

La Biotecnología en el día a día

Biotecnología

Fácil y rápido

¿Qué es? Clasificación

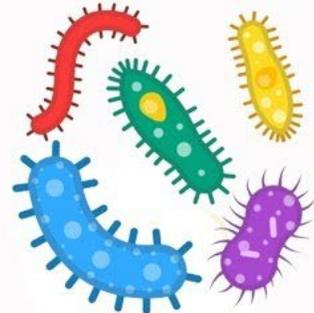
Roja

Verde

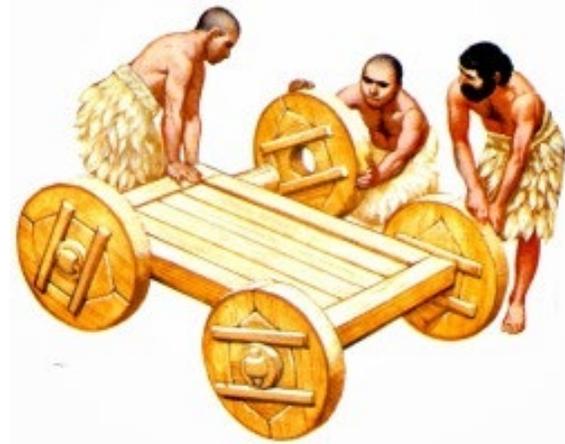
Blanca

Azul

Gris



¿Cuándo empieza la historia de los medios de transporte?

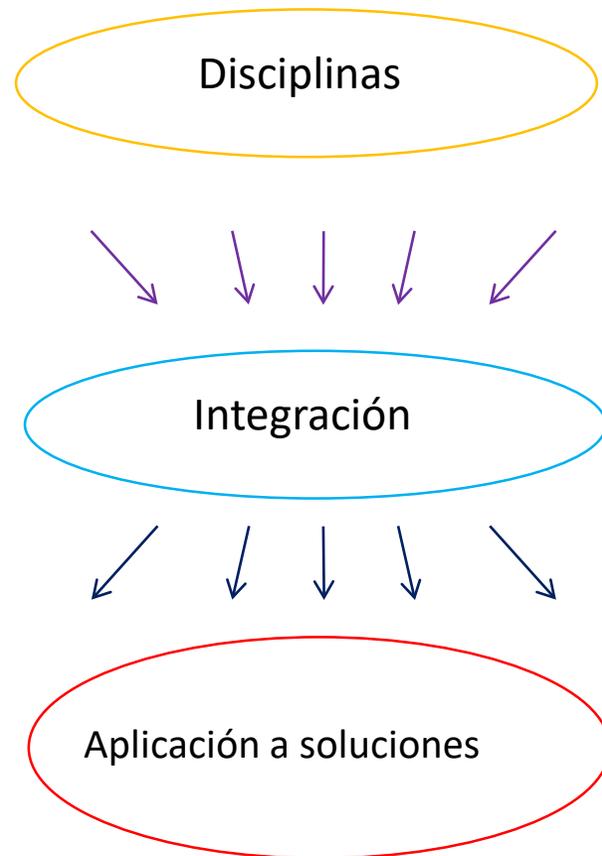


La rueda es el invento madre de los medios de transporte

El avance de la tecnología marca la evolución del carro al automóvil



¿Qué es la Biotecnología?



La biotecnología es el uso de seres vivos o sus partes para obtener bienes y servicios

“Todos los métodos utilizados para convertir materia prima en bienes, tomando en alguna etapa, organismos vivos o sus productos” (Karl Ekerly 1919)



La Biotecnología es la integración de las Ciencias Naturales y la Ingeniería para llevar a cabo la aplicación de organismos, células, partes de las mismas y análogos moleculares en productos y servicios (FEBS, 1989)

La Biotecnología a lo largo de la Historia

| TRADICIONAL | CONVENCIONAL | MODERNA |
|---|---|---|
| Desarrollada por los pueblos ancestrales y actualmente por comunidades nativas y locales. | Basadas en el método científico, no incluye la biotecnología moderna o transgénesis. | Desarrolladas en base al método científico, hace uso de la ingeniería genética. |
| Conocimientos de selección artificial y apareamientos dirigidos dieron origen a la domesticación de plantas y animales. | Comprende técnica como el cultivo in vitro de tejidos, la secuenciación de genomas, las tecnologías reproductivas como la bipartición o transferencia de embriones... | Está referida a la obtención organismos genéticamente modificados o transgénicos. |



La Evolución de la Biotecnología en el Último Siglo

Año 2013
El **primer ojo biónico** ve la luz en EE.UU. dando esperanza a ciegos de todo el mundo.

Año 1998
Se crea un borrador del mapa del genoma humano que ubica más de 30.000 genes.

Año 1983
Se presenta la **primera planta** (tabaco) genéticamente modificada (transgénico).

Año 1953
Los biólogos James Watson y Francis Crick describen la **doble hélice del ADN**.

Año 1928
El bacteriólogo escocés Alexander Fleming descubre el **uso antibiótico de la penicilina**.

Año 2020
Las innovaciones en biotecnología lideran la **lucha contra la pandemia** provocada por el **SARS-CoV-2**.

Año 2010
Un grupo de investigadores del Instituto J. Craig Venter crea la **primera célula sintética**.

Año 1997
Los científicos presentan al mundo a la oveja Dolly, el **primer clon de un mamífero**.

Año 1969
Una **enzima es sintetizada in vitro** por primera vez en la historia.

Año 1943
El científico canadiense Oswald Theodore Avery descubre que el **ADN es el portador de los genes**.

Año 1919
El agrónomo húngaro Karl Ereky establece una **definición de biotecnología**.

Año 2020 Las innovaciones en biotecnología lideran la **lucha contra la pandemia** provocada por el **SARS-CoV-2**.

Año 2013 El **primer ojo biónico** ve la luz en EE.UU. dando esperanza a ciegos de todo el mundo.

Año 2010 En el Instituto J. Craig Venter se crea la **primera célula sintética**.

Año 1998 Se crea un **borrador del mapa del genoma humano**

Año 1997 Se presenta al mundo a la oveja Dolly, el **primer clon de un mamífero**.

Año 1983 Se presenta la **primera planta** (tabaco) **genéticamente modificada**

Año 1969 Una **enzima es sintetizada in vitro** por primera vez en la historia.

Año 1953 Los biólogos James Watson y Francis Crick describen la **doble hélice del ADN**.

Año 1943 Oswald Theodore Avery descubre que el **ADN es el portador de los genes**.

Año 1928 Alexander Fleming descubre el **uso antibiótico de la penicilina**.

Año 1919 El agrónomo húngaro Karl Ereky establece una **definición de biotecnología**.



COLORES DE LA BIOTECNOLOGIA

Biología
Roja

Todas las aplicaciones relacionadas con la salud humana

Terapia génica, diagnósticos, vacunas, huella genética

Biología
Blanca

Se usa en la Industria y procesos industriales

Mejora de procesos industriales, bioprocesos, bioplásticos, bioenergía

Biología
Verde

Es la biotecnología aplicada a procesos agrícolas

Mejoramiento de plantas, GMO, biofertilizantes, biopesticidas, entre otros

Biología
Azul

Son las aplicaciones de la biotecnología en ambientes marinos y acuáticos

Nuevos productos: fármacos, cosméticos, biodiesel, entre otros

Biología
Amarilla

Se refiere al uso de los organismos vivos y/o biomoléculas en la industria alimentaria

Uso de enzimas para la producción y procesamiento de los alimentos, nuevos y mejores

Biología
Marrón

Se utiliza este término a la biotecnología utilizada en veterinaria..

Desarrollar y producir fármacos, vacunas y mejoramiento animal

Biología
Gris

Ingeniería genética y biología molecular para mejorar el ambiente

bioremediación, biofiltros, limpieza de contaminación, entre otros

Biología
Rosada

Se refiere a la propiedad intelectual y Bioseguridad en biotecnología

Patentes, propiedad intelectual, bioseguridad, bioética

Biología
Dorada

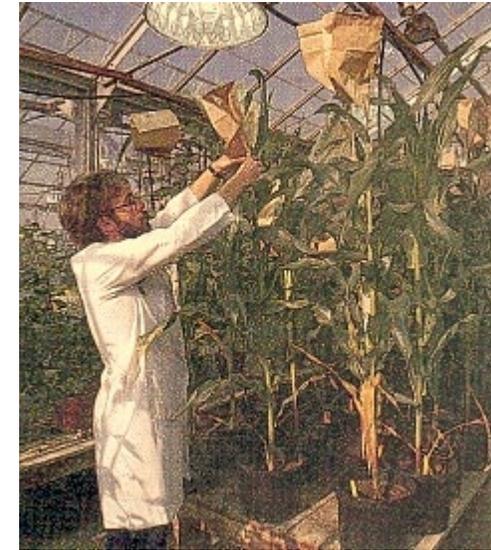
Se refiere al uso de herramientas bioinformáticas y nanotecnología

Nanorobots, diseño de drogas "in silico", nanopartículas



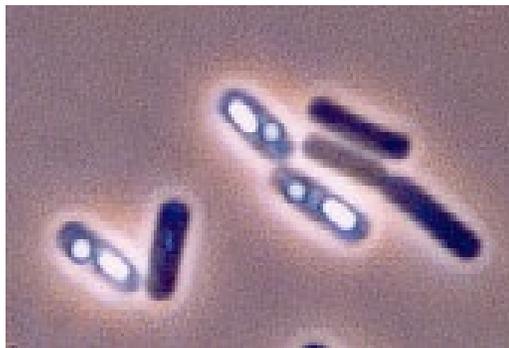
LA SOCIEDAD MODERNA DEPENDE DE LA BIOTECNOLOGÍA

- Mejora animal y vegetal
- Mejora de microorganismos útiles
- Organismos transgénicos
- Industria
- Biomedicina



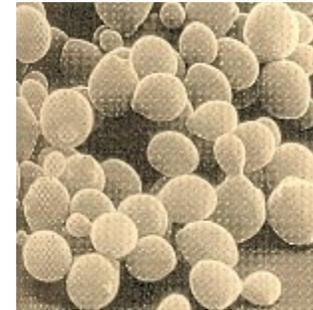
LA SOCIEDAD MODERNA DEPENDE DE LA BIOTECNOLOGÍA

- Mejora animal y vegetal
- **Mejora de microorganismos útiles**
- Organismos transgénicos
- Industria
- Biomedicina



Utilización como insecticidas biológicos

Optimización de levaduras para la obtención de productos industriales

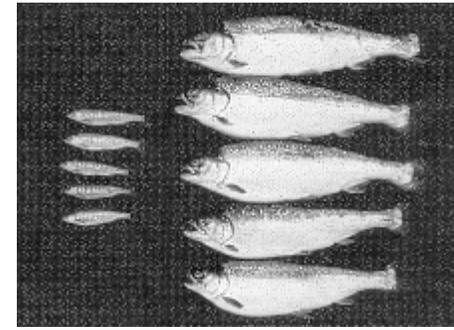


Obtención de antibióticos y otros fármacos



LA SOCIEDAD MODERNA DEPENDE DE LA BIOTECNOLOGÍA

- Mejora animal y vegetal
- Mejora de microorganismos útiles
- **Organismos transgénicos**
- Industria
- Biomedicina



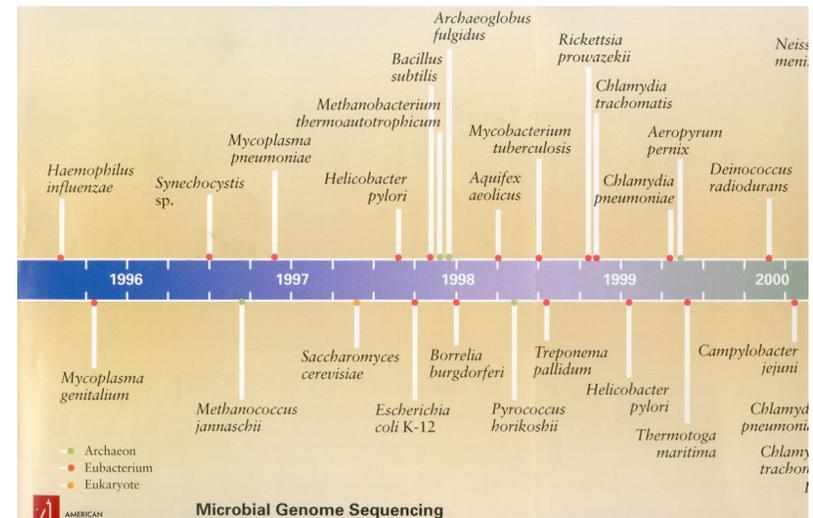
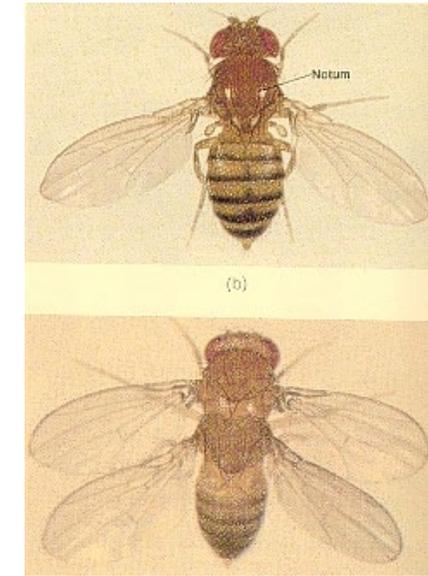
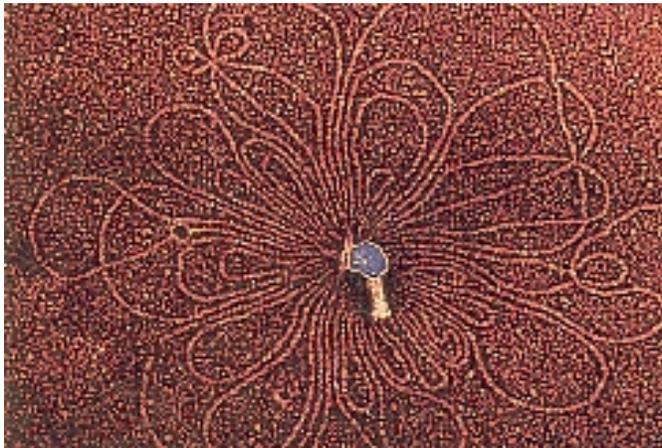
LA SOCIEDAD MODERNA DEPENDE DE LA BIOTECNOLOGÍA

- Mejora animal y vegetal
- Mejora de microorganismos útiles
- Organismos transgénicos
- **Industria**
- Biomedicina

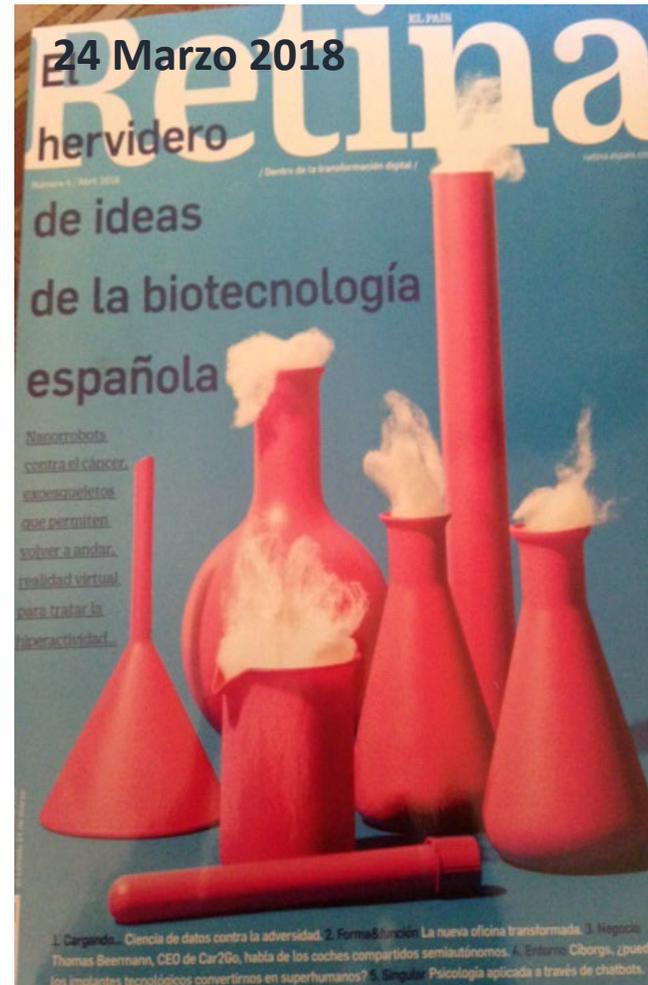


LA SOCIEDAD MODERNA DEPENDE DE LA BIOTECNOLOGÍA

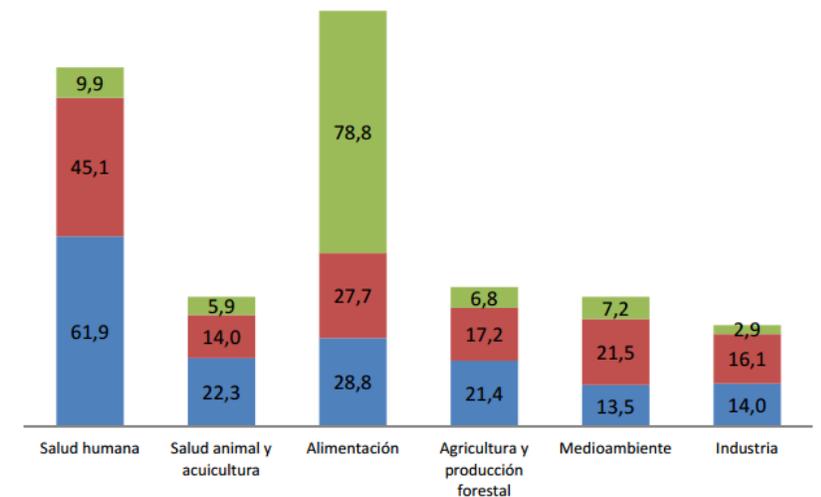
- Mejora animal y vegetal
- Mejora de microorganismos útiles
- Organismos transgénicos
- Industria
- **Biomedicina**



Biotecnología: un sector económico en expansión

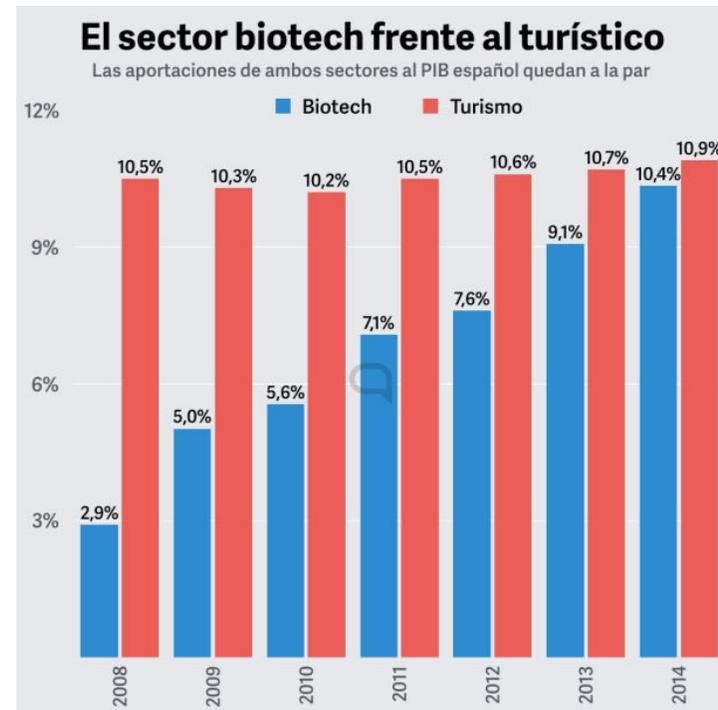
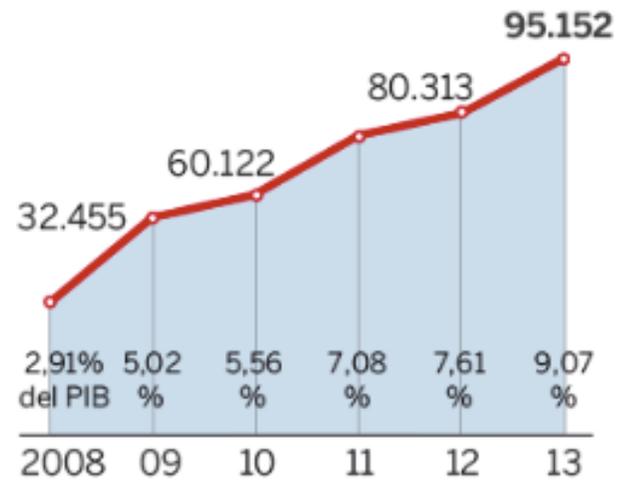


■ Principales ■ Secundarias ■ Herramienta

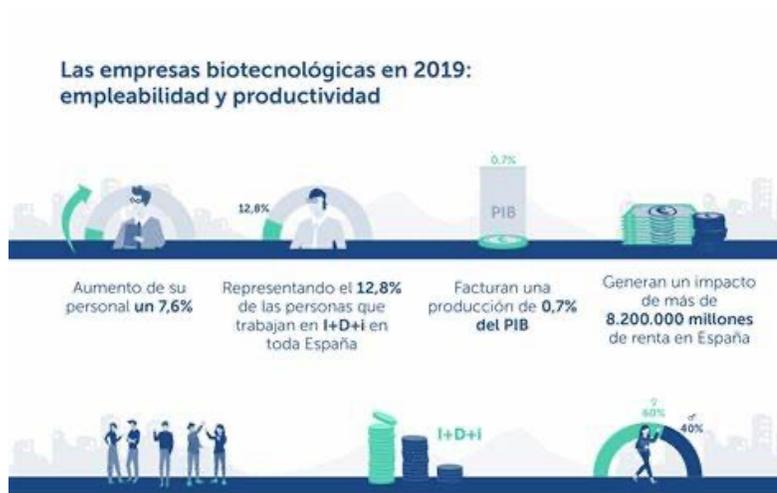


La biotecnología española iguala por primera vez al turismo en facturación

EVOLUCIÓN DE LA FACTURACIÓN
En millones de euros



Biotecnología: un sector joven que crea empleo de calidad responde a la sociedad



La **biotecnología** ocupa el **segundo puesto** del ranking de sectores con mayor número de personal investigador sobre el total de empleos.

Se sitúan en **primera posición** como sector que más invierte en I+D+i

Casi **7.000 alumnos** de estudios universitarios en biotecnología, con un **60%** de mujeres matriculadas.



Gráfico 2.3. Ratios comparativos de las empresas Biotech
Fuente: Elaboración propia con datos INE y BORME

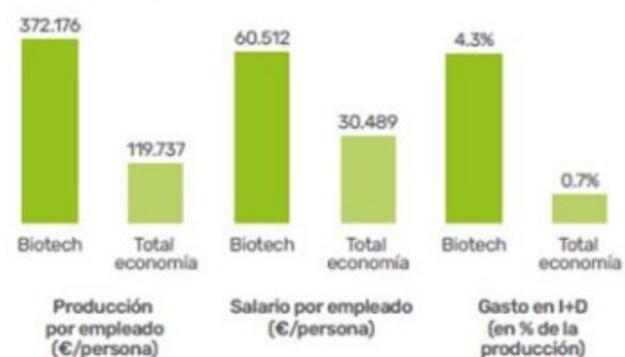


Gráfico 2.5. Dinámica comparativa del Valor Añadido de las Biotech.
Fuente: Elaboración propia. Asebio, 2019



LOS NUEVOS AVANCES EN LA BIOLOGÍA MOLECULAR Y BIOQUÍMICA APLICADOS A LA BIOTECNOLOGÍA SUPONEN NUEVOS RETOS ÉTICOS Y MORALES

- ¿Cómo estamos afectando la Naturaleza y la biodiversidad?
- ¿Es lícita la terapia génica de la línea germinal?
- ¿Qué uso se hará de la información genética de un individuo?
- ¿Qué peligros acarrearán los organismos modificados genéticamente?
- ¿Con qué fines es lícita la clonación?
- Se puede considerar OMGs a los organismos producidos por CRISPR



Biotecnología: qué y cómo piensa la gente

En ciertos sectores de la sociedad existe una **percepción negativa**, o al menos **desconfiada**, hacia los productos de la biotecnología agrícola, especialmente los **cultivos transgénicos**.

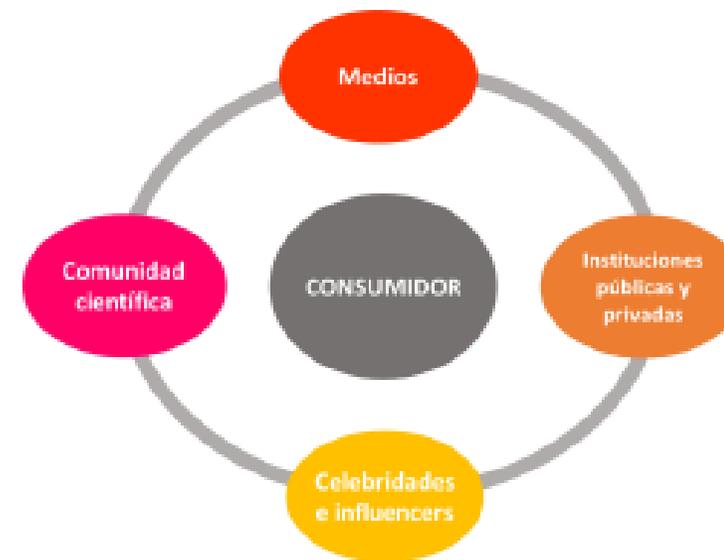
Factores formadores de esta percepción negativa:

La desinformación: “fake news”

La acción de los **formadores de opinión**: “tipos de lenguaje y capacidad de viralización de la desinformación”

Factores socio-culturales y psicológicos: “temor a lo nuevo”

Tendencias en la sociedad moderna: “modas”



La percepción social de los transgénicos

Los transgénicos avanzan en España arrasando las tierras y dañando la salud - ¡Zas! Madrid



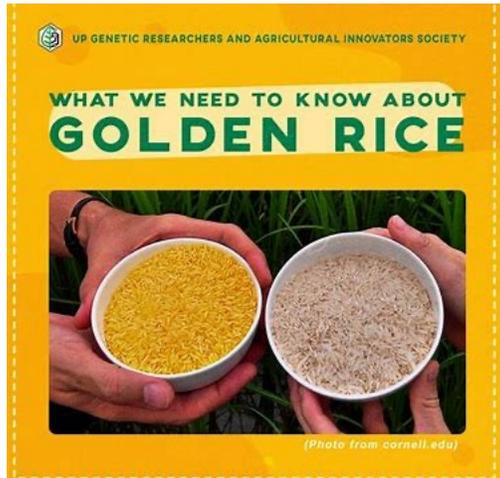
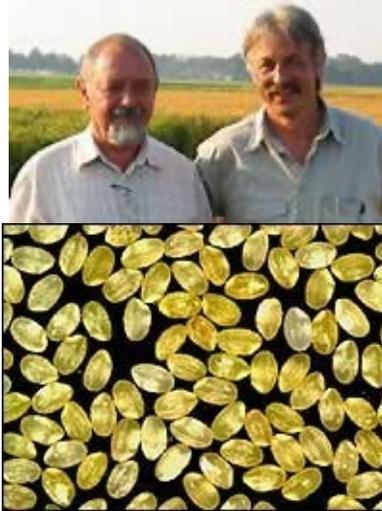
La proliferación de transgénicos podría terminar con la diversidad de los cultivos. También puede afectar al equilibrio de los ecosistemas.

Existe el riesgo de aparición de alergias imprevistas, se produzcan intoxicaciones entre organismos vivos o de que alguna bacteria modificada escape de un laboratorio.

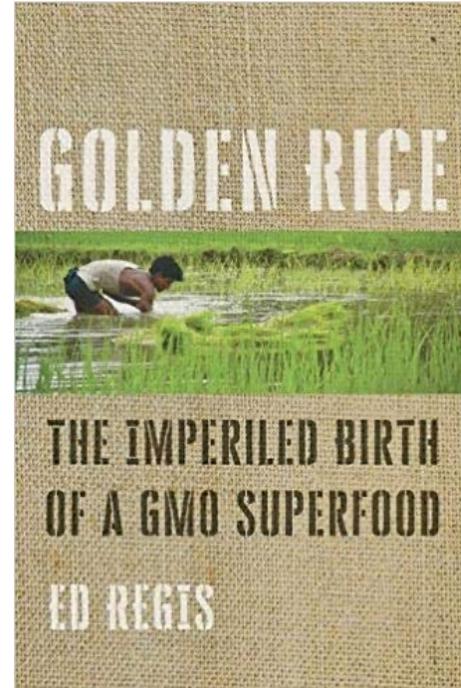
La polémica de los OMG

Golden Rice could supply up to 50% of average daily requirement of vitamin A

Arroz Dorado para luchar contra la ceguera infantil causada por la carencia de vitamina A



Greenpeace lleva años informando sobre los problemas asociados a la liberación de cultivos transgénicos al medio ambiente y denunciando cómo afectan a un **sistema agroalimentario justo y sostenible** y en particular a la agricultura ecológica.



“Millions of people can benefit from the use of GMO-technology in plant breeding, it is hard to comprehend how the anti-GMO movement can sleep at night.” (Richard Roberts Premio Nobel de Medicina 1993)

Los retos de la agricultura



Producir más con menos
Preservar el medio ambiente y la biodiversidad
Mejorar los medios de vida del agricultor

Posibles soluciones:

- Diversidad (variedades locales)
- Reducción de pesticidas/fertilizantes
- Agricultura de proximidad

Aproximaciones:

- ✓ La mejora genética
- ✓ La agricultura ecológica
- ✓ **La Biotecnología**

Manzana esperiega

- Diversidad (variedades locales)
- Reducción de pesticidas/fertilizantes
- Agricultura de proximidad

Floración tardía



**Agusanado de las manzanas:
feromonas**



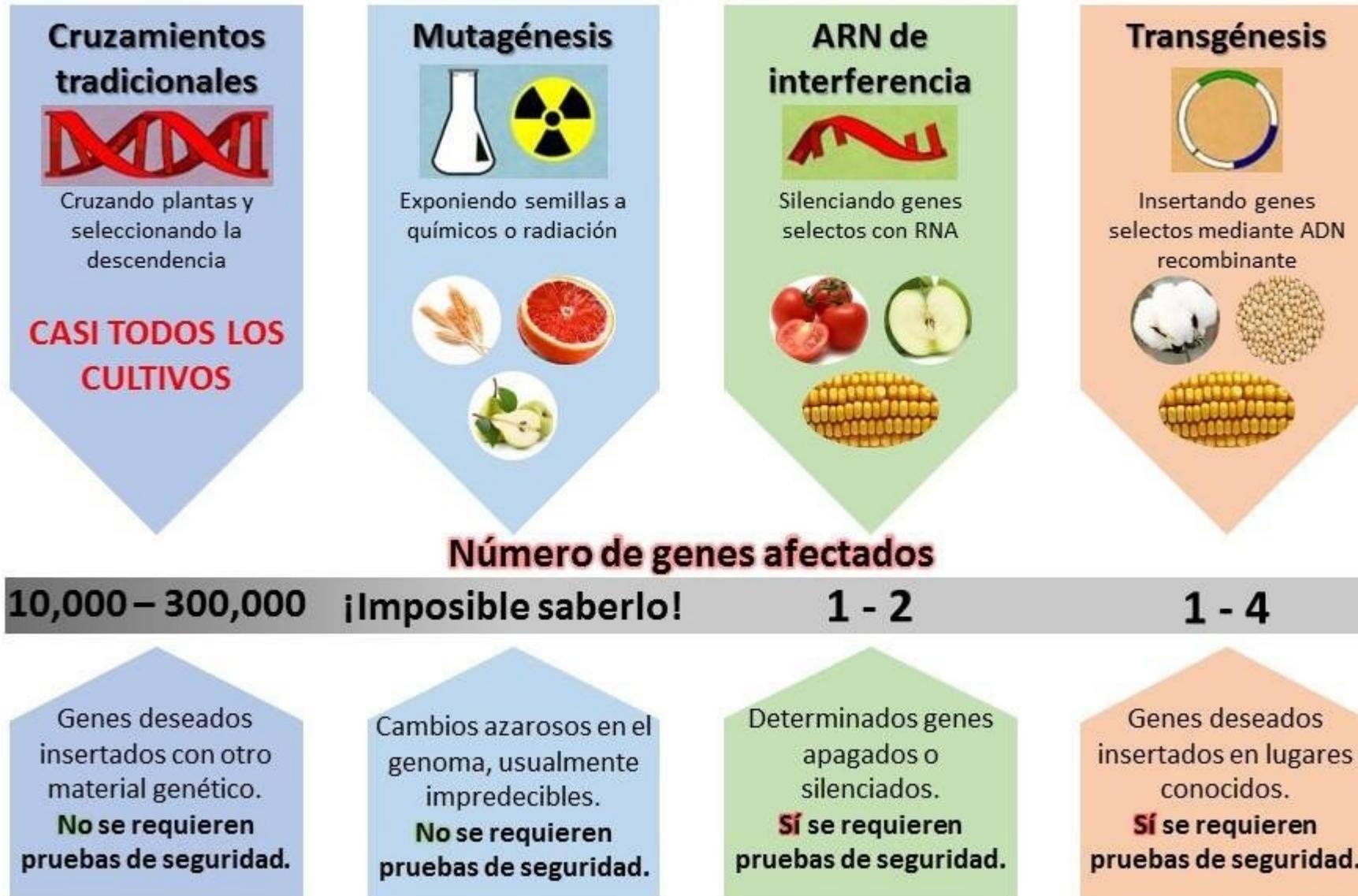
**Pulgón lanígero del
manzano: aceite parafínico y
azaridactina, *Aphelinus mali***



**Araña roja: insecticidas, ácaros
como *Phytoseiulus persimilis***

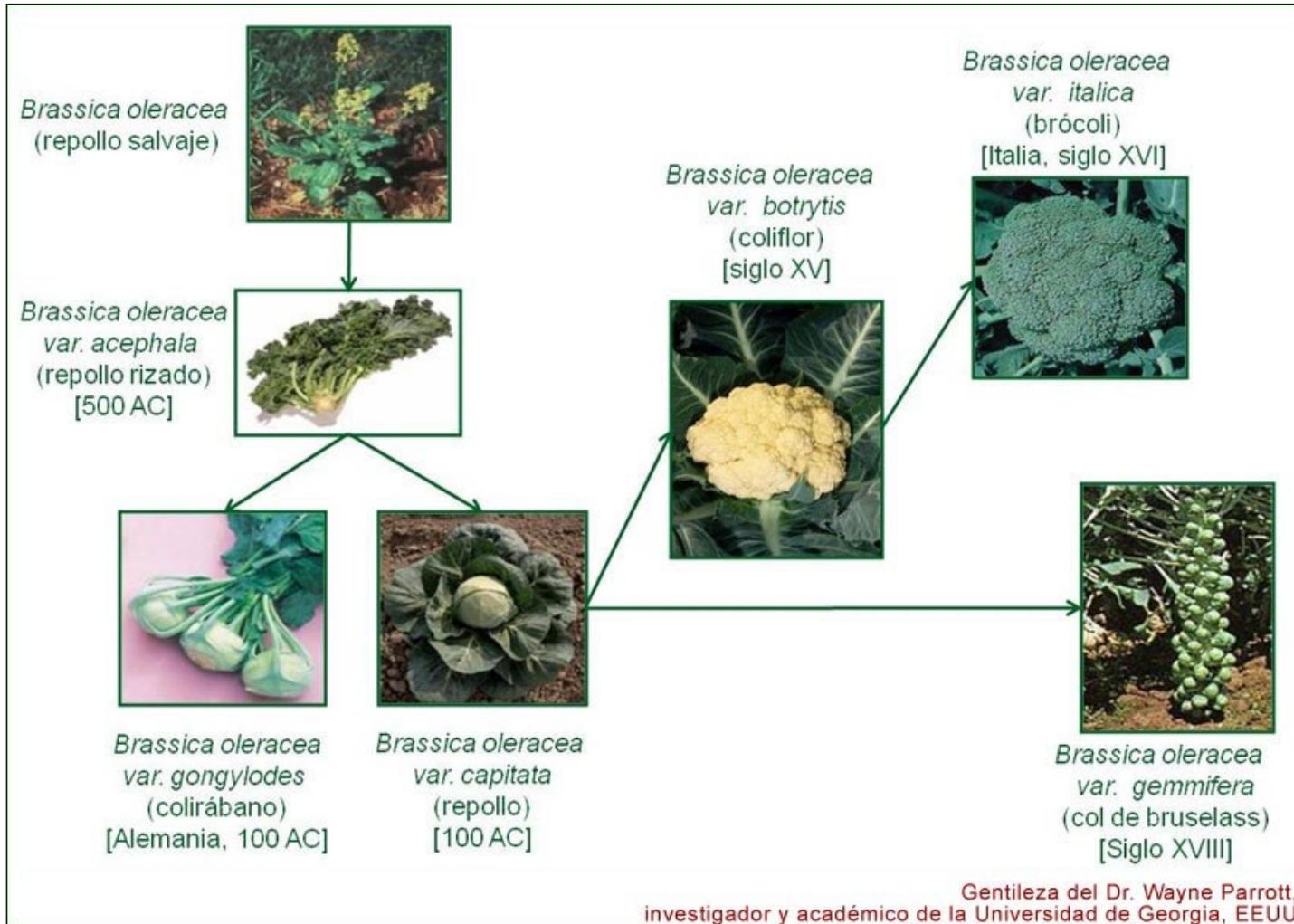


¿Cómo son modificados genéticamente los cultivos?



¿Cuál es la primera aproximación biotecnológica de la humanidad?

Desde siempre, el agricultor ha seleccionado las plantas que ofrecían más ventajas (mejores frutos, mayor crecimiento, mayor resistencia a enfermedades, etc.), y ha realizado cruzamientos selectivos entre esas variedades. Además también ha trasladado especies vegetales de un lugar a otro, a otros ecosistemas



La Biotecnología moderna permite obtener resultados similares en tiempos mucho más cortos y con bajo coste

La Mejora Vegetal

El concepto de Mejora Vegetal

Trata de aprovechar el potencial genético de las plantas en beneficio de los humanos.

Obtener variedades cultivadas beneficiosas para el ser humano.

Principales aplicaciones de la mejora vegetal

Aumentar el rendimiento de los cultivos

Aumentar su calidad

La Mejora Vegetal

El concepto de Mejora Vegetal

Trata de aprovechar el potencial genético de las plantas en beneficio de los humanos.

Obtener variedades cultivadas beneficiosas para el ser humano.

Principales aplicaciones de la mejora vegetal

Aumentar el rendimiento de los cultivos

Aumentar su calidad

La mejora genética

2. Hibridación (intervarietal, interespecífica, intergenérica)

El hombre realiza cruzamientos no solo entre diferentes variedades de una misma especie, sino también interespecíficos (entre especies) e inclusive intergenéricos (entre diferentes géneros). Estos cruzamientos generan híbridos: mezcla entre dos especies o géneros diferentes pero sexualmente compatibles que da como resultado una descendencia cuya combinación de genes será al azar, diferentes de los progenitores.



Fragaria chiloensis
Chile
(tamaño)

×

Fragaria virginiana
Este de Norte América
(sabor)

=

Fragaria ananassa
Francia, 1766
(tamaño y sabor)

Gentileza del Dr. Wayne Parrott,
investigador y académico de la Universidad de Georgia, EEUU

Einkorn **spelt** **Emmer** **goat grass** **Trigo de pan**

Triticum monococcum *Aegilops speltoides* *Triticum dicoccum* *Aegilops squarrosa* *Triticum aestivum*
diploide hexaploide tetraploide hexaploide hexaploide

14 cromosomas 42 cromosomas 28 cromosomas 42 cromosomas 42 cromosomas

Gentileza del Dr. Wayne Parrott,
investigador y académico de la Universidad de Georgia, EEUU

La mejora genética puede tener efectos negativos sobre la biodiversidad



Mayoritariamente sustituidas por derivados del maíz dulce

Variedades de maíz mejicano

La mejora genética puede “incrementar” la biodiversidad



El efecto ha sido contrario en el caso del tomate aunque las variedades silvestres están en riesgo de perderse

La mejora genética

Almendro

Selección de variedades satisfacer las necesidades de los nuevos sistemas de cultivo en marcos más estrechos



Ramificación y eje central característica de un ideotipo de almendro

Porte y ramificación igual de una selección de almendro mostrando distinto vigor según el portainjerto: mayor vigor en 'Garnem' (izquierda) y reducción de vigor en 'GN-8' (derecha).

La mejora vegetal

Hacer un Injerto requiere conocer las compatibilidades que tiene el pie con distintos frutales. Por ejemplo, un pie de almendro con los árboles de la familia Rosaceae.

Los injertos, sea púa o de yema (son los que se fijan al patrón para que dé una nueva planta), se pueden aplicar sobre frutales de hueso: albaricoquero, almendros bordes, ciruelos de diversas variedades, endrino, melocotoneros, paraguayos y nectarinas.

El injertado



OMGs: La aproximación biotecnológica

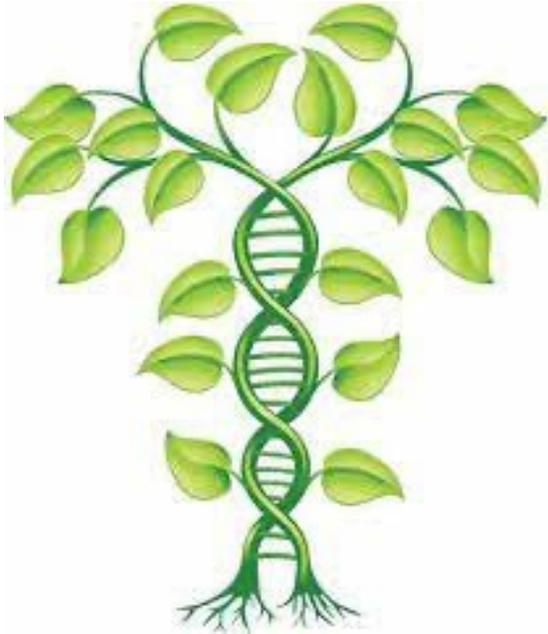
Según el Codex Alimentarius (FAO):

“Organismo modificado genéticamente (OMG), es aquel organismo, cuyo material genético haya sido modificado de una manera **que no se produce naturalmente** en el apareamiento ni en la recombinación natural”

Afirmaciones no del todo correctas:

“Un alimento transgénico o genéticamente modificado es el resultado de un proceso de la ingeniería genética, en el cual, un organismo es modificado a través de la incorporación de uno o varios **genes de distintas especies** para producir una característica deseada”

EL OBJETIVO de la construcción de OGMs es el de ayudar a resolver problemas. Los transgénicos se diseñan y construyen para generar una nueva capacidad en el organismo receptor, la cual reside en el material genético transferido.



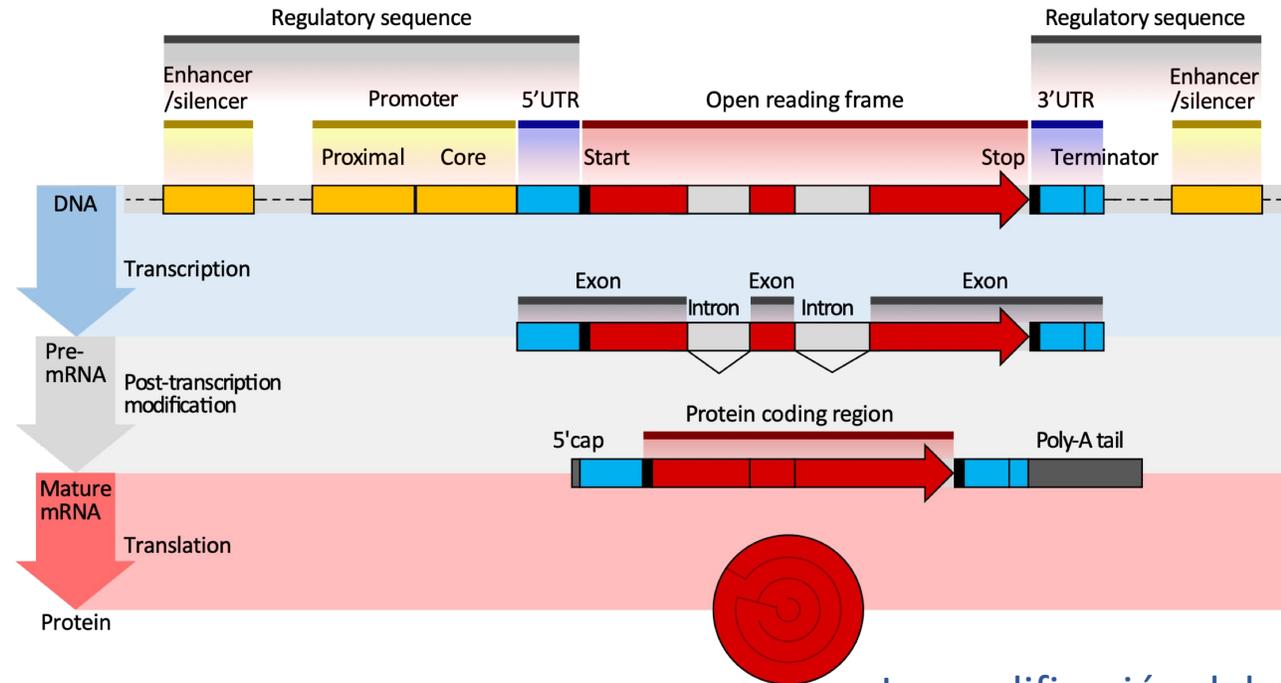
Algunos datos

Las plantas transgénicas se cultivan desde 1996,
Hasta la fecha no se han reportado efectos nocivos a la salud humana o animal
ni a la biodiversidad.
Han permitido reducir el uso de pesticidas lo que se ha traducido en un menor
impacto ambiental
El maíz y la soja transgénicos se consumen en muchos países
Cada vez es mayor el número de hectáreas que se cultivan con plantas
transgénicas.



| Alimento | Objetivos de la modificación genética | Países |
|--------------------|---|-----------------------------------|
| Patata | Resistencia a virus | España , México, Australia |
| | Mayor valor nutritivo | India |
| Maíz | Resistencia a insectos Mayor valor nutritivo, Resistencia a herbicidas | México |
| Pepino | Mejora de la calidad de los frutos | España |
| Calabaza | Resistencia a virus | México |
| Colza | Mejora de la calidad del aceite | Estados Unidos |
| Cacao | Resistencia a hongos | Brasil |
| Tomate | Mejora de la calidad de los frutos. | España |
| | Resistencia a factores adversos de suelo y clima | España , Estados Unidos |
| | Resistencia a infecciones microbianas. | España |
| | Resistencia a insectos | México |
| | Retardo de maduración | México |
| | Vehículo para suministrar vacunas | Estados Unidos |
| Melón | Resistencia a factores adversos de suelo y clima Resistencia a infecciones microbianas | España |
| Fruta Bomba | Resistencia a factores adversos de suelo y clima | México |
| | Resistencia a virus | México, Tailandia |
| Uvas | Resistencia a insectos | Estados Unidos |
| Plátano | Vehículo para suministrar vacunas | Estados Unidos, Canadá, China |
| Arroz | Mayor valor nutritivo | Suiza, India |
| Cítricos | Resistencia a infecciones microbianas Resistencia a herbicidas | España , Argentina. |
| Tilapias | Crecimiento y desarrollo acelerado | España , México |

La ingeniería genética



La modificación del genoma

La ingeniería genética puede originar dos tipos de modificaciones:

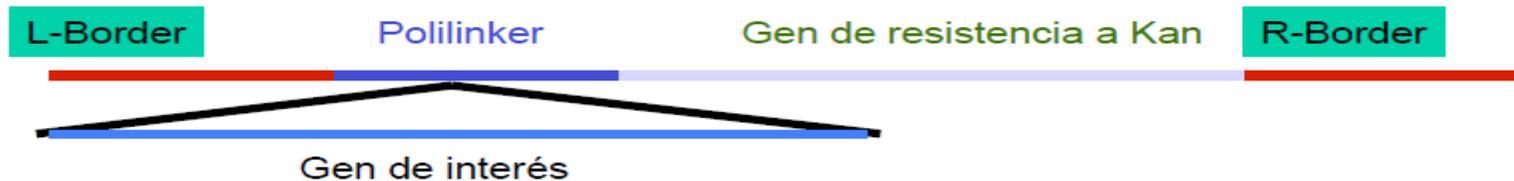
ADITIVAS: Introduciendo un gen de otra especie por medio de la ingeniería genética. El gen introducido codifica una nueva función.

SUSTITUTIVA O DE SUPRESIÓN GENÉTICA : Cambiando la expresión de sus genes propios sin introducir material genético de otra especie

La aproximación biotecnológica

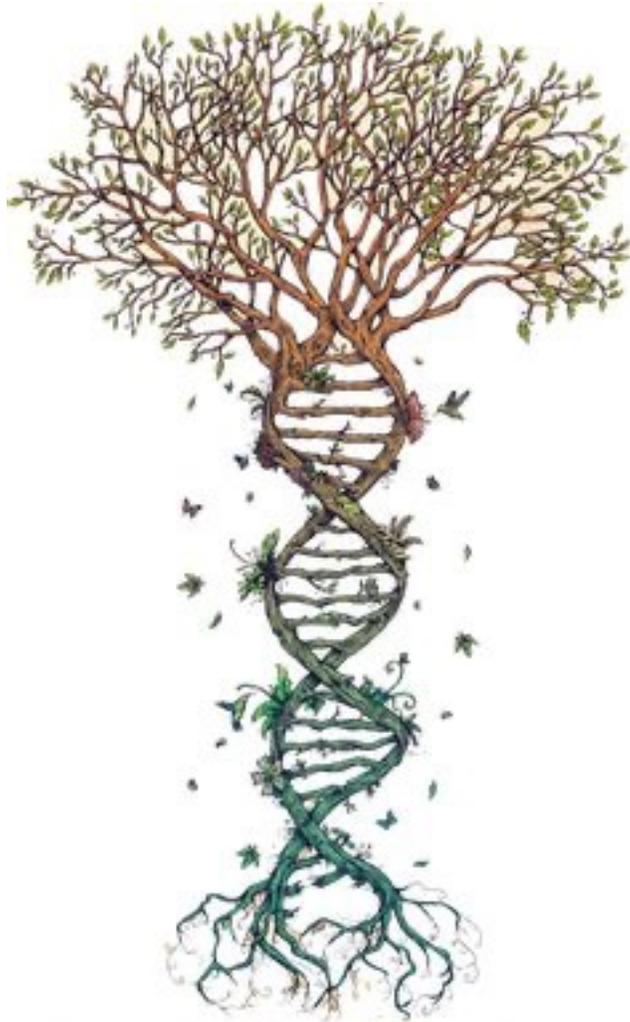
Pasos en la creación de una planta transgénica

1. Los dos plásmidos se transfieren a *Agrobacterium*
2. Un cultivo vegetal se infecta con el Agro
3. Productos de los genes Vir escinden el T-DNA y lo transfieren al cromosoma de la planta

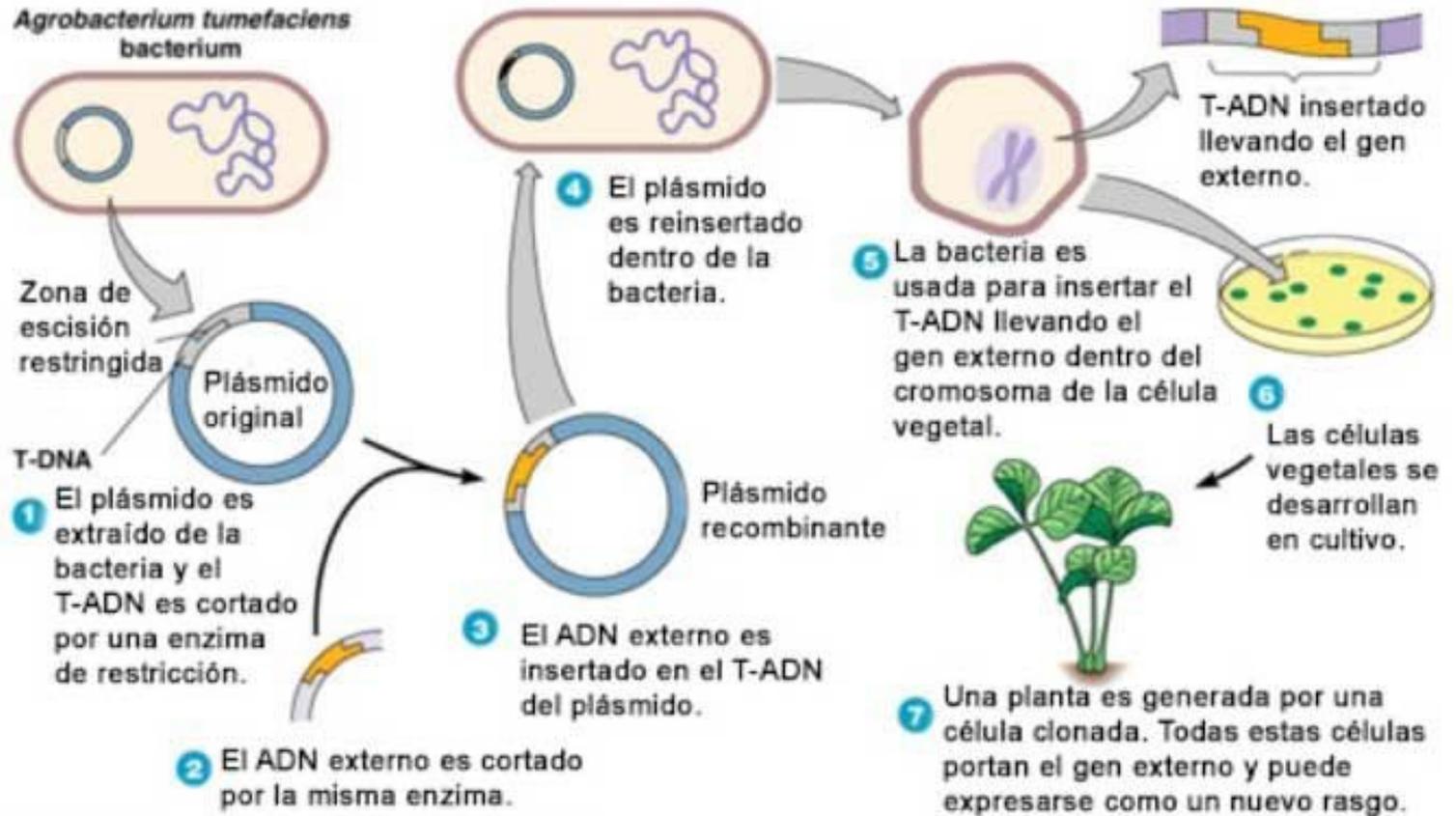


4. Selección de células transformadas en Kan
5. Confirmar la presencia del transgen por PCR
6. Una planta completa se puede crecer de células transformadas !!!

Generación de una planta transgénica



Tree of Life By Rene Campbell



Traducido de la versión inglesa de 2004 de Pearson Education Inc. y publicado por Benjamin Cummins

Las plantas sobreexpresoras del gen SAMdC1 presentan una mayor tolerancia al estrés salino

[NaCl] 0 mM 50 mM 100 mM 150 mM 250 mM

Col0

S3'

S9'

S15



Plantas de 4 semanas tratadas durante 10 días con NaCl

Las plantas sobreexpresoras del gen SAMdC1 presentan una mayor resistencia al déficit hídrico

Plantas de 4 semanas sometidas a déficit hídrico durante 10 días.

Col0



S3'

S9'

S15

RESISTENCIA (Bt) A INSECTOS

Origen
Bacillus
thuringiensis.

Genes
Cry(A)a,b y c, Cry1B y D, CryA1C
CryII, CryV
CryIII
CryIV

Tóxico para
Lepidópteros
Lepidópteros y coleopteros
Coleoóteros
Dípteros



Efectos de la infección por insectos en copos de algodón no Bt (izquierdo) y Bt (derecho). Fuente: USDA



Maíz híbrido Bt (izquierda) y un híbrido sensible al barrenador europeo del maíz (derecha). (Monsanto)



Patatas y tomates transgenicos (Bt)

Aumento de la calidad nutricional: Golden Rice

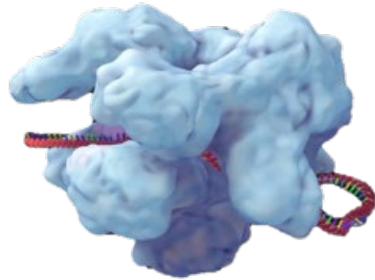


Wild type

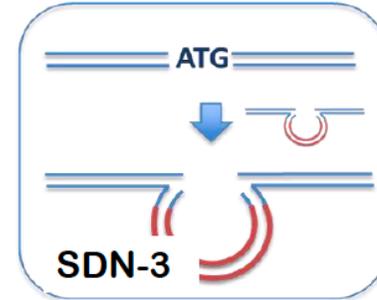
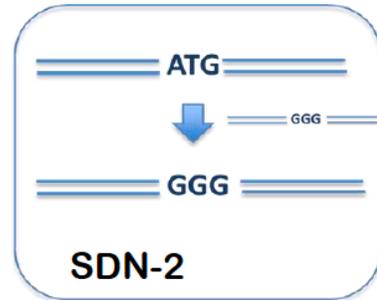
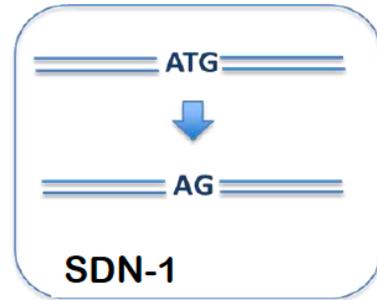
Golden Rice 1

Golden Rice 2

La edición genética: CRISPR/CAS



Cas9 (y otras proteínas tipo Cas) son complejos de ribonucleasas cuya especificidad de corte en el DNA está “programada” por un RNA guía (gRNA). Cas9 es una herramienta de editado muy versátil porque los gRNAs pueden ser sintetizados de forma muy sencilla y económica.



Resaca por la edición genética

Tener a mano un diccionario de palabras...
 Tener a mano un diccionario de palabras...
 Tener a mano un diccionario de palabras...
 Tener a mano un diccionario de palabras...

Tachar/borrar Al azar

**Tecnológicamente fácil
Menos aplicaciones**

Resaca por la edición genética

Tener a mano un diccionario de palabras...
 Tener a mano un diccionario de palabras...
 Tener a mano un diccionario de palabras...
 Tener a mano un diccionario de palabras...

Reescribir Sílabas/palabras

**Tecnológicamente difícil
Más aplicaciones**

Resaca por la edición genética

Tener a mano un diccionario de palabras...
 Tener a mano un diccionario de palabras...
 Tener a mano un diccionario de palabras...
 Tener a mano un diccionario de palabras...

Reescribir Frases/páginas

Características de la edición genética

El editado genómico CRISPR es una tecnología relativamente barata y accesible a pequeños laboratorios/empresas

CRISPR aprovecha la información genómica. La información genómica de la mayoría de las especies cultivadas de interés está accesible en el dominio público

El editado genómico se puede llevar a cabo sobre variedades locales, y no está reñido con los principios de preservación de biodiversidad o producción de proximidad

Aplicaciones:

- Resistencia a enfermedades (virales, bacterianas y fúngicas)

- Mejora de la composición/calidad.

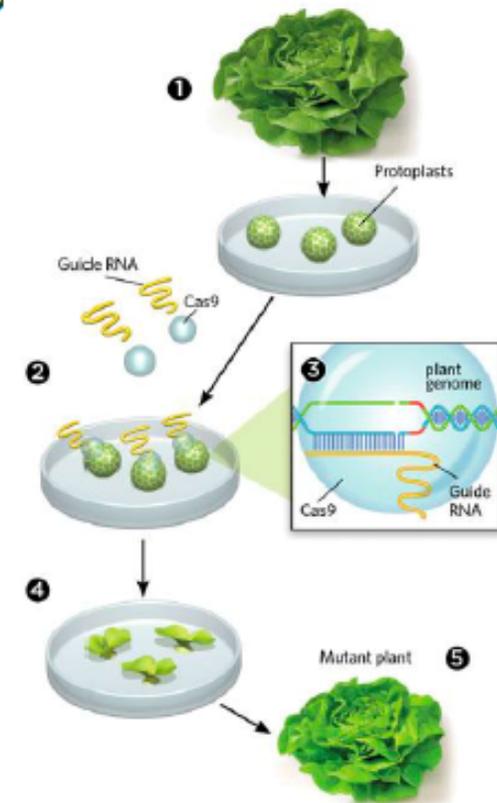
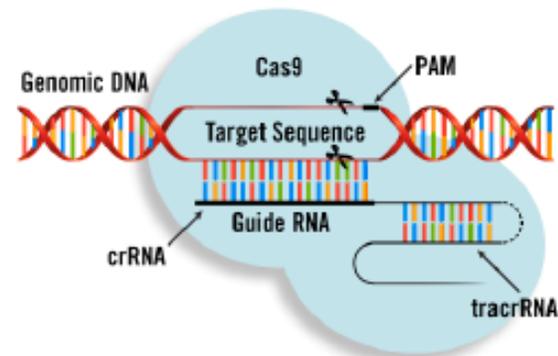
- Mejora la frente a estrés ambiental (cambio climático)

- Domesticación/mejora acelerada de nuevos cultivos

La edición CRISPR/CAS en plantas

Cómo introducimos CRISPR/Cas y gRNA en las células para que hagan su función?

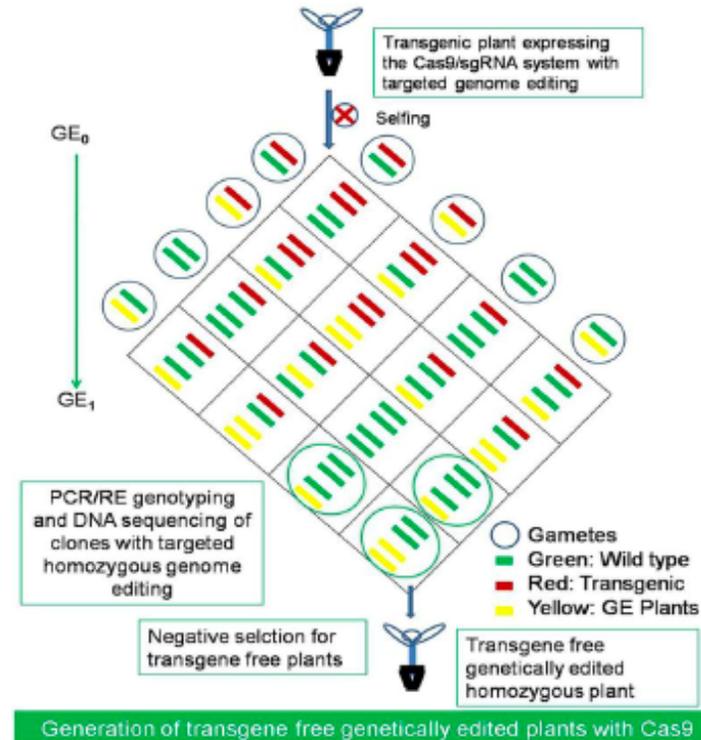
- Introduciendo Cas9 y gRNA en forma de complejo núcleo-proteína + regeneración.
- La parte proteica (Cas9) es invariable. El “programa” lo aporta el gRNA (programación barata).
- Requiere regeneración y cultivo in vitro



La edición CRISPR/CAS en plantas

Cómo introducimos CRISPR/Cas y gRNA en las células para que hagan su función?

- Introduciendo la información genética: los genes de Cas9 y gRNA en forma de DNA. La célula los convierte en proteína y RNA respectivamente. Después eliminamos ese DNA. Paso intermedio **TRANSGÉNICO** (producto final **NO TRANSGENICO**)

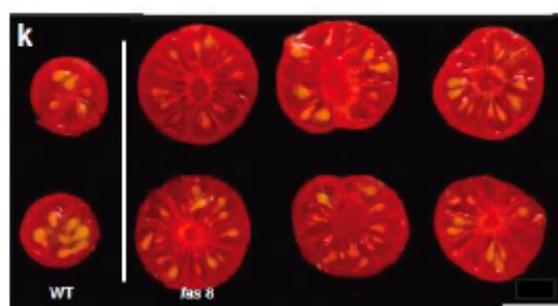
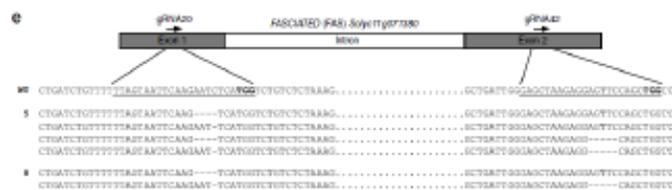
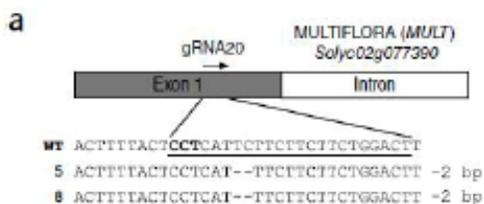


Domesticación de variedades silvestres

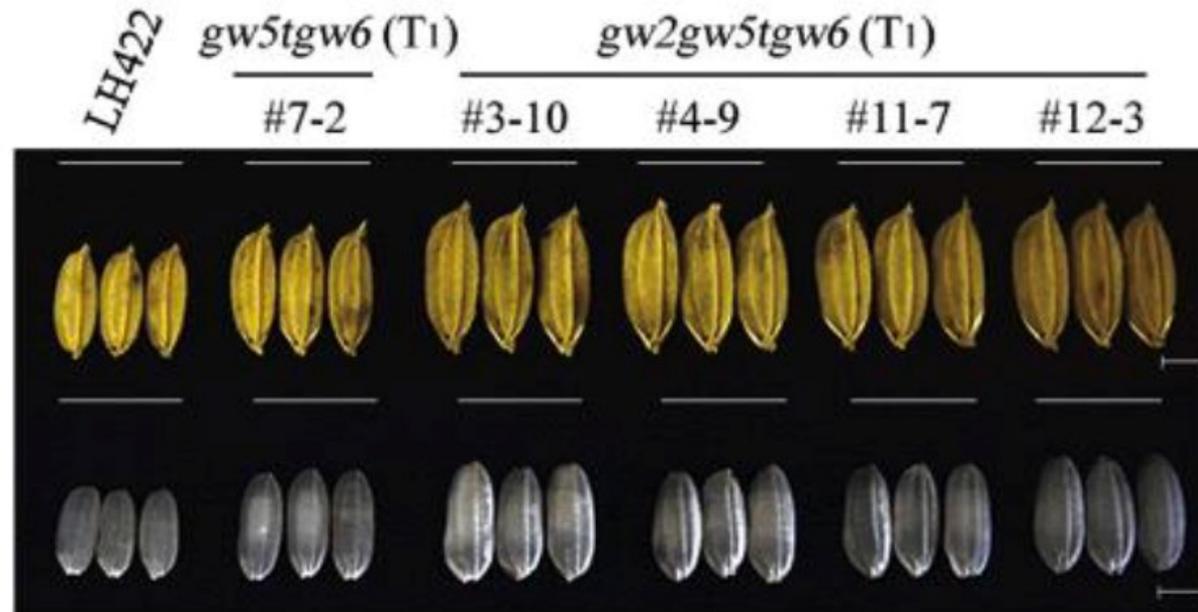
Domesticación *de novo* de tomate silvestre *Solanum pimpinellifolium*

Mediante edición de seis loci que son importantes para el rendimiento y la productividad en el tomate cultivado.

TAMAÑO FRUTO 3X
NUMERO de FRIUTOS 10X
CONTENIDO EN LICOPENO 5X



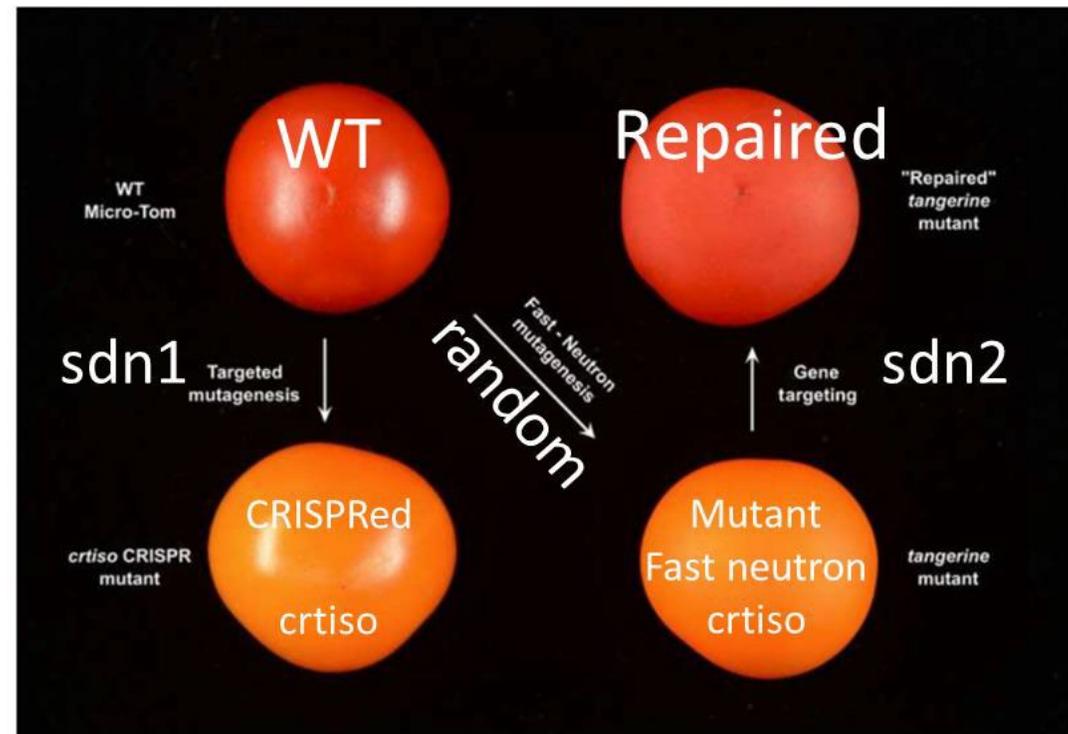
Mejora rápida del tamaño de grano de arroz



ARROZ (SDN-1): Reguladores del número y tamaño de grano, panícula y arquitectura de plantas.

La confusión: quién es quién?

CRISPR carotenoid isomerase



La decisión?



La biotecnología es muy importante.
La bioseguridad es indispensable.



Gracias por su atención!