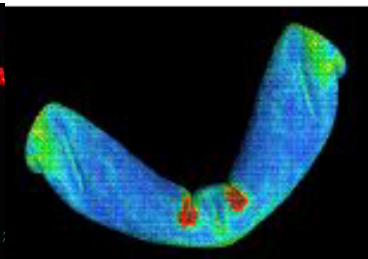
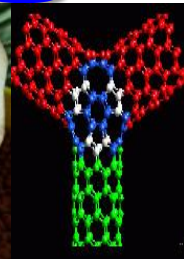


Importancia de la Biotecnología



JOSE ROBERTO ALEGRIA COTO
r Alegria@conacyt.gob.sv

CONTENIDO

- Introducción
- Usos de la Biotecnología
- Perspectivas en la Agricultura
- Cultivos Modificados Genéticamente (GMs)
- Biotecnología en El Salvador
- Paradigma de la Biotecnología
- Crítica social a los OGMs
- Futuro de la Biotecnología en la Nanoescala
- Reflexiones

INTRODUCCIÓN

La biotecnología cuyo término fue acuñado en 1919 por el Ingeniero húngaro, Karl Ereky, existe desde que el hombre comenzó a seleccionar y mejorar artificialmente las plantas y los animales que consumía y aprendió a utilizar los microorganismos para obtener nuevos alimentos (vino, cerveza, pan con levadura, queso, etc.) mediante procesos de fermentación. A esto se le denomina **Biotecnología Tradicional**.

Biotecnología Moderna, fue el resultado del avance en diferentes disciplinas del conocimiento (biología celular, microbiología, genética, estadística, informática, bioquímica, ingeniería, entre otras) que sentaron las bases para su desarrollo y aplicación.

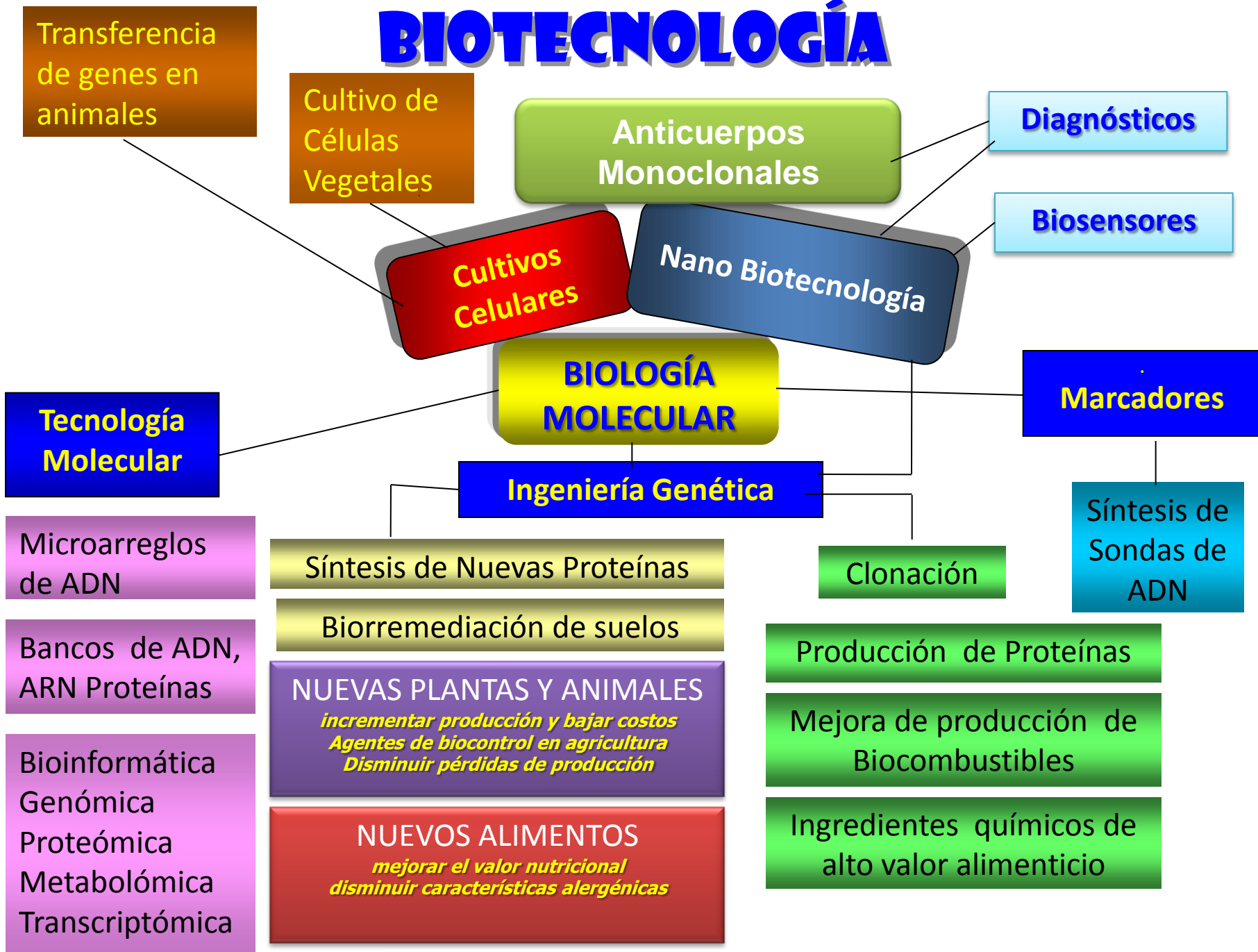
El objeto de la **Biotecnología** es “**producir una amplia variedad de productos, mediante la utilización de organismos vivos o sus partes, a través de un conjunto de métodos, procesos y técnicas**”.

INTRODUCCIÓN

- 6000 a.C** La levadura fue usada para hacer cerveza por sumerios y babilonios.
- 4000 a.C** Los egipcios usaron la levadura para hacer pan.
- 1953** La estructura del ADN fue descubierta por Watson y Crick.
- 1966** Nirenberg, Ochoa y Khorana elucidaron el Código Genético.
- 1967** Wise y Richardson aislaron ADN ligasa
- 1970** Smith y colegas aislaron y caracterizaron la Hind III. Se comenzaron a secuenciar algunas moléculas de ADN.
- 1972** Janet Mertz y Ron Davis cortaron y pegaron moléculas de ADN.
- 1973** Stanley Cohen y H. Boyer pusieron ADN de sapo en bacterias, demostraron que el ADN recombinante puede ser replicado y mantenido en ***E. Coli***.
- 1977** Ingeniería genética: hormona de crecimiento humana en **bacterias**.
- 1979-81** Genes humanos clonados y secuenciados.
- 1982** Tabaco, la primera planta modificada genéticamente
- 1994** Primera planta modificada genéticamente en el mercado fue un cultivo de tomates de CALGENE, **“Flavr Savr”**.
- 1990** EE.UU, organizó el esfuerzo internacional de 15 años (US \$ 3,000 millones), por mapear el genoma humano (3,000 millones de pares de bases A=T, G=C), se terminó 13 años después, en 2003 (US \$ 2,700 millones).
- 2012** Life Technologies (USA), anuncio el equipo Ion Proton, capaz de secuenciar un genoma humano entero (leer 3.000 millones de bases de una hélice de las dos) en un día y por tan solo 1.000 dólares.



BIOTECNOLOGÍA



USOS DE LA BIOTECNOLOGÍA

Salud Humana y Animal



Sistema de diagnóstico de enfermedades

Productos farmacéuticos: antibióticos, vitaminas, insulina

Vacunas: prevención de las enfermedades (vacuna de la hepatitis B).

Terapia génica: tratamiento contra enfermedades de origen genético mediante el reemplazo y/o modificación de los genes que presentan un funcionamiento anómalo.

Identidad molecular: permite la identificación de las personas a través de patrones de secuencias genéticas para prueba de paternidad y genética forense. En animales se aplica para estudio de diversidad, evolución, genética de poblaciones y programas de mejoramiento.

Estudios de diversidad, evolución, genética de poblaciones.

Industria



Aditivos: cítricos

Saborizantes

Colorantes: azul índigo

Biodiesel: tempate (*Jatropha curcas*)

Productos lácticos: (yogurt y quesos) uso de partes o del organismo completo (enzimas o microorganismos).

Detergentes: obtención de enzimas que degradan ácidos grasos, lipolasa (*Aspergillus*), cutinasa (*Saccharomyces*), de proteínas (*Bacillus licheniformis*) para eliminar manchas de sangre, comida, etc.

USOS DE LA BIOTECNOLOGÍA

Medio Ambiente



Biorremediación: Tratamiento de residuos líquidos contaminados. Un ejemplo, es la limpieza de derrames de petróleo empleando bacterias.

Manejo de residuos sólidos: Uso de bacterias, hongos para la degradación de residuos orgánicos.

Biolixiviación: Recuperación de metales mediante su solubilización. Aplicación de gran interés para la industria minera.

Diagnóstico y detección de sustancias: Uso de organismos, bacterias, plantas etc., que detecten e informen acerca de la presencia de sustancias específicas actuando como biosensores.

Agricultura



Sistemas de diagnóstico de enfermedades.

Agrobiológicos, uso de organismos vivos o las sustancias producidas por ellos para mejorar la productividad de los cultivos o para el control de plagas y malezas.

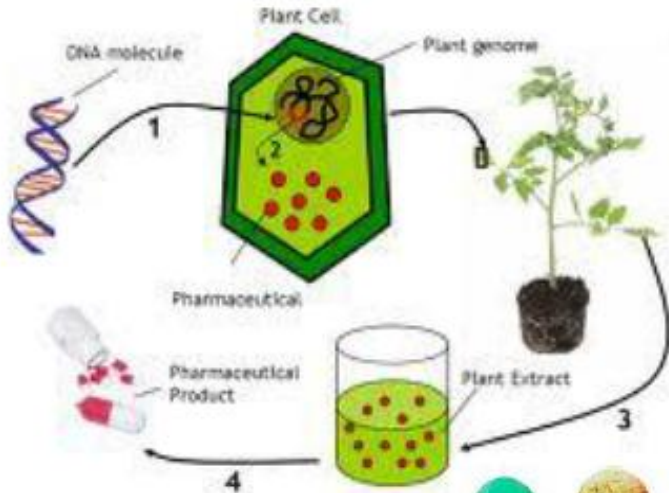
Cultivo de células y tejidos in vitro, para producción de plantas a gran escala, obtención de metabolitos secundarios y mejoramiento genético.

Plantas y animales genéticamente modificados (fármacos, combate de enfermedades, biomateriales, alimentos).

Conservación de germoplasma.

Programas de mejoramiento.

“Pharming” : desarrollo de fármacos en plantas, animales o microorganismos



Ej. Desarrollo de vacunas contra el cólera en plantas de tomate en Chile y hormona de crecimiento humano en vacas en Argentina

Mosquitos GM para combatir el dengue y la malaria



- Compañía Británica OXITEC desarrolla mosquitos GM con “control de la natalidad” (www.oxitec.org).
- Usa estrategia parecida a la de liberar machos estériles de mosca de la fruta para bajar las poblaciones de insectos.
- Poblaciones se autolimitan.
- Pruebas de campo en Brasil, Florida, Islas Gran Caimán y Panamá.
- Se ha trabajado mucho en el área regulatoria y en estudios de bioseguridad.

• Artículos de prensa:

<http://co.noticias.yahoo.com/defienden-proyecto-usar-mosquito-exterminador-dengue-173300095.html>

<http://www.diariolasamericas.com/noticia/138439/mosquitos-contra-el-dengue>

<http://www.prensa.com/uhora/locales/mosquitos-transgenicos-los-pros-y-contras-de-traerlos-panama/82726>

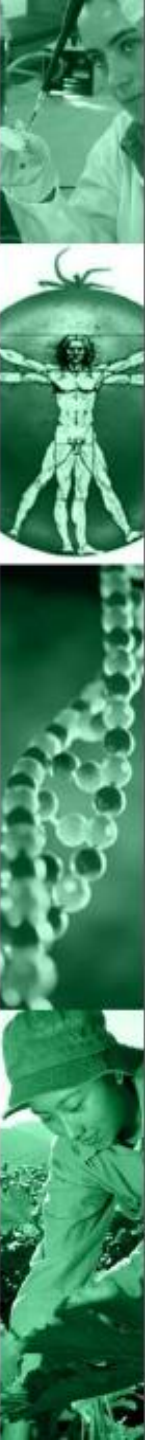
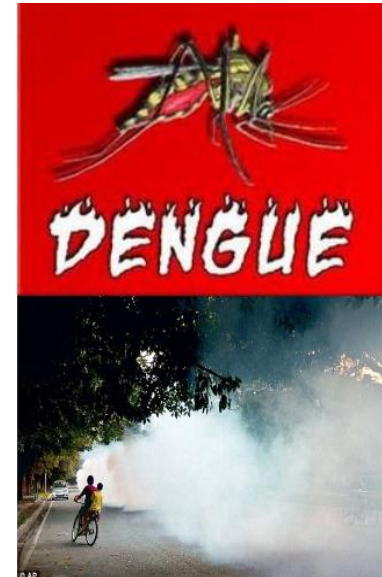
<http://www.prensa.com/impreso/panorama/debate-cientifico-por-mosquito-ingles/81615>

<http://kioscosambientales.ucr.ac.cr/documentos/Mosquito%20Transg%E9nico%20p ara%20Costa%20Rica%20!!!!.pdf>

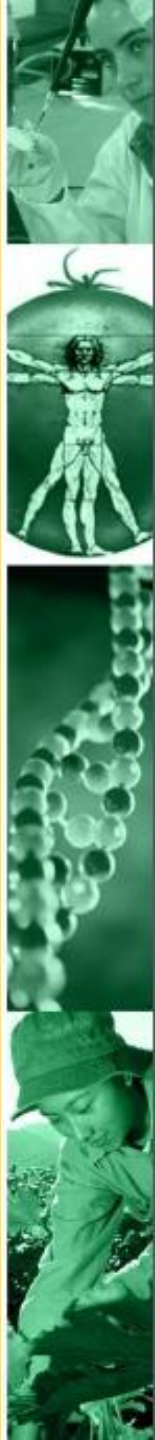
<http://www.prensa.com/uhora/locales/oxitec-decepcionada-por-no-ser-invitada-foro-de-mosquitos-transgenicos/77549>

<http://www.crhoy.com/costa-rica-analiza-traer-mosquitos-transgenicos-a-costa-rica/>
http://www.elpais.cr/frontend/noticia_detalle/8/64339

http://www.diariolibre.com/noticias/2012/03/21/i328919_mosquitos-modificados-geneticamente.html



Cabras productoras de biomateriales



- Cabras modificadas genéticamente con un gene de arañas para producir seda (compañías canadienses y de EEUU)
- La proteína de la seda es secretada y purificada de la leche
- La proteína es liviana, tiene mas elasticidad y es altamente resistente
- Utilidad como biomaterial para suturas ópticas, reparar ligamentos y tendones, y otras aplicaciones industriales como chalecos anti-bala o bolsas de aire en automóviles



Salmón GM: AquaBounty Technologies



- Salmón Atlántico modificado genéticamente con una hormona de crecimiento en 2003
- El gen y el promotor fueron obtenidos de variedades de Salmón Pacífico
- No crecen de mayor tamaño, sino mas rápidamente. Alcanzan su peso mayor en 16-18 meses en lugar de 3 años.
- Evaluado por FDA. Pruebas en Canadá y **Panamá**



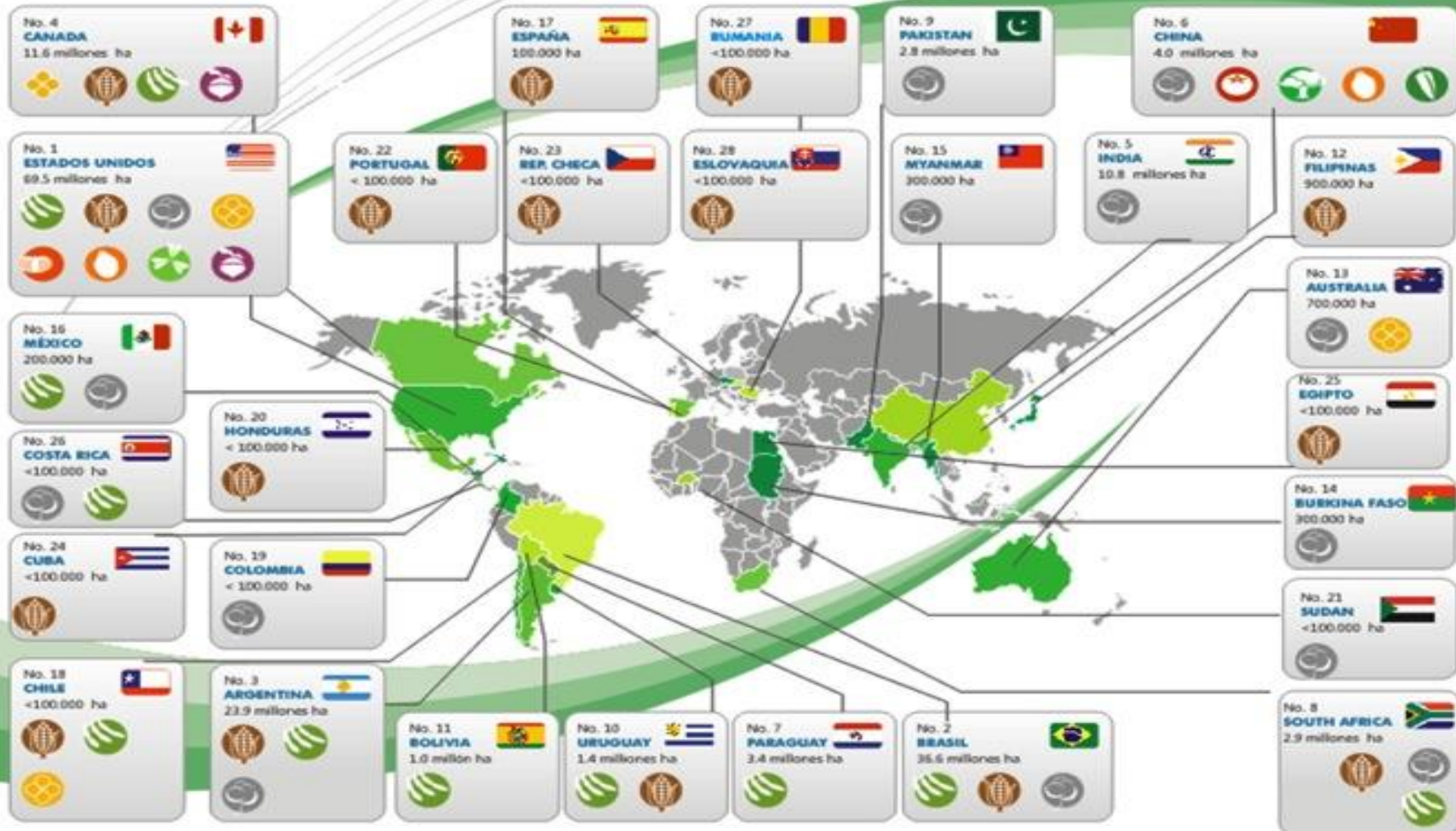
CÓMO ALIMENTAR AL MUNDO EN 2050

Perspectivas en relación con la agricultura

Durante la primera mitad de este siglo, a medida que la población mundial aumente hasta alcanzar los **9,000 millones de personas** aproximadamente, la demanda mundial de alimentos, piensos y fibras casi se duplicará y al mismo tiempo, cada vez más, los cultivos podrían también usarse para **producir bioenergía** y para **otros fines industriales**. La demanda nueva y tradicional de productos agrícolas, por consiguiente, acarreará una presión creciente sobre los ya escasos recursos agrícolas. Y mientras que la agricultura se verá obligada a **competir por la tierra y el agua con los núcleos urbanos en expansión**, también tendrá que ser de utilidad en otros grandes frentes: la **adaptación al cambio climático** y la **contribución a su mitigación**, la **ayuda para conservar los hábitat naturales**, la **protección de especies en peligro de extinción** y el **mantenimiento de un alto nivel de biodiversidad**. Como si eso no fuera suficientemente difícil, en la mayoría de las regiones **menos personas vivirán en las zonas rurales** y un **número incluso menor se dedicará a la agricultura**.

Serán precisas nuevas tecnologías para producir más en una superficie menor de tierra, con menos manos.

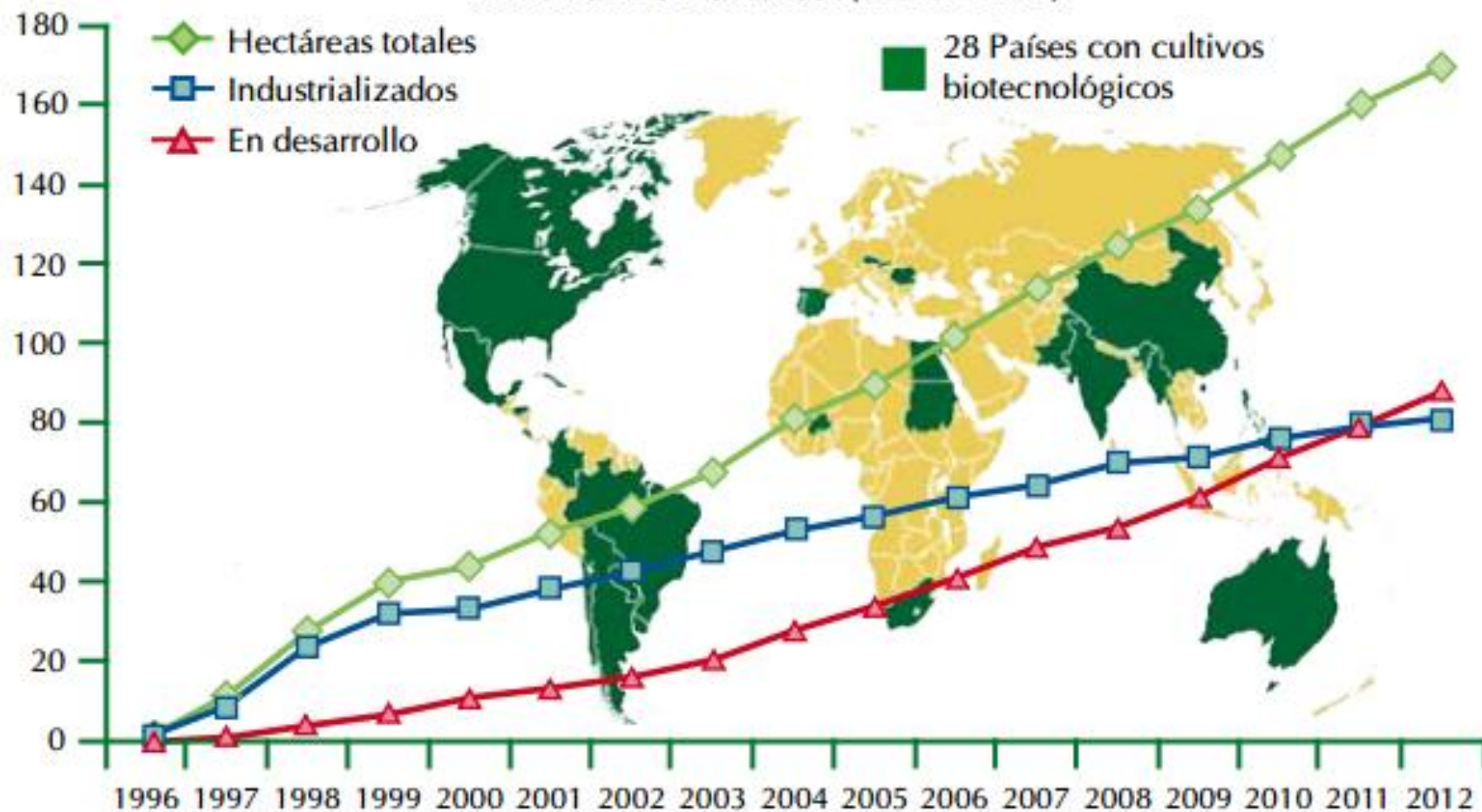
Situación mundial de los CULTIVOS BIOTECNOLÓGICOS en el 2012



 Calabaza
  Alfalfa
  Soya
  Algodón
  Tomate
  Papaya
  Alamo
  Maíz
  Canola
  Papa
  Piñon dulce
  Remolacha azucarera

Fuente: Clive James 2013, ISAAA Brief 44-2012

SUPERFICIE MUNDIAL DE CULTIVOS BIOTECNOLÓGICOS Millones de hectáreas(1996-2012)



Un récord de 17,3 millones de agricultores, en 28 países, han plantado 170,3 millones de hectáreas (420 millones de acres) en 2012, un incremento sostenido del 6% o 10,3 millones de hectáreas (25 millones de acres) más que en 2011.

CIFRAS DE LA BIOTECNOLOGÍA 2012

El “Top Ten” de los países con biotecnología agrícola (en millones de hectáreas):



- Estados Unidos **69,5**
Maíz, soya, algodón, canola, remolacha azucarera, alfalfa, papaya, calabaza
- Brasil **36,6**
Soya, maíz, algodón
- Argentina **23,9**
Soja, maíz, algodón
- Canadá **11,6**
Canola, maíz, soya, remolacha azucarera
- India **10,8**
Algodón
- China **4,0**
Algodón, papaya, álamo, tomate, pimentón
- Paraguay **3,4**
Soya, maíz, algodón
- Sudáfrica **2,9**
Maíz, soya, algodón
- Pakistán **2.8**
Algodón
- Uruguay **1,4**
Soya, maíz

La canola (*Brassica napus*) por el acrónimo en inglés de *Canadian Oil Low Acid* (aceite canadiense bajo en ácido), son variedades de **colza** con niveles menores de ácido erúrico y glucosinolatos. Se cultiva por todo el mundo para producir forraje, aceite vegetal para consumo humano y biodiesel.



EL SALVADOR

Fecha de adopción de cultivos GM: Junio 2008 con siembras experimentales de maíz.

- **Número de hectáreas GM cultivadas:** solamente actividades experimentales en 3.5 hectáreas entre 2008 y 2009.
- **Cultivos GM aprobados:** 3.5 ha de maíz.
- **Evolución en la adopción de cultivos GM** por razones de distinta índole no se han podido continuar con las fases semicomercial y comercial.

Marco regulatorio

El Ministerio de Medio Ambiente es el encargado de evaluar las solicitudes y se apoya en el Ministerio de Agricultura (MAG) y Salud para las autorizaciones, siendo estas las principales autoridades competentes.

Existe el "Reglamento Especial para el manejo Seguro de los Organismos Modificados genéticamente" el cual

está bajo la competencia del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador.

El Marco Regulatorio no está concluido en su totalidad y el tema de las regulaciones es liderado por el proyecto GEF para la implementación adecuada del Protocolo de Cartagena. En la actualidad, el gobierno no se encuentra trabajando en la adecuada implementación de la biotecnología agrícola.

De otro lado, no se ha reactivado el Comité Técnico de Biotecnología y Bioseguridad, debido a que los titulares de Ambiente y Agricultura principalmente, están trabajando en la elaboración de un reglamento para la operatividad del Comité.

Beneficios / impacto

De acuerdo al Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (mayo

2009), las pruebas experimentales con eventos transgénicos, podrían aumentar la producción local hasta en un 18 o 20%. (presentación de resultados de pruebas experimentales con maíz biotecnológico en El Salvador, organizado por FIAGRO, 2009).

Datos de contacto

CropLife Latin America

Gerente Biotecnología: Rafael Vega

Correo electrónico:
rvega@croplifela.org

Dirección: Carretera a Santa Ana. Frente a Price Smart de Escazú Condominio Trilogía Edificio 1, Oficina 112. San José, Costa Rica.

Teléfono: (506) 2288 6772

Situación Biotecnología: El Salvador



Políticas

- Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.
- Política Comercial Agropecuaria.
- Política Nacional de Medio Ambiente
- Programa de Gobierno



Normativa:

- Ley de Medio Ambiente. Art. 21 (ñ) y 68.
- Reglamento Especial para el Manejo Seguro de los Organismos Modificados Genéticamente (EIA+AR).
- Ley de Protección al Consumidor. Art. 28. Etiquetado.



Laboratorios:

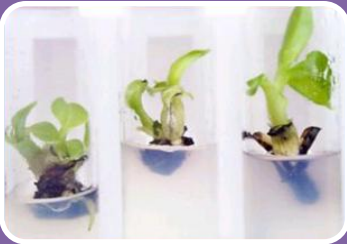
- 12 laboratorios
- 3 gubernamentales; 5 de las Universidades; 3 privados.
- Áreas de experimentación CENTA (gobierno).

Situación Biotecnología: El Salvador



Recursos Humanos:

- 37 profesionales (entre M.Sc, PhD y técnicos de apoyo) relacionados a diferentes actividades desde cultivo *in vitro* de tejidos vegetales, hasta actividades directas con liberaciones experimentales.



Iniciativas:

- 5 proyectos Micropropagación y cultivo *in vitro* de Tejidos Vegetales
- Dos empresas + CENTA introdujeron 2 tipos de OVM's con fines experimentación (Maíz OVM's).



Fuentes Financiamiento:

- Fondos propios
- Donaciones Nacionales e Internacionales.
- Apoyos de ONG's.

Rafael Vega. CropLife



Sistema Educativo:

- En las universidades del país ninguna carrera tiene como contenido principal la Biotecnología.
- Con mediana formación en el área existen seis.
- Con pocos recursos dedicados a algún aspecto sobre ella, ocho.

PARADIGMA* DE LA BIOTECNOLOGÍA MODERNA

A nivel social hay movimientos de rechazo a las tecnologías del **ADN RECOMBINANTE** para la producción de Organismos Genéticamente Modificados (OGMs), que se realizan mediante el traspaso de material hereditario (genes) entre seres de diferentes especies, géneros, familias, ordenes, clases, reinos o entidades que porten (ADN o ARN), para producir **plantas o animales** con nuevas características genéticas no existentes previamente.

* Según Khun "en la ciencia un paradigma es un conjunto de realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica".

CRÍTICA SOCIAL A LOS OGMs

- Se dice de los OGMs que pueden:
 - i) convertirse en malezas al persistir los genes después de cosechados,
 - ii) provocar susceptibilidad de organismos no objetivos,
 - iii) desarrollar resistencia a los biopesticidas,
 - iv) generar nuevos virus,
 - v) alterar el medio ambiente,
 - vi) Reducir el espectro de dispersión de otros vegetales incluyendo pérdida de biodiversidad,
 - vii) usar más sustancias químicas en la agricultura,
 - viii) cruzarse con especies silvestres (flujo génico), dispersarse e introducir potencialmente los genes transgénicos.

CRÍTICA SOCIAL A LOS OGMs

Muchos de los argumentos que se utilizan para combatir la aplicación de técnicas biotecnológicas de OGMs, no son consistentes, con la realidad. Por ejemplo, el mote de **“alimentos Frankenstein”** y **riesgos atribuidos a los alimentos derivados de OGMs:**

- ¿ALERGIAS ALIMENTARIAS?
- ¿SUSTANCIAS ANCERÍGENAS?

A la fecha, desde 1994 cuando se comercializó el primer alimento biotecnológico moderno, no existen casos documentados científicamente de daños a la salud humana por consumo de alimentos derivados de OGMs aprobados para su comercialización.



CRÍTICA SOCIAL A LOS OGMs

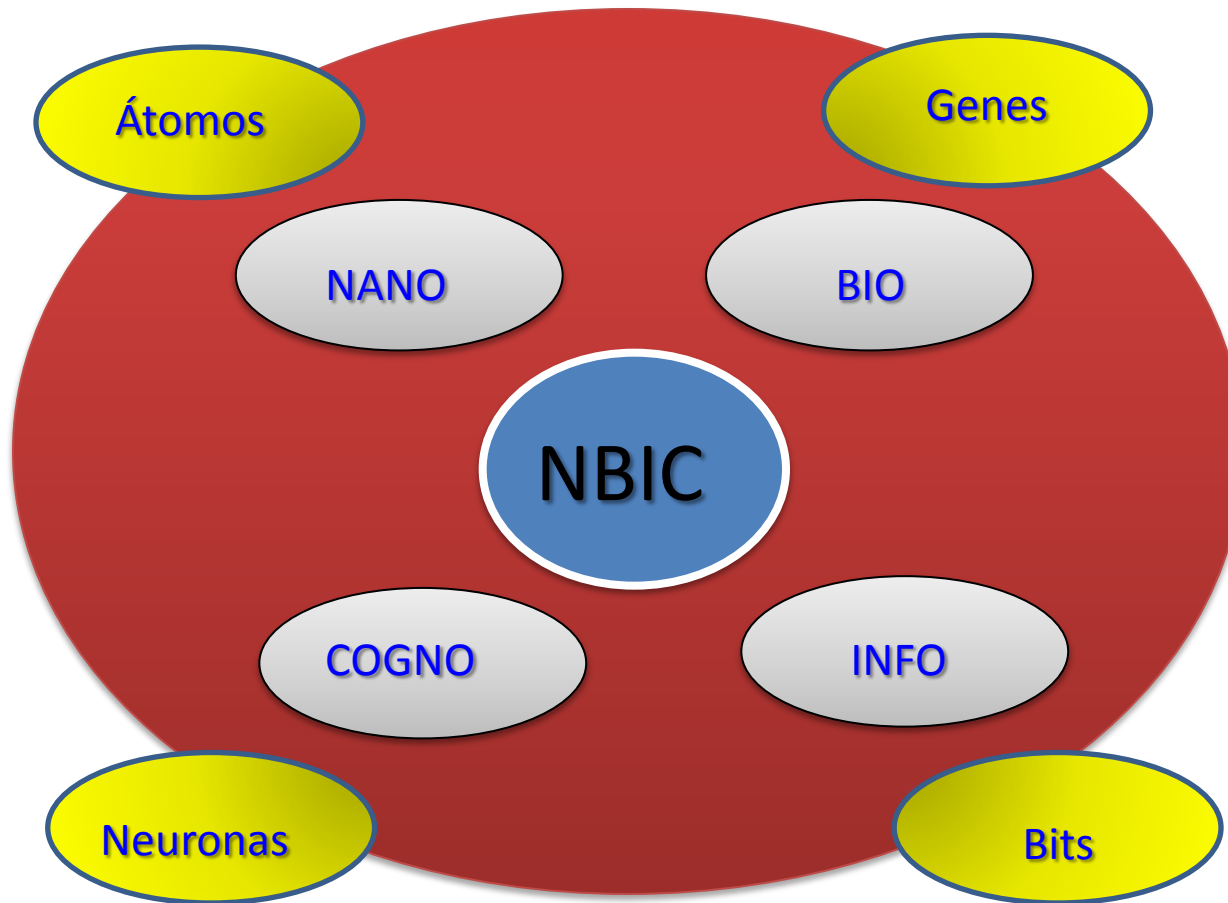
- Organizaciones contrarias al empleo de la biotecnología en el sector agropecuario, manifiestan su desconfianza de científicos y técnicos que trabajan en el ámbito de la biología molecular y frente a los administradores y reguladores.
- No se toma en cuenta que aún la agricultura tradicional ha reducido la variedad y riqueza de los alimentos que actualmente consumimos.
- Muchos de las posiciones técnicas son debatibles, pero hay una excesiva carga de ideología y rechazo de los argumentos que se exponen, para elaborar un debate dialéctico sobre razones contrapuestas.

CRÍTICA SOCIAL A LOS OGMs

- En el fondo se percibe que los que están en contra del uso de los OGMs en la agricultura, lo hacen para oponerse **al poderío de las multinacionales**, para evitar las estrategias de éxito de mercado de estos productos y como **críticas al sistema (neo) capitalista.***

*** Ideología social y económica que surgió en la segunda mitad del siglo xx y en la que la doctrina capitalista se hace más profunda, basándose en la revolución tecnológica y en la internacionalización de los mercados.**

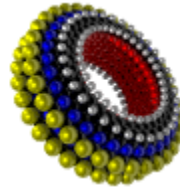
FUTURO DE BIOTECNOLOGÍA EN LA NANOESCALA



Se espera la **unificación de la ciencia**, basándose en la unidad de la materia y **la integración de la tecnología convergiendo sinérgicamente** en el nivel de la nanoescala.

La interdisciplinariedad científica y tecnológica entre físicos, químicos, biólogos e **ingenieros**, permite la creación de materiales, dispositivos y sistemas, a través de la manipulación de la materia a escala **NANOMÉTRICA** usando fabricación innovadora (top-down) y técnicas de ensamblamiento (bottom-up).

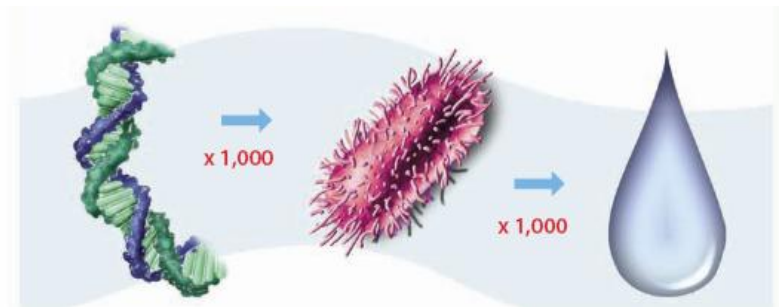
NANOCIENCIA Y NANOTECNOLOGÍA



La nanociencia se dedica al estudio de las propiedades de los objetos y fenómenos a escala nanométrica (un nanómetro = 10^{-9} m, es la mil millonésima parte de un metro).

La nanotecnología trata de la manipulación “controlada” y producción de objetos materiales, instrumentos, estructuras y sistemas a en la escala de 1 a 100 nanómetros.

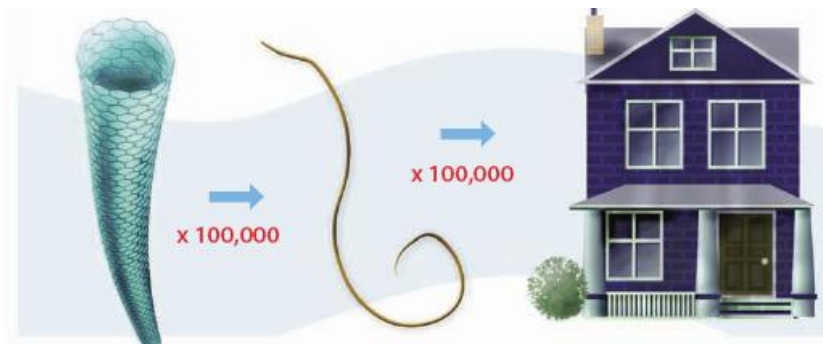
Nanociencia y Nanotecnología son ejemplo de nano tecnociencia.



ADN
2.5 nanómetros
de diámetro

Bacteria
2.5 micrómetros
de longitud

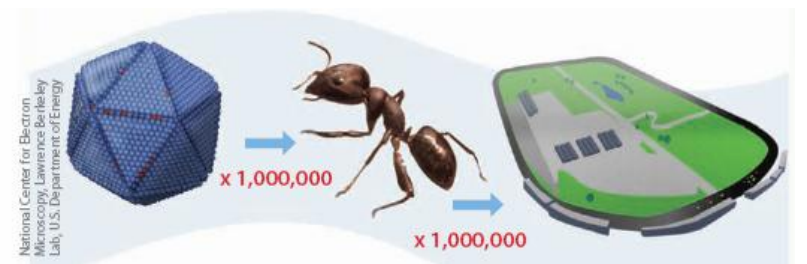
Gran gota de lluvia
2.5 milímetros
de diámetro



Nanotubo de carbono
de una pared
1 nanómetro
de diámetro

Hebra de pelo
100 micrómetros
de longitud

Casa
10 metros
de ancho



Nanopartícula
4 nanómetros
de diámetro

Hormiga
4 milímetros
de diámetro

Circuito de Indianapolis
4 kilómetros
por vuelta

LA ESCALA DE LAS COSAS EN EL MUNDO DE LA NANOTECNOLOGIA

Cosas naturales

Ácaro del polvo
 $200 \mu\text{m}$

Hormiga
 $\sim 5 \text{ mm}$

Ceniza voladora
 $\sim 10\text{-}20 \mu\text{m}$

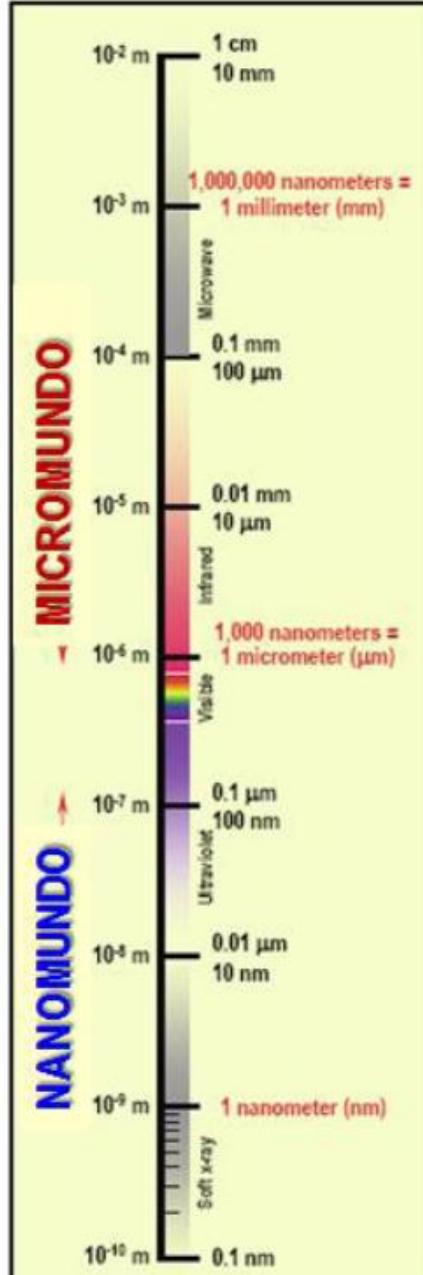
Cabello humano
 $\sim 60\text{-}120 \mu\text{m}$

Células rojas sanguíneas
 $(\sim 7\text{-}8 \mu\text{m})$

ADN
 $\sim 2\text{-}1/2 \text{ nm}$ diámetro

ATP sintetasa
 $\sim 10 \text{ nm}$ diámetro

Átomos de silicio
 espaciados 0.078 nm



Cosas hechas por el hombre

Cabeza de un pin
 $1\text{-}2 \text{ mm}$

Dispositivos Micro Electro Mecánicos (MEMS)
 $\sim 10\text{-}100 \mu\text{m}$ ancho

Granos de polen
Células rojas sanguíneas

Zona de placa de "lentes" de rayos X
 $\sim 35 \text{ nm}$

Estructura auto ensamblada inspirada en la naturaleza
 muchas 10s de nm

Nanotubo electrodó

Buckyball de Carbono
 $\sim 1 \text{ nm}$ de diámetro

Nanotubo de carbono
 $\sim 1.3 \text{ nm}$ diámetro

Corral cuántico de 48 átomos de hierro sobre una superficie de cobre pueste uno a la vez con un tip de STM.
 El diámetro del corral es de 14 nm

REVOLUCIÓN DE LA NANOESCALA
 Los bloques de construcción de la nanoescala pueden ser combinados para hacer dispositivos funcionales novedosos, tales como el diseño de un centro de reacción fotosintética con almacenamiento semiconductor integral

NANOBIOTECNOLOGÍA

Biosensor de detección de Salmonellas basado en hetero nanovarillas de Oro y Sílice, donde se inmovilizan las moléculas de reconocimiento (anticuerpos conjugados con el oro) y las miles de moléculas fluorescentes de señalización en las varillas de sílice, que pueden detectar a una sola bacteria. En principio el protocolo usado puede detectar bacterias patógenas que afectan alimentos, como ***E. coli***, ***Staphylococcus***, ***Campylobacter*** y toxinas de alimentos como: ***Ricina***, ***Abrin*** o ***C. botulinum***, si se usa el anticuerpo apropiado.

Tiene ventajas sobre técnicas tradicionales, Método ISO 6579, anticuerpos fluorescentes (FA), Ensayo Inmunoabsorbente ligado a enzimas (ELISA) o Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), que consumen tiempo, son dificultosos y poco sensibles.





The Nobel Prize in Chemistry 2013

Premio Nobel de Química 2013



Université de Strasbourg,
France and Harvard
University, Cambridge,
MA, USA



Stanford University School of
Medicine, CA, USA



University of Southern
California, Los Angeles, CA,
USA

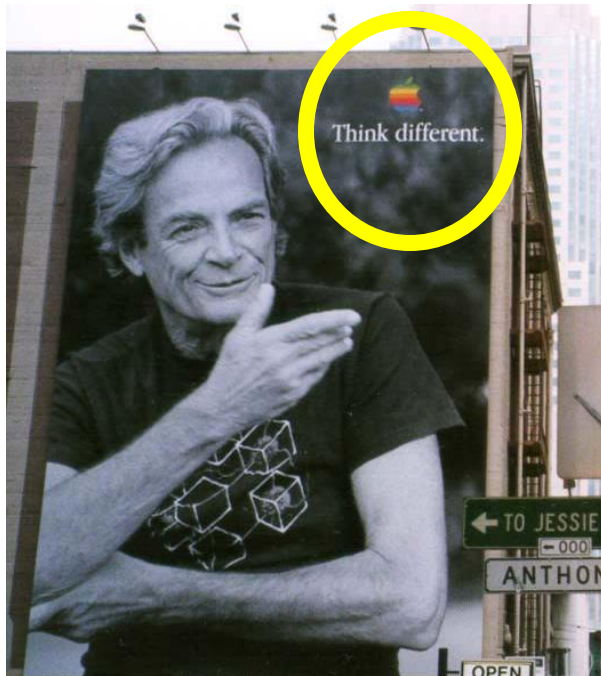
Martin Karplus, de 83 años (izq.), Michael Levitt, de 66 (centro), y Arieh Warshel, de 72 (der.), Ganaron el Nobel, por el desarrollo de **“MODELOS MULTIESCALA** para los sistemas químicos complejos”, por la elaboración de simulaciones por computadora utilizadas para entender y predecir los procesos químicos. también lograron hacer cohabitar en el estudio de los procesos químicos la física clásica newtoniana con la física cuántica, que responde a reglas fundamentalmente diferentes.

REFLEXIONES

El planeta en que vivimos, presenta una serie de retos, desde ya y para el futuro, que necesitan ser enfrentados por la juventud actual, con nuevas estrategias para tener mayores posibilidades de éxito, lo cual requerirá de individuos **“CON MENTE ABIERTA”** que analicen el entorno de la realidad cambiante, saliéndose de los encuadres comunes, de manera tal, que utilicen la mayor cantidad de redes neuronales (de multivariada información) al momento de



pensar; capaces de **“SOÑAR DESPIERTOS”** para buscarle soluciones novedosas e innovadoras a los problemas que agobien a la sociedad en la que vivan, utilizando el conocimiento de la ciencia y de la tecnología.



Tal como lo recomendaba Richard Feynman (+15-02-88) considerado el “Padre de la NANOTECNOLOGÍA”, el ser personas con la capacidad de **“PENSAR DIFERENTE”**.

EL MUNDO ES DE LOS AUDACES, DE LOS QUE SE ATREVEN, DE LOS QUE SE TIENEN FÉ Y ACTÚAN EN CONSECUENCIA, SIN DEJARSE AMEDRENTAR.

**¡MUCHAS GRACIAS
POR SU ATENCION!**

Atentamente:
José Roberto Alegría Coto
ralegria@conacyt.gob.sv

**¿PREGUNTAS,
COMENTARIOS?**

