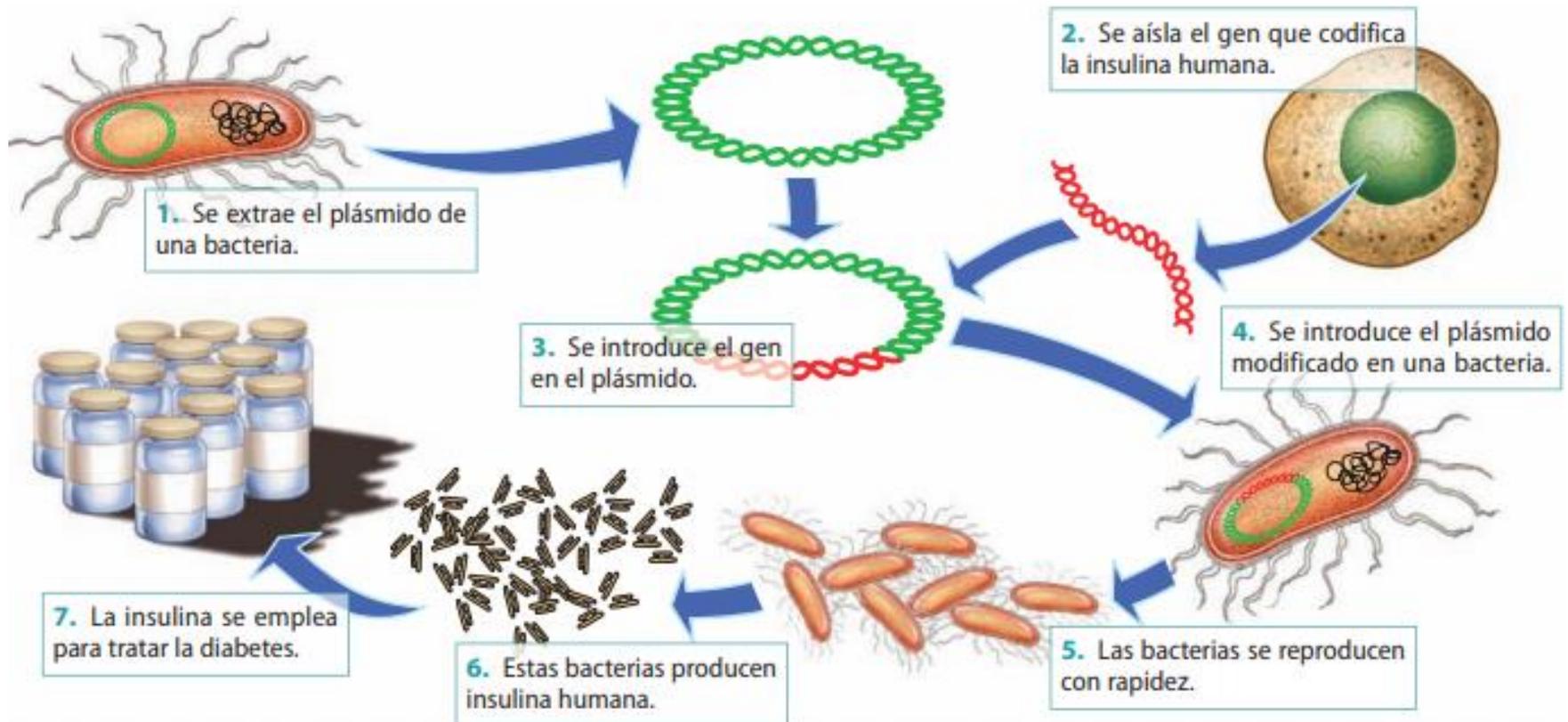
# Aplicaciones de los OMG

## ■ Aplicaciones biosanitarias

La salud humana es la gran beneficiada de la biotecnología actual. Los logros obtenidos en este campo hubieran sido impensables hace poco tiempo.

### Obtención de insulina humana

Diversas sustancias, como antibióticos, vitaminas, aminoácidos, algunas hormonas, enzimas, anticuerpos o proteínas antivíricas que se utilizan en vacunas, pueden producirse con técnicas de ingeniería genética.



Esquema de fabricación de la insulina.

## Vacunas



Las vacunas consisten en microorganismos o parte de ellos, sin virulencia.

## Antibióticos



Los antibióticos son producidos por microorganismos, como ciertos mohos.

## Productos químicos industriales



Algunos microorganismos producen sustancias que se utilizan en la industria.



**La descomposición de la materia orgánica de las basuras se realiza por microorganismos.**



**En las plantas de tratamiento de aguas residuales se utiliza la acción bacteriana.**



Algunas bacterias son capaces de degradar hidrocarburos: resultan muy útiles en la lucha contra los vertidos de petróleo.

# **Aspectos éticos y repercusiones sociales de la manipulación genética**

# Documental sobre el uso de los transgénicos

<http://www.rtve.es/alacarta/videos/cronicas/cronicas-transgenicos/805894/>

<https://www.youtube.com/watch?v=CL4z9HUI2IY>