



Genes, Genomas y Biotecnología

Dra. Nathalie Campos Reales Pineda

*Subdirectora de Desarrollo e Innovación Científica y Tecnológica
de la Secretaría Ejecutiva de la CIBIOGEM*

ncampos@conacyt.mx

10 de Septiembre 2010



Agenda



- ❑ Biotecnología, Definición y Antecedentes

- ❑ Entendiendo Genes y Genomas

- ❑ Aplicaciones de la Biotecnología Moderna

- ❑ Actividades de la Secretaría Ejecutiva
Relacionadas con la Investigación en
Bioseguridad y Biotecnología en México



BIOTECNOLOGÍA

“Cualquier aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos, organismos vivos o sus derivados, con la intención de hacer o modificar productos o procesos para un uso específico”

Convenio de Diversidad Biológica (CBD)

www.cbd.int

BIOTECNOLOGÍA

Industria Alimentaria



Farmacología,



Farmacéutica y Diagnóstico

Biotechnología Ambiental



Biorremediación Biocombustibles Biofertilizantes



Tratamiento de aguas

Uso tecnológico de especies naturales o sus productos para cuidar al medio ambiente.

Agrobiotecnología



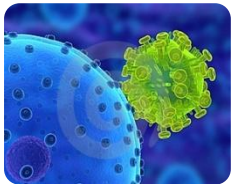
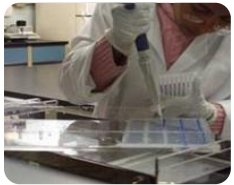
Mejora de cultivos por métodos convencionales o herramientas genéticas.

Ingeniería Genética



Aprovechando el conocimiento adquirido en biotecnología moderna y utilizando herramientas moleculares.

BIOTECNOLOGÍA MODERNA



Aplicación de técnicas *in vitro* de ácidos nucleicos, incluidos el ácido desoxirribonucleico (ADN) y ribonucleico (ARN) recombinante y la inyección directa de ácido nucleico en células u organelos, o la fusión de células más allá de la familia taxonómica, que supera las barreras fisiológicas naturales de la reproducción o de la recombinación y que no son técnicas utilizadas en la reproducción y selección tradicional.



1996

Protocolo de Cartagena sobre la seguridad de la biotecnología.

<http://bch.cbd.int/protocol>

Qué se puede hacer con Biotecnología Moderna hoy en día?

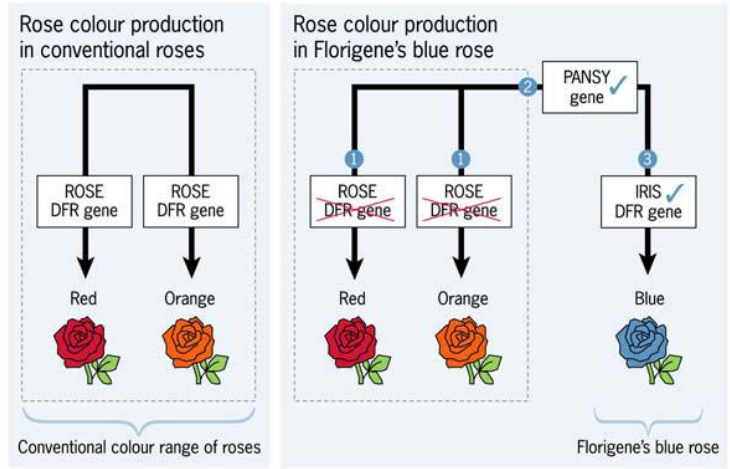


2009



To make a blue rose:

- 1 Turn off the rose DFR gene
- 2 Insert pansy gene to open the 'blue' door
- 3 Insert iris DFR gene to make blue pigment



Metodología utilizada:
Bloqueo de la síntesis de pigmento rojo utilizando iRNA, inserción de genes de violeta. CSIRO, Australia

<http://www.csiro.au/files/files/p29z.pdf>



Etapas importantes en el desarrollo de la Biotecnología



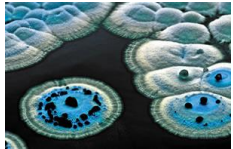
4,000 – 2,000 A.C

Etapas importantes en el desarrollo de la Biotecnología



1800

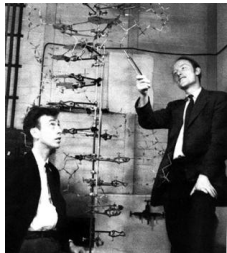
- 1859 Teoría de la Evolución, *Charles Darwin*
- 1865 Leyes de la Herencia, *Gregor Mendel*



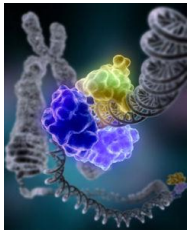
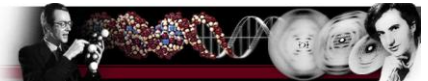
1900-1950

- 1928 Descubrimiento de Antibióticos, *Alexander Fleming*
- 1942 Penicilina producida en bio-fermentadores.

1950-1970



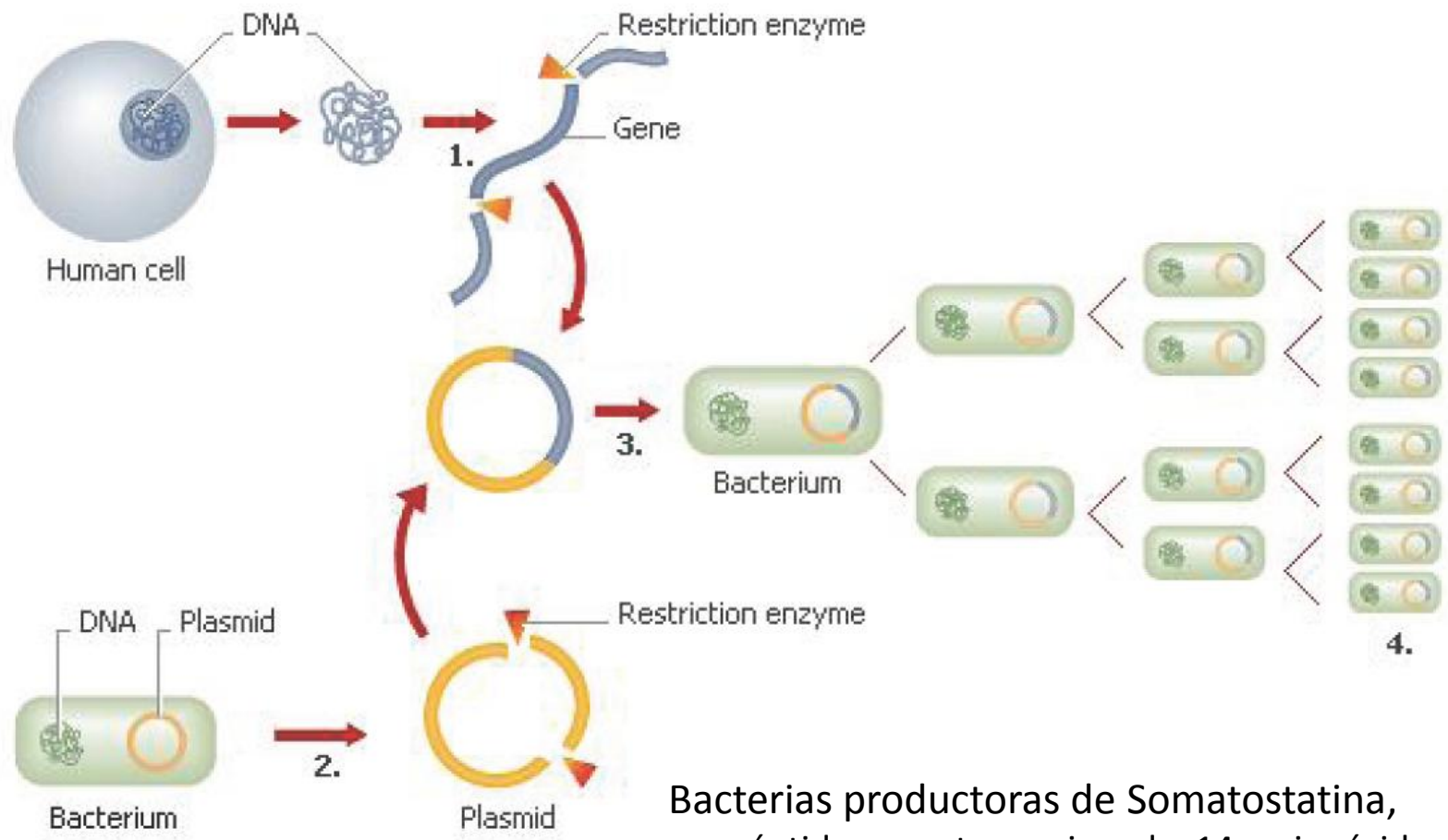
- 1953 Descripción de la estructura de la molécula de DNA
James Watson, Francis Crick, Maurice Wilkins, Rosalind Franklin
- 1954 Desarrollo de técnicas de cultivo celular
- 1963 Mejoramiento de variedades vegetales escala comercial



1970-1980

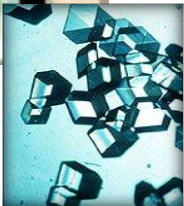
- 1970 Desarrollo de la Ingeniería Genética

Primeros Organismos Modificados (1970's)



Bacterias productoras de Somatostatina, un péptido neurotransmisor de 14 aminoácidos (1976)

Estas nuevas alternativas abrieron oportunidades para el diseño y desarrollo de organismos transgénicos encaminados a la producción de proteínas de valor social y comercial, representando un alto potencial para el uso tecnológico permitiendo atender necesidades de la sociedad contemporánea.



PRODUCTO	UTILIDAD
Insulina Humana	Diabetes
Interferón (α , β)	Leucemia, Cáncer
Hormona del Crecimiento	Enanismo
Eritropoyetina	Anemia y Fallas Renales
Interleucina-2	Inmunoterapia
Lipasas	Detergentes
Vacuna Hepatitis B	Programas Salud Humana
Vacuna Poliomiелitis	Programas Salud Humana
Anticuerpos	Pruebas Diagnósticas



1980 Ratones (modelos biológicos)

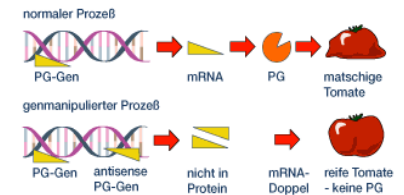


1986 Tabaco GM



1987 Tomate resistente a plagas

1994 Aprobación FDA Tomate "FlavrSvr"



1990 Maíz resistente a plagas

2000 Arroz "Golden Rice" (aún no comercial)



1996 Algodón y Soya (liberación comercial aprobada por USDA y FDA)



2002 Salmón Transgénico

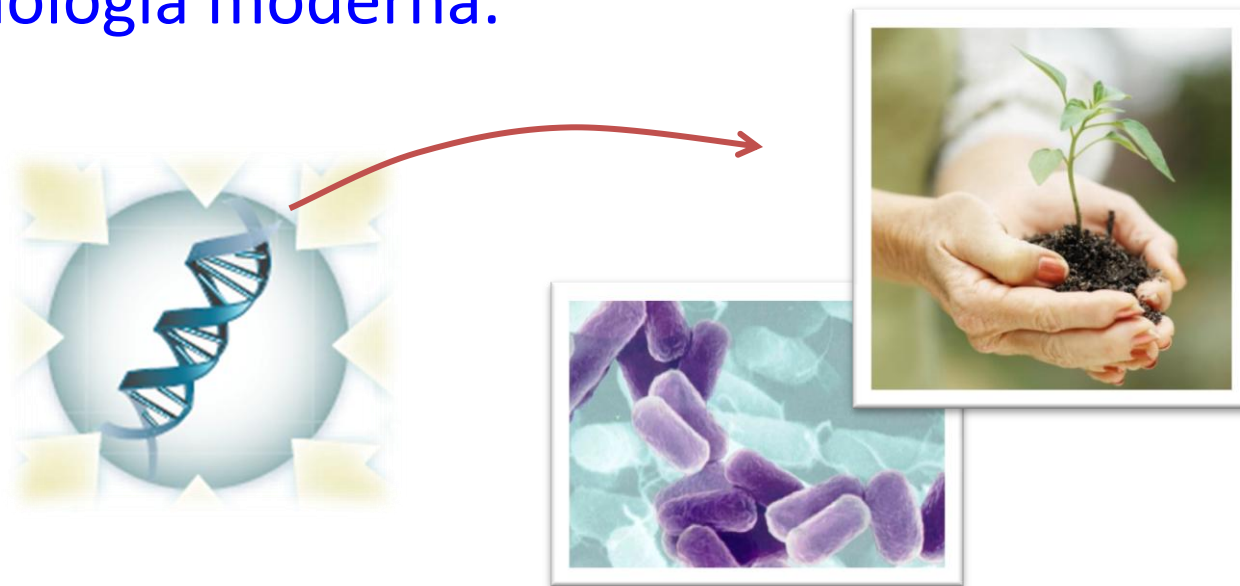


Bases de Datos con información relevante sobre OGMs.
<http://www.gmo-compass.org/eng/gmo/db/>
http://www.cera-gmc.org/?action=gmc_crop_database

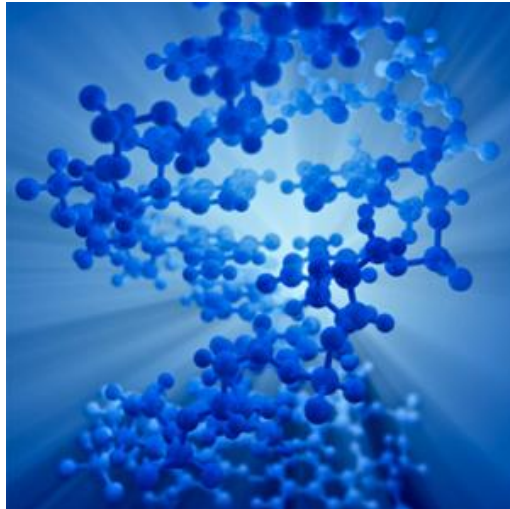


OGM = organismo vivo modificado (OVM)

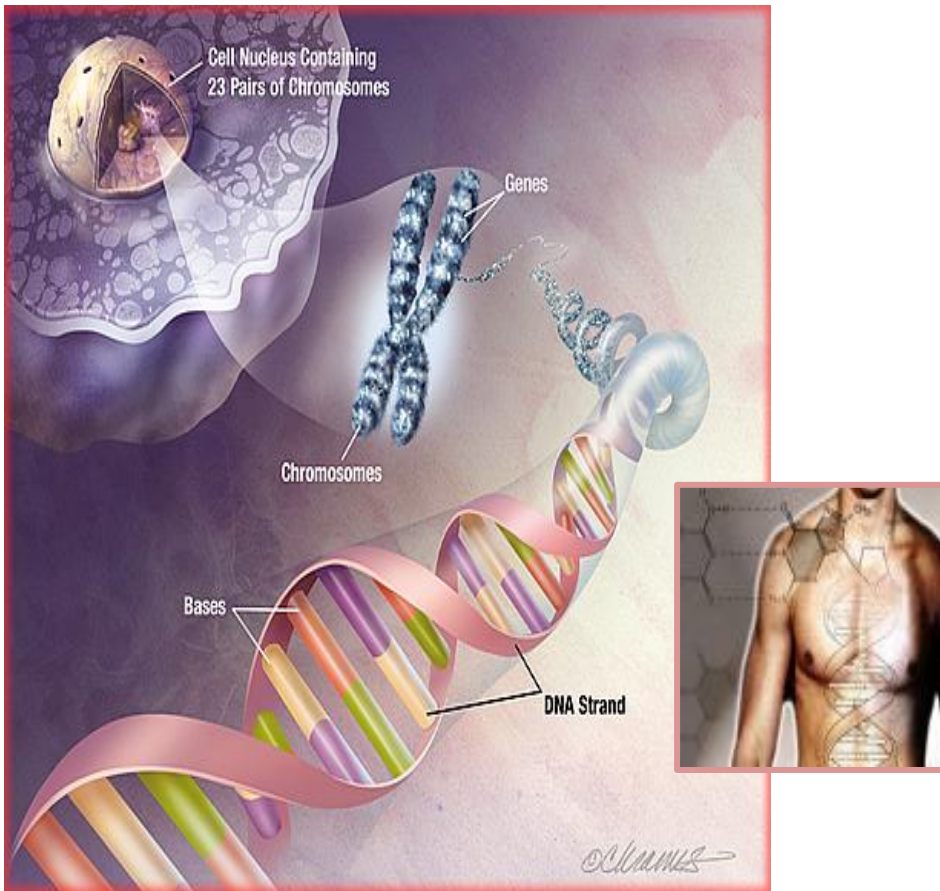
Cualquier organismo vivo que posea una combinación nueva de material genético que se haya obtenido mediante la aplicación de la biotecnología moderna.



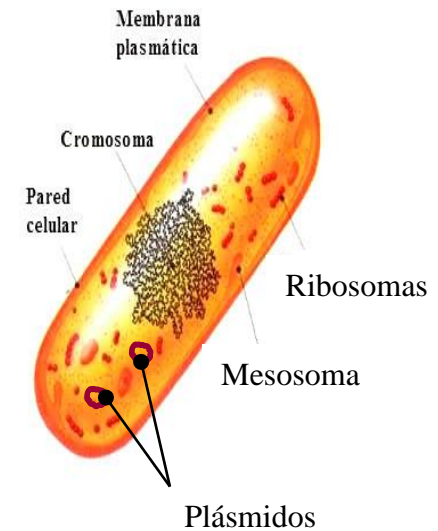
A D N



El Ácido Desoxi-ribonucleico (ADN) es una molécula muy grande (**mácmolécúla**), que se encuentra en el núcleo de las células y **almacena** en su composición química **la información hereditaria del organismo**.

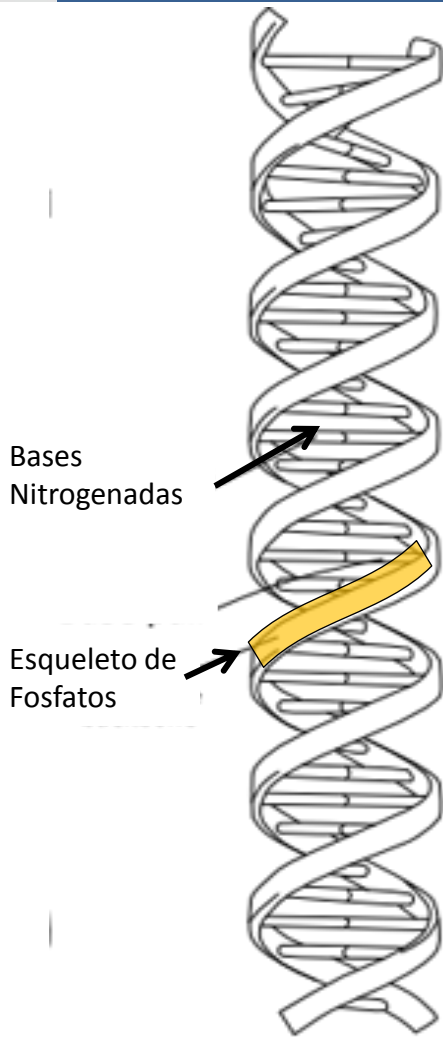


En bacterias y arqueas el ADN se encuentra libre en el citoplasma.

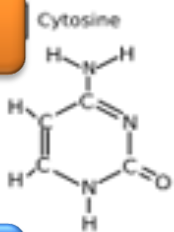


En organismos eucariotas como los humanos encontramos el ADN dentro del núcleo de las células.

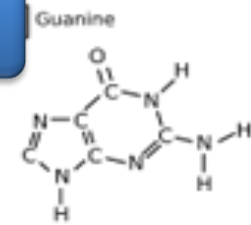
De qué está compuesto el ADN?



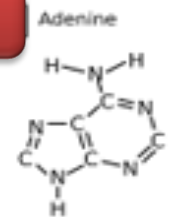
C



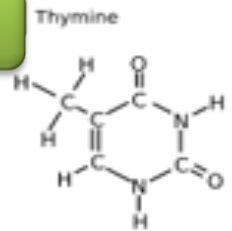
G



A



T



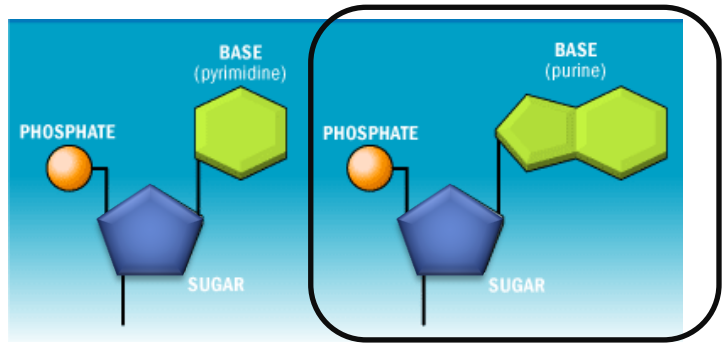
Fosfatos,

Una azúcar (desoxi-ribosa),

y cuatro bases nitrogenadas,

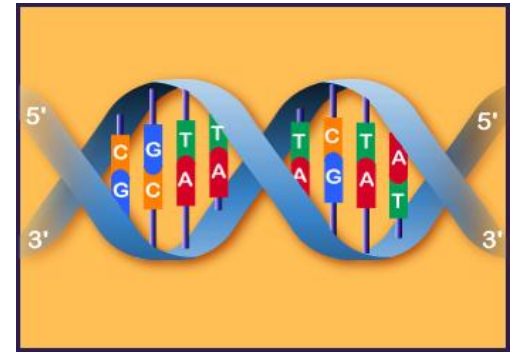
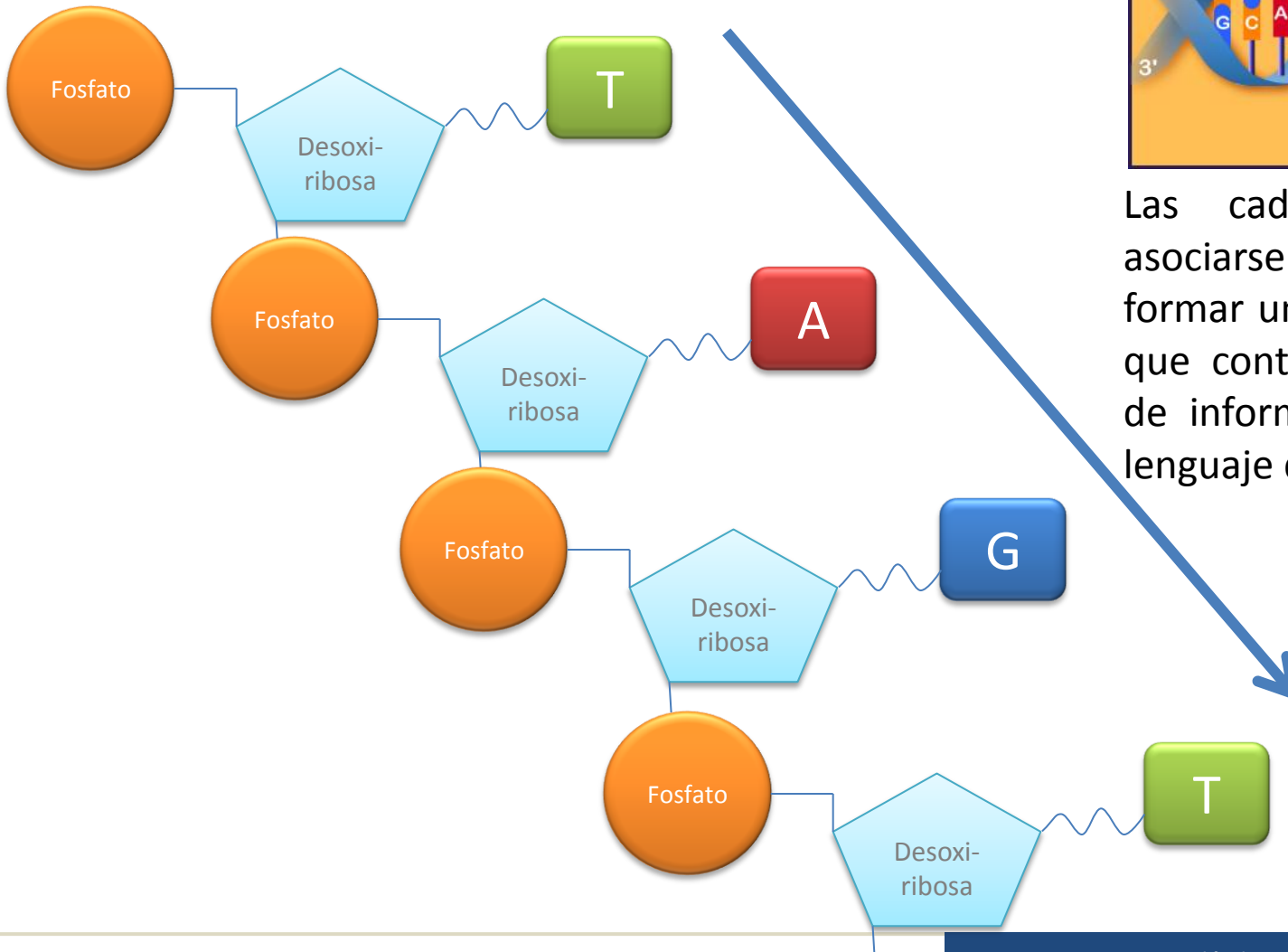
Por lo general estos componentes forman una estructura de doble hélice similar a una escalera de caracol en la que cada peldaño es un nucleótido:

Nucleótido



Bases Nitrogenadas

Los nucleótidos pueden formar largas cadenas con secuencias diferentes según el orden de las bases nitrogenadas:



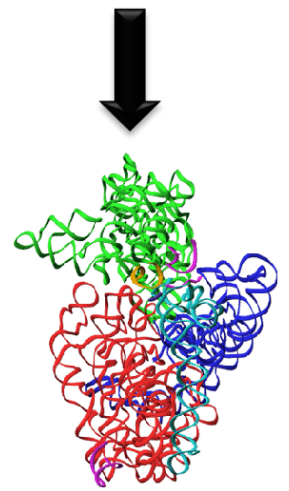
Las cadenas pueden asociarse entre sí y formar una doble hélice que contiene el código de información en un lenguaje de 4 letras!

Qué es un gen?

Un gen es una secuencia de **ADN** que contiene la información necesaria para la producción de moléculas con funciones celulares específicas.

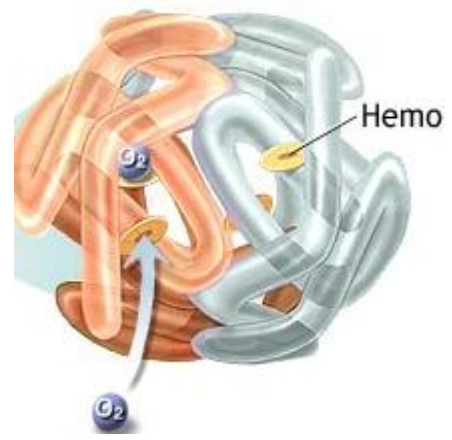


Secuencia

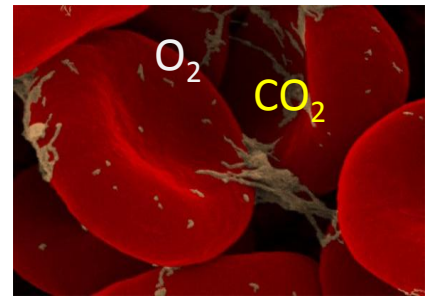


mRNA

Moléculas Producidas dentro de la célula



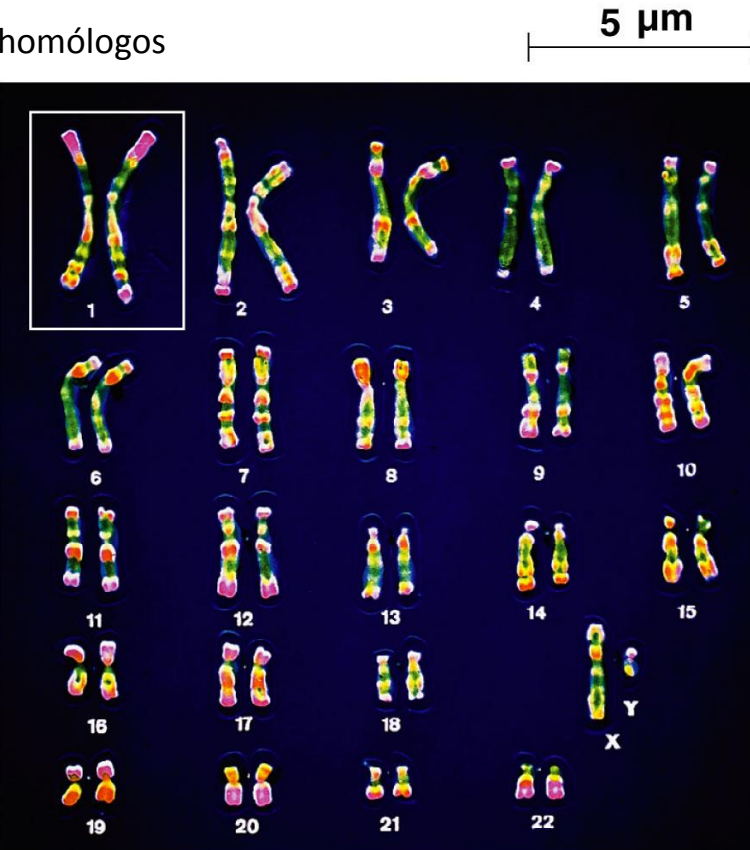
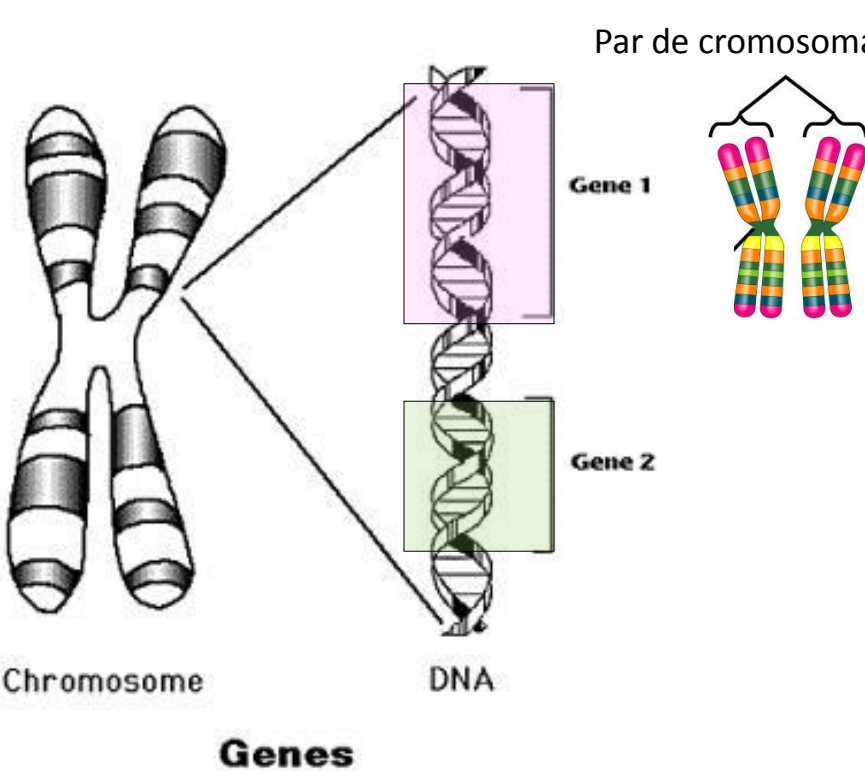
Hemoglobina



Intercambio de Gases (Respiración)

Función que cumplen éstas moléculas

La información codificada en la molécula de ADN se encuentra organizada; en los organismos superiores los genes se agrupan dentro de los cromosomas.



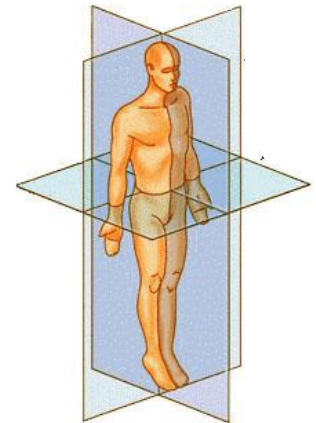
as Pearson Benjamin Cummings. All rights reserved.

Los Seres Humanos poseen **23** pares de cromosomas para los cuales se estiman cerca de **21,000** genes!

En promedio el genoma humano tiene 3, 300, 000, 000 nucleótidos...

```
1 TATTCCTCAG GCGAGTCCCA CACATTCTCC ATCTCCCCAA AGGGCCTTGG AATTTTCCAA
61 ATATGACAAA GGAATTGTGG AAAGTTGCCA ATCCTTACAA GGCATACTG GACATTCCAT
121 AGTGTCCCAA GATGCTCAAG AAACCTTTTT TTTTTTTTTA CAAAAAGGC ATGTTCACTG
181 TCTGCCCAGG GTTTCAGGGA ATTTCTTCAC TCCTCTCTAT GGCTCCAGAA AGTGTCTCC
241 ATGCTCAAAG TGATTTCTCA TTGTGCAAAT TAGACTTCAA AATTACAAA CCTGTTTTTT
301 TTATATTTTC AAAGGTCTGA GGGAAAGTCC AAATCGAAAA ATACCATTTA GACCTTGTGC
361 AATTAGCCCA TGTATATAAG AAAAATTCCG ACTCTTCTAA AGCATCCAAA AATCAATCTG
421 GCTTAGGACT CTTCTGGGA AACATTTACC ATCAGCCATA CAATCCCCAG GACCATTGAA
481 ATAAAAAAC GGGTATCTAG AAACTTTACC ATCTGCCCAA AGGTCTTTAG GATGTTCAGC
541 AACTTCTCCA AGAGCTCAGT TAACCCAGAG AACAAAAGAA CTAAAGCCCT CTTCCAGGG
601 TGTTTCCCA AGAACCACAT CTTTCTTCTT TTCCTTTATA CCAAGACAGA AGGCCAGCTT
.
.
.
.
.
.
.
```

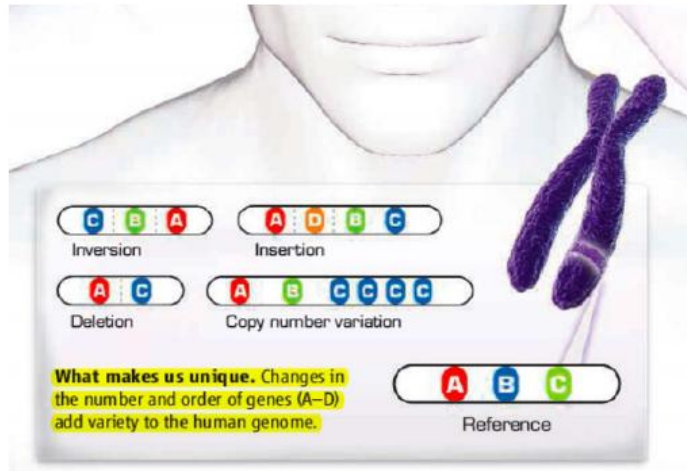
```
2, 999,999,801 AAATATCACT ATTTGCAGAT GACATGATAG TATATTTAAG TGATCCCAA AGTTCCACCA
2, 999,999,861 TGCTGACAAG AATAGGAATT CAAGACCCAT ACCTAAACAT AGTAAAAGCC ATATACAGCA
2, 999,999,921 AACCAGTTGC TAACATTAAG CTAAATGGAG AGAAACTTGA AGCAATCCCA CTAAAATCAG
2, 999,999,981 GGACTAGACA AGGCTGCCA CTCTCTCCCT
```



Variabilidad genética



Cambios en la secuencia genómica de una especie (mutaciones, inserciones, deleciones y variación del número de copia) se reflejan en las características visibles (fenotipo) de los individuos que la conforman.





Variabilidad genética

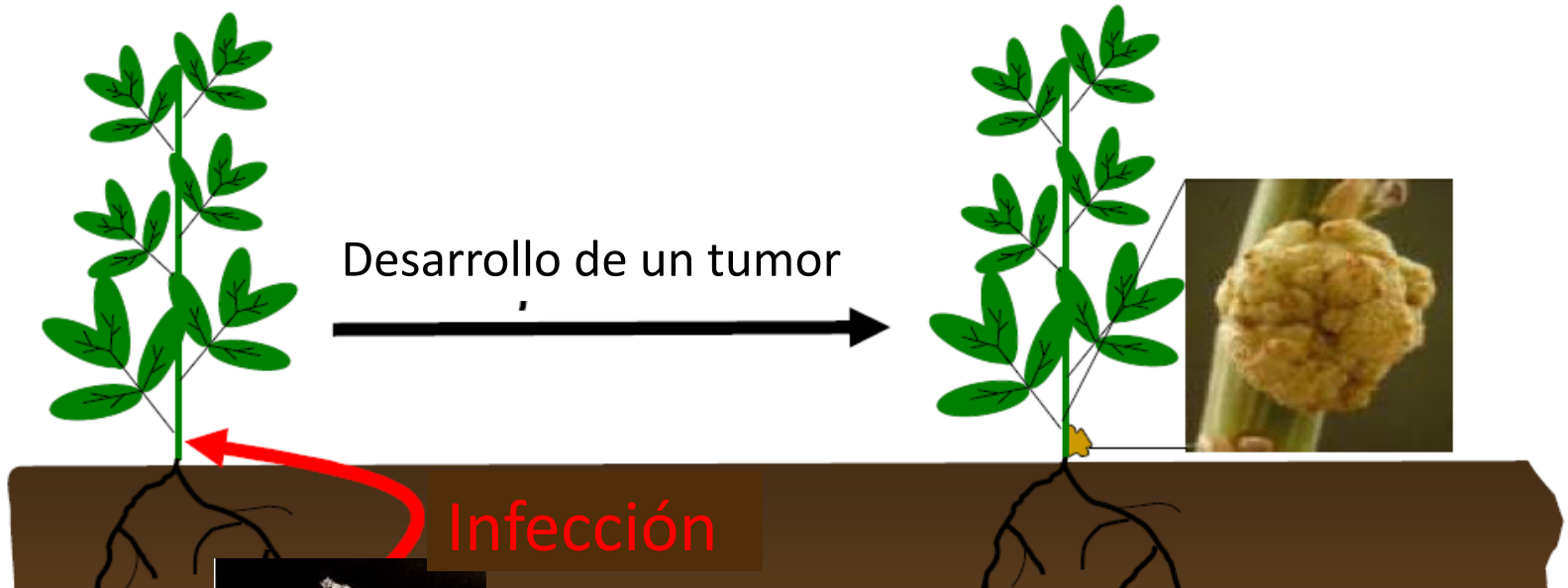


Estos polimorfismos permiten entender la variación genética entre individuos.



Aplicaciones de la Biotecnología Moderna

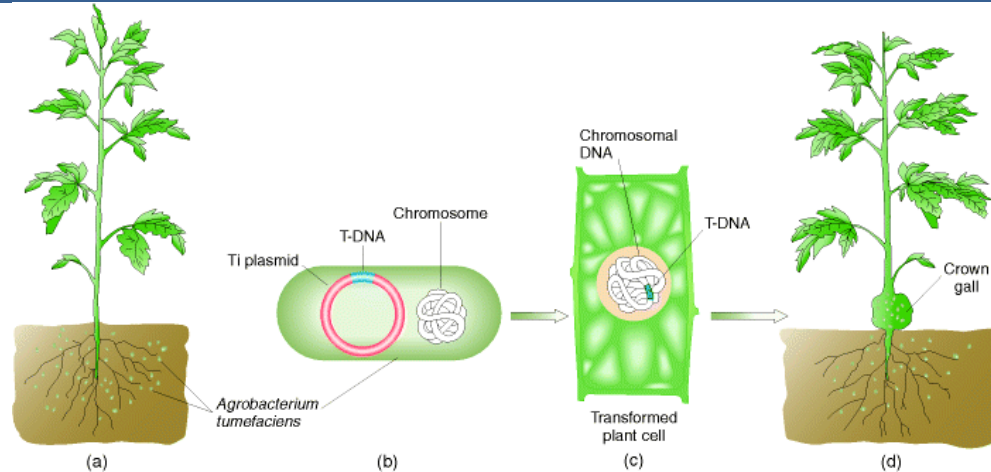
Ejemplo Caso específico: Plantas transgénicas.



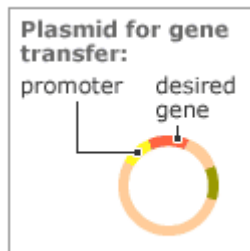
El proceso de transformación biológica existe en la naturaleza, algunas bacterias como *Agrobacterium tumefaciens* son capaces de incorporar parte de su ADN en el genoma de plantas susceptibles.

Adaptado de Dra. Kan Wang (2009), Departamento de Agronomía, Iowa State University

Cómo se produce un OGM?



1. Si se incorporase un **gen** con las características deseadas al DNA en la bacteria, eventualmente éstas características pudieran ser transferidas a la planta...

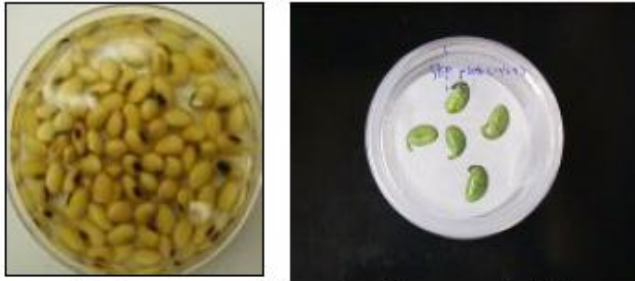


T-DNA



2. Utilizando esta estrategia, el (los) gen(es) deseado(s) se inserta(n) en el Genoma de las células de la planta susceptible, que ha sido infectada con la bacteria que contiene el DNA modificado.

1)



Las semillas maduras se usan como material inicial, y son infectadas con el *Agrobacterium*.

2)



Las plantitas que se infectaron con la bacteria se hacen crecer en medios artificiales en el laboratorio y se seleccionan para obtener las características deseadas.

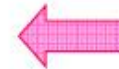


4)



Las plantas transgénicas crecen hasta madurar

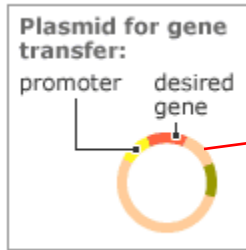
3)



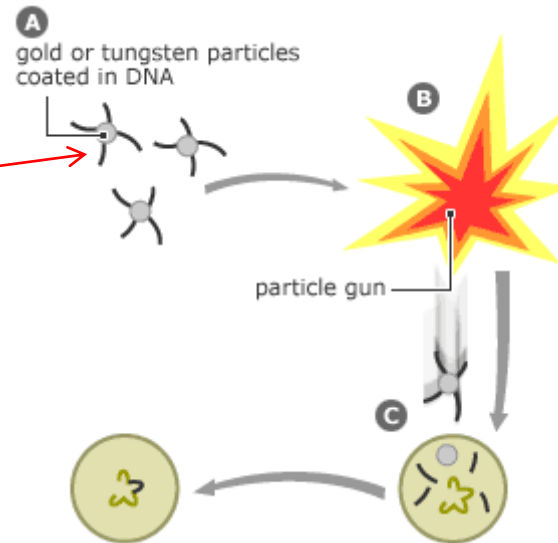
Enraizado

También es posible introducir el DNA nuevo por otro tipo de métodos, utilizando instrumentos especialmente diseñados para este propósito ...

Adaptado de Dr. Wang, Iowa State University (2009)



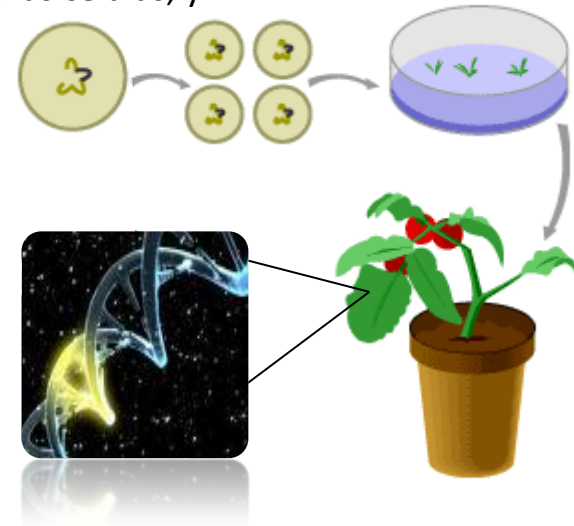
A) Partículas microscópicas de oro o tungsteno se recubren del DNA que contiene la secuencia que codifica las características deseadas.



B) Estas partículas se disparan a gran velocidad sobre las células a modificar.

C) El DNA externo penetra el genoma de las células, y

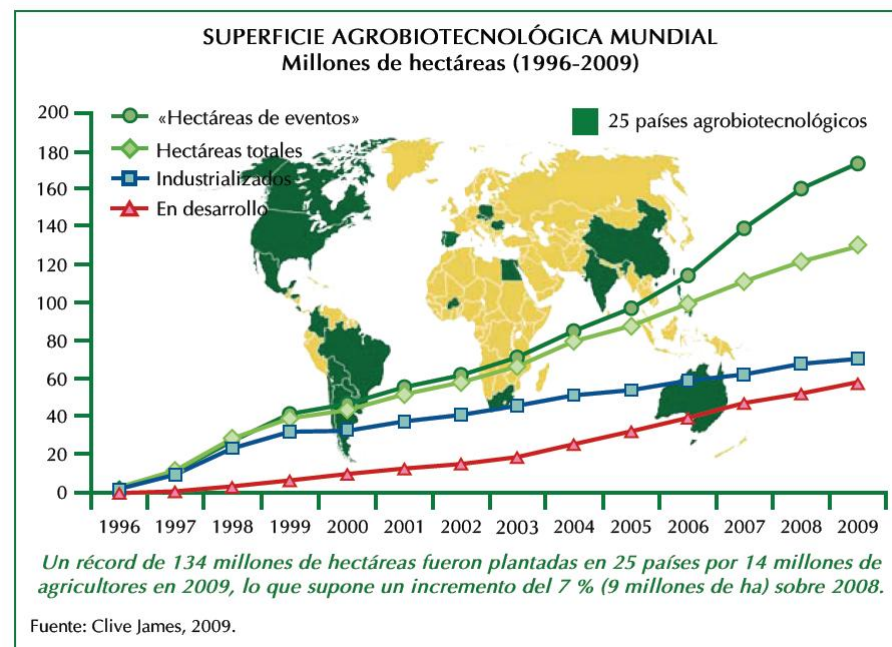
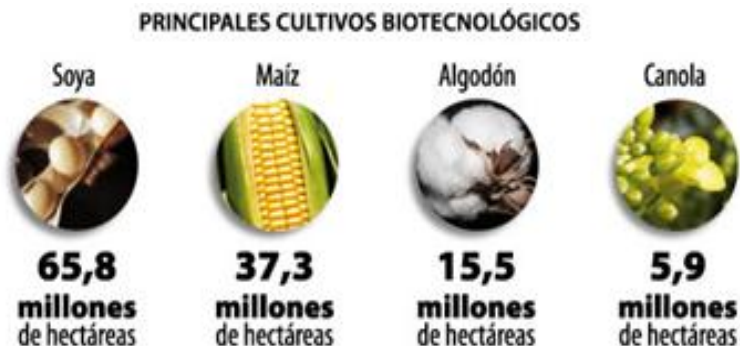
D) Las células modificadas se propagan, se seleccionan, y se hacen crecer en sustratos artificiales hasta formar una plántula con la nueva característica.



De esta forma el gen deseado se incorpora al genoma de la planta que ahora es **transgénica** pues contiene la secuencia externa de DNA que codifica para las nuevas características.

CARACTERÍSTICAS UTILIZADAS EN AGROBIOTECNOLOGÍA

- Resistencia a plagas
- Características agronómicas: tolerancia a estrés
- Control de maduración
- Contenido Nutricional (vitaminas, antioxidantes, hierro)
- Reducción de alérgenos
- Farmacéuticos
- Capacidad de bio-remediación



<http://www.isaaa.org/>



Aplicaciones de la biotecnología moderna en México



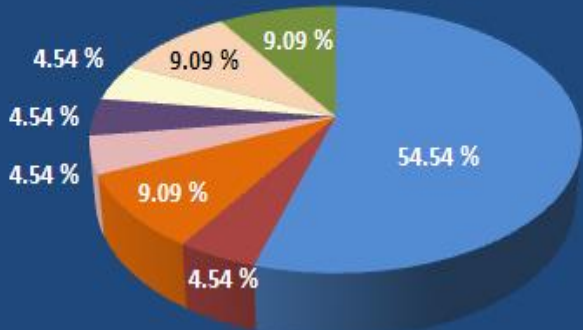
Previo a la implementación de la LBOGM

2000

Cultivo	Total de cultivos
Algodón	12
Arabidopsis	1
Calabacita	2
Canola	1
Cártamo	1
Lino	1
Melón	2
Soya	2

Cultivos - 2000

■ Algodón ■ Arabidopsis ■ Calabacita ■ Canola
■ Cártamo ■ Lino ■ Melón ■ Soya

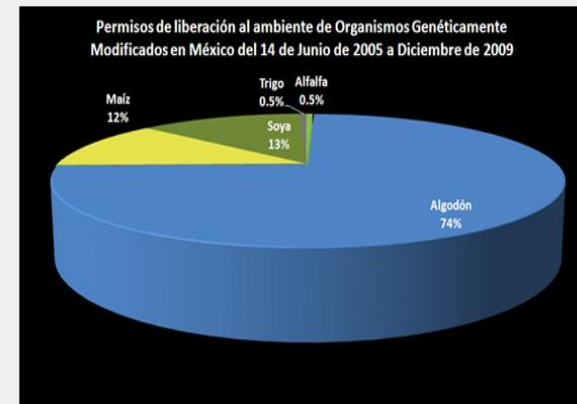


En México, aplicaciones agro-biotecnológicas se encuentran aprobadas por las autoridades competentes únicamente para su etapa experimental y piloto. Para esto se realiza una evaluación del OGM Caso por Caso de acuerdo a la legislación nacional y conforme a acuerdos internacionales.

Permisos de liberación al ambiente de Organismos Genéticamente Modificados en México del 14 de Junio de 2005 a Diciembre de 2009, conforme la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGMs), por cultivo durante este periodo.

ORGANISMO	TOTAL
Alfalfa	1
Algodón	149
Maíz	24
Soya	26
Trigo	1

Permisos de liberación al ambiente de Organismos Genéticamente Modificados en México del 14 de Junio de 2005 a Diciembre de 2009



<http://www.cibiogem.gob.mx/Sistema-Nacional/Paginas/Estadisticas.aspx>



Actividades de la Secretaría Ejecutiva de la CIBIOGEM Relacionadas con Investigación en Bioseguridad y Biotecnología en México

1. Atención a necesidades técnicas en cumplimiento a la normatividad vigente en materia de Bioseguridad.
2. Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica en Bioseguridad y Biotecnología.



Acciones coordinadas para atender requerimientos técnicos en aspectos de bioseguridad

Monitoreo y Detección

Artículo 9, Fracción V, X, XVI LBOGM
Artículos 22 y 112



Red Mexicana de Monitoreo de Organismos Genéticamente Modificados

<http://www.cibiogem.gob.mx/Redmexogms/Paginas/inicio.aspx>

Artículo 9, Fracción V, X, XVI LBOGM

Todas aquellas actividades cuyo objetivo es el establecer la presencia, en su caso, de OGMs en el medio ambiente; así como los efectos que pueda ocasionar la liberación, deliberada, involuntaria o accidental de estos organismos sobre la diversidad biológica, el medio ambiente, la sanidad animal, vegetal y acuícola, teniendo también en consideración aspectos socioeconómicos y los posibles riesgos para la salud humana.





Actividades que desempeña la Red



Biología
Molecular

Investigación
Ecológica

Aspectos
Sociales

Análisis Molecular

Detección e Identificación

Desarrollo de Métodos
para monitoreo en lab.

Biotecnología de Cultivos GM

Monitoreo de Campo

Impacto Ecológico
y Biodiversidad

Monitoreo de Organismos
No Blanco

Resistencia de insectos
a cultivos GM

Desarrollo de Métodos
para monitoreo en campo

Impacto Socioeconómico
y Conservación Ambiental

Aspectos regulatorios

Integración de
datos estadísticos

Capacitación y contacto
con comunidades
campesinas e indígenas



Red Mexicana de Monitoreo de OGMs



MONSANTO



CONABIO



Comisión Federal para la Protección
contra Riesgos Sanitarios



Coordinación

Representada por Instituciones, Centros de investigación, Organizaciones Civiles y entidades gubernamentales con capacidad para realizar monitoreo y detección de OGMs en 10 estados de la República Mexicana.



Objeto de la Red Mexicana de Monitoreo

Sumar esfuerzos entre investigadores, instituciones, organizaciones civiles y autoridades competentes para apoyar con el suficiente sustento científico a la toma de decisiones informadas en materia de bioseguridad de OGMs.



Monitoreo en Campo



Análisis Molecular



Resistencia a cultivos GM



Investigación Ecológica a largo plazo



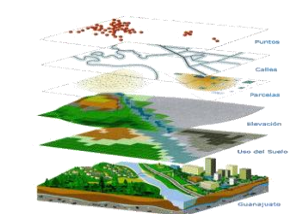
Biotecnología Forestal



Efectos sobre biodiversidad



Impacto Socioeconómico



Integración de datos estadísticos

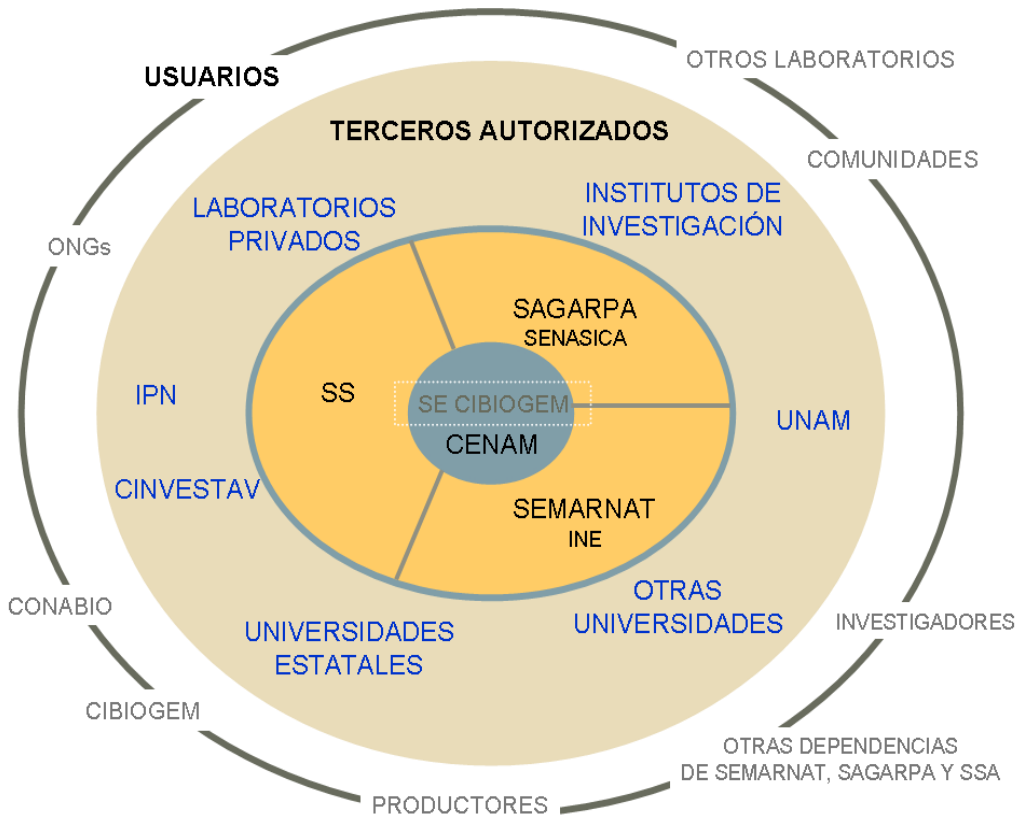


Red Nacional de Laboratorios de Detección, Identificación y Cuantificación de OGMs

Artículo 112 LBOGM



Establecimiento de la Red Nacional de Laboratorios



ETAPA 1

Establecimiento de laboratorio nacional de referencia y protocolos estandarizados para laboratorios centrales.

ETAPA 2

Consolidación de los laboratorios de pruebas del Gobierno Federal para la detección de OGMs.

ETAPA 3

Integración de otros laboratorios reconocidos por las instancias de acreditación de Gobierno Federal, que cumplan con los criterios de calidad necesarios para garantizar la obtención de resultados confiables en la detección e identificación de OGMs.



ETAPA 1

Establecimiento de laboratorio nacional de referencia y protocolos estandarizados para laboratorios centrales.



- ✓ Materiales de Referencia
- ✓ Validación y Estandarización de Protocolos y Metodologías



ETAPA 2

Consolidación de los laboratorios de pruebas del Gobierno Federal para la detección de OGMs.



CENICA



CNDROGM



- ✓ Personal Capacitado
- ✓ Infraestructura para el análisis y gestión
- ✓ Laboratorios Acreditados/Certificados
- ✓ Metodologías estandarizadas y validadas



Comisión Federal para la Protección
contra Riesgos Sanitarios



<http://www.ine.gob.mx/cenica-bioseguridad>

<http://www.senasica.gob.mx/?id=2406>

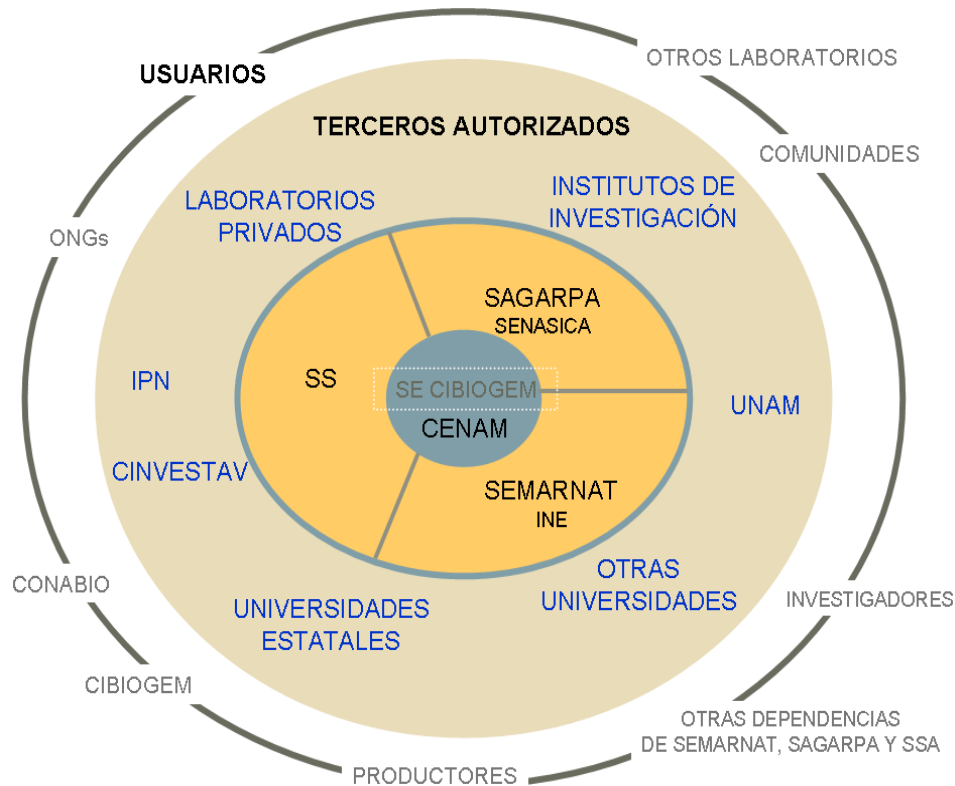
http://www.cofepris.gob.mx/wb/cfp/servicios_analiticos



Establecimiento de la Red Nacional de Laboratorios

ETAPA 3

Integración de otros laboratorios reconocidos por las instancias de acreditación de Gobierno Federal, que cumplan con los criterios de calidad necesarios para garantizar la obtención de resultados confiables en la detección e identificación de OGMs, conforme a la legislación aplicable.





Fomento a la investigación Científica y Tecnológica en Bioseguridad y Biotecnología

Artículos 28, 29, 30 y 31 LBOGM



- Atención al Programa para el Desarrollo de la Bioseguridad y la Biotecnología (PDBB) a través del FONDO CIBIOGEM.
- Acercamiento con Investigadores que necesitan conocer el marco regulatorio en materia de OGMs.
- Identificación de proyectos de investigación que permitan apoyar la toma de decisiones informadas.
- Seguimiento a productos y paquetes tecnológicos derivado de la investigación científica que se realiza en México, que sean de competencia de la CIBIOGEM, así como favorecer colaboraciones nacionales e internacionales.



Para saber más, por favor visite nuestra página electrónica:

WWW.CIBIOGEM.GOB.MX

ncampos@conacyt.mx