

CAMINANDO HACIA LA SOSTENIBILIDAD

BIOTECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

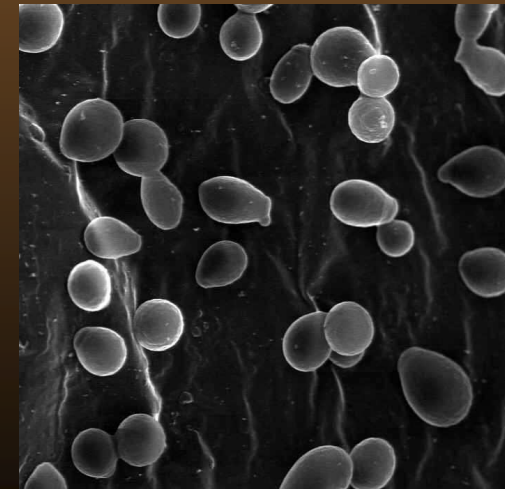
Salvador Arijó Andrade

¿Qué es la Biotecnología?

Utilización o manipulación de organismos vivos, o de compuestos obtenidos de organismos vivos, para la obtención de productos de valor para los seres humanos

Convenio de Diversidad Biológica (1992):

Toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos



ORIGEN DE LA BIOTECNOLOGÍA

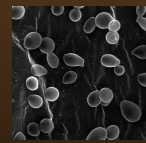
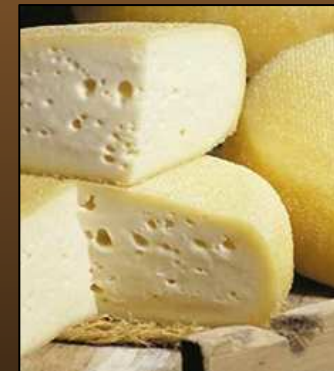
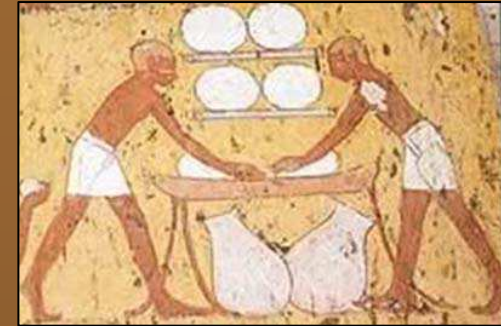
Hace más de 6000 años: en Egipto se fabricaba cerveza

Fabricación de pan

Vino

Productos de la fermentación de la leche: queso, yogurt

- Siglo XIX: Pasteur descubre que los *fermentos* son en realidad microorganismos
- Medios del siglo XX: Watson y Crick definen la estructura del ADN
- 1973: Primera transferencia génica artificial entre microorganismos de especies diferentes
- Años 80: Se consigue unir un gen de una bacteria a una petunia. Nace la primera planta transgénica

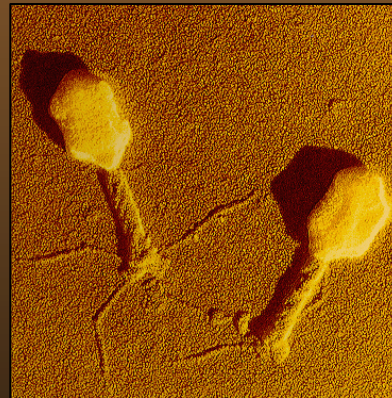
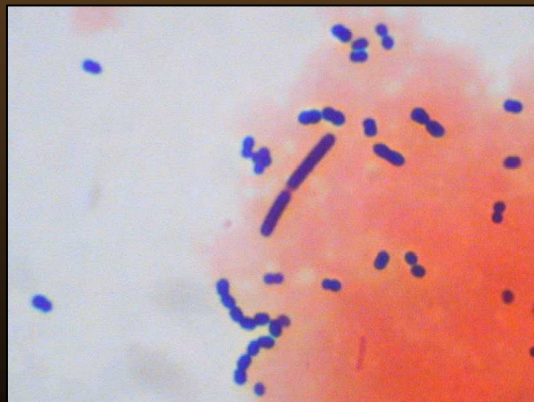


¿Qué es la Ingeniería Genética?

Es la tecnología que permite la manipulación del material genético de los organismos para obtener un determinado beneficio científico o productivo

Genera organismos manipulados genéticamente (OMG)

- Sobre-expresión de un gen
- Supresión de genes
- Mutaciones génicas
- Transgénicos



CLONACIÓN

Técnica para la obtención de individuos genéticamente idénticos (Clones)



¿Qué son los Transgénicos?

Organismos manipulados genéticamente que incorporan genes de otras especies, dándoles características diferenciales respecto al organismo original

Sus descendientes heredan este mismo gen del mismo modo que los propios.

¿Para qué se utilizan?

Investigación

Industria farmacéutica

Industria de producción de bienes de consumo

Agricultura

Ganadería y acuicultura (no comercializados actualmente)

¿Dónde se cultivan?

Laboratorios

Reactores

Campos y granjas de investigación

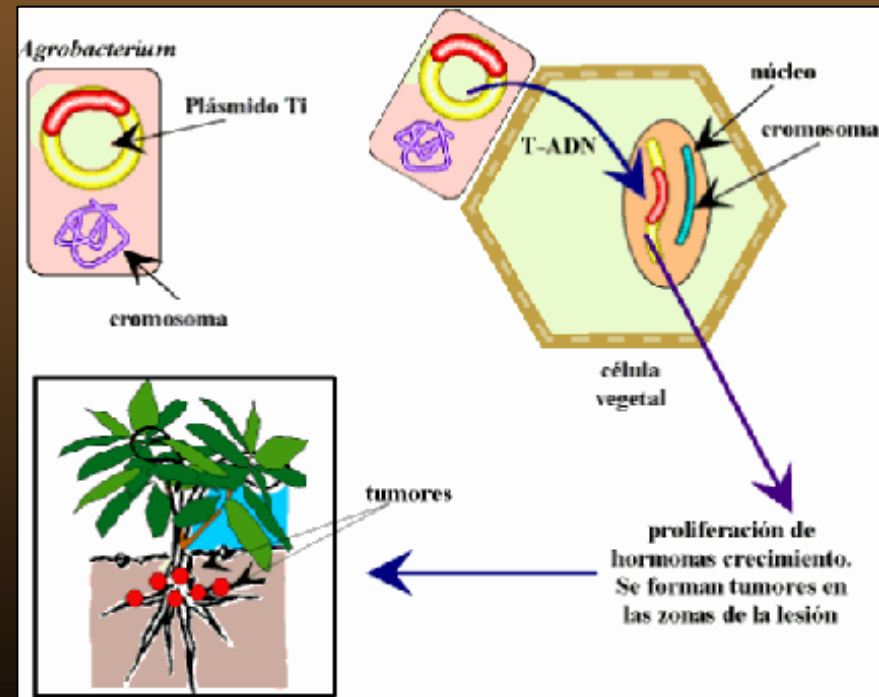
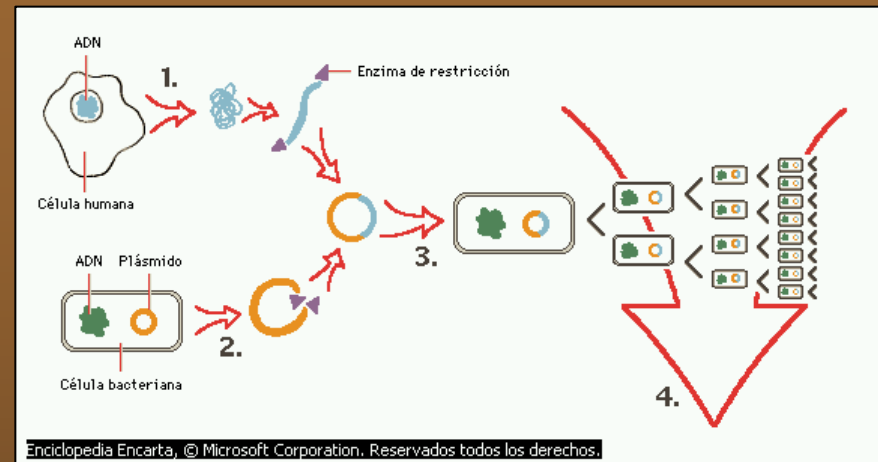
Campos agrícolas



Transgénicos

¿Cómo se fabrica un transgénico?

- Aislamiento o fabricación del gen que se quiere transferir
- Adición de un gen marcador (gen de resistencia a antibióticos, gen de fluorescencia...)
- Transferencia del gen a células aisladas
 - Virus
 - Microinyección
 - Fusión de liposomas
 - Electropolación
 - Cañón de partículas
 - En plantas: Transferencia por *Agrobacterium*
- Selección de las células transgénicas (células marcadas)
- En plantas: cultivo "in vitro" de las células seleccionadas
- Obtención de individuos transgénicos



USO DE LA BIOTECNOLOGÍA EN EL MEDIO AMBIENTE

- Depuración de aguas residuales
- Eliminación de residuos orgánicos: RSU, lactosueros, etc.
- Descontaminación de suelos
- Lixiviación de metales pesados en extracciones mineras
- Lucha contra las mareas negras y descontaminación de suelos
- Insecticidas naturales
- Producción de biocombustibles: bioetanol, biogás
- Producción de biopolímeros (plásticos): PHB
- Uso de probióticos en sustitución de antibióticos
- **Cultivos transgénicos**



Biorremediación:

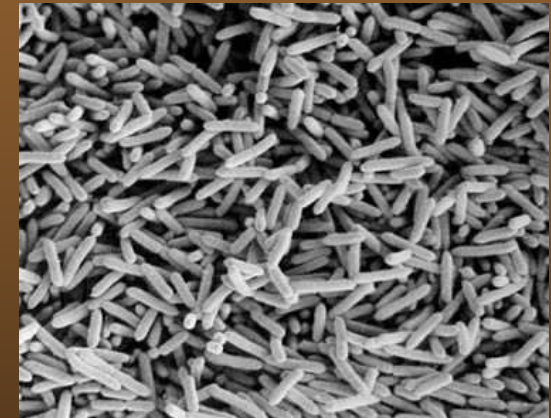
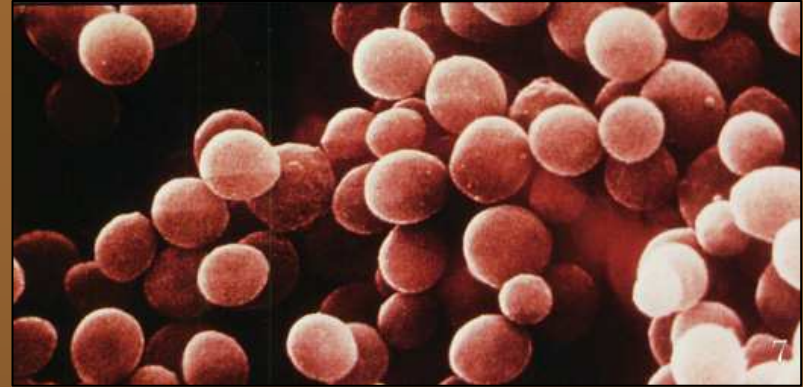
Proceso biotecnológico encaminado a descontaminar un medio ambiente alterado por contaminantes



Uso de la Biotecnología en el Medio Ambiente

Organismos utilizados

Bacterias
Hongos y levaduras
Células vegetales y animales
Tejidos animales y vegetales (callos)
Animales (transplantes)
Vegetales
Enzimas
Virus (vectores)



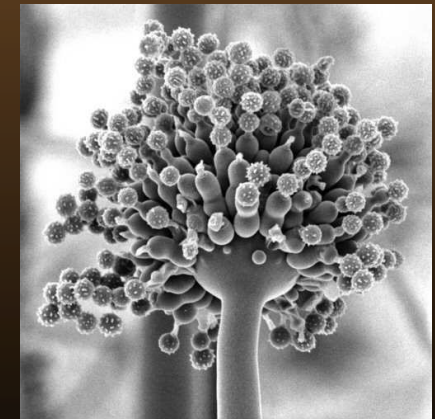
Modo de empleo

Dentro de fermentadores

Las células no salen del reactor o salen muertas
Sólo se extrae el producto final

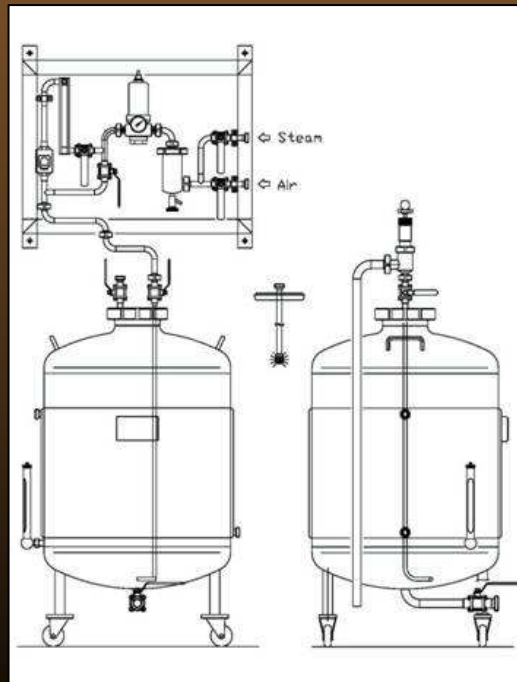
En el Medio Ambiente

Supone la liberación del organismo en el medio ambiente



REACTORES, FERMENTADORES O DIGESTORES

- Son contenedores donde se cultivan las células que se utilizan en procesos biotecnológicos
- En su interior se dan las condiciones óptimas para el desarrollo celular: pH, temperatura, potencial redox, presión osmótica, nutrientes, etc.
- Dentro de los reactores se producen las reacciones enzimáticas para la producción de las sustancias deseadas o la eliminación de residuos
- Las células productoras, en general, se mantienen dentro de los reactores

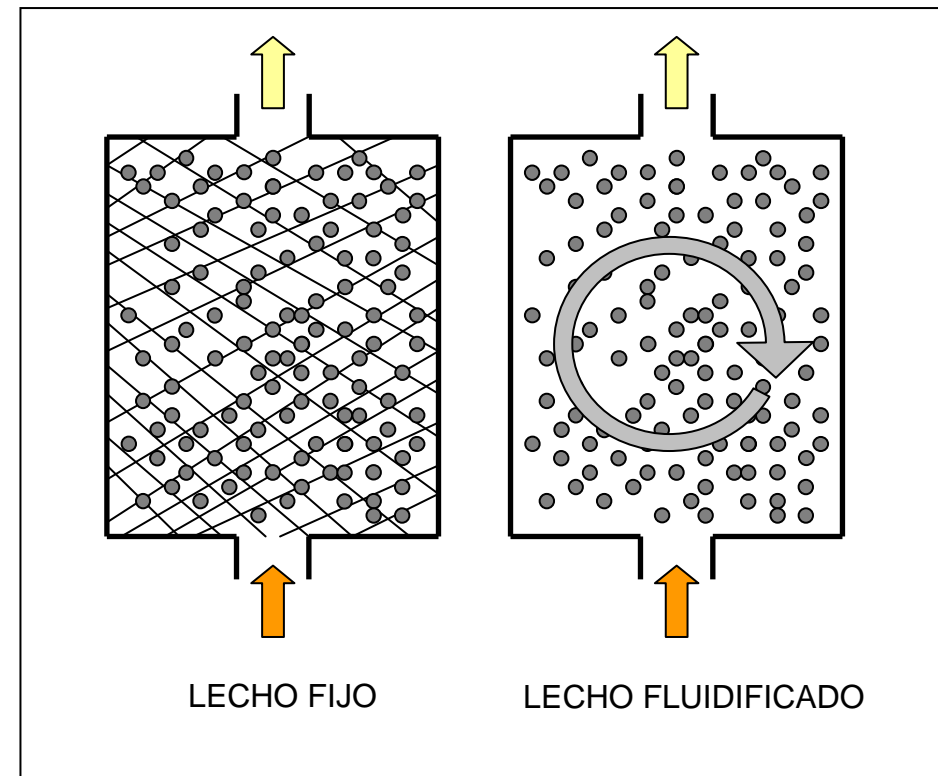
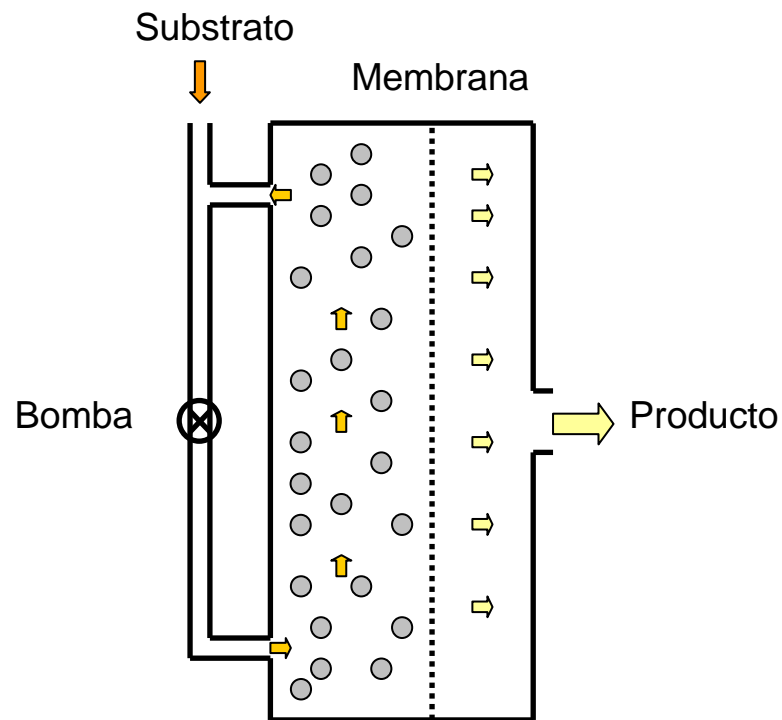


Reactores

REACTORES DE CÉLULAS INMOVILIZADAS

Permiten mantener las células dentro del reactor y facilitan los procesos transformación

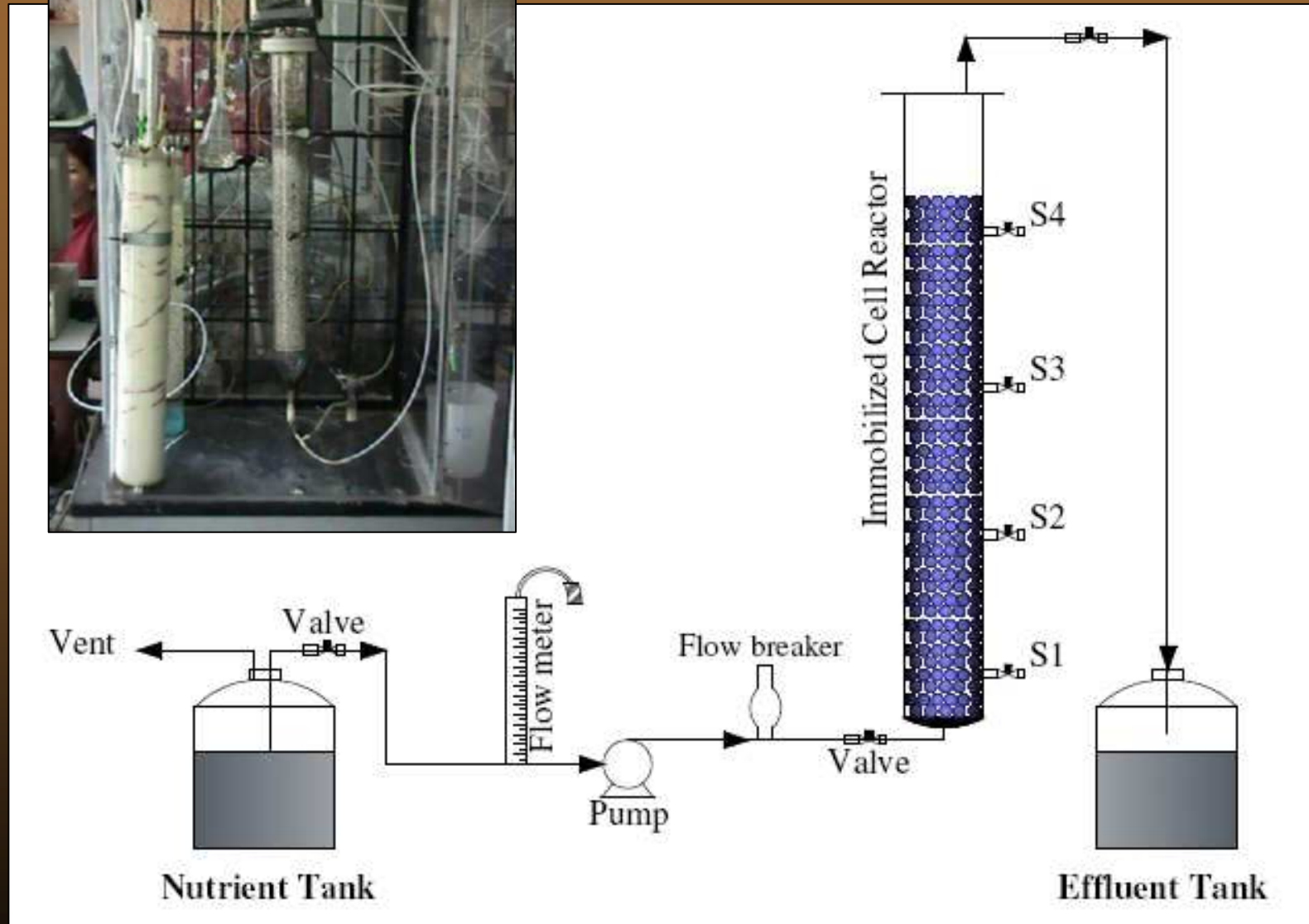
- Reactores con membrana
- Reactores con células encapsuladas
- Reactores de células unidas a partículas: de lecho fijo o fluidizado



Reactores

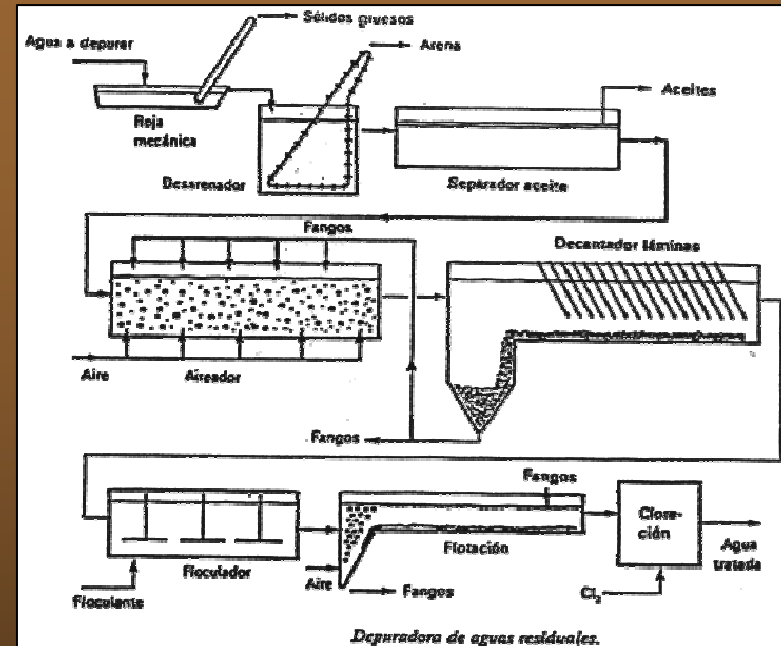


Reactor de lecho fijo



DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

- Desbaste y desarenado
- Tratamiento primario
- Tratamiento biológico
- Decantación secundaria
- Tratamiento terciario:
 - Lagunaje y filtro verde
 - Bacterias desnitrificantes



Eliminación de lodos: digestores anaerobios



Bacterias metanogénicas

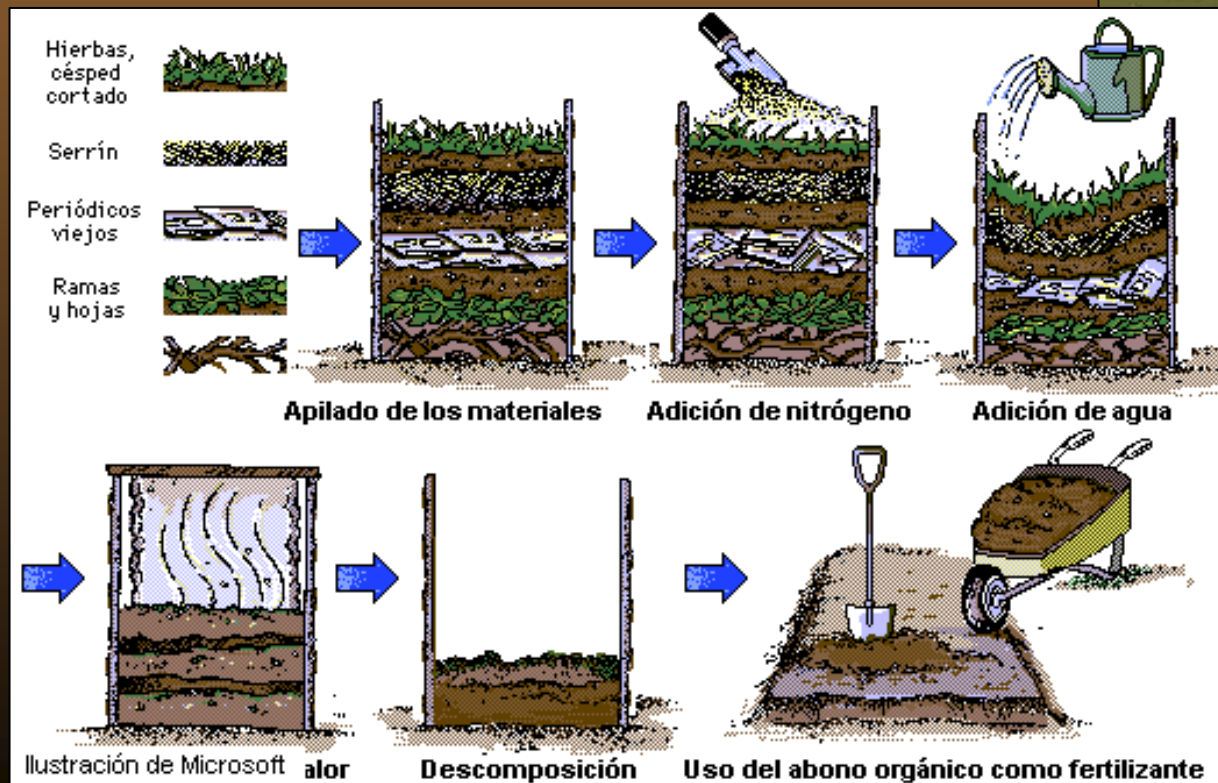


Producción de biogás



ELIMINACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS

Residuos sólidos urbanos
Residuos agrícolas y ganaderos
Lactosueros
Purines
Alpechín
Melazas



DESCONTAMINACIÓN DE SUELOS

Contaminantes

- Hidrocarburos
- Aceites
- Pesticidas: lindano
- Herbicidas
- Metales pesados
- Contaminación radiactiva



Tratamientos

- *In situ*: adición de nutrientes o suelo, oxigenación
- Transporte y procesado del suelo contaminado



Microorganismos

- Hongos (degradación de lignina y celulosa)
- *Achromobacter* (desnitrificantes)
- *Pseudomonas* (desnitrificantes)
- *Deinococcus radiodurans* (tolerante a la radiación)

LIXIVIACIÓN DE METALES PESADOS

Extracciones mineras:

- Cobre
- Uranio
- Hierro

Microorganismos

- Microorganismos quimiautótrofos: Thiobacillus ferrooxidans
- Saccharomyces: Uranio

Microorganismo

Thiobacillus ferrooxidans
Thiobacillus thiooxidans
Leptospirillum ferrooxidans
Sulfolobus
Acidiphilium cryptum
Th. intermedius
Th. napolitanus
Th. acidophilus
Metallogenium sp.
Heterotrofos

Fuente energética

Fe^{+2}
 S^0
 Fe^{+2}
 S^0 , Fe^{+2}
C orgánico
 S^0 , S^{-2} , C orgánico
 S^0
 S^0 , S^{-2}
 Fe^{+2}
C orgánico



Armando Aguilera

LUCHA CONTRA MAREAS NEGRAS

Actualmente se basa en el aporte de nutrientes necesarios para fomentar el crecimiento de las comunidades microbianas implicadas en la degradación del petróleo



Nutrientes

- Fósforo
- Nitrógeno

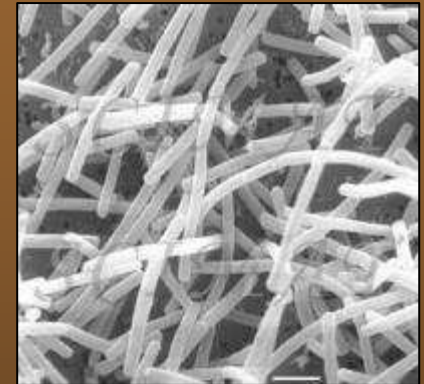
Especies implicadas

- Bacillus
- Arthrobacter
- Candida
- Clostridium
- Corynebacterium

Producen surfactantes naturales

INSECTICIDAS NATURALES

Se utiliza la toxina fabricada por *Bacillus thuringiensis*
Se produce en la fase de esporulación de la bacteria
La toxina se rocía en la planta
Los insectos fitófagos mueren al ingerirla
La toxina es inocua para otros animales
La toxina Bt se utiliza en agricultura ecológica



PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES

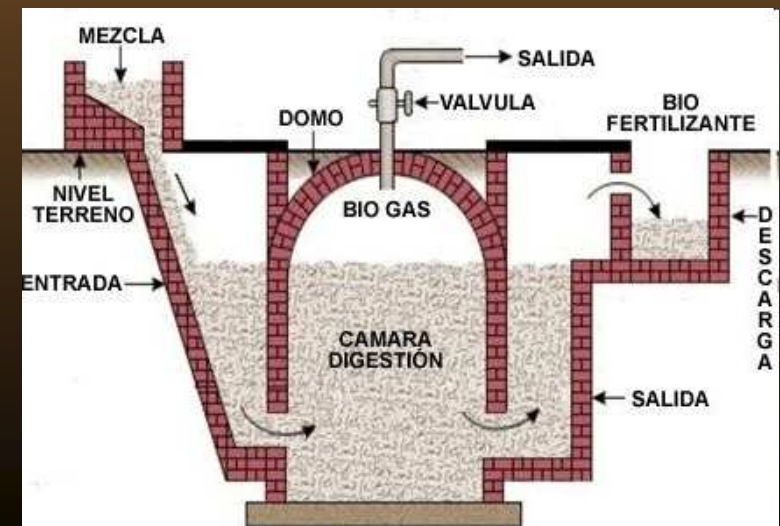
Biogás, Biodiesel y Bioetanol

Materias primas

- Cultivos energéticos
- Residuos

Microorganismos

- Bacterias
- Hongos
- Algas

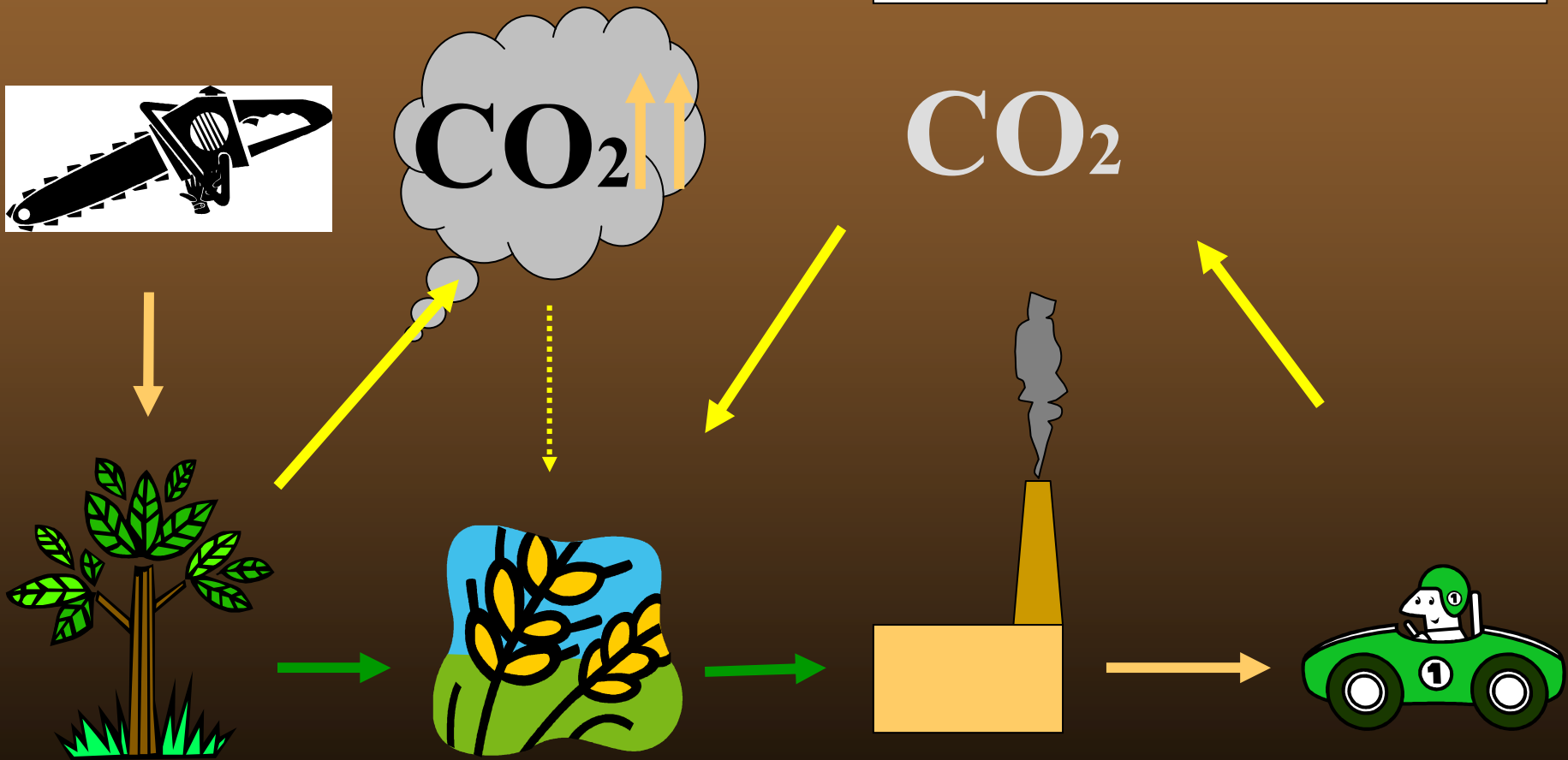


PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES

BIOCOMBUSTIBLES

Más peligros que beneficios

Talar bosques para obtener cultivos energéticos no es la solución al cambio climático, sino que incrementa el problema

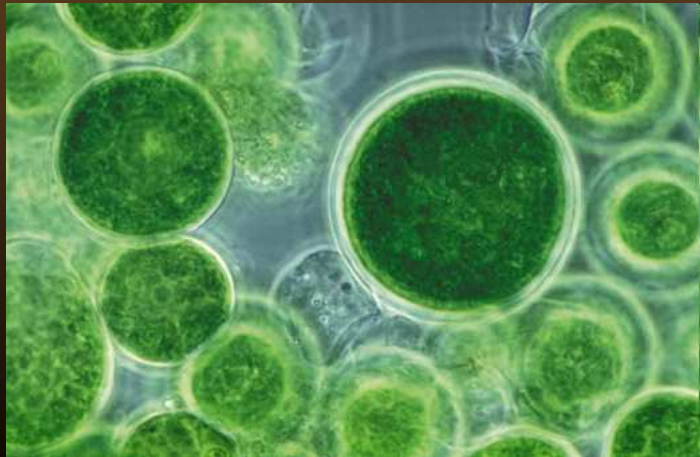


ALGAS COMO BIOCOMBUSTIBLES

Ventajas de las microalgas:

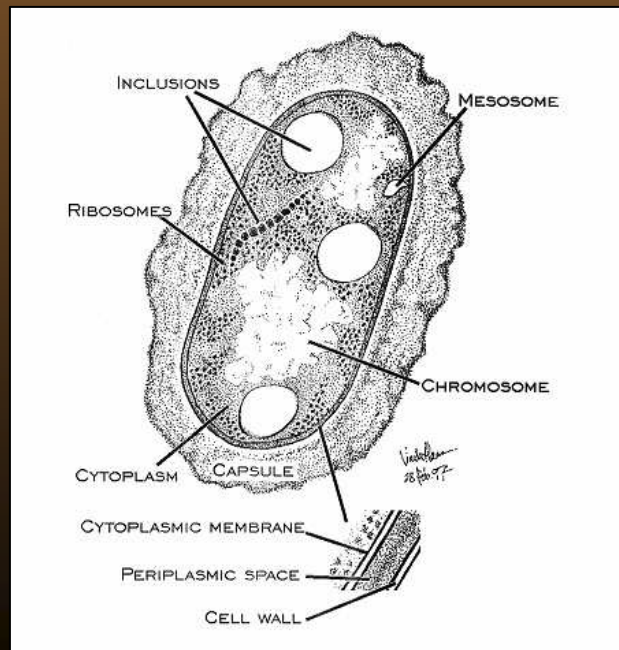
- No se utilizan para la alimentación
- No ocupan suelos agrícolas
- Alta tasa de crecimiento
- Se pueden convertir un 40% de su biomasa en biodiesel

***Problema:** actualmente varias veces más cara que la gasolina



PRODUCCIÓN DE BIOPOLÍMEROS

- Plásticos de poli-hidroxi-butirato (PHB)
- Otros productos generados por microorganismos:
 - Plásticos a partir de ácido láctico (hilos de sutura)
 - Biopolímeros a partir de ácido succínico
 - Resinas de ácido fumárico
 - Nylon fabricado con ácido glucárico



USO DE PROBIÓTICOS

Un probiótico es un microorganismo vivo que administrado en las proporciones adecuadas confiere beneficios sobre la salud del hospedador (FAO/WHO, 2002).

Empleados como sustitutos de antibióticos en animales

Funciones potenciales

- **Regulan la microbiota intestinal**
 - Producción de bacteriocinas
 - Competencia por los nutrientes
 - Competencia por la superficie de adhesión
- **Mejoran la absorción intestinal de nutrientes**
- **Controlan los niveles de colesterol en la sangre.**
- **Previene disfunciones intestinales:** estreñimiento, diarrea
- **Participan en la síntesis de nutrientes esenciales:** como Vitamina B12 y aminoácidos
- **Potencian el sistema inmunológico**
- **Suprimen alergias**
- **Reduce la duración y severidad de los resfriados**
- **Previenen la aparición de cáncer de colon**



CULTIVOS TRANSGÉNICOS

BREVE RESEÑA HISTÓRICA

- ✓ 1983: Se consigue unir un gen de una bacteria a una petunia. Nace la primera planta transgénica
- ✓ 1985 y 1987: EEUU permite patentar plantas y animales respectivamente
- ✓ 18 de Mayo de 1994: La Food and Drug Administration de EEUU autoriza la comercialización del primer alimento transgénico (el tomate Flour-Sour de la empresa Calgene)
- ✓ 1994: Primer cultivo transgénico comercial en EEUU
- ✓ 1996: Cultivos en Argentina, Australia, Canadá y México (total mundial: 2 millones de ha)
- ✓ 1998: Son ya 9 países los productores de cultivos transgénicos (total mundial: 27,8 millones de ha)
- ✓ Actualmente son más de 20 los países productores de plantas transgénicas con un total de 114 millones de ha cultivadas
- ✓ En EEUU el 89% de las plantaciones de soja, el 83% del algodón y el 61% del maíz son transgénicos

Cultivos Transgénicos

Especies transgénicas más cultivadas

- ✓ Soja
- ✓ Maíz
- ✓ Algodón
- ✓ Tabaco

Tipos de transgénicos más cultivados

- ✓ Resistencia a herbicida (Glifosato, Monsanto)
- ✓ Incorporación de la toxina BT (procedente de *Bacillus thuringensis*): 18%
- ✓ Resistencia a herbicida + toxina Bt

Mercado de plantas transgénicas

Monsanto	80%
Aventis	7%
Syngenta (antes Novartis)	5%
BASF	5%
DuPont	3%

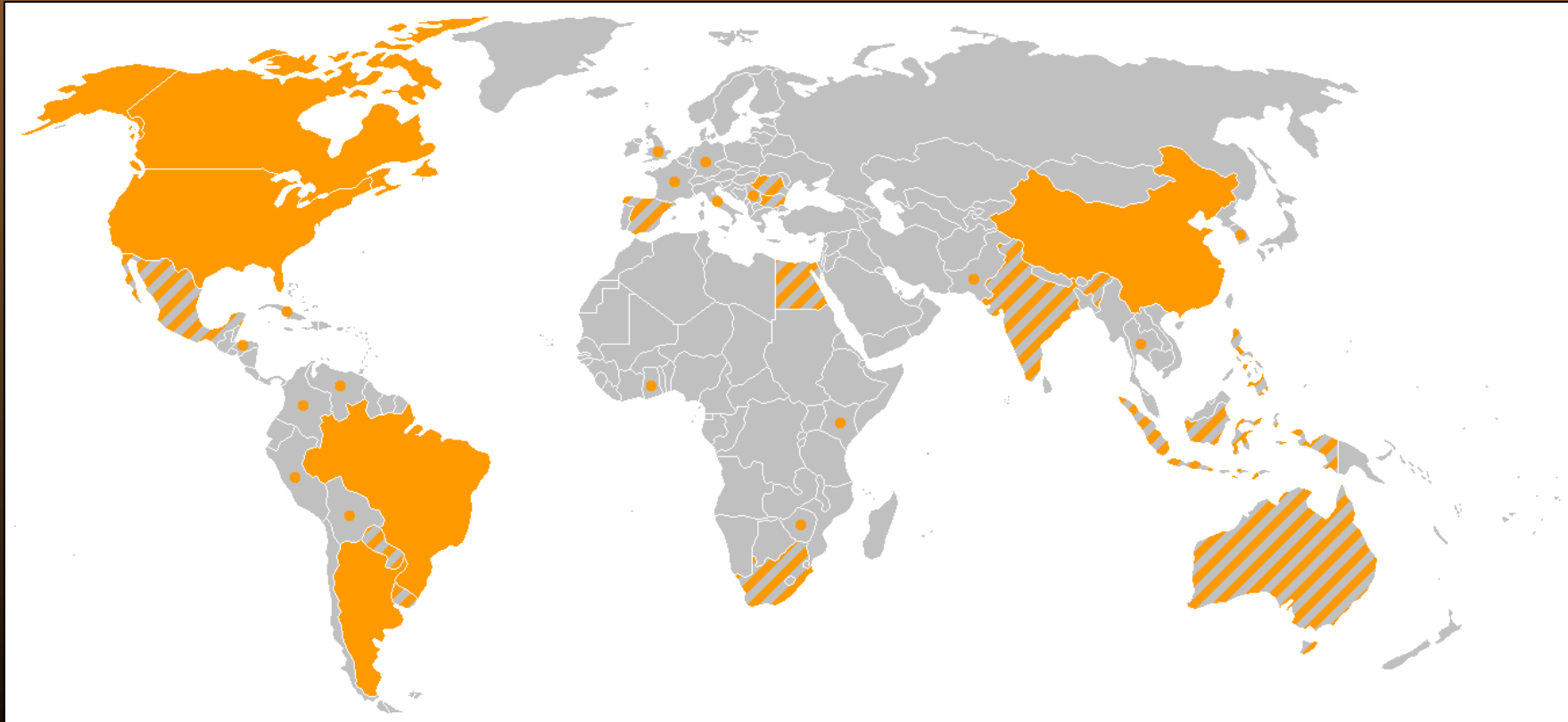
Estas empresas también producen el 60% de los plaguicidas y el 23% de las semillas comerciales



Cultivos Transgénicos

Cultivo de transgénicos en el mundo

- El 95% de los cultivos transgénicos se concentran en unos pocos países (en naranja)
- 114 millones de ha cultivadas con transgénicos



Beneficios potenciales de los cultivos transgénicos

Mejora de las condiciones de cultivo

- Cultivos resistentes a la sequía, a suelos pobres o salinos
- Cultivos resistentes a las heladas
- Reducción del uso de plaguicidas
- Disminución de los costes de producción
- Reducción del uso de herbicidas

Obtención de productos agrícolas mejorados

- Café con mejor sabor
- Sojas con mayor proporción de proteínas
- Bananas con capacidad de albergar vacunas
- Girasol con mejor composición de ácidos grasos
- Patatas más dulces y con menor capacidad de adsorción de aceite
- Uvas sin pepitas
- Fresas que tardan en madurar
- Arroz con beta caroteno (precursor de la vitamina A)

Mejora de la calidad de vida y disminución del hambre en el mundo

Impactos potenciales de los cultivos transgénicos

- ✓ **Sobre la salud**
 - ✓ Resistencia a los antibióticos
 - ✓ Alergias
 - ✓ Efectos tóxicos
- ✓ **Sobre los ecosistemas**
 - ✓ Hibridación con variedades tradicionales
 - ✓ Transmisión horizontal
 - ✓ Cambios en los ecosistemas
- ✓ **Impactos socio-económicos**
 - ✓ Mayor dependencia de los agricultores frente a las multinacionales
 - ✓ Desaparición de la diversidad en los cultivos
 - ✓ Pérdida de la soberanía alimentaria: hambrunas

¿Realmente son necesarios los cultivos transgénicos?

Cultivos Transgénicos

Hechos a tener en cuenta

- ✓ Las combinaciones de genes procedentes de organismos diferentes no cuentan con precedentes evolutivos (excepto en el caso de las bacterias)
- ✓ Un 10 % de las introducciones de especies exóticas han tenido un efecto negativo muy grave sobre el entorno. Lección histórica: introducción del conejo en Australia
- ✓ Un gen no siempre equivale a una proteína
- ✓ Ningún gen funciona aisladamente, sino dentro de una red genética extremadamente compleja
- ✓ Los genes pueden sufrir transferencia horizontal

Cultivos Transgénicos

Consecuencias sobre la salud

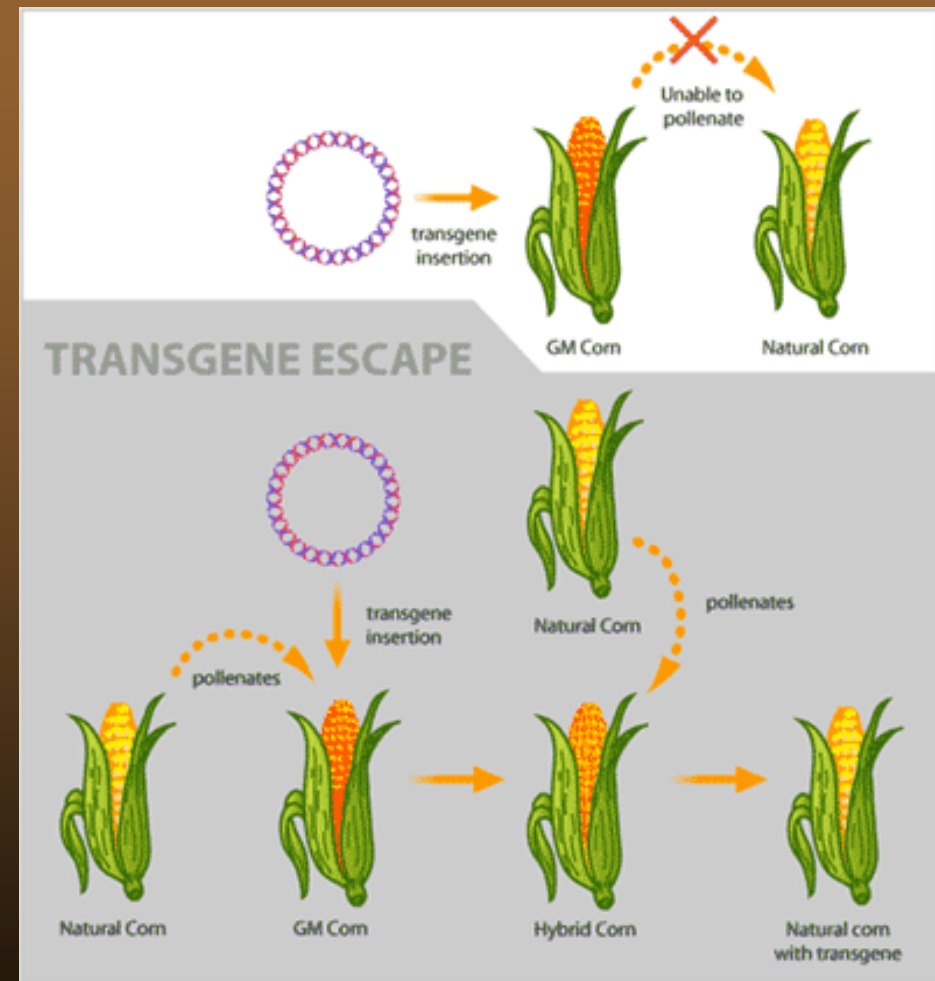
- Transmisión horizontal de los genes
 - Resistencia a antibióticos
 - Secuencias promotoras del virus del mosaico de la coliflor
- Aparición de alimentos alergénicos
- Aparición de efectos tóxicos

Vendomois et al., 2009 (International Journal of Biological Sciences).
Efecto tóxico del maíz transgénico sobre ratones (estudio realizado con los datos crudos suministrados por Monsanto por orden judicial).
- Efecto indirecto: las leguminosas tratadas con glifosato aumentan los niveles de estrógenos

Cultivos Transgénicos

Consecuencias ambientales

- Aparición de plantas híbridas no deseadas
- Transmisión horizontal de los transgenes a “malas hierbas” y especies silvestres
- Aumento del uso de herbicidas
- Resistencia a los herbicidas
- Aparición de plagas resistentes a los plaguicidas: transgénicos Bt
- Desaparición de poblaciones de insectos: abejas, mariquitas, mariposas....



Cultivos Transgénicos

Consecuencias sociales

- Patentes sobre seres vivos
 - Países desarrollados: 97% de las patentes
 - Países pobres: 90% de los recursos genéticos mundiales
 - Las patentes prohíben la recolección de semillas para sembrar
- Solo 5 multinacionales acaparan el mercado mundial de semillas transgénicas

Monsanto	80%
Aventis	7%
Syngenta (antes Novartis)	5%
BASF	5%
DuPont	3%
- Mayor dependencia de los agricultores frente a las agroquímicas
 - Dependencia semillas - herbicidas de la misma empresa
 - Estas empresas producen el 60% de los plaguicidas y el 23% de las semillas comerciales

Cultivos Transgénicos

Consecuencias sociales (cont.)

- Desaparición de cultivos tradicionales de zonas concretas
- Los países pobres pierden capacidad de competir frente a los nuevos productos transgénicos
- Aumento de los monocultivos
- Descenso de la productividad
Inestabilidad genética de plantas de tabaco en primera generación (64-92%)
- Contaminación de los productos ecológicos con híbridos transgénicos



Cultivos Transgénicos

Algunos datos

- ✓ A España llegan unos 6 millones de toneladas de soja, de las cuales aproximadamente el 66% es transgénica, y un millón y medio de toneladas de maíz que han sido cultivados en países que han optado por el uso masivo de transgénicos
- ✓ España es el único país de la Unión Europea que cultiva transgénicos a gran escala y que en 2008 se cultivaron unas 80.000 hectáreas de maíz modificado con genes de bacterias
- ✓ Dos terceras partes de los alimentos que ingerimos contienen derivados de soja y de maíz
- ✓ Desde el 18 de abril de 2004 todos los alimentos (excepto los productos derivados de animales como la carne, leche y huevos) procedentes de cosechas transgénicas tienen que tener en la etiqueta la mención "modificado genéticamente"

EN RESUMEN:

- ✓ La Biotecnología abarca procesos más allá de la manipulación genética y los transgénicos. Muchos de estos procesos son beneficiosos para el hombre y pueden servir para mejorar las condiciones ambientales
- ✓ Los transgénicos son sólo una parte de los OMG
- ✓ La utilización de células confinadas en reactores no tiene por qué generar problemas ambientales
- ✓ La microbiota autóctona se puede potenciar para favorecer determinados procesos de descontaminación medioambiental
- ✓ La liberación al medio ambiente de organismos manipulados genéticamente puede tener efectos no deseados sobre los ecosistemas, por lo que atendiendo al principio de precaución es mejor no liberarlos.
- ✓ El cultivo de plantas transgénicas se está realizando por intereses netamente comerciales, sin tener en cuenta posibles efectos sobre la salud, el medio ambiente o la sociedad. Los supuestos beneficios ambientales o sociales no se han cumplido