

**Biotecnología Alimentaria:**

**ALIMENTOS GENETICAMENTE  
MODIFICADOS**

Máster Universitario en Ingeniería Química  
*Prof. Marina Patricia Arrieta Dillon*

## Esquema

1. Ingeniería Genética en la Producción de Alimentos
2. Modificaciones Genéticas
3. Organismos Genéticamente Modificados
4. Desafíos y Perspectivas de los OGM

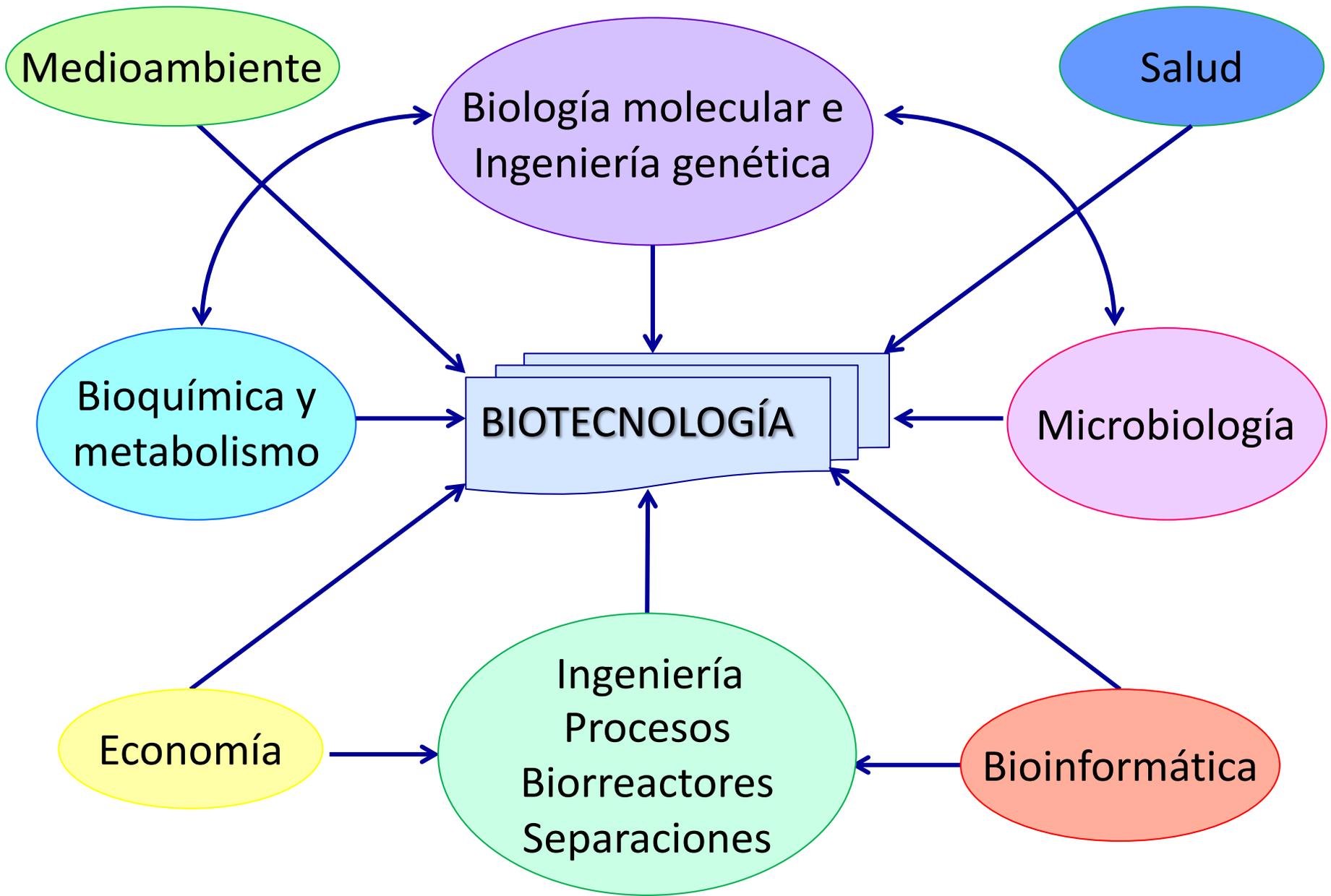
# 1. Ingeniería Genética en la Producción de Alimentos

## Definición Biotecnología Alimentaria

A la luz del descubrimiento del genoma y su modificación

### BIOTECNOLOGIA ALIMENTARIA

Consiste en **cultivar un microorganismo**, ya sea manipulado genéticamente o no, en un **biorreactor** para obtener un **producto** de su metabolismo: un metabolito primario y/o secundario que sea un alimento o un producto de interés alimentario



# 1. Ingeniería Genética en la Producción de Alimentos

## Definición Biotecnología Alimentaria

### BIOTECNOLOGIA ALIMENTARIA TRADICIONAL

#### Industrias de la Fermentación

1. Sector de bebidas
2. Sector Lácteo
3. Sector de frutas y verduras
4. Sector cárnico
5. Sector pesquero
6. Derivados de cereales
7. Derivados del almidón
8. Otros

### NUEVA BIOTECNOLOGIA ALIMENTARIA

#### Biotecnología Molecular o Actual

NACE CON LA BIOLOGÍA MOLECULAR: interpretación de los fenómenos biológicos en función de las proteínas y los ácidos nucleicos: GENOMA Y PROTEOMA

# 1. Ingeniería Genética en la Producción de Alimentos

## Definición Biotecnología Alimentaria

LA INGENIERIA GENETICA EN LA PRODUCCION DE ALIMENTOS proporciona **beneficios** tales como:

1. Aumento de la ***vida útil*** de algunos alimentos.
2. Alimentos más ***nutritivos***.
3. Mejoras en el ***sabor y la calidad***.
4. ***Modificación*** de cultivos iniciadores o ***estárteres*** para las Industrias de Fermentación de alimentos y bebidas.
5. Cultivos de ***crecimiento más rápido***.
6. ***Resistencia*** a las enfermedades de alimentos vegetales.
7. Reducción del uso de ***pesticidas***.
8. Tolerancia a los ***herbicidas***.

# 1. Ingeniería Genética en la Producción de Alimentos

## Evolución de la Biotecnología Alimentaria

### 1. Procesos de deterioro de alimentos

Métodos de Conservación

### 2. Descubrimiento de la penicilina

Mecanismos de fermentación



Microbiología industrial

### 3. Tecnología del ADN recombinante

Combinación de material genético mediante inserción de genes *extraños*.

- **Biología molecular**
- **Ingeniería genética**
- **Rutas metabólicas**

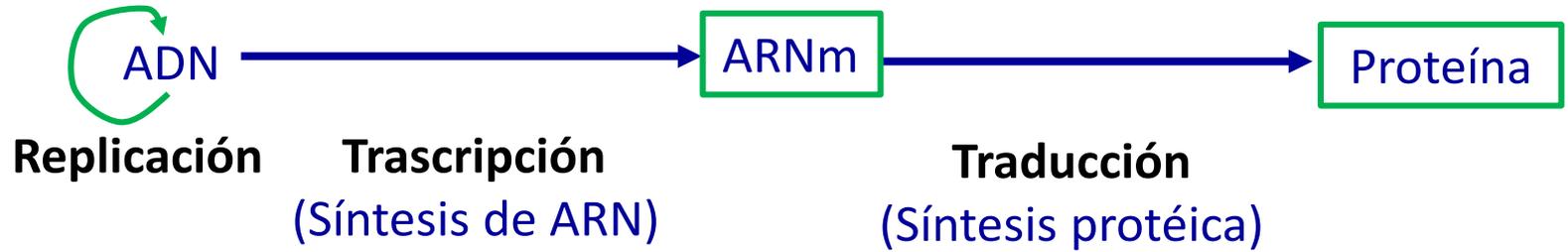
Microorganismos Genéticamente Modificados (MGM)

Organismos Genéticamente Modificados (OGM)

*“Si no eres capaz de encontrar un microbio que produzca lo que quieres ¡Créalo!”*

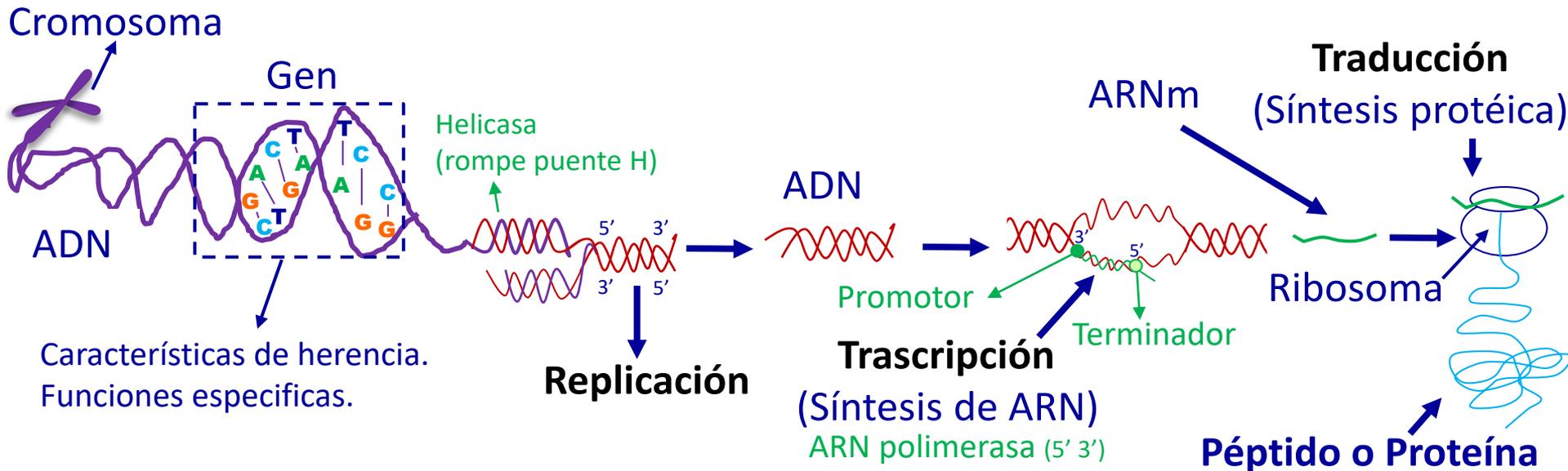
*J.B.S. Haldane*

# 2. Modificaciones Genéticas: motivos

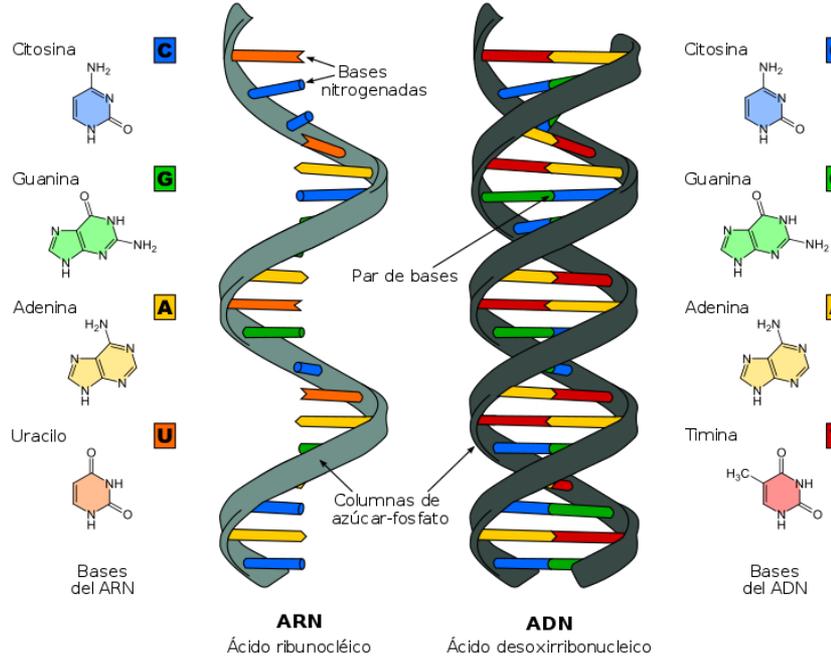


## Transferir las cualidades deseables de un organismo a otro

- Mayor vida comercial en los productos
- Resistencia a condiciones ambientales más agresivas (heladas, sequías, distintos tipos de tierra...)
- Resistencia a herbicidas más fuertes y potenciar la autodefensa contra plagas e insectos



# 2. Modificaciones Genéticas: herramientas



[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Difference\\_DNA\\_RNA-ES.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Difference_DNA_RNA-ES.svg)

Combinación de material genético mediante inserción de genes *extraños*.

Ingeniería Genética

Tijeras Moleculares

Pegamento Moleculares

Vector

- Enzimas de restricción que cortan el DNA por una secuencia determinada.
- Aislar fragmentos manejables (algunos genes).
- Ligasa: permite pegar un gen (o unos pocos genes) aislados de un genoma en otro genoma (pueden ser especies totalmente distintas).
- Vehículo (plásmidos y virus) que transporta el ADN extraño al interior de la célula receptora (bacteria, levadura, célula vegetal o animal)

*Agrobacterium tumefaciens.*

Biobalística, se dispara micro o nanoparticulas de oro recubiertas con el ADN del gen a la célula hospedadora (Miroproyectiles metálicos).

Manipular genéticamente previamente al virus (eliminar genes responsable de la virulencia). Forzar a que se integre en el genoma hospedador.

# 3. Organismos Genéticamente Modificados

## Organismos Genéticamente Modificados (GMO)

Todo ser vivo al cual se le haya modificado su genoma (añadir, eliminar, inactivar, sustituir algún gen) de forma planificada mediante ingeniería genética.



## Organismos Transgénicos

Es un OGM en el que uno o más genes provienen de una especie diferente a la suya.

### Forma Clásica vs. Transgénica



- |  |   |
|--|---|
| Hibridación y Selección (misma especie). | • Gen incorporado de cualquier procedencia. |
| Proceso lento y poco específico.         | • Proceso rápido.                           |
| Gen interés + genes adicionales.         | • Introducción de un único Gen.             |



Híbrido entre trigo duro (*Triticum turgidum*) con contenido de Gliadinas menor al del trigo común y la cebada silvestre sudamericana (*Hordeum chilense*).

*Tritordeum Ascherson et Graebner.*



**PAN Tritordeum**  
**Más digestible y con Más Fibra**

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pain\\_de\\_tritordeum.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pain_de_tritordeum.jpg)

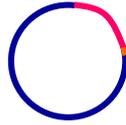
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tritordeum.PNG>

# Transformación genética mediante *Agrobacterium tumefaciens*

Introducción del ADN recombinante en el vector

Construcción ADN recombinante

Plásmido recombinante  
(vector con ADN exógeno de interés)

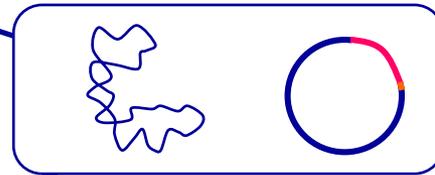


ADN exógeno (de interés)  
+ con gen de resistencia a antibiótico

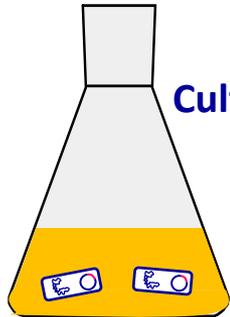
Vector (plásmido)

Inserción del plásmido recombinante en *A. tumefaciens*

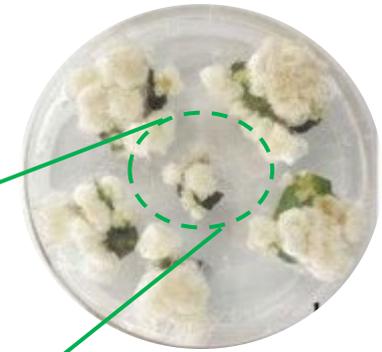
Cromosoma de *A. tumefaciens*



Cultivar *A. tumefaciens* transgénica en un medio de cultivo

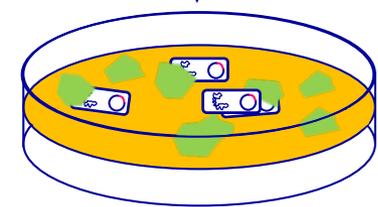


Medio de Cultivo

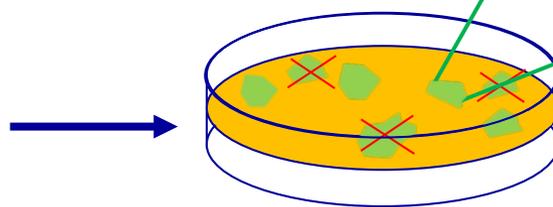


Callos inducidos de hojas después de 6 semanas en medio de inducción de callos. Figure from: Wen, S.-S. et al. *Int. J. Mol. Sci.* **2022**, *23*, 2216. <https://doi.org/10.3390/ijms23042216>. Creative Commons

Infección de explantes con *A. tumefaciens*

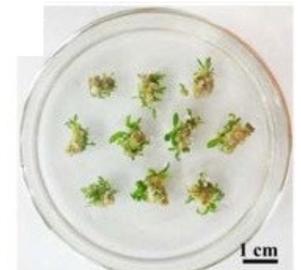


Explantos en contacto con *A. tumefaciens* transgénica



Medio de Cultivo Selectivo  
(sólo crecerán células transformadas  
conteniendo el gen de resistencia a antibiótico)

Regenerar nuevas plantas  
a partir del explante



Brotes formados a partir de callos después de 5 semanas de crecimiento.

Figure from: Wen, S.-S. et al. *Int. J. Mol. Sci.* **2022**, *23*, 2216. Creative Commons <https://doi.org/10.3390/ijms23042216>.

# 3. Organismos Genéticamente Modificados

2018: **825 millones de persona** pasan hambre o sufren malnutrición

650 millones de personas son obesas

1900 millones de personas tienen sobrepeso

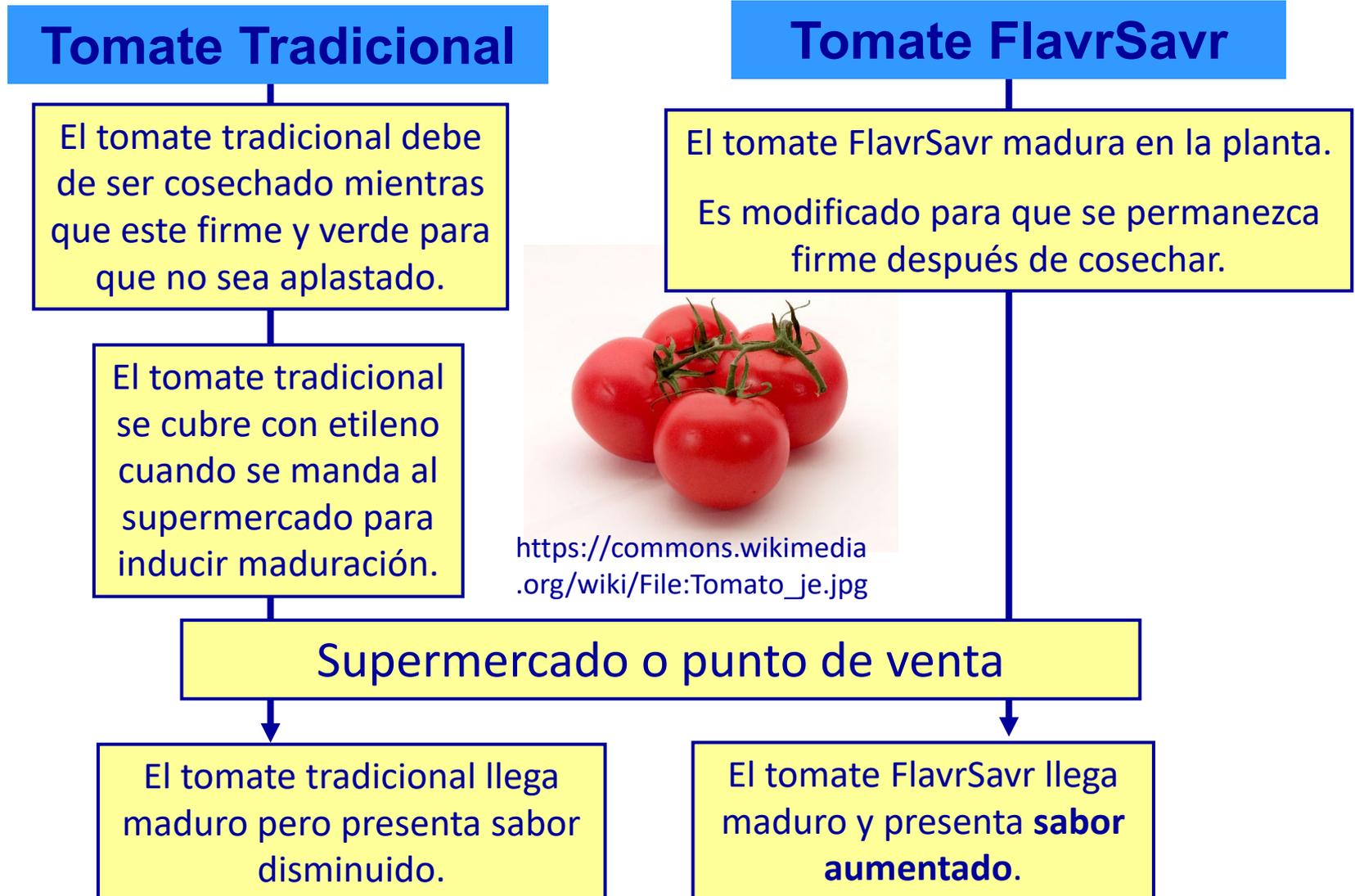
Cultivos transgénicos en el año 2018

<190 millones de Has.

Aproximadamente 4 veces la superficie de España

# 3. Organismos Genéticamente Modificados

## Tomates tradicionales vs tomates modificados genéticamente



# 3. Organismos Genéticamente Modificados

## Maíz

- Incrementar la resistencia al ataque de insectos

## Soja

- Reducir la necesidad de utilización de fertilizantes
- Favorecer su resistencia a herbicidas mas selectivos
- Incrementar su aporte nutritivo aumentando su valor proteico
- Eliminar los componentes causantes de alergias

## Patata

- Potenciar su resistencia a ser afectada por virus
- Aumentar su resistencia al ataque de insectos
- Reducir su capacidad de absorción de aceites
- Obtener variedades mas dulces

## Café

- Mejorar la resistencia al ataque de insectos
- Incrementar el rinde productivo
- Reforzar el aroma
- Reducir el contenido de cafeína

## Uva

- Conseguir nuevas variedades sin semillas



<https://pixnio.com/es/media/soja-campo-agricultura-cesped-granja>



<https://pxhere.com/es/photo/1386325>

# 3. Organismos Genéticamente Modificados

Mecanismo de edición del genoma usando Cas9. El sistema de edición de genes Cas9 implica un complejo de sgRNA y proteína Cas9, desarrollado de ADN por sgRNA, corte de genes por Cas9, uso de herramientas de análisis, clonación y transformación, etc. Este proceso no necesita elementos extraños para la edición

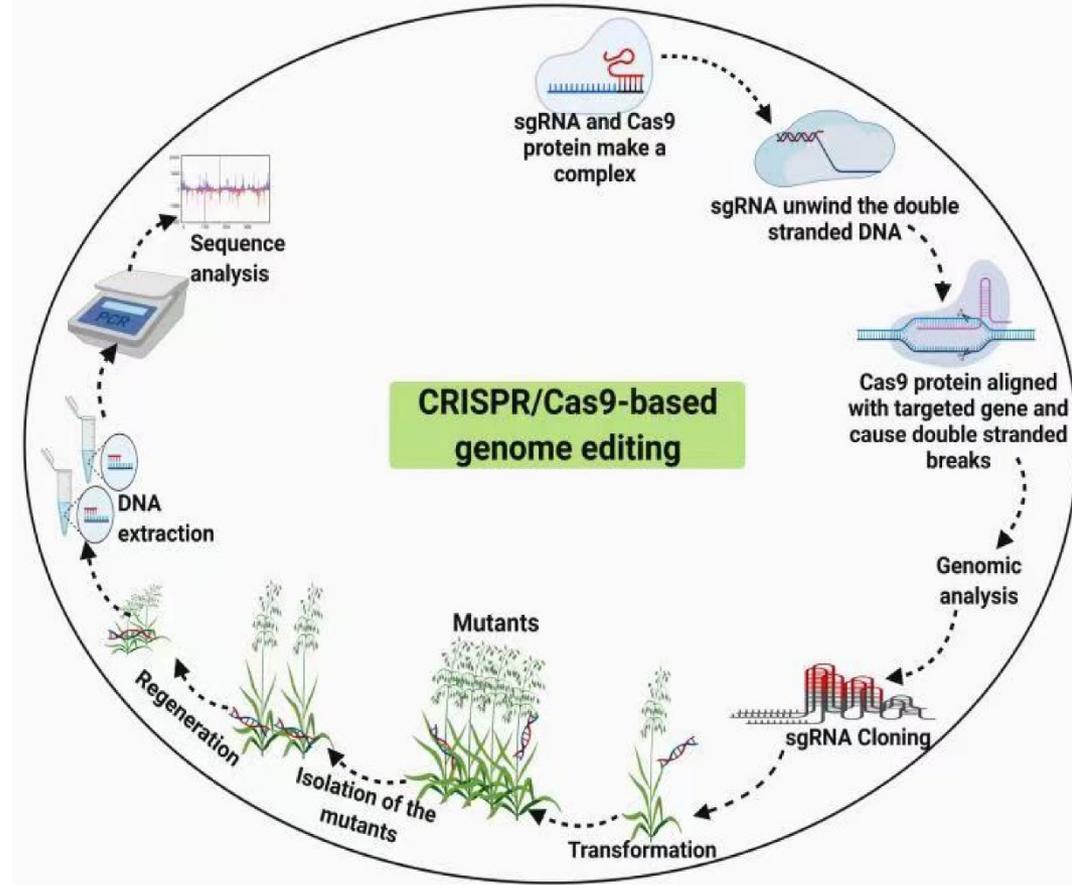


Figure from: Rasheed, A., et al. *Curr. Issues Mol. Biol.* **2021**, 43, 1950-1976. <https://doi.org/10.3390/cimb43030135>. Creative Commons

Un camino más corto: la **técnica CRISPR**, capaz de cortar y pegar múltiples secuencias de ADN de manera rápida y sencilla.

“Con CRISPR se puede cambiar una sola letra de los 1.000 millones de letras del genoma de un tomate”. Antonio Granell

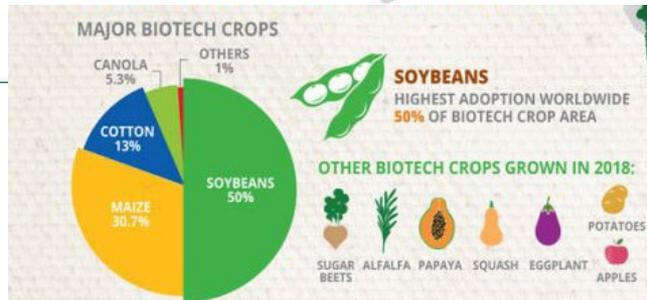
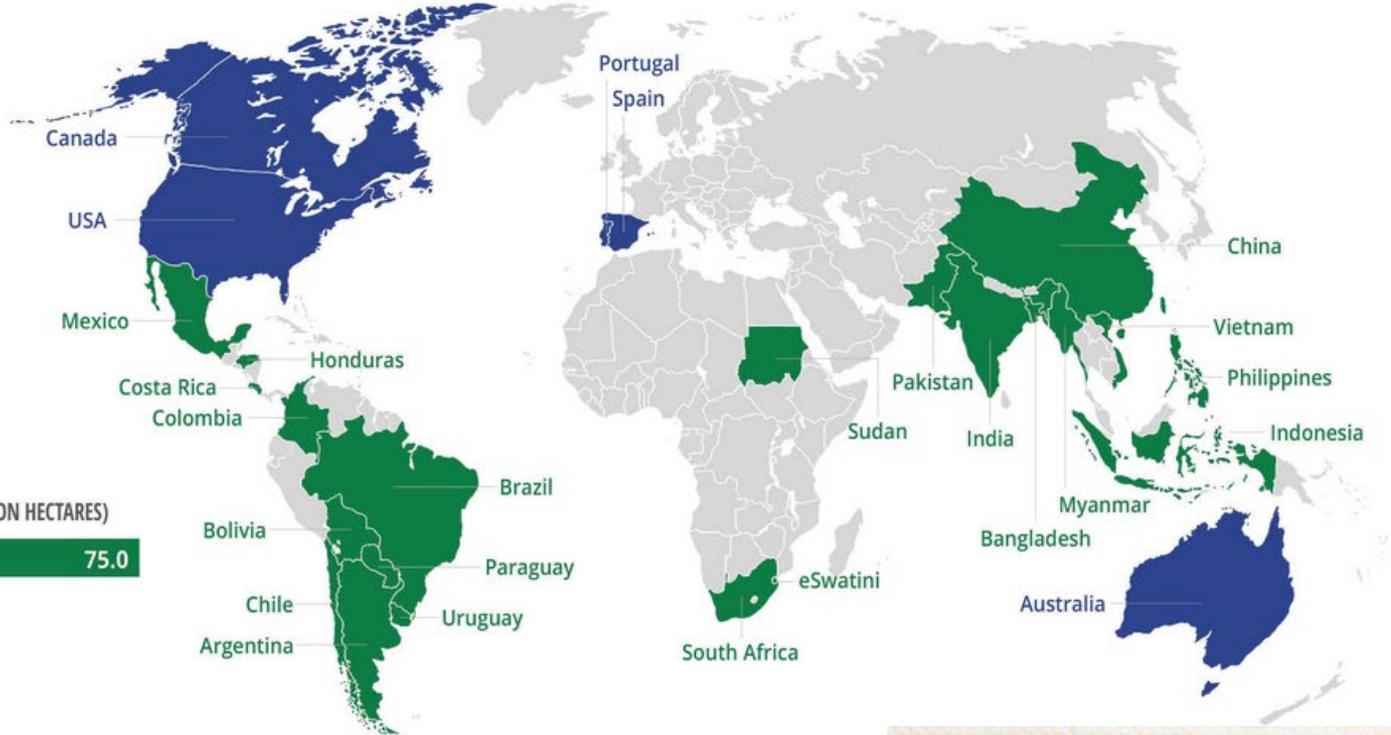
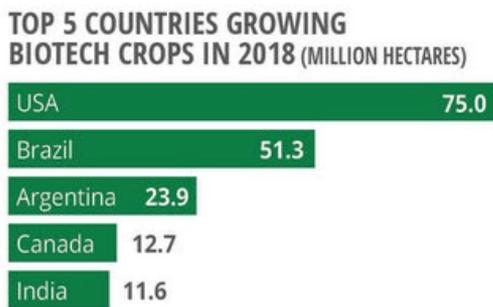
“El producto final es 100% tomate” Antonio Granell

“Hay una letra menos, que podría haber desaparecido por una mutación espontánea, como se han formado casi todas las variedades de cítricos” Antonio Granell

# 4. Desafíos y Perspectivas de los OGM

## Situación de los Cultivos Genéticamente Modificados

26 countries planted 191.7 million hectares of biotech crops in 2018, the 23<sup>rd</sup> year of global commercialization of biotech crops



This material is published by ISAAA [www.isaaa.org](http://www.isaaa.org)  
<https://www.isaaa.org/resources/infographics/wherearebiotechcropsgrown/default.asp>  
 Creative Commons

# 4. Desafíos y Perspectivas de los OGM

## Regulación

Los OGM son los grupos de alimentos más inspeccionadas en la UE.

La EFSA realiza una evaluación de seguridad muy estricta. El alto grado de exigencia permite asegurar a los consumidores que estos productos son tan seguros como sus equivalentes convencionales.

Todos los OGM tienen que recibir autorización antes de poder cultivarlos o usarlos como alimentos o piensos.

Además, según el [Reglamento \(CE\) n° 1829/2003 sobre alimentos y piensos modificados genéticamente](#) es obligatorio mencionar el origen GM en la etiqueta de un alimento si éste contiene más del 0,9 % de GM.

Por debajo de 0,9 % de GM simplemente se tiene que poder evidenciar que su presencia es involuntaria o técnicamente inevitable.

# Bibliografía

1. Biotecnología y alimentación. G.Morcillo; E.Cortés; J.L.García. Ed.UNED
2. Fundamentos de biotecnología de los alimentos. Byong H.Lee. Editorial Acribia.
3. EUR-Lex [Regento \(CE\) n° 1829/2003 sobre alimentos y piensos modificados genéticamente](#)
4. Alimentos obtenidos a partir de organismos genéticamente modificados (OGM). Instituto Nacional de Alimentos – ANMAT – Ministerio de Salud y Ambiente - Argentina.
5. Páginas web
6. Polimedia HD UPV  
www.isaaa.org <br />  
www.argenbio.org <br />  
www.fao.org <br />  
www.asebio.com<br />