



Cuando la naturaleza y la tecnología actúan juntas

Panorama mundial de la biotecnología

Una de las áreas de la ciencia y la tecnología de más desarrollo de las últimas décadas es la biotecnología, dado que involucra innovaciones tecnológicas y descubrimientos científicos y su impacto se refleja en diversos sectores de la economía, la sociedad y el medio ambiente. Este carácter transversal de la biotecnología y su acelerado desarrollo se traducen, por un lado, en dificultades para tener una sola definición y estadísticas sobre el tema y, por el otro, en diferencias sobre la clasificación de las aplicaciones de las técnicas biotecnológicas. Con el fin de intentar comprender esta complejidad, la Fundación Este País presenta un panorama sobre los principales conceptos relacionados con la biotecnología y de tres sectores en los que ésta ha tenido mayor impacto: la agricultura, la salud y el desarrollo sustentable.

¿Qué es la biotecnología?

De acuerdo al artículo 2 del Convenio sobre Diversidad Biológica, firmado en 1992 durante la Cumbre de la Tierra, en Río de Janeiro, Brasil, y ratificado por 158 gobiernos, la biotecnología es "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". A partir de los años 60, se emplea el término biotecnología moderna para especificar aquellas aplicaciones en que se utilizan las partes más pequeñas

de los organismos, células y moléculas, y los atributos del ácido nucleico, para la solución de problemas tales como enfermedades, escasez de alimentos y generación de energía por fuentes renovables; y para la elaboración de algunos productos útiles, como medicinas, alimentos y fertilizantes sustentables, entre otros. Sin embargo, la biotecnología no es una actividad "nueva": en Egipto, 40 siglos antes de Cristo (a.C.) se realizaban alteraciones a las propiedades químicas de algunos organismos.

Los procesos de fermentación para la elaboración de cerveza, queso y vino, registrados en Egipto hace 6,000 años, son los primeros casos de biotecnología conocidos en el mundo

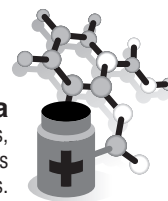


Biotecnología tradicional

Modificación de las propiedades químicas de un organismo; por ejemplo, la conversión de azúcares en alcohol (fermentación) para la elaboración de cerveza y vino, registrada en Egipto alrededor del año 4,000 a.C.

Biotecnología moderna

Modificación de las partes más pequeñas de los organismos, células y moléculas; por ejemplo, la elaboración de productos biotecnológicos como medicamentos, plásticos y semillas.

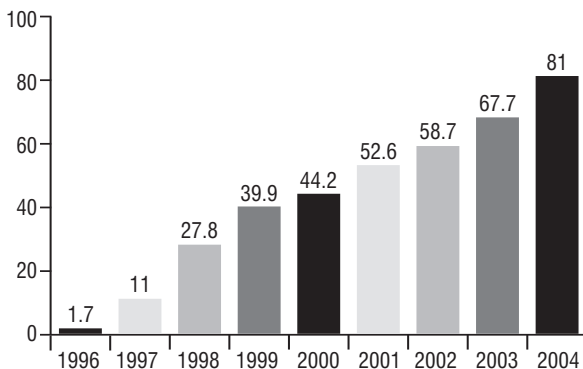


El área ocupada por cultivos transgénicos en el mundo se multiplicó 48 veces en el periodo de 1996 a 2004

Principales aplicaciones de la biotecnología

La aplicación de las diversas técnicas de biotecnología ha beneficiado e innovado los procesos y productos en diferentes áreas de la actividad humana, razón por la cual la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) ya se refiere a una economía basada en la biotecnología, entendida como “el uso de biorrecursos renovables, bioprocesos eficientes y *clusters* ecoindustriales para producir bioproductos, empleos e ingresos sustentables”.¹

Área de cultivos biotecnológicos en el mundo, 1996-2004 (millones de hectáreas)



Fuente: James, Clive, *Situación global de los cultivos transgénicos/GM comercializados*, International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), 2004.

Agricultura²

Una de las principales actividades de biotecnología en la agricultura consiste en la selección y transferencia de genes benéficos de un organismo a otro para crear nuevos y mejores cultivos (Organismos Genéticamente Modificados, OGM), más resistentes a plagas.

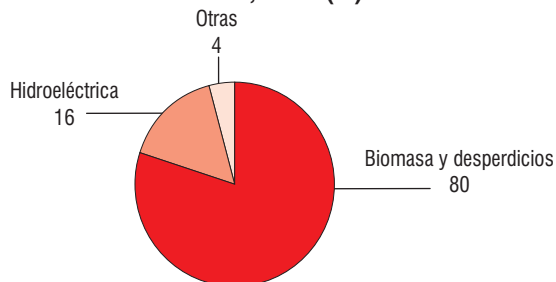
De 1996 a 2004 el área de cultivos transgénicos en el mundo tuvo una tasa de crecimiento promedio anual de 102%, que significa un aumento de casi 48 veces.

En 2004, el valor de mercado de los cultivos transgénicos ascendió a 4,700 millones de dólares.

Desarrollo sustentable: industria, energía y medio ambiente

En el ámbito del desarrollo sustentable se usan enzimas y microbios para remediar daños ambientales y hacer más eficientes y ecológicos los procesos de manufactura y elaboración de productos.

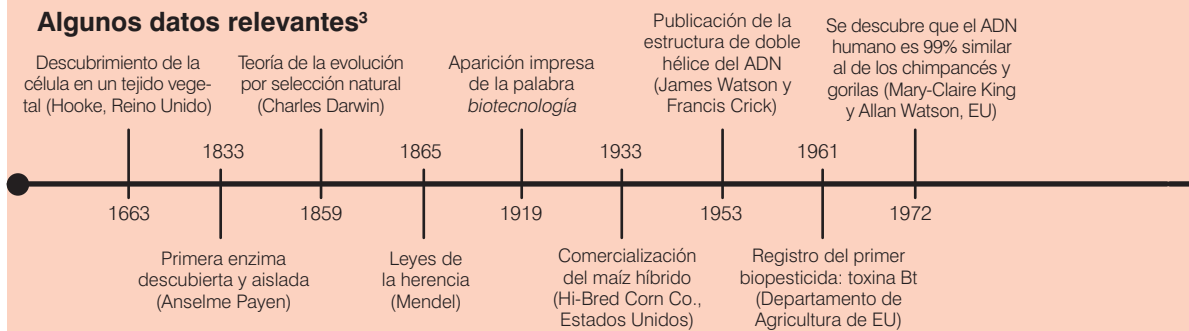
Fuentes de energía renovables en uso en el mundo, 2002 (%)



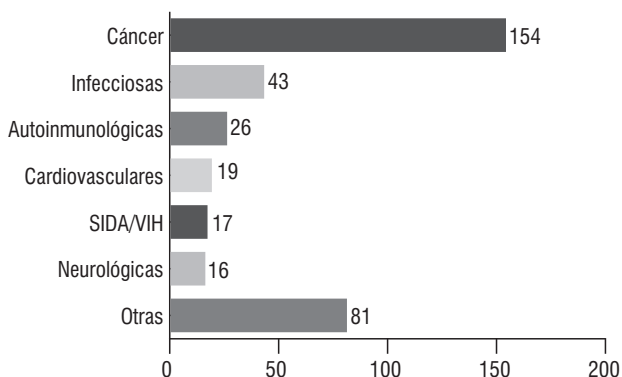
Nota: La biomasa se genera a partir de materia orgánica (desechos sólidos, agropecuarias o de bosque) quemada directamente o de los gases generados por la descomposición y fermentación de residuos (biogás).

Fuente: International Energy Agency (IEA), *Benefits of Bioenergy*, 2005, p. 2.

Algunos datos relevantes³



Número de medicinas biotecnológicas en desarrollo en el mundo, por tipo de enfermedad o trastorno, 2004



Nota: Algunas medicinas se incluyen en más de una categoría.
Fuente: Phrma, 2004 survey. *Medicines in development*, 2004.

Salud

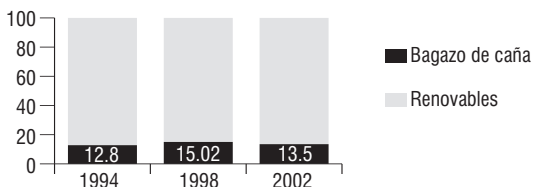
En el ámbito de la salud se han realizado estudios biológicos de las enfermedades y de sus procesos para generar medicamentos y terapias más efectivas en el tratamiento de padecimientos como cáncer, insomnio e incontinencia.

De 1995 a 2004, la Food and Drug Administration (FDA) aprobó 190 medicinas biotecnológicas para su consumo.⁴ En promedio se requieren 14 años para que la FDA apruebe una medicina.⁵

De 15 industrias que reemplazaron procesos químicos por biotecnológicos, todas reportaron ahorros de energía y en materias primas o reducción de residuos en el agua o en el aire. En 12 de ellas se lograron disminuir los costos operativos.⁶

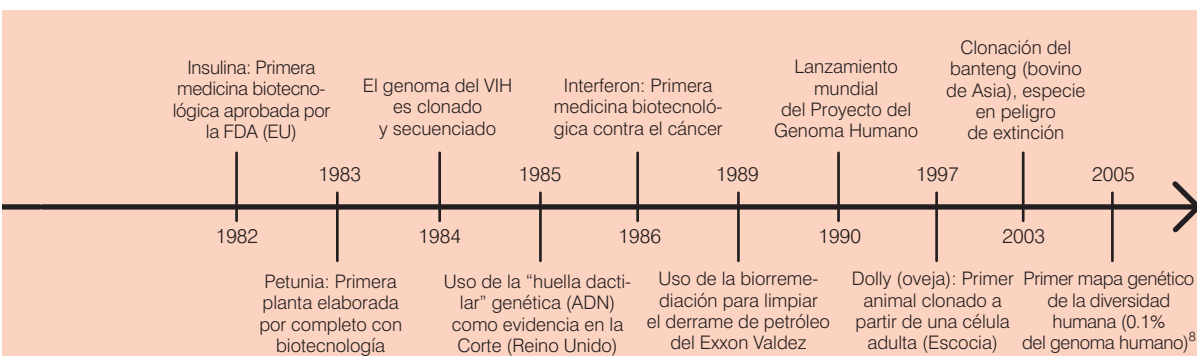
Un estudio de la OCDE calcula que en 2010 la tecnología de biorremediación (uso de microorganismos naturales para degradar varios tipos de sustancias tóxicas) equivaldrá a 400 mil millones de dólares.⁷

Producción de energía primaria a partir de bagazo de caña como porcentaje de las fuentes renovables, en México, 1994-2002



Nota: El bagazo de caña es la materia principal para elaborar el biocombustible etanol. En 2002, la producción de energía primaria por fuentes renovables representó 6.8% del total (que incluye las no renovables); la derivada de bagazo de caña representó .92% del total.

Fuente: Secretaría de Energía, *Estadísticas de Energía, Balance Nacional de Energía, Producción de energía primaria*, www.sener.gob.mx, julio 2005.



Desde 2004 México es un país mega-productor de transgénicos, año en el que cultivó 75 mil hectáreas de estos productos

Biotecnología y agricultura

Con la introducción en el mercado de los primeros alimentos genéticamente modificados (soya y jitomate), a mediados de los 90, surgieron preocupaciones sobre los efectos que tendrían en la salud humana y en el medio ambiente. Desde entonces, los grupos ambientalistas han expresado sus temores de que el ecosistema donde se encuentra el cultivo genéticamente modificado (GM) pueda sufrir algún daño a largo plazo; y los agricultores han insistido que los mayores beneficiados son las compañías productoras de semillas GM.

A pesar de las preocupaciones, el cultivo mundial de organismos genéticamente modificados (OGM) se ha extendido rápidamente: en el periodo 1996-2004, pasó de 1.7 a 81 millones de hectáreas sembradas principalmente con maíz, soya, algodón y canola transgénicos.

La irreversible proliferación de cultivos GM y las dudas que aún se tienen sobre los efectos de estos productos en la salud ha llevado a diversos gobiernos a regular su comercio y consumo. De acuerdo con un estudio realizado por el International Forum on Globalization (IFG) y el Center for Food Safety (CFS), hasta mediados de 2003 había 19 países con regulaciones que exigían

el etiquetado de los productos GM y otros 25 gobiernos habían declarado prohibición o moratoria para los OGM.⁹

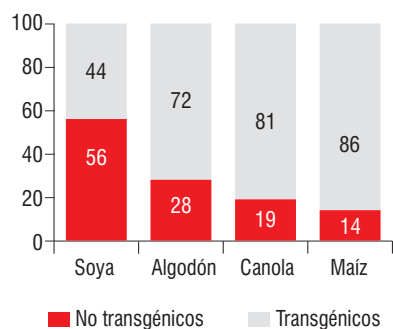
En México, de 1995 a febrero de 2005, la Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios (Cofepris) de la Secretaría de Salud registró 31 productos genéticamente modificados liberados para su consumo, entre los que se encuentran el jitomate, la papa, la alfalfa, la soya y el maíz.¹⁰ Actualmente, la identificación y el etiquetado de los alimentos y las semillas GM para consumo humano son actividades reguladas por la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de marzo de 2005.

Países mega-productores de transgénicos (más de 50,000 hectáreas cultivadas), 2004

País	Millones de hectáreas	Porcentaje
Estados Unidos	47.6	58.8
Argentina	16.2	20
Canadá	5.4	6.7
Brasil	5.0	6.2
China	3.7	4.6
Paraguay	1.2	1.5
India	0.5	0.6
Sudáfrica	0.5	0.6
Uruguay	0.3	0.4
Australia	0.2	0.2
Rumania	0.1	0.1
México	0.1	0.1
España	0.1	0.1
Filipinas	0.1	0.1
Total	81	100

Nota: Los países mega-productores son los que tienen más de 50,000 hectáreas cultivadas con transgénicos. En Colombia, Honduras y Alemania también se cultivan transgénicos pero en una extensión menor a las 50,000 hectáreas.
Fuente: James, Clive, *Situación global de los cultivos transgénicos/GM comercializados*, ISAAA, 2004.

Cultivos biotecnológicos como porcentaje del área global, 2004



Fuente: James, Clive, *Situación global de los cultivos transgénicos/GM comercializados*, International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), 2004.

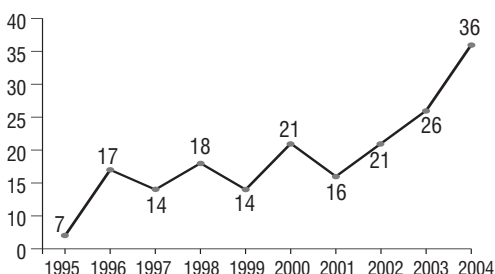
Biotecnología y salud

A 30 años de que se fundó la primera compañía enfocada a la elaboración de terapias y medicamentos con base en técnicas biotecnológicas (Genentech, 1976, Estados Unidos), el balance de este biosector muestra resultados positivos tanto para la salud humana como para los inversionistas. En el ámbito de la salud, la biotecnología ha mejorado la prevención, diagnóstico y tratamiento de padecimientos, al estudiar y entender los factores específicos que provocan enfermedades y desarrollar terapias y medicamentos personalizados que permitan combatirlos más eficazmente.

En 2003, por primera vez el número de medicamentos biotecnológicos aprobados por la Food and Drug Administration (FDA) superó el de medicamentos convencionales, situación que se repitió en 2004. Esta tendencia se ha presentado a pesar de que la inversión en investigación y desarrollo de las grandes compañías farmacéuticas en medicamentos convencionales ha sido mayor que en el área de biotecnológicas.¹¹

Si se comparan los ingresos generados por la biotecnología aplicada a la salud en Estados Unidos y Europa, se puede apreciar una mayor participación de las compañías estadounidenses.

Medicinas biotecnológicas aprobadas por la FDA, 1995-2004



Fuente: Elaboración propia con datos de Biotechnology Industry Organization, Speeches and Publications, Guide to Biotechnology 2005-2006, Approved biotechnology Drugs, www.bio.org, julio 2005.

En México, desde 2004 el Instituto Nacional de Medicina Genómica (Inmegen) es la instancia pública encargada de realizar actividades de investigación y docencia que enlazan la biotecnología y la salud de los mexicanos. El proyecto más reciente del Inmegen es la identificación del mapa del genoma de los mexicanos a partir de la toma de muestras de sangre (inicialmente en Yucatán, Zacatecas, Guanajuato y Sonora), lo cual permitiría conocer las causas genéticas de los principales padecimientos que afectan a la población del país (diabetes, asma, presión alta). La primera fase de este proyecto costará alrededor de 25 millones de dólares.¹²

Datos de biotecnología aplicada a la salud, Unión Europea y Estados Unidos, 2003

Rubro	Unión Europea	Estados Unidos
Ingresos	13.9 mil millones de dólares	39.2 mil millones de dólares
Gasto en Investigación y Desarrollo	7.9 mil millones de dólares	17.9 mil millones de dólares
Número de empresas	1,861	1,473
Número de empleados	77,907	198,300

Fuente: European Association for Bioindustries, *Healthcare Biotech, Healthcare facts and figures*, www.europabio.org, julio 2005.

En 2005 comenzó en México el primer proyecto para conocer y describir el genoma de los mexicanos




**Consejo Directivo
Presidente**

Federico Reyes Heróles

Consejeros
Rosa María Rubalcava
Fernando Serrano Migallón
Director Ejecutivo

Eduardo A. Bohórquez

Coordinación Académica

Roberto Castellanos C.

Coordinación Administrativa

Barbara Castellanos R.

Unidad de Investigación
Laura Crespo, Amanda de la Garza,
Erick Rodríguez, Paulina Ruiz
**Unidad de Comunicación
Estratégica**
Aldo González, Vania Montalvo,
Aziyadé Uriarte, Alejandro Vázquez

Viñetas: Oldemar González

Asesoría de proyectos

Adriana Amezcua, Iris Montero

La compilación especial en CD-ROM "Indicadores 2005" a la venta a partir del 15 de noviembre.

Solicite su copia por correo electrónico, escribiendo a info@fep.org.mx


Escriba a:
info@fep.org.mx
Visite nuestra página web:
www.fep.org.mx

Biotecnología y desarrollo sustentable

El desarrollo sustentable es uno de los principales temas dentro de la agenda internacional y la biotecnología puede ayudar a reducir el impacto ecológico de las actividades realizadas por el ser humano, en particular en la industria. Existen tres actividades específicas en las que se pueden aplicar técnicas biotecnológicas: mediación del suelo y los mares, procesos industriales y elaboración de combustibles.

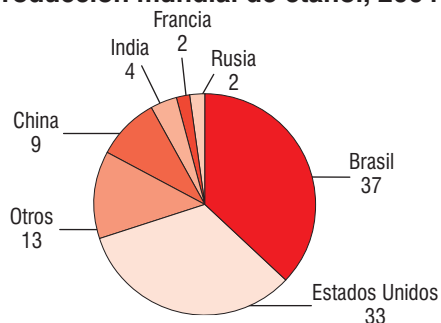
En la industria, el uso de enzimas como catalizadores en lugar de químicos, permite que la producción se realice a menor temperatura y presión para procesos más limpios y eficientes. En la solución de desastres naturales (como los derrames de petróleo en el mar), el proceso de biorremediación consiste en agilizar o incrementar el proceso natural de degradación del petróleo a través de microbios.

Otra aportación de la biotecnología al desarrollo sustentable son los biocombus-

tibles. Estos productos se obtienen a partir de la combustión directa de recursos forestales o residuos agrícolas y urbanos o por medio de su conversión en hidrocarburos, por diferentes procesos. La elaboración de combustibles renovables, como el etanol y el biodiesel, es un área de gran desarrollo potencial debido al agotamiento (o incluso inexistencia en algunos países) de reservas de petróleo, a los altos precios de este combustible y a la necesidad de disminuir las emisiones contaminantes al aire.¹³

México no es un gran productor de biocombustibles: por ejemplo, en 2004 se produjeron nueve millones de galones de etanol frente a los 10,770 millones del mayor fabricante mundial, Brasil. Sin embargo, recientemente se inauguró en la ciudad de Cadereyta Jiménez, Nuevo León, una planta de producción de biodiesel a base de sebo de res, metanol y sosa cáustica, que se estima producirá un millón de litros de biodiesel al mes.¹⁴

Producción mundial de etanol, 2004 (%)



Fuente: Renewable Fuels Association, *Homegrown for the Homeland. Ethanol Industry Outlook 2005*, marzo 2005.

Notas

1 Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), *Biotechnology for sustainable growth and development*, 2004, p. 5. **2** James, Clive, *Situación global de los cultivos transgénicos/GM comercializados*, International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), 2004. **3** Datos seleccionados. Biotechnology Industry Organization, *BIO editors' and reporters' guide 2004-2005*, pp. 9-16. **4** Biotechnology Industry Organization, *Speeches and Publications, Guide to Biotechnology 2005-2006, Approved Biotechnology Drugs*, www.bio.org, julio 2005. **5** EuropaBio, European Association for Bioindustries, www.europabio.org **6** OCDE, *The application of biotechnology to industrial sustainability*, 2001, p. 44. **7** OCDE, *Technology Trends. Preliminary Reports*, 2004, p.18. **8** The International HapMap Consortium, "A haplotype map of the human genome". *Nature*, 27 de octubre de 2005. **9** IFG/CFS, *Genetically modified crops and foods. Worldwide regulation, prohibition and production*, 2003. **10** Cofepri, *Organismos Genéticamente Modificados aprobados para su consumo en México*, 2005. **11** Ernst & Young en Levinson, A., "What distinguishes biotech from big pharma?", *Beyond Borders; The Global Biotechnology Report 2005*, 2005. **12** Vargas-Parada, Laura y Javier Cruz, "Mexico to map its people's genes", *Science and Development Network*, 29 de julio de 2005. **13** La producción de etanol en Estados Unidos ha tenido una tasa de crecimiento promedio anual de 13.27% (1980-2003). Renewable Fuels Association, *Homegrown for the Homeland. Ethanol Industry Outlook 2005*, 2005. **14** "Inicia producción de Biodiesel, el nuevo energético renovable", *Reforma*, 3 de agosto de 2005.