

00553



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE QUÍMICA**

**INTEGRACIÓN DE UNIDADES DE INTELIGENCIA  
TECNOLÓGICA PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LAS  
ÁREAS ESTRATÉGICAS DE DESARROLLO  
TECNOLÓGICO EN MÉXICO:  
EL CASO DE LA BIOTECNOLOGÍA**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRA EN INGENIERÍA  
INGENIERÍA DE SISTEMAS  
(INNOVACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE LA TECNOLOGÍA)**



**PRESENTA  
AMELIA ORTIZ MUÑOZ  
DIRECTORA DE TESIS  
M. EN C. MARÍA DEL ROCÍO  
CASSAIGNE HERNÁNDEZ**

**MÉXICO, D.F.**

**2005**

M: 350383



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Índice

<b>CAPÍTULO 1. EL POR QUÉ Y EL CÓMO DEL TRABAJO</b>	<b>3</b>
1.1 Antecedentes	3
1.2 Respecto a la Unidades de Inteligencia Tecnológica	4
1.3 Hipótesis	5
1.4 Objetivos	6
1.5 Metodología	7
<b>CAPÍTULO 2. LA BIOTECNOLOGÍA Y SUS APLICACIONES EN LOS SECTORES DE LA ECONOMÍA NACIONAL</b>	<b>8</b>
2.1 La biotecnología como área estratégica	10
2.2 Biotecnología agrícola	15
2.3 Biotecnología pecuaria	22
2.4 Industria alimentaria. Materias primas	24
2.5 Sector medio ambiente / control de la contaminación	26
2.6 Sector salud / químico farmacéutico	29
<b>CAPÍTULO 3. LAS UNIDADES DE INTELIGENCIA TECNOLÓGICA</b>	<b>32</b>
3.1 Funciones y estructura de las Unidades de Inteligencia Tecnológica	34
3.2 Estructura de la Unidad de Inteligencia Tecnológica	34
3.2.1 Red de monitoreo (red de observadores)	36
3.2.2 Red de procesamiento (red de analistas)	37
3.2.3 Red de decisión (red de tomadores de decisiones)	38
<b>CAPÍTULO 4. APLICACIONES A LA BIOTECNOLOGÍA</b>	<b>39</b>
4.1 Necesidades de información de la Unidad de Inteligencia Tecnológica. Sistema de información: Árbol del conocimiento de la biotecnología	39
4.2 El estudio de prospectiva tecnológica de la biotecnología	40
4.3 Indicadores necesarios para el estudio de prospectiva	41
4.3.1 Vinculación entre la industria y las instituciones de investigación	41
4.3.2 Formación de recursos humanos especializados en biotecnología y disciplinas relacionadas: programas de posgrado	44

<b>4.3.3 Empresas trabajando con biotecnologías</b>	<b>49</b>
<b>4.3.4 Proyectos de investigación en biotecnología</b>	<b>57</b>
<b>4.3.5 Instituciones que desarrollan biotecnología en México</b>	<b>58</b>
<b>4.3.6 Patentes otorgadas en México a instituciones de investigación: patentes en biotecnología</b>	<b>68</b>
<b>4.4 Resultados de la prospectiva: la matriz prospectiva y estratégica</b>	<b>75</b>
<b>4.5 Acciones estratégicas que se derivan del trabajo de prospectiva</b>	<b>76</b>
<b>4.5.1 Consolidar y articular las entidades de investigación nacionales, proporcionándoles mayores recursos para alcanzar una masa crítica con capacidad de transformación</b>	<b>76</b>
<b>4.5.2 Programar y optimizar el crecimiento de la infraestructura de investigación en biotecnología</b>	<b>77</b>
<b>4.5.3 Estimular y fomentar la participación del sector productivo y de los inversionistas mexicanos en el desarrollo de nueva industria moderna en biotecnología</b>	<b>77</b>
<b>4.5.4 Desarrollar un marco jurídico avanzado e instancias adecuadas para el desarrollo de la biotecnología</b>	<b>78</b>
<b>4.5.5 Profesionalizar la discusión, la comunicación y el análisis sobre la bioseguridad bioética y bioprospección por parte de la sociedad mexicana</b>	<b>78</b>
<b>4.5.6 Promover la utilización de la biotecnología para la solución de problemas reales</b>	<b>79</b>
<b>4.4.7 Crear un Programa Nacional de Biotecnología</b>	<b>79</b>
<b>CAPÍTULO 5. LOS MAPAS TECNOLÓGICOS</b>	<b>82</b>
<b>5.1 Indicadores necesarios para la elaboración de los mapas tecnológicos</b>	<b>82</b>
<b>5.2 Resumen de la información para los mapas tecnológicos por sector</b>	<b>88</b>
<b>5.3 Biotecnología: Visión internacional</b>	<b>94</b>
<b>CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES</b>	<b>99</b>
<b>SIGLAS Y ACRÓNIMOS</b>	<b>103</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>105</b>

## INTRODUCCIÓN

Una de las preocupaciones fundamentales para México es asignar correctamente el dinero a Ciencia y Tecnología, en este tiempo en que se ha recortado el presupuesto para estos rubros, esta razón se torna prioritaria: ¿Cómo asignar el Dinero a los proyectos de Investigación, de tal manera que su utilización sea óptima? Por tal motivo se buscaron mecanismos para monitorear el desarrollo tecnológico en los países y se realizó un ejemplo de aplicación de éstos en las áreas estratégicas del Conocimiento en México, de manera particular, La Biotecnología.

Uno de los mecanismos es la Unidad de Inteligencia – Conocimiento y la Unidad de Inteligencia Competitiva, revisando sus mecanismos de trabajo establecimos lo que le llamamos Unidad de Inteligencia Tecnológica, que es un Sistema basado en estas dos figuras y adaptado al funcionamiento del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología en México.

Con esta estructura se plantearon las funciones que debe cumplir cada área de la Unidad y el funcionamiento global de la misma. Los indicadores que se han de considerar y los resultados a obtener con la finalidad de que nos de una idea global del desarrollo de las Tecnologías en el País.

A manera de ejercicio se seleccionó a la Biotecnología y se le aplicó esta estructura de monitoreo, se establecieron las funciones, los alcances, los indicadores, los resultados y el análisis de los mismos, como un ensayo para verificar que la estructura propuesta era congruente con la finalidad que se propone.

Así, se obtienen dos resultados: El estudio de Prospectiva Tecnológica y los Mapas Tecnológicos de la Biotecnología, que, aunados a la información del momento tanto en México como en el mundo, nos permiten determinar las nuevas líneas de investigación, las nuevas aplicaciones y los nuevos negocios de base Tecnológica en el área estratégica de la Biotecnología.

# CAPÍTULO 1. EL POR QUÉ Y EL CÓMO DEL TRABAJO

## 1.1 Antecedentes

El Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001 – 2006 establece como áreas estratégicas del conocimiento a las siguientes:

- La información y las comunicaciones
- La biotecnología
- Los materiales
- El diseño y los procesos de manufactura
- La infraestructura y el desarrollo urbano y rural, incluyendo sus aspectos sociales y económicos

El CONACYT establece que todo proyecto apoyado con recursos públicos contendrá una definición de las áreas estratégicas del conocimiento, así como de los sectores de actividad económica que involucra.

El desarrollo de esta política tecnológica debe traer consigo una política Industrial que favorezca el desarrollo tecnológico y la formación de industrias en el área.

Si existe una política industrial y una política tecnológica que apoyen el desarrollo de la industria biotecnológica en el país, el desarrollo de la misma será amplio y próspero, ya que ésta ofrece amplias perspectivas para resolver los problemas de salud, alimentario y ecológico del país.

Si la biotecnología se desarrolla suficientemente en México, apoyada por la política industrial y tecnológica y se identifican las biotecnologías estratégicas para captar la mayor inversión posible, se podría observar un avance sostenido en el área de alimentos, nutrición, salud y ecológica.

En el área de la producción agrícola de alimentos, se consideran como estratégicas las biotecnologías de producción del maíz, frijol y soya como alimentos indispensables para la alimentación del mexicano y, por tanto, la producción de estos alimentos se considera una cuestión de seguridad nacional.

En el área médica, se ha resuelto el mapa del genoma humano y ahora podrá aplicarse para combatir enfermedades que puedan ser transmitidas a partir de los genes, que es la vía genómica, la cual a su vez evoluciona ya hacia la medicina proteómica. En el área ecológica es necesario desarrollar tecnología que permita a los países proteger su flora y su fauna, al mismo tiempo que proteger la capa atmosférica, asimismo también la salud del suelo, por lo que se trabaja en la biorremediación de suelos, la higiene del agua y del aire.

## **1.2 Respecto a la unidad de inteligencia tecnológica**

La necesidad de monitorear el desarrollo de las tecnologías estratégicas en cada país, con la finalidad de diseñar políticas científicas y tecnológicas adecuadas, ha llevado a los países a buscar mecanismos que cumplan con estos requisitos, así, en España y Chile con las Unidades de Inteligencia-Conocimiento y en México con las Unidades de Inteligencia Competitiva planteadas por la Asociación de Directivos para la Investigación y Asistencia Tecnológica ADIAT y la Unidades de Inteligencia Tecnológica en el Centro para la Competitividad y Desarrollo Tecnológico de la UNAM, nos dan un panorama sobre su desarrollo y capacidades.

Analizando estos esquemas y su funcionamiento, y analizando la estructura propuesta por la Ley de Ciencia y Tecnología para regular el buen desarrollo de la ciencia y tecnología en México, es que se ha diseñado la estructura propuesta en este trabajo.

Es de gran importancia para CONACYT como organismo rector del desarrollo de la ciencia y la tecnología en México contar con herramientas que le permitan el monitoreo de las áreas estratégicas de desarrollo tecnológico en México, con la finalidad de conocer las tendencias tecnológicas, los nichos de oportunidad y el desenvolvimiento general de la ciencia y la tecnología y de esta manera poder proponer estrategias de política industrial y tecnológica que propicien este desarrollo y permitan optimizar los recursos destinados a estas áreas.

### 1.3 Hipótesis

Una Unidad de Inteligencia Tecnológica que realice el monitoreo, procesamiento de información y tome decisiones sobre el desarrollo de la biotecnología en México, permitirá determinar las nuevas líneas de investigación, las nuevas aplicaciones y los nuevos negocios de base tecnológica y, por tanto, una mejor asignación de recursos a los proyectos derivados de éstos, tanto para ciencia básica y aplicada como para desarrollo tecnológico, de manera que se optimice la utilización del financiamiento a ciencia y tecnología para incrementar la productividad, la competitividad, el nivel de ingresos y el nivel de vida de la población.

La biotecnología en el mundo favorece la mejora en la alimentación, la salud y la ecología, si se aplicara en México contribuiría a mejorar estos aspectos disminuyendo el costo de producción de los alimentos, de los medicamentos y la mejora en la ecología.



## 1.4 Objetivos

- Diseñar un mecanismo que permita al CONACYT monitorear el desarrollo de la biotecnología en México y la toma de decisiones con respecto al financiamiento y políticas de desarrollo de la misma.
- Diseñar la estructura de la Unidad de Inteligencia Tecnológica que sirva al CONACYT para el monitoreo del desarrollo tecnológico de la biotecnología en México y la toma de decisiones con respecto a su financiamiento.
- Establecer las funciones, mecanismo de trabajo y alcances de cada área de la Unidad de Inteligencia Tecnológica.
- Realizar el estudio prospectivo de la biotecnología en México.
- Obtener los mapas tecnológicos para cada uno de los sectores de la biotecnología en México.
- Hacer un análisis comparativo de las líneas de investigación a nivel nacional e internacional.

## 1.5 Metodología

La metodología para la realización de esta investigación será:

Definir la estructura de la Unidad de Inteligencia Tecnológica que permita monitorear el desarrollo tecnológico de la Biotecnología en México, Esta estructura será una que se adapte al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología del país, es decir, que considere a las instituciones de investigación y desarrollo tecnológico como una red y, basándose en este concepto es que se diseñará la Unidad de Inteligencia Tecnológica Nacional.

Posteriormente se establecieron las funciones, así como el mecanismo de trabajo de cada área de la Unidad de Inteligencia Tecnológica.

Se definió, de acuerdo con estos criterios, quiénes estarán encargados de cada área de la Unidad de Inteligencia Tecnológica.

Se estableció, a manera de ejemplo, la dinámica general y la dinámica de cada área de la Unidad de Inteligencia Tecnológica, para determinar los alcances de ellas.

Se realizó el estudio prospectivo de la biotecnología en México, y para ello hubo que establecer los indicadores que nos permitieran conocer el estado actual de la biotecnología y determinar a dónde queremos llegar en 25 años.

Con la panorámica que dieron los indicadores, se elaboró la Matriz Prospectiva – Estratégica de la Biotecnología en México.

En las áreas que se consideran como más importantes para el desarrollo de la biotecnología, se plantearon las biotecnologías de más importancia para México y, por tanto, las que se deben desarrollar en los próximos 25 años.

Para completar la información necesaria, se recabó información para los mapas tecnológicos, para ello se definieron los indicadores necesarios para elaborar los mapas tecnológicos para los sectores de la Biotecnología.

Así pues, se procedió a recabar la información necesaria para la elaboración de los mapas tecnológicos para los sectores de la biotecnología.

Finalmente se plantearon las acciones estratégicas para desarrollar la biotecnología en México y se hizo una revisión de los resultados para plantear en las Conclusiones cuál es el panorama para la biotecnología.

## **CAPÍTULO 2. LA BIOTECNOLOGÍA Y SUS APLICACIONES EN LOS SECTORES DE LA ECONOMÍA NACIONAL<sup>1</sup>**

Cualquier aplicación que haga uso de la actividad de los seres vivos para la obtención de algún beneficio o producto. Por ejemplo, los productos fermentados como vino, cerveza, pan, yogurt, son productos biotecnológicos, la maduración de quesos y el tratamiento biológico de desechos hace uso también de organismos vivos.

En los años setenta surge la ingeniería genética y sus técnicas de DNA recombinante, con ello se abre la posibilidad de aislar, editar y manipular material genético, lográndose, incluso, el trasplante de DNA entre especies, creándose así los organismos transgénicos. Este conjunto de conocimientos sobre el DNA y las proteínas, así como de las metodologías para manipularlos, constituye una de las plataformas de despegue de la biotecnología moderna.

La segunda circunstancia que caracteriza la emergencia de la biotecnología moderna es que ahora la ciencia se concibe como un tipo de actividad de índole multidisciplinaria, en la que el éxito en la solución de problemas científicos y sociales complejos sólo se podrá vislumbrar con el concurso y la convergencia de múltiples conocimientos, herramientas y estrategias cuyo sustento es el conocimiento de frontera generado en diversas disciplinas, entre otras, la biología molecular, la ingeniería bioquímica, la microbiología, la inmunología, que permite el estudio integral y la manipulación de los sistemas biológicos. La Biotecnología busca hacer un uso inteligente y respetuoso de la Biodiversidad, mediante el desarrollo de tecnología eficaz, limpia y competitiva para facilitar la solución de problemas importantes en sectores tales como el agrícola, pecuario, salud, alimentación, industrial y medio ambiente.

La biotecnología moderna usa un nuevo paradigma: utiliza técnicas que ofrece la ingeniería genética para obtener algún beneficio de la constitución genética de los organismos (mayor rendimiento agrícola, mayor valor nutrimental, resistencia a las inclemencias de la naturaleza como sequía, producción de medicamentos, combate de enfermedades, etc.)

---

<sup>1</sup> Para la redacción de este apartado fue de gran utilidad el libro: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI. Francisco Bolívar Zapata (Compilador), FCE-CONACYT. México, 2002.

La biotecnología debe ser desarrollada en México no por ser un área muy bonita, ni muy interesante, que lo es, sino por cuestiones de seguridad nacional, de independencia como país y para asegurar a los habitantes de México un futuro saludable, con suficiente cantidad de alimentos y en un ambiente sano y agradable.

Es un asunto de seguridad nacional ya que, si no desarrollamos las biotecnologías de producción del maíz, frijol, arroz y soya, los grandes consorcios internacionales están desarrollándolas y en un futuro ya no habrá maíz que podamos sembrar que no tengamos que comprárselo a ellos.

Para resolver el problema de las enfermedades que aquejan a nuestra población, los medicamentos producidos mediante biotecnología son más baratos y más fáciles de producir, pero si nos esperamos a que sean las transnacionales las que los produzcan, ya podremos condenar a nuestro país a seguir muriendo de padecimientos que pueden curarse con medicamentos producidos mediante biotecnologías. Un ejemplo de esto es el Instituto Nacional de Higiene de la Secretaría de Salud que hace algunos años producía la mayoría de las vacunas que se aplican en el país.

Podremos salvar nuestro entorno ecológico si nos proponemos desarrollar biotecnologías que nos permitan combatir la contaminación y mantener el equilibrio ecológico de nuestros ecosistemas, cosa que tiene que ser necesariamente un esfuerzo nacional, no podemos ni debemos relegarlo a terceros.

La industria que se desarrolle a partir de las biotecnologías será una industria creciente, con todo un mundo de biotecnologías por desarrollar, lo cual le permitirá salir adelante y progresar rápidamente.

Al igual que los medicamentos, las biotecnologías tienen que ser probadas y demostrar su inocuidad al consumirlas o utilizarlas de medicamentos o con otros fines, por ello es muy importante la legislación al respecto y no atenerse a una legislación internacional que muchas veces a los que beneficia es a las transnacionales, deberá crearse una legislación sobre transgénicos, sobre clonación, sobre producción de medicamentos por biotecnología, deberá propugnarse por la Ley de Bioseguridad, por leyes que resguarden el patrimonio vegetal y animal de los países, leyes que beneficien al país y eso solamente los propios mexicanos podremos hacerlo para beneficio nuestro.

De aquí se desprende la importancia de la realización de este estudio de planeación prospectiva, que no se conforma con las tendencias actuales, o sea la proyectiva, sino que intenta plantear un mejor camino hacia el logro de estos objetivos, e impulsar a ésta para su aplicación en nuestra industria.

Por otro lado, es importante recalcar, que este trabajo no espera por supuesto alcanzar en 25 años niveles de países como Estados Unidos, Inglaterra, etc. Pero sí ir avanzado hasta alcanzar niveles de países como los que actualmente goza España, por citar un ejemplo. Creemos y tenemos la firme convicción de que al ir escalando los logros siempre entre un escenario tendencial y otro utópico, en ese punto que está por encima de la tendencia será el mejor camino para el desarrollo real de cualquier cosa que deseemos conquistar. Es este el rumbo que implicará poner un mayor esfuerzo en nuestras metas que, sin duda y con la decisión de todos los involucrados será siempre posible lograr.

## **2.1 LA BIOTECNOLOGÍA COMO ÁREA ESTRATÉGICA**

La política tecnológica de México está contemplada en el Programa Especial de Ciencia y Tecnología y este documento establece como áreas estratégicas del conocimiento:

- La información y las comunicaciones
- La biotecnología
- Los materiales
- El diseño y los procesos de manufactura
- La infraestructura y el desarrollo urbano y rural

Y los siguientes programas sectoriales, a cargo de las siguientes Secretarías de Estado:

1. Educación (SEP) Ciencia Básica
2. Energía (SENER)
3. Salud (SSA, IMSS, ISSSTE)
4. Producción y Abasto de Alimentos (SAGARPA)
5. Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
6. Comunicaciones y Transportes (SCT)
7. Economía, Desarrollo Empresarial (SE)
8. Desarrollo Regional, Urbano y Social (SEDESOL)
9. Prevención y Atención de Desastres Naturales (SEGOB)
10. Relaciones Exteriores (SER)
11. Trabajo y Previsión Social (STyPS)

**El objetivo de los programas sectoriales es:**

*"Que el trabajo de investigación realizado por el sector público se oriente a atender requerimientos específicos de la sociedad."*

Para que un área sea considerada como estratégica del conocimiento deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Tener un impacto en varios de los sectores (programas sectoriales)
- Contar con una alta tasa de cambio o innovación a nivel mundial
- Que el país cuente con investigadores de alto nivel en esta área
- Debe haber un impacto en el bienestar de la población
- Debe haber un impacto del cambio científico y tecnológico en los sectores productivo y social
- Debe existir una base importante de actividad económica en los sectores que harán uso de las innovaciones
- Debe existir un grado de dependencia tecnológica del exterior.
- Que exista un potencial de nuevos avances o desarrollos en el futuro mediano.
- Que haya oportunidades para la creación de empresas de base tecnológica.
- Que tenga impacto en la elevación de la competitividad de las empresas.

*La Biotecnología cumple con los requisitos.*

## **Biotecnología y sus impactos <sup>2</sup>**

La biotecnología, como tecnología de punta, tiene que ponerse en un contexto de dos dimensiones:

La primera se refiere a la naturaleza de este conjunto de tecnologías que permite desarrollar, por primera vez en la historia de la humanidad, actividades económicas basadas en un uso racional de la biosfera. Precisar qué disciplinas científicas definen su desarrollo nos permite inferir y comprender cuáles son los estándares tecnológicos que impulsan el conjunto de empresas del sector, a fin de hacer compatibles diferentes tecnologías y, con ello, reducir la incertidumbre en cuanto a la aplicación de cierto proceso y/o productos a los sistemas de producción.

La segunda dimensión se refiere a la identificación de las fuerzas económicas que la impulsan y le dan forma como tecnología. Cabe señalar que, si bien algunas técnicas y/o productos biotecnológicos resultan de desarrollos científicos de vanguardia, su aplicación como técnica no tiene necesariamente el mismo carácter. La biotecnología, como conjunto de tecnologías, se desarrolló con base en la estructura de producción de las actividades económicas vigentes, por tal motivo, tienden a reforzar o a modificar la lógica de desarrollo de éstas.

---

<sup>2</sup> Se recomienda revisar: Kato Maldonado, Luis y Bello Orbe, René. Impactos de la Biotecnología en el Sector Porcino. Confederación de Porcicultores Mexicanos. A.C. Cambiotec y UAM.

Los escenarios que asumimos para evaluar el impacto del cambio tecnológico derivado de la biotecnología en el sector fueron los siguientes:

- a) Que se produzcan procesos de polarización entre productores.
- b) Que se originen procesos de homogeneización entre los diversos productores, que estos procesos impliquen la desaparición de sistemas debido a su incapacidad para mantener sus ventajas competitivas, que hasta ahora les ha permitido mantenerse como opciones de producción a nivel social.
- c) Que se mantenga el status quo de los productores, lo cual trae como consecuencia que la tecnología no afecta la capacidad competitiva de los diferentes productores manteniéndose su mismo porcentaje de participación en el mercado.

La matriz tecnológica de los distintos sistemas analizados brinda las bases para definir la forma en que los diversos productos y/o procesos biotecnológicos son, o pueden ser incorporados, considerando los procesos de gestión tecnológica que se desarrollan en el área, a saber: su viabilidad de aplicación, los problemas que pretende resolver, las modificaciones a que serán sometidos los diversos sistemas de producción a lo largo del tiempo y la rentabilidad de los sistemas.

En el caso específico de la porcicultura, la matriz de efectos socioeconómicos de las innovaciones biotecnológicas es la siguiente:

- a) Se delimitó el grado de accesibilidad de los sistemas de producción actuales a las innovaciones biotecnológicas.
- b) Se identificaron las insuficiencias que serán superadas por la incorporación de las innovaciones biotecnológicas en los sistemas de producción.
- c) Se lograron inferir posibles desarrollos de los sistemas.
- d) Se determinaron los cambios en la productividad y empleo del sector.

### **El contexto de la innovación biotecnológica**

Como biotecnología se considera al conjunto de técnicas que utilizan organismos vivos o sustancias provenientes de ellos para elaborar o modificar un producto, mejorar plantas o animales, o bien, para desarrollar microorganismos para usos específicos y con fines industriales.

La biotecnología emerge a partir de la asociación de múltiples disciplinas como la biología celular, microbiología, bioquímica, ingeniería bioquímica, inmunología y la biología molecular. La aplicación de estos conocimientos se expresa fundamentalmente en tres tecnologías: tecnología de fermentación (tecnología microbiológica), tecnología enzimática e ingeniería genética.

### **Tecnología de fermentación**

El gran descubrimiento de Pasteur consistió en aclarar que la fermentación se debe a microorganismos que se multiplican. "A diferente fermentación corresponden microorganismos diferentes" Estos conocimientos permitieron el progreso de la técnica de preparación de diversos productos (vino y cerveza) y permitieron que evitara su alteración.

"Los microorganismos son capaces de realizar una gran diversidad de reacciones bioquímicas que se traducen, ya sea en la producción de biomasa (cuerpos celulares) ya sea en la producción o transformación de sustancias orgánicas".

Éstas resultan de las variadas reacciones químicas y cambios energéticos concomitantes que se efectúan en las células de los microorganismos. Lo anterior recibe el nombre de metabolismo.

La tecnología de fermentación consiste en el establecimiento de las condiciones ideales (temperatura, sustrato de reacción y control del proceso)

### **Tecnología Enzimática**

Dada la limitada disponibilidad de organismos vivos o de enzimas capaces de generar los compuestos químicos que el mercado necesita, la posibilidad de un Bioproceso ha dependido de la existencia de un microorganismo, planta o animal, que sintetizan naturalmente el producto deseado. La intervención tecnológica se ha enfocado a mejorar el rendimiento del proceso preexistente, como en el caso de los antibióticos, ácidos orgánicos y aminoácidos. Evidentemente, el panorama es similar para productos naturales como los alcaloides y otros compuestos orgánicos complejos.

Paradójicamente, existen en la naturaleza millones de actividades biocatalíticas (enzimas) distintas que, potencialmente, constituyen un enorme inventario para efectuar bioconversiones con gran versatilidad. Hasta años recientes este arsenal no se había podido utilizar debido a que la mayoría de estas enzimas se producen en cantidades pequeñas y sus propiedades suelen ser poco apropiadas para su trabajo en un proceso artificial (CONACYT 2001).



El avance de las técnicas de DNA recombinante está teniendo una influencia definitiva en la superación de estas limitaciones. En primer término, haciendo cada día más factible, en términos de costo y tiempo de desarrollo, el disponer de cantidades apropiadas de enzimas específicas por medio del aislamiento, manipulación y trasplante de los genes que las codifican, a huéspedes apropiados. Dos de los avances recientes que en mayor medida están incrementando estas capacidades son el desarrollo de proyectos genómicos y el aislamiento de genes directamente del entorno.

### **Ingeniería Genética <sup>3</sup>**

El trabajo de investigadores como Temin y Baltimore, entre otros, permitió identificar enzimas que actúan como tijeras del ADN, cortándolo en determinados lugares, y enzimas que hacen lo contrario: unen fragmentos pequeños de ADN, plásmidos, a la gran cadena de otro ADN. Con estas herramientas se desarrolló una técnica para cortar pequeñas partes de una gran molécula de ADN y trasladarlas a otro ADN, distinto del original, lo importante es que esos plásmidos incorporados a otro ADN trasladan a él su capacidad para la obtención de los correspondientes ARN y, en consecuencia, de las proteínas que estos producen.

Conociendo qué parte del ADN contiene la información para la síntesis de una proteína como el interferón, parte de nuestro sistema de defensa contra infecciones, es posible cortarla y trasladarla al ADN de bacterias que se multiplican a una velocidad mucho mayor que los seres humanos y esperar a que produzcan interferón. Dado que se trata de una técnica de cortar, concentrar, trasladar, incorporar a nuevo ADN, etc. se le llamó Ingeniería Genética.

---

<sup>3</sup> Se recomienda revisar: Prospectiva Tecnológica Industrial de México 2002-2015 Sector Biotecnología CONACYT-ADIAT- Consejo de Desarrollo Tecnológico y Científico de Nuevo León. Los Pasos Previos a la Moderna Biotecnología. Horacio García Fernández. Revista Ciencia y Desarrollo. Marzo –abril de 2004 CONACYT.

## 2.2. Biotecnología Agrícola

### Biología molecular avanzada

Investigación Básica.- Entre las áreas que se distinguen por su potencial para el desarrollo biotecnológico se señalan las siguientes:

### Desarrollo y Reproducción de Plantas

Los procesos que controlan los diferentes procesos de diferenciación y desarrollo, en particular aquéllos en respuesta al estrés biótico o abiótico. Estos procesos determinan en gran parte, la capacidad de las plantas para adaptarse a condiciones adversas del medio ambiente. Por ejemplo, los cambios en la arquitectura de la raíz, en respuesta a una baja disponibilidad de agua o de nutrientes, desempeñan un papel fundamental en la sobrevivencia de las plantas. La identificación de los genes y los factores que controlan los cambios en la arquitectura de la raíz, se constituirá en herramienta muy poderosa para obtener plantas transgénicas con una mejor productividad en suelos áridos y marginales.

El conocimiento de los procesos y genes que regulan la arquitectura de la parte aérea de la planta, también es de gran importancia para la posible obtención de plantas con una mayor o menor ramificación, o número de flores o frutos. Muy pocos grupos en el país llevan a cabo proyectos de investigación sobre estos aspectos de la biología vegetal.

Otra área de investigación importante que no ha sido atendida en México es la del estudio y manejo de los procesos de reproducción de las plantas. La manipulación de la reproducción vegetal podría representar un gran beneficio para la economía del campo mexicano, ya que estos procesos son fundamentales para obtener una mayor productividad.

Una línea de investigación en esta área es la del control de la apomixis, reproducción asexual por medio de semillas, en virtud de que podría llegar a ser importante para el desarrollo de nuevas estrategias de mejoramiento y para apoyar a los campesinos y agricultores de escasos recursos económicos. Cabe destacar que, al menos dos investigadores de instituciones mexicanas (CINVESTAV e INIFAP) han iniciado el estudio de la apomixis con plantas modelo (Vielle-Calzada, 1998) y para su transferencia a maíz (Serratos-Hernández, 1998).<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Citado por Bollvar Zapata, op. Cit. Pág. 167.

## Genes de Resistencia a Enfermedades

Hace apenas un par de años se aislaron los primeros genes que permiten el reconocimiento de patógenos específicos y regulan una respuesta de resistencia (Genes R). Se ha demostrado que las proteínas codificadas por estos genes son estructuralmente semejantes y que con el conocimiento detallado del mecanismo mediante el cual reconocen los productos de virulencia de los patógenos, se podría realizar el diseño de genes que permitieran a las plantas resistir el ataque de un patógeno determinado.

Esta área de investigación es de gran importancia para el desarrollo de plantas resistentes a patógenos.

## Genes que controlan la Tolerancia a Estrés Abiótico

En publicaciones recientes se ha demostrado que existen proteínas que regulan la transcripción de genes que codifican para proteínas importantes para la sobrevivencia de plantas en condiciones de sequía, alta salinidad y bajas temperaturas. Se ha observado que la sobreproducción de esas proteínas maestras tiene como consecuencia una mayor tolerancia a más de un tipo de estrés ambiental.

El conocimiento de estos tipos de genes, en diferentes especies vegetales, y de los mecanismos fisiológicos y bioquímicos que regulan la tolerancia al estrés abiótico, sería una herramienta muy importante para el futuro desarrollo de plantas con una mayor productividad en condiciones ambientales adversas.

## Ingeniería Metabólica

Las plantas tienen una gran versatilidad para sintetizar compuestos químicos de una enorme diversidad química. Muchos de los metabolitos secundarios de origen vegetal han sido usados en la Industria y en la Medicina, y constituyen un gran porcentaje de los medicamentos actuales.

Para poder modificar la capacidad de síntesis de un compuesto particular en una planta o producir metabolitos nuevos, es necesario tener un conocimiento profundo de las rutas metabólicas que existen en una planta. Dada la enorme cantidad de rutas metabólicas presentes en diferentes especies vegetales, es necesario incrementar el apoyo a grupos de investigación que tengan como objetivo el estudio de los procesos bioquímicos requeridos para la síntesis de compuestos de importancia médica o industrial, mediante la ingeniería de vías metabólicas.

## Bioinformática

Cada día la cantidad de secuencias disponibles en el dominio público aumenta considerablemente. En la actualidad es posible tener acceso a bancos de datos de secuencias de genes y proteínas de maíz, arroz y arabidopsis por medio de Internet.

Para poder hacer uso efectivo de esta enorme cantidad de información genómica vegetal, es fundamental estimular la formación de grupos en el área de la bioinformática que tengan la capacidad de desarrollo de software para el análisis de secuencias genómicas con propósitos específicos, así como para el ordenamiento y manejo de datos de programas de genómica funcional. De no contar pronto con dichos grupos se corre el riesgo de sufrir un gran retraso en los futuros desarrollos de la biotecnología agrícola.

## Genómica funcional

La información producida en los proyectos de secuenciación de genomas vegetales abre la posibilidad de hacer un análisis de la función de cualquier gen de una manera más dirigida. Sin embargo, el entendimiento de la función de cada uno de los miles de genes que contiene un genoma determinado no puede derivarse del simple conocimiento de su secuencia. En la mayoría de los casos la función de la proteína codificada es desconocida y su posible impacto en la fisiología

## Desarrollo de sistemas de transformación de plantas de interés social, económico e industrial en México

El desarrollo de sistemas transgénicos ha mostrado la bondad de la aplicación de la Ingeniería Genética para aumentar la producción y calidad de los alimentos y reducir su costo de producción, sin embargo, para lograr extender estos beneficios es necesario implementar los protocolos de transformación genética de especies vegetales de interés económico o social para el país. Es necesario desarrollar la metodología correspondiente para cultivos como el frijol, el maíz tropical, agave y el nopal, entre otros.

## Uso de plantas como biorreactores

En la producción de proteínas o metabolitos de interés industrial o médico, mediante técnicas de DNA recombinante en sistemas microbianos y células animales. Una de las ventajas que presentan los sistemas vegetales sobre los sistemas microbianos o de células animales es su costo de producción. Llevar a escala comercial los sistemas vegetales no precisa inversión, salvo el paso de invernadero a un lote comercial de unas cuantas hectáreas, en comparación con el sistema de tipo fermentativo, que requiere una gran inversión para instalar fermentadores comerciales.

Implementación y uso de marcadores moleculares en programas tradicionales de mejoramiento.

El uso de marcadores moleculares en los programas de mejoramiento de especies forestales y frutales puede contribuir a un manejo más eficaz de estos recursos. Es conveniente consolidar proyectos como el de los marcadores moleculares en pinus greggii y promover al menos un proyecto de largo plazo con frutales.

### **Biotecnología agroecológica**

Sistematización de la diversidad agrícola, pecuaria y forestal por medio de marcadores moleculares.- En este programa se podría elaborar el Catálogo Nacional de los principales cultivos agrícolas, las especies animales y la flora y fauna asociadas al ecosistema agrícola de México en sus diversas provincias agroecológicas. Los ejemplos más sobresalientes para iniciar este programa son: el frijol, la calabaza, el maíz, el guajolote, los pinos, el aguacate, las cactáceas y algunas plantas medicinales.

### **Conservación y aprovechamiento de la diversidad de recursos genéticos, agropecuarios y forestales**

La conservación de la diversidad agrícola tiene dos vertientes para su implementación:

La conservación ex – situ (estática) y la conservación in – situ (dinámica), ambas son complementarias y se refieren, en términos prácticos, al establecimiento de bancos de germoplasma (ex – situ) y al mantenimiento y estudio de la diversidad de germoplasma en las localidades (in – situ).

Estas dos tecnologías pueden contribuir a:

1. Alcanzar una mejor descripción de los cambios y alteraciones, a través del tiempo, que pudieran ocurrir en el nivel del genoma de los organismos conservados en bancos de germoplasma.
2. Lograr una mejor caracterización de los procesos de diversificación que se presentan en la conservación in – situ.
3. El análisis del funcionamiento genético de organismos que se han adaptado a diversas condiciones ecológicas y coevolutivas.
4. El desarrollo de nuevas tecnologías de conservación.

## Ecología y Evolución Molecular

Mediante estos estudios se podrán abordar cuestiones como la relación de familias de genes entre y dentro de especies.

## Bioseguridad

En el sector agrícola se han hecho esfuerzos por establecer las bases y los términos de referencia en relación con la Bioseguridad de los cultivos más importantes para México. Un caso importante especial es el maíz, por su importancia económica, social y política.

## Áreas Estratégicas de la Biotecnología Agrícola

En las áreas de la biología molecular, fisiología vegetal y bioquímica, habría que apoyar los esfuerzos en las áreas de desarrollo y reproducción de plantas, genes de resistencia a enfermedades, genes que controlan la tolerancia a estrés abiótico, ingeniería metabólica, bioinformática, genómica funcional, desarrollo de sistemas de transformación de plantas de interés social, económico o industrial en México, uso de plantas como biorreactores, implementación y uso de marcadores moleculares en programas tradicionales de mejoramiento.

## Áreas Estratégicas en Biotecnología Agroecológica

Sistematización de la diversidad agrícola por medio de marcadores moleculares.

Conservación y aprovechamiento de la diversidad y aprovechamiento de los recursos genéticos agropecuarios y forestales

## Bioseguridad

Monitoreo de productos nuevos y análisis de impacto en el agroecosistema, ecología y evolución molecular.

## **Desarrollo de biopesticidas y control biológico**

Con el despliegue de este objetivo se pretende, además de aumentar la producción y calidad de los productos agrícolas, salvaguardar los recursos de las generaciones futuras, cambiando pesticidas químicos por aquellos de origen biológico. Algunos ejemplos son:

- a) Desarrollo de feromonas destinadas al manejo de plagas de insectos con propósitos de trampeo, monitoreo y estudio de poblaciones.

- b) Producción de hormonas jóvenes para suspender el periodo de maduración de larvas.
- c) Elaboración de toxinas bioinsecticidas para combatir especies de insectos específicos a partir del uso de bacterias. Una de las tendencias actuales consiste en transferir a las plantas los genes que codifican para estas toxinas, modificados por medio de ingeniería genética para implantar su espectro y aumentar su efectividad.
- d) Uso de patógenos naturales contra plagas (bacterias, virus y hongos) como agentes de control biológico.
- e) La biotecnología facilita el manejo de patógenos de plagas de cultivos con interés comercial, por ejemplo, los hongos del género *trychoderma* tienen un gran potencial como agentes contra hongos patógenos del suelo y los baculovirus, que son virus de insectos en cuyo genoma es posible clonar genes de patogenicidad, representan una gran promesa puesto que no infectan a vertebrados ni a plantas.

#### Evaluación y utilización racional de la diversidad biológica y genética

A partir de la Biotecnología se han desarrollado técnicas moleculares que permiten evaluar y utilizar de manera racional la diversidad genética. Técnicas como la generación de mapas de ligamento por el polimorfismo de los tamaños de fragmentos de restricción (RFLP), la ampliación al azar de secuencias repetidas (RAPS) y la prueba de reacción en cadena de la polimerización (PCR), junto con las técnicas tradicionales de fitomejoramiento, permiten identificar, de manera más expedita, cultivos mejorados y la manipulación de caracteres genéticos cuantitativos, que constituyen gran parte de las características agronómicas de importancia, como la tolerancia a sequía, resistencia a varias plagas y fijación del nitrógeno.

El amplio espectro de probables aplicaciones de la Biotecnología en el sector agrícola ha generado fusiones entre las grandes empresas semilleros, con el fin de evitar la duplicidad de trabajo. Asimismo, la lucha por la participación en el mercado ha disminuido la rentabilidad en la protección agrícola y de semillas. La biotecnología ha provocado indudablemente un impacto sobre el precio que los agricultores están dispuestos a pagar por los insumos.

**CUADRO RESÚMEN <sup>5</sup>  
ÁREAS ESTRATÉGICAS  
BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA**

1. Biología molecular avanzada
  - a) Desarrollo y reproducción de plantas.
  - b) Genes de resistencia a enfermedades
  - c) Genes que controlan la tolerancia a estrés abiótico.
  - d) Ingeniería metabólica.
2. Bioinformática
3. Genómica funcional
4. Desarrollo de sistemas de transformación de plantas de interés social, económico e industrial en México.
5. Uso de plantas como biorreactores
6. Implementación y uso de marcadores moleculares en programas tradicionales de mejoramiento
7. Biotecnología agroecológica
  - a) Sistematización de la diversidad agrícola, pecuaria y forestal por medio de marcadores moleculares
  - b) Conservación y aprovechamiento de la diversidad de recursos genéticos, agropecuarios y forestales
  - c) Ecología y evolución molecular
  - d) Bioseguridad

---

<sup>5</sup> Con información de:

Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI. Francisco Bolívar Zapata, Compilador. FCE-CONACYT. México. 2002.

Prospectiva Tecnológica Industrial de México 2002-2015 Sector Biotecnología. CONACYT-ADIAT- Consejo de Desarrollo Tecnológico y Científico de Nuevo León.



## 2.3 Biotecnología Pecuaria <sup>6</sup>

El reto para la humanidad es igualar la cantidad de alimentos en los próximos 40 años, a la que fue producida a lo largo de toda la existencia humana, dado que nuestros sistemas de producción de alimentos son hasta 10 veces menos eficaces que en las naciones desarrolladas, el esfuerzo de México debe ser mayor, cada día mayor cantidad de personas demandan un mayor consumo de carne, derivada sobre todo de las ganaderías bovina y porcina, de la leche y sus derivados, así como del pollo y el huevo.

Mientras que estos dos últimos son el resultado de programas intensivos de mejoramiento genético, tecnología y sistemas de producción muy desarrollados y extendidos en nuestro país, las ganaderías bovina y porcina de carne y la bovina de leche aún sufren grandes rezagos.

En este campo se proponen tres acciones específicas de corto plazo e impacto claro. A saber:

1. Adoptar programas bioinformáticas que, aprovechando el poder de la combinación de la genotipificación del ganado, con la información de las bases de datos de los desempeños productivos de las crías de los progenitores candidatos para mejoramiento genético, permitan predecir las mejores cruces en los hatos y entre éstos, para conseguir, de la manera más eficaz la mejora buscada.
2. Introducir herramientas moleculares para el diagnóstico y control de las principales infecciones del ganado, a fin de mejorar la eficacia y efectividad de las pruebas diagnósticas y con esto detener a tiempo brotes de epidemias y controlar enfermedades que mucho merman la economía del sector pecuario.
3. Capitalizar los avances que se tienen en México en la clonación molecular y producción de hormonas recombinantes del crecimiento animal, para impulsar en nuestro país la producción industrial y comercialización de dichas hormonas que, además de ser seguras para el consumidor, incrementan la producción y rentabilidad de la industria pecuaria.

---

<sup>6</sup> Con información de:

Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI. Francisco Bollivar Zapata (Compilador). CFE-CONACYT. México. 2002.

Kato Maldonado, Luis; Bello Orbe, René. Impactos de la Biotecnología en el Sector Porcino. Confederación de Porcicultores Mexicanos, A.C., CambioTec y UAM.

4. Estimular la producción de leche y carne y reducir el nivel de grasa en esta última, pasando por mejoras en la eficacia de conversión alimenticia y en la velocidad de crecimiento, incluso en especies piscícolas como el salmón y la trucha.

<b>CUADRO RESÚMEN ÁREAS ESTRATÉGICAS BIOTECNOLOGÍA EN EL SECTOR PECUARIO</b>	
a)	Mejoramiento genético del ganado. (Tecnologías para el MGG)
b)	Mejoramiento genético asistido por marcadores de DNA
c)	Genotipificación del g
d)	Sanidad animal
e)	Las enfermedades pecuarias
f)	Encefalitis espongiforme bovina o enfermedad de la vacas locas
g)	Diagnóstico de agentes infecciosos. Detección inmunológica. Técnicas de biología molecular: amplificación con PCR
h)	Desarrollo de vacunas para la prevención de enfermedades pecuarias
i)	Potenciación de la producción pecuaria
j)	Las hormonas del crecimiento animal
k)	Principales aplicaciones pecuarias de las hormonas del crecimiento animal
l)	Obtención de las hormonas del crecimiento animal por biotecnología

## 2.4 Industria alimentaria. Materias primas <sup>7</sup>

Una amplia gama de procesos y productos han llegado al mercado como resultado de la modificación genética de microorganismos y de la manipulación de la estructura de sus proteínas, de igual forma, la Biotecnología ha llegado a la industria alimentaria con las plantas transgénicas como insumos. En este sentido, la industria alimentaria enfrenta una encrucijada debido a la posición radical de algunos sectores de la sociedad contra las plantas transgénicas.

Aunque las compañías transnacionales tienden a ocupar este mercado, aún existen nichos importantes de mercado debido a las características locales de muchas materias primas empleadas por la industria alimentaria, de los procesos y hábitos de consumo, y gustos culturales sobre la comida.

Tal es, por ejemplo, el caso en México de las industrias del tequila, del mezcal y de otras industrias del agave, de los productos fermentados de maíz, de colorantes naturales y de materias primas vegetales de gran potencial como aditivos, tales como colorantes, capsaicina (chile), vainillina, y otros compuestos aromáticos por citar sólo unos ejemplos.

<b>CUADRO RESÚMEN <sup>8</sup></b>	
<b>Las empresas mexicanas de alimentos que están integrando tecnologías biológicas en sus procesos productivos.</b>	
<b>Se destaca el empleo de:</b>	
1)	Levaduras
2)	Pigmentos
3)	Enzimas
4)	Aromas
5)	Espesantes
6)	Edulcorantes naturales
7)	Bacterias lácticas

<sup>7</sup> Con información de :

Biotecnología Moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI. Retos y Oportunidades. Francisco Bolívar Zapata (Compilador). CFE-CONACYT. México. 2002.

Prospectiva Tecnológica Industrial de México 2002-2015 Sector Biotecnología. CONACYT-ADIAT-Consejo de Desarrollo Tecnológico y Científico de Nuevo León. 2001

<sup>8</sup> Prospectiva Tecnológica Industrial de México, 2002-2015. Sector 9. Biotecnología. CONACYT, ADIAT y Consejo de Desarrollo Tecnológico y Científico de Nuevo León. México. 2002.

**CUADRO RESÚMEN <sup>9</sup>**  
**ÁREAS ESTRATÉGICAS**  
**BIOTECNOLOGÍA MATERIAS PRIMAS**

1)	Biología molecular
2)	Bioingeniería
3)	Ingeniería genética
4)	Genómica
5)	Ingeniería de vías metabólicas
6)	Biocatálisis. Producción natural de antibióticos, ácidos orgánicos, aminoácidos, alcaloides y enzimas
7)	Técnicas de manejo y clonación del DNA
8)	Fermentaciones industriales con microorganismos modificados mediante ingeniería de vías metabólicas
9)	Fermentaciones o procesos de biocatálisis que se derivan del uso de la biodiversidad genética
10)	Diseño de biorreactores
11)	Desarrollo de técnicas de cultivo para células animales o vegetales
12)	Desarrollo de biosensores
13)	Uso de animales transgénicos como unidades de producción
14)	Producción de moléculas de interés directamente en plantas
15)	Aprovechamiento de las biomásas
16)	Producción de commodities
17)	Industria farmacéutica. Insumos
18)	Fármacos obtenidos por biotecnología marina
19)	Proteínas y enzimas obtenidas por biotecnología marina

<sup>9</sup> Con información de:

Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI. Francisco Bolívar Zapata. FCE-CONACYT. 2002.

Prospectiva Tecnológica Industrial en México. 2002-2015. Sector 9 Biotecnología. CONACYT-ADIAT-Consejo de Desarrollo Tecnológico y Científico de Nuevo León.

## 2.5 Sector medio ambiente/ Control de la contaminación

En los países en desarrollo como México, el proceso de industrialización se ha basado en procesos y tecnologías productivos provenientes de los países más avanzados, estas tecnologías y procesos se desarrollaron en una época en la cual la preocupación por el medio ambiente no existía o fueron transferidos sin los correspondientes equipos de control de emisiones y, por tanto provocaron una serie de problemas ambientales, muchas veces acompañados de bajos niveles de eficacia.

El desarrollo de tecnologías de control y monitoreo ambiental ha dado lugar a una importante industria, estimada actualmente en más de 200,000 millones de dólares. Al mismo tiempo, una nueva ética ambiental está influyendo en las conductas de los profesionales y de las empresas.

Sin embargo, en los países en desarrollo como México estas tendencias se traducen lentamente en hechos concretos. La demanda por tecnología ambiental de avanzada es débil debido a la falta de legislación clara y eficaz, a una capacidad técnica inadecuada y a la escasez de recursos financieros.

Hasta ahora, la inversión en biotecnología destinada al área ambiental vinculada al sector productivo ha sido marginal y sólo en años recientes ha empezado a adquirir una mayor importancia, particularmente en el tratamiento de aguas y en menor grado en la biorremediación de suelos y de gases contaminados.

Las oportunidades para la industria se presentan en la creación de nuevas empresas en la "Industria ambiental" que puede dividirse en cinco sectores:

- a) Reciclado y disposición de desechos sólidos.
- b) Remediación de áreas contaminadas
- c) Control de contaminación de aire
- d) Tratamiento de aguas
- e) Empresas de ingeniería y consultoría

Estas tecnologías dependen cada vez más de recursos renovables, incorporan materiales usados, utilizan sustancias menos peligrosas y brindan productos o servicios compatibles con el medio ambiente, produciendo un mínimo de desechos capaces de ser reincorporados a los ciclos naturales.

## **Biotecnología del petróleo <sup>10</sup>**

La biotecnología ha empezado a ser utilizada por el IMP en proyectos de investigación que permitan el Bioprocesamiento del Petróleo, disminuyendo la contaminación, por ejemplo, la remoción biológica de azufre por bacterias, la remoción de metales por enzimas y la transformación de asfaltenos en crudos más ligeros por acción biológica. Se logra un doble propósito: el producto tiene mayor valor agregado y el bioproceso es más limpio y barato.

Otra área de la industria que utiliza procesos biológicos es la biorremediación de efluentes, aguas residuales y sitios contaminados con hidrocarburos o subproductos petroleros.

También se ha empezado a utilizar la biorremoción de compuestos orgánicos tóxicos o desagradables, por medio de bacterias presentes en un filtro cuya actividad metabólica transforma y/o elimina estos compuestos.

La biorremediación de suelos contaminados con petróleo es desarrollada para limpiar o disminuir el contenido de hidrocarburos de diferentes niveles de toxicidad presentes en los suelos después de ocurrido un derrame.

Son numerosas las metodologías biológicas que se utilizan con este propósito, pero todas están basadas en la capacidad de los microorganismos de biotransformar compuestos orgánicos, por lo general hacia productos menos tóxicos o de más fácil degradación.

### Áreas de Interés

Dado que existe una preocupación por la conservación del ambiente, se seleccionaron dos áreas:

**Biotratamiento de la Contaminación.**- Utiliza procesos de biorremediación de suelos, de tratamiento biológico de aguas que evitan que los efluentes de la industria contaminen fuentes de agua.

**Bioprocesamiento del Petróleo.**- Se le considera de gran potencial por ser novedosa, se enfoca a la remoción de compuestos azufrados, con nitrógeno o metales, pues su presencia dificulta el procesamiento por envenenamiento de catalizadores, o la contaminación que genera se considera inaceptable: lluvia ácida y altos contenidos de azufre.

---

<sup>10</sup> Programa de Investigación. 2001-2006. Instituto Mexicano del Petróleo. Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el siglo XXI: Retos y oportunidades. Francisco Bolívar Zapata. (Compilador) CFE-CONACYT. México. 2002.

## Alcances

Generar tecnologías que respondan a problemas de PEMEX en dos áreas:

- Biotratamiento de la contaminación (efluentes líquidos y gaseosos, y sitios contaminados).
- Bioprocesamiento del petróleo (generación de tecnología limpia y sustentable).
- Obtener patentes de productos y procesos, y registros de organismos seleccionados e identificados en las zonas petroleras.
- Preparar personal del IMP y PEMEX en el uso de las tecnologías biológicas desarrolladas, y también apoyar el mejor manejo de la tecnología adquirida.
- Formar recursos de alto nivel (posdoctorado, doctorado y maestría) en el área de la biotecnología aplicada al petróleo.

<b>CUADRO RESÚMEN ÁREAS ESTRATÉGICAS BIOTECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE</b>	
a)	Biodiversidad. Terrestre y acuática
b)	Agua - dulce y oceánica
c)	Suelos
d)	Aire
e)	Biorremediación
f)	Biotecnología marina - acuicultura (biorremediación)

## 2.6 Sector Salud/Químico Farmacéutico <sup>11</sup>

La geografía moderna es compleja y hace difícil el acceso de los servicios médicos para las poblaciones rurales, existe la urgente necesidad de contar con sistemas de diagnóstico para detectar en forma temprana e inmediata enfermedades como tuberculosis, hepatitis, dengue, malaria, pelagra, deficiencias nutricionales y cáncer, entre otros.

Esta necesidad abre las posibilidades a la biotecnología para el desarrollo de sistemas de diagnóstico inmunológico, altamente específicos y rápidos. Las pruebas de diagnóstico rápidas y baratas para las clínicas rurales tienen en la actualidad mucha demanda., en la industria farmacéutica existe una creciente desintegración del sector farmoquímico el cual actualmente solo aporta el 20 por ciento de los insumos a la industria farmacéutica nacional (en la década de los ochenta aportaba el 80 por ciento). Por otra parte, los cambios en las leyes de patentabilidad han propiciado un aumento explosivo en las patentes solicitadas en el país pero la gran mayoría de ellas ha provenido de empresas trasnacionales, lo anterior significa que los cambios solo han beneficiado a estas compañías, que cuentan con las condiciones necesarias para innovar en el área y que los productores nacionales han sido perjudicados.

Se proponen cuatro opciones por medio de las cuales se puede desarrollar la biotecnología farmacéutica en el país:

- a) Una estrategia de “buen seguidor” fabricando productos cuyas patentes ya hayan vencido.
- b) Atendiendo nichos de mercado autóctonos con potencial mundial o en los que ya existe una larga tradición y experiencia en el país.
- c) Con un desarrollo parcial de nuevas moléculas y tecnologías que serán transferidas a la industria para finalizar su ciclo descubrimiento-medicamento.
- d) El financiamiento de la investigación de los productos farmacéuticos por parte del gobierno federal, dado que son investigaciones sumamente costosas que las empresas no están dispuestas a financiar.

---

<sup>11</sup> Con información de:

Prospectiva Tecnológica Industrial de México 2002-2015. Área Biotecnología Industrial. CONACYT-ADIAT- Consejo de Desarrollo Tecnológico y Científico Nuevo León.



<b>CUADRO RESUMEN ÁREAS ESTRATÉGICAS BIOTECNOLOGÍA SECTOR SALUD / QUÍMICO FARMACÉUTICO</b>	
a)	Producción de proteínas de interés terapéutico.
b)	Vacunas.
c)	Diagnóstico.
d)	Diseño, producción y administración de fármacos.
e)	Medicina molecular y ciencia genómica. (terapia génica)
f)	Medicamentos obtenidos de los mares.
g)	Cultivo de tejidos y órganos

Con información de:

Prospectiva Tecnológica Industrial de México 2002-2015. Área Biotecnología Industrial. CONACYT-ADIAT-Consejo de Desarrollo Tecnológico y Científico Nuevo León.

Las Biotecnologías utilizadas en México por los diferentes sectores son:

<b>SECTOR</b>	<b>TECNOLOGÍAS</b>
<b>AGRÍCOLA</b>	Fermentación, Técnicas de Propagación in vitro, Cultivo de células y Tejidos, Ingeniería Genética, Transformación por Ingeniería Genética, Rescate Genético y micropropagación, Genética Molecular, Inoculantes, Estudio de Variabilidad, Biofertilización, Micropropagación, Mejoramiento Genético de cultivos, Contenido proteico y capacidad fotosintética, caracterización de proteínas y sus genes, Mejoramiento de la capacidad nutricional, Desarrollo de especies de cosechas, Rescate y aislamiento de Embriones Híbridos o inmaduros, polimorfismo Isoenzimático, eficiencia en el uso del Nitrógeno y Control Biológico.
<b>PECUARIO</b>	Fermentación, Clonación, Ingeniería Genética, Células Genéticamente Modificadas, Anticuerpos Monoclonales, Test ELISA y Estudios de Diagnóstico.
<b>ALIMENTOS Y MATERIAS PRIMAS</b>	Fermentación, Procesos de Fermentación, Procesos Enzimáticos de Extracción y producción, Micropropagación de Plantas, Procesos de Separación, Optimización de Inóculos, Caracterización Genética, Caracterización Bioquímica y Biológica, y Biocatalizadores.
<b>MEDIO AMBIENTE / CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN</b>	Procesos Biológicos, Cultivo de microorganismos en un medio sólido, constituido por un soporte sólido, absorbente, compresible y no fermentable, Tratamiento de efluentes líquidos por vía aerobia y anaerobia, tratamiento de efluentes gaseosos, Biorremediación de suelos contaminados, Síntesis, reactividad y propiedades catalíticas, Biocatalizadores y Fermentación.
<b>SALUD/QUÍMICO FARMACÉUTICO</b>	Biología Molecular de Ácidos Nucleicos, Bioquímica de proteínas y péptidos, Mejoramiento genético de microorganismos, Procesos de Fermentación (escalamiento y Bioingeniería de Procesos), Tecnología Enzimática, Ingeniería Enzimática, Biología Molecular de los Genes, Diagnósticos Genéticos Moleculares, Genética, Células Genéticamente modificadas, Detección de Protozoarios a partir del desarrollo de DNA, Desarrollo de Prototipos de electrodos (Biosensores), Biocatalizadores, Anticuerpos Monoclonales, Caracterización Bioquímica, Determinación de Enzimas y Estudio de Péptidos.

Cuadro elaborado con información de: Biotechnology in Development Countries, Present and Future Vol. 1, Regional and National Study. Sasson Albert UNESCO. 1993

Prospectiva Tecnológica Industrial de México 2002-2015. Área Biotecnología . ADIAT. CONACYT. Consejo de Desarrollo Tecnológico y Científico del Estado de Nuevo León. México 2002.

**PRODUCTOS OBTENIDOS POR BIOTECNOLOGÍA POR SECTOR**

SECTOR	PRODUCTOS
<b>AGRÍCOLA</b>	Bioplaguicidas, Bactericidas, Bioreguladores, Reactivos de Diagnóstico, Mejoramiento de cultivos y mayor producción de Agave, Cempazúchil, Agave Tequilaza, Henequén, plantas de las que se extraen pigmentos y caña de Azúcar. Mejoramiento de cultivos de Plantas ornamentales, Hortalizas, Frutas y Papa. Genotipos tolerantes a sal, sequía y carbonatos (manzana, arándano, frambuesa, piña, plátano, cítricos y uvas). Plantas resistentes a virus y hongos (espárragos, papaya, Ajo, maíz). Mayor producción de frutos tropicales y subtropicales. Fijación Biológica del Nitrógeno en las plantas. Plantas tolerantes al frío y pesticidas (melocotón). Plantas con mayor contenido proteico (amaranto). Nuevas especies de cosechas (maíz, frijol y caña de azúcar). Obtención de embriones híbridos de papaya y uvas sin semilla. Mejora de cultivos de cocotero y frijol flor de mayo. Control del Picudo en el Chile.
<b>PECUARIO</b>	Vacunas, Bacterinas, Antibióticos, Productos Farmacéuticos, Enzima Glutathion Peroxidasa en la resistencia a la garrapata. Prebióticos, Reproducción de Bovinos, Mejoramiento genético de Holstein, Inmunodiagnósticos. Reproducción genética avícola, Hormonas del crecimiento Bovino. Identificación de Microplasma Boris en Bovinos. Tipificación de Cepas de campo vacunales y de referencia en la fiebre porcina clásica. Diagnóstico de cisticercosis porcina. Inmunodiagnósticos. Diagnóstico de Tuberculosis Bovina. Uso de animales transgénicos para producción de biológicos.
<b>ALIMENTOS Y MATERIAS PRIMAS</b>	Levadura para panificación Aminoácidos. Ácido Cítrico. Producción de Microbial Protein Biomasa. Producción de Amilasas de Levaduras. Colorantes vegetales. Cultivo de Plantas de las que se extraen pigmentos. Prebióticos. Enzimas. Fenilalanina (aspartame). Obtención de mejores cepas productoras de vino. Obtención de enzimas que alargan la vida de la tortilla. Producción de alcohol de levadura. Obtención de Aditivos para alimentos.
<b>MEDIO AMBIENTE / CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN</b>	Procesos Biológicos para construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas. Remediación de Suelos. Tratamiento de aguas Residuales. Tratamiento de Aire contaminado. Tratamiento de suelos contaminados. Obtención de complejos de metales de transición. Degradación de Fenol y Clorofenol en agua. Fermentación de aguas residuales para la producción de Agv como pretratamiento en la remoción biológica de nutrientes.
<b>SALUD / QUÍMICO FARMACÉUTICO</b>	Antibióticos. Vitaminas. Vacunas. Hormonas Humanas Recombinantes. Hormona del Crecimiento. Interferón. Goma Xantano. Insulina Humana. Paquetes de Diagnóstico. Vacunas contra la poliomielitis y la rabia. Obtención de Goma Xantano. Producción de Penicilinas semi-sintéticas y cefalosporinas. Producción de enzimas. Enzimas inmovilizadas para usar en Biorreactores. Obtención en clave de la Hormona lactogénica y la Hormona del Crecimiento Humano. Diagnósticos Genéticos Moleculares aplicados a la detección del Virus del Papiloma Humano del cáncer cervicouterino, hemofilia B, Fibrosis Cística y Distrofia Muscular. Obtención de Peptidos Iberoamericanos. Uso de Trampas Génicas para el análisis funcional de Genes. Gen de la Piroglutaminopeptidasa. Detección de Protozoarios Causantes de Malaria. Desarrollo de Biosensores para detección de Glucosa y Lactosa. Desarrollo de Biocatalizadores para Síntesis del Aminoácido L - Tirocina. Desarrollo de Biocatalizadores de Penicilino - Amidasa. Biocatalizadores con actividad Fumarasa. Biocatalizadores con Actividad Glucosil - Transferasa. Biocatalizadores con Células Inmovilizadas y Biocatalizadores con Actividad Enzimática. Uso de Biorreactores para el cultivo de Tejidos Vegetales para producir Fármacos. Desarrollo de Estuches para Diagnóstico. Producción de Inmunoglobulinas, de Sondas de ADN y Microarreglos. Producción de Anticuerpos Monoclonales para Diagnóstico Específico de Taenia Solium en Copro - Antígenos. Producción de Anticuerpos Monoclonales a partir de la Hormona Humana del Crecimiento. Producción de Anticuerpos Monoclonales que combatan componentes del Citoesqueleto de Toxoplasma Gondii. Producción In Vitro de Anticuerpos Monoclonales por cultivo de Híbridos a gran escala. Diagnóstico de Cisticercosis Humana con Anticuerpos Monoclonales. Anticuerpos Monoclonales para tipificar Lyssavirus en México. Anticuerpos Monoclonales para Diagnóstico de la Trombostemia de Glanzman. Anticuerpos Monoclonales como antígenos de Diferenciación Leucocitaria. Anticuerpos Monoclonales para Diagnóstico por medio de la Inmunofluorescencia. Anticuerpos Monoclonales para la elaboración de Anticuerpos Anti - vibrio - spp. Caracterización Bioquímica parcial de la IGA 1 Sérica de Pacientes para diagnóstico de Diabetes Mellitus Tipo 2. Determinación de Capsaicina e inducción de callo in vitro y otros metabolitos secundarios en Capsicum (chile) y Mapeo de Epitopos de la Glicoproteína I11a de plaquetas humanas relevantes.

Cuadro elaborado con Información de: Biotechnology in Development Countries, Present and Future Vol. 1, Regional and National Study. Sasson Albert UNESCO. 1993 Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI. Bolívar Zapata et al. FCE y CONACYT 2002.

Prospectiva Tecnológica Industrial de México 2002-2015. Área Biotecnología. ADIAT. CONACYT. Consejo de Desarrollo Tecnológico y Científico del Estado de Nuevo León. México 2002.

## CAPÍTULO 3. LAS UNIDADES DE INTELIGENCIA TECNOLÓGICA <sup>12</sup>

La valuación tecnológica es uno de los procesos más importantes en el desarrollo y comercialización de nuevas tecnologías. La valuación es todo un proceso que se va gestando desde su concepción, estrategia y opciones que puede implicar, datos e información utilizada, entre otros.

La valuación tecnológica, vista como un proceso integral, incluye normalmente una serie de etapas que van desde la identificación de oportunidades tecnológicas, pasando por la formulación concreta de iniciativas, evaluación y selección, hasta la ejecución de las mismas.

Una de las formas que cobran típicamente las iniciativas tecnológicas son los proyectos de investigación y desarrollo.

Una de las características importantes de presentar la valuación tecnológica como un proceso es que nos permite apreciar el carácter dinámico que tiene y la necesidad de utilizar herramientas de información como la inteligencia tecnológica competitiva, a fin de mantener conectado al proceso mismo con su entorno tecnológico y competitivo.

La inteligencia tecnológica competitiva ha sido utilizada desde hace un tiempo por las organizaciones como un mecanismo efectivo para mantener “conectada” a la organización con su entorno y evitar sorpresas ante la dinámica de cambio del mismo. Parece natural que la inteligencia juegue un papel tan relevante en el proceso de valuación tecnológica, dadas las características que tiene la valuación.

Identificar oportunidades tecnológicas normalmente es el resultado de procesos de monitoreo, vigilancia y reconocimiento tecnológico. Estos procesos sistematizan la búsqueda, colección y análisis de la información del entorno tecnológico. La diferencia entre ellos consiste en el alcance y propósito de dicha búsqueda.

---

<sup>12</sup> Se recomienda revisar:

Escorsa, Castells Pere; Maspons, Boch Ramón; Ortiz Montenegro Ivette. Las Unidades de Inteligencia-Conocimiento en el Diseño de Políticas Científicas y Tecnológicas. Universidad Politécnica de Cataluña. IALE Tecnología. Universidad Técnica Federico Santamaría, Valparaíso, Chile. 2003.

Ayza, Juan y Alcántar, Julio. La Inteligencia Tecnológica Competitiva como herramienta en el proceso de valuación Tecnológica. Revista Innovación y Competitividad. ADIAT. Núm. 12 Octubre 2003.

## **El por qué de las Unidades de Inteligencia Tecnológica**

Uno de los principales beneficios de llevar a cabo una actividad de inteligencia, utilizando cualquiera de los procesos anteriores, es que ayuda a convertir a la identificación de oportunidades en un proceso sistemático mediante el cual la institución puede mantenerse al tanto de los avances de un área tecnológica, en este caso, de la biotecnología, y de su evolución, permitiéndole tener mayor "sensibilidad" a las oportunidades que se presentan y actuar en consecuencia. Esta "sensibilidad" es uno de los principios básicos de "ver" las oportunidades.

Un aspecto adicional de la inteligencia, que ayuda en esta, se refiere en el enfoque hacia el futuro que tiene y que permite descubrir indicadores tempranos de cambio, haciendo posible la oportunidad de la respuesta.

Una contribución importante para ampliar y complementar la valuación tecnológica es la valuación de activos de conocimiento.

La inteligencia competitiva es el proceso de obtención, análisis, interpretación y difusión de la información de valor estratégico sobre el área, que se transmite a los responsables de la toma de decisiones en el momento oportuno.

La prospectiva tecnológica consiste en tentativas sistemáticas para observar a largo plazo el futuro de la ciencia, la tecnología, la economía y la sociedad, con el propósito de identificar las tecnologías emergentes que probablemente produzcan los mayores beneficios económicos y sociales.

La complementariedad entre la prospectiva y la vigilancia – Inteligencia es evidente. La prospectiva explora un horizonte a largo plazo mientras que la Inteligencia se interesa por lo que está sucediendo y, especialmente por las señales débiles sobre lo que comienza a suceder. De alguna forma, las grandes tendencias que proporciona la prospectiva enmarcan las búsquedas más concretas objeto de la vigilancia.

### **Objetivos**

A nivel país, la Unidad de Inteligencia Tecnológica, tiene la tarea de recolectar la información, analizarla y con este análisis, fijar objetivos para el diseño de políticas y ofrecer a las empresas oportunidades para innovaciones radicales.

Una Unidad de Inteligencia Tecnológica realiza la prospectiva y la vigilancia-inteligencia alrededor de la biotecnología.

Esta Unidad de Inteligencia Tecnológica, a nivel estatal, deberá recoger información, analizarla y prepararla para diseñar políticas tecnológicas (programas de incentivos a determinados proyectos de investigación y desarrollo), para ello es imprescindible conocer en cada área:

- Las líneas de Investigación actuales.
- Las tecnologías que están emergiendo en México y en el mundo.
- Las trayectorias tecnológicas de las principales empresas del sector.
- Los Centros, Institutos o personas más relevantes de México y el mundo en el área considerada, que puedan asesorar a las empresas del país.

### **3.1 Funciones y estructura de las Unidades de Inteligencia Tecnológica**

Establecer el estado del arte de la biotecnología y su prospectiva tecnológica a futuro, así como el establecimiento de un monitoreo continuo de su desarrollo en México y las tendencias tecnológicas que se manifiestan, tanto a nivel nacional como internacional con la finalidad de:

- Establecer el estado del arte de la biotecnología en México.
- Establecer su prospectiva tecnológica a 25 años
- El monitoreo continuo de las tendencias tecnológicas, tanto a nivel nacional como internacional.
- La determinación de las nuevas líneas de investigación, las nuevas aplicaciones y los nuevos negocios de base tecnológica.

### **3.2 Estructura de la Unidad de Inteligencia Tecnológica <sup>13</sup>**

Se propone la estructura de redes, con una gestión descentralizada y coordinada (Bento y Penteadó 2000).

Las redes de un sistema de inteligencia son un mecanismo catalizador e integrador que acrecentará el esfuerzo organizacional en el sentido de garantizar el crecimiento y el aprendizaje continuo interno.

---

<sup>13</sup> Para la propuesta de la Unidad fue de utilidad las recomendaciones de: Escorsa, Castels Pere; Maspons, Boch Ramón; Ortiz, Montenegro Ivette. Las Unidades de Inteligencia-Conocimiento en el Diseño de Políticas Científicas y Tecnológicas. Universidad Politécnica de Cataluña. IALE Tecnología. Universidad Técnica Federico Santamaría, Valparaíso, Chile.

Las redes de especialistas y las redes de innovación son las principales redes identificadas (Canonjía 1998 y Jacobiak 1991), de acuerdo con estos expertos la Unidad de Inteligencia Tecnológica estaría compuesta por:

1. Red de monitoreo. (Red de observadores)
2. Red de procesamiento (Red de analistas)
3. Red de decisión (Red de tomadores de decisión)

La **red de monitoreo** funciona como una gran antena de la Unidad de Inteligencia Tecnológica, aportando información relacionada a los factores críticos de éxito (FCE) principalmente en el ámbito de la información informal.

La **red de procesamiento** funciona como un órgano central responsable por el metabolismo de la información, por su transformación en inteligencia, especialmente por lo que se refiere al aumento de las posibilidades de innovación y percepción de tendencias y oportunidades.

La **red de decisión** es como su nombre lo indica la responsable de tomar las decisiones de acuerdo a la información que le proporciona la Red de Procesamiento.

El planteamiento es que la Unidad de Inteligencia Tecnológica debe insertarse en el entramado de ciencia y tecnología de cada país, en este caso en México, deberá insertarse en el CONACYT, con la finalidad de canalizar el conocimiento y utilizarlo en el diseño de las políticas de ciencia, tecnología e innovación.

La información relacionada a cuestiones estratégicas puede ser recopilada de fuentes formales de información correspondiente al pasado reciente (bases de datos, artículos, patentes, Internet, revistas especializadas, etc.) y en las fuentes informales de información correspondientes al futuro próximo o presente (contactos personales o telefónicos con expertos, consultores, centros de investigación, congresos, exposiciones, reuniones, entrevistas, etc.) (Canaonjia 1998).

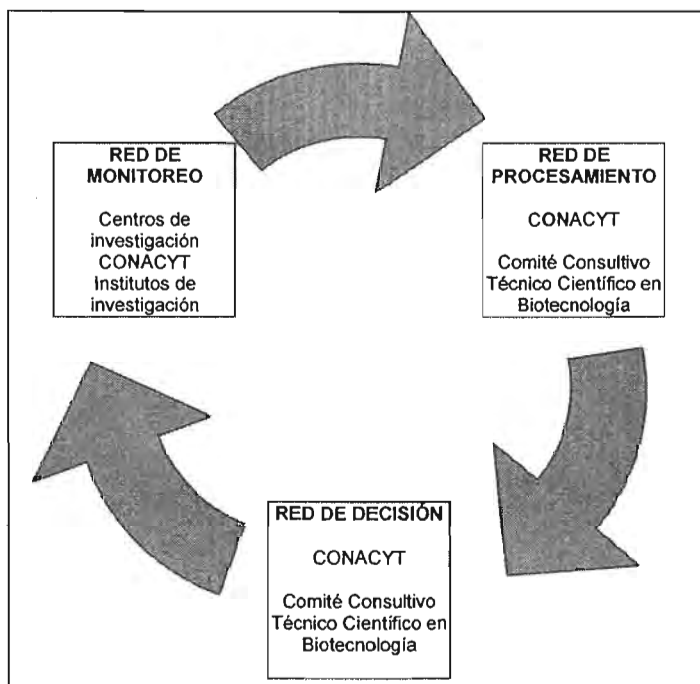
Para que la Unidad de Inteligencia Tecnológica pueda realizar sus procesos de análisis y generación de resultados es vital la creación de un sistema de información específico (a cargo del CONACYT) que permita la confluencia de información formal e informal. Cuanto mejor sea esta sinergia, mejores serán los resultados para apoyar a los tomadores de decisión.

Contar con un sistema de información específico al servicio de labores de inteligencia, requiere la creación de una base de datos, que facilite las interrelaciones y agilice el proceso de elaboración y análisis del conjunto de informaciones, tanto formales como informales. (Canonjía, 1998).

Para el estudio y análisis de la información existe un gran conjunto de métodos de diversos campos (bases de datos, estadísticas) y varias técnicas (bibliometría y cienciometría)(Scorza y Maspons 2001).

Hay una herramienta, en particular, dentro de la inteligencia tecnológica, los denominados mapas tecnológicos, que son un importante instrumento para el tratamiento automático de la información.

El esquema propuesto es el siguiente:



### 3.2.1 Red de monitoreo (red de observadores)

La red de monitoreo estará a cargo de los centros de investigación CONACYT que trabajan en biotecnología y de los institutos y centros de Investigación que estén trabajando en biotecnología en México.

La red de monitoreo deberá tener un miembro de cada Institución de Investigación en biotecnología, quienes se reunirán periódicamente y darán un informe a la red de procesamiento (red de analistas).

La relación de las instituciones de investigación que trabajan en biotecnología y que formarían la red de monitoreo puede consultarse en el Anexo 1.

### 3.2.2 Red de procesamiento (red de analistas)

Estará a cargo del CONACYT y del Comité Consultivo Técnico- Científico en biotecnología. Esta red estará encargada de recibir la información, procesarla y adecuarla a las necesidades de información de la red de decisión.

El CONACYT deberá producir información estructurada y gráfica sobre la producción científica y tecnológica en esta área para lo cual procesará en bancos de datos los siguientes indicadores:

1. Instituciones de Investigación trabajando en Biotecnología. (Anexo 1)
2. Investigadores trabajando en Biotecnología. (Anexo 2)
3. Empresas trabajando en el área. (Anexo 3)
4. Proyectos de Investigación en el área. (Anexo 4)
5. Patentes en el área

En el caso de los primeros cuatro se hará la clasificación de acuerdo al Catálogo de la UNESCO y en el caso de patentes, se respetará la clasificación del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

Tomando como referencia el Catálogo UNESCO se clasificaron las disciplinas y subdisciplinas del área y se obtuvo el árbol del conocimiento de la biotecnología, el que se utilizará como criterio de clasificación base.

El Comité Consultivo Técnico- Científico en Biotecnología, con la información que le proporciona el CONACYT, realizará el estudio de Prospectiva Tecnológica y elaborará la Matriz Prospectiva y Estratégica sobre Biotecnología y los Mapas Tecnológicos.

Una vez que se tiene el estudio de prospectiva, la matriz prospectiva-estratégica y los mapas tecnológicos, se hará llegar esta información a la red de tomadores de decisión.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> Con recomendaciones de la Dirección Adjunta de Información, Sistemas y Normatividad del CONACYT.



### **3.2.3 Red de decisión (red de tomadores de decisiones)**

Estará a cargo del CONACYT y el Comité Consultivo Técnico-Científico en biotecnología. Con la información del estudio de prospectiva tecnológica y el monitoreo continuo de las Instituciones de Investigación, así como la información de los mapas tecnológicos, el CONACYT, conjuntamente con el Comité Consultivo Técnico- Científico en Biotecnología, podrán tomar decisiones sobre las nuevas líneas de investigación, las nuevas aplicaciones y los nuevos negocios de base tecnológica.

La información aquí estructurada permitirá tomar decisiones respecto a la asignación de recursos por sector específico de la biotecnología y por área de actividad científica y tecnológica (ciencia básica, aplicada y desarrollo tecnológico) de manera de optimizar el financiamiento a ciencia y tecnología.

## **CAPÍTULO 4. APLICACIONES A LA BIOTECNOLOGÍA**

### **4.1 Necesidades de Información de la Unidad de Inteligencia Tecnológica. Sistema de Información: Árbol del Conocimiento de la Biotecnología**

La Unidad de Inteligencia Tecnológica tendrá necesidad de información sistematizada con la finalidad de poder darle mejor interpretación, aquí plantearemos cómo sistematizar la información específicamente en el campo de la Biotecnología, que es el área que hemos tomado como ejemplo para explicar el funcionamiento de la Unidad de Inteligencia Tecnológica.

Con la finalidad de realizar las bases de datos de los indicadores necesarios para el estudio de prospectiva tecnológica y para la elaboración de los mapas tecnológicos, se propone utilizar lo que se conoce como árbol del conocimiento, en este caso de la Biotecnología.

Para elaborar este árbol se tomo como referencia el catálogo de la UNESCO y se clasificaron las disciplinas y subdisciplinas del área estratégica Biotecnología, el que se utilizará como criterio de clasificación base. Asimismo, CONACYT en si Sistema Integrado de Información Científica y Tecnológica tiene clasificadas las disciplinas y subdisciplinas de la biotecnología, se hará mención de ellas en las bases de datos.<sup>15</sup>

El Árbol del Conocimiento en Biotecnología se localiza en Anexo 5.

---

<sup>15</sup> Con la información de este sistema se elaboró el árbol del conocimiento en biotecnología.

## **4.2 El estudio de Prospectiva Tecnológica de la Biotecnología <sup>16</sup>. Para monitorear el desarrollo de la biotecnología en México se requerirán dos herramientas: El estudio de prospectiva tecnológica y los mapas tecnológicos.**

### **Objetivos**

La planeación prospectiva es una herramienta que plantea la formulación de los objetivos y la búsqueda activa de los medios para su obtención. Redimensiona la totalidad del proceso de planeación haciendo que se extienda desde la formulación de los ideales sociales más generales, hasta los detalles de implantación de las decisiones individuales. Asimismo, saber qué es lo que se quiere (futuro deseado) ayuda a conocer qué información se requiere para la acción.

Asimismo, la planeación prospectiva analiza los elementos con que se cuenta en un inicio (indicadores) y para construir el futuro selecciona los más significativos para su desarrollo, estudia las tendencias de estos elementos y establece los cuatro escenarios, el escenario utópico, el escenario catastrófico, el escenario tendencial y entre el escenario tendencial y el escenario utópico establece el futurible (el mejor futuro posible).

En el caso específico de la biotecnología el procedimiento sería:

1. Definición de las tareas a evaluar (descripción de la tecnología).
2. Desarrollo de las condiciones de la situación social. (Instituciones, investigadores, Proyectos de Investigación, empresas, patentes).
3. Identificación de las áreas de impacto (agrícola, pecuario, alimentación, salud y medio ambiente).
4. Establecer los indicadores necesarios y trazar las tendencias de desarrollo a 5, 10, 15, 20 y 25 años. Estos indicadores son:
  - a. Vinculación entre la industria y las instituciones de investigación.
  - b. Formación de recursos humanos especializados en biotecnología y disciplinas relacionadas.
  - c. Empresas trabajando con biotecnologías.
  - d. Proyectos de investigación en biotecnología.
  - e. Instituciones que desarrollan investigación en biotecnología en México.
  - f. Patentes y certificados de Invención otorgados en México en el área de biotecnología.
5. Desarrollo de la Matriz Prospectiva y Estratégica.
6. Identificación de acciones estratégicas y opciones políticas.
7. Establecimiento de los futuribles para cada indicador.

---

<sup>16</sup> Para la redacción de este apartado se tomaron las recomendaciones de Miklos Tomás, Tello María. Elena en Planeación Prospectiva: Una Estrategia para el Diseño del Futuro. Centro de Estudios Prospectivos Fundación Barros Sierra. LIMUSA. Grupo Noriega Editores. México. 1991.

## **4.3 Indicadores necesarios para el estudio de prospectiva <sup>17</sup>**

Para realizar el estudio de prospectiva tecnológica de la biotecnología se toman en consideración los indicadores que se piensa son representativos del desarrollo de la misma a través del tiempo.

Así, se han considerado como los indicadores más importantes los siguientes:

1. Vinculación entre la industria y las instituciones de investigación.
2. Formación de recursos humanos especializados en biotecnología y disciplinas relacionadas.
3. Empresas trabajando con biotecnologías.
4. Proyectos de investigación en biotecnología.
5. Instituciones que desarrollan investigación en biotecnología en México.
6. Patentes y certificados de Invención otorgados en México en el área de biotecnología.

### **4.3.1 Vinculación entre la industria y las instituciones de investigación**

En México, la vinculación entre las instituciones de investigación y la industria ha surgido más por iniciativa de los investigadores que de la necesidad de las empresas para la generación de nuevos productos o para la optimización de sus procesos.

Al final de la década de los ochenta, algunas dependencias universitarias y otros centros de investigación incrementaron el número de convenios de colaboración establecidos con empresas y entidades gubernamentales mexicanas y extranjeras.

Debido a que las investigaciones en el campo requieren en la mayoría de los casos de varios años, las condiciones en las que se plantean las colaboraciones pueden modificarse debido a factores como cambios en el mercado (productos alternos, sustitutos, etc.) o en la estructura o composición del capital de las empresas (fusiones, adquisiciones, venta, etc.). Estos hechos contribuyen de manera importante a que los procesos de innovación tecnológica sean aplicados comercialmente.

---

<sup>17</sup> Para la redacción de este apartado se tomaron en consideración las recomendaciones del documento Prospectiva Tecnológica Industrial de México 2002-2015. CONACYT-ADIAT- Consejo de Desarrollo Tecnológico y Científico de Nuevo León. 2002. CONACYT. Dirección Adjunta de Información, Sistemas y Normatividad.

Las modalidades de cooperación entre empresas y academia son diversas y dependen de las condiciones de las partes y de los productos y/o procesos desarrollados y/o empleados. Es posible establecer actividades de colaboración por medio de asesorías (en las que las colaboraciones no son necesariamente institucionales, es decir, las empresas pueden contratar directamente la asesoría de los investigadores); en la formación de recursos humanos, mediante el diseño de cursos específicos o con la incorporación de personal de la empresa a cursos de postgrado y/o de especialización; colaboración para la optimización y/o desarrollo de un nuevo proceso y/o producto, y en la transferencia de una tecnología desarrollada en la institución de investigación, entre las más importantes.

Entre las instituciones de investigación se identificaron algunas que llevan a cabo actividades de vinculación con el sector industrial. Algunas de ellas, además, y como parte de su labor en este rubro, han establecido departamentos de gestión y apoyo a la investigación para el establecimiento de convenios.

La vinculación, como ya se mencionó, puede adoptar varias modalidades. El caso de las actividades identificadas en el CINVESTAV-D. F. es *sui generis*, ya que ha trabajado en la incubación de empresas dentro del ramo agrícola para la producción de biopesticidas. Las empresas adquirieron la tecnología desarrollada por el CINVESTAV y producen en las instalaciones de esta institución académica, la cual sin embargo, no cuenta con un departamento de apoyo a la vinculación, por lo que los investigadores tienen que participar en las negociaciones directamente, tanto con las empresas como con las autoridades. En la planta piloto del Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del CINVESTAV-D.F. también producen levadura de cerveza, la cual es comercializada por una empresa.

Instituciones como la UAM-I han desarrollado varias tecnologías que tiene patentadas, pero que no han sido en su mayoría transferidas a la industria. Destaca el caso de tecnologías para el tratamiento de efluentes, que han sido transferidas, en colaboración con la UNAM. En el tratamiento de gases, colabora con el Grupo Cydsa, que tiene una patente con el nombre de los investigadores universitarios.

Algunas de las entidades que más se han vinculado con empresas mexicanas son los institutos de biotecnología y de investigaciones biomédicas, así como las Facultades de Química y de Medicina de la UNAM. Los esfuerzos de desarrollo de tecnología de estas dependencias universitarias han fructificado, ya que las empresas a las que se les transfirió la tecnología cuentan ya con productos en el mercado nacional.

El Instituto de Biotecnología también ha participado en el desarrollo de procesos y/o productos con empresas extranjeras, como el caso de Schering (Alemania), Genencor (Estados Unidos) y la Fundación Butantán (Brasil); de estas colaboraciones existen patentes en el extranjero y solicitudes en trámite.

Dos de las tres dependencias cuentan con proyectos de colaboración con alguna de las empresas en México como Probiomed, el Instituto Bioclón y Laboratorios Silanes; el Instituto de Biotecnología colabora con las tres empresas. Estas dependencias cuentan con una secretaría técnica de apoyo a la vinculación (convenios, solicitudes de patentes y apoyo a gestión de donativos para la investigación).

El Instituto de Ingeniería de la UNAM ha participado en la transferencia de tecnología en el tratamiento de aguas residuales e incluso en la formación de empresas con investigadores universitarios. La capacidad de estos grupos universitarios influyó en el mercado haciendo que las empresas extranjeras redujeran los precios de sus productos.

Cabe señalar que la UNAM fue una de las primeras instituciones que consideró la posibilidad de establecer un reglamento sobre los Ingresos Extraordinarios de la propia UNAM. En este reglamento se reconoce, entre otras cosas la posibilidad de pagos adicionales para los investigadores por contratación con entidades externas y la participación de los mismos de los beneficios de la transferencia de tecnología. También fue una de las primeras que estableció una estructura para apoyar las actividades de vinculación, así como el establecimiento de un fideicomiso para la incubación de empresas, lo que dio origen a las secretarías técnicas en las dependencias.

Otras entidades de investigación desarrollan proyectos de asesoría para el mejoramiento de procesos, productos y/o para apoyar a las empresas para obtener certificaciones o apoyo para la comercialización de productos (apoyo en diseño de empaque, procesos de calidad, vida de anaquel, etc.). Estas instituciones realizan también estudios de impacto o efecto de algunos elementos de interés para las empresas y también participan en estudios sobre procesos y productos para la industria que pueden ir desde el aprovechamiento de subproductos, hasta el mejoramiento genético de especies. En este caso se pueden mencionar entidades como el CIAD, CIATEJ y el CICESE (por medio de la Dirección de Vinculación, que cuenta con el departamento de proyectos, el cual promueve el establecimiento de convenios con empresas).

El CIAD también participa con el Consejo Consultivo Binacional del proyecto Visión Estratégica del Desarrollo Económico de la Región Sonora-Arizona, con el Consorcio Universitario de Sonora y con el Consorcio Universitario de Arizona.

El CIATEJ tiene amplia experiencia en el diseño de procesos y también desarrolla ingeniería de proyectos para productos alimentarios y agrícolas (incluyendo plantas medicinales).

El Instituto Politécnico Nacional estableció su Coordinación de Vinculación, que promueve la colaboración con empresas de las diferentes dependencias de esta institución. Esta coordinación cuenta con una unidad para promover la incubación de empresas. Una de las dependencias del IPN creada en 1996 explícitamente para apoyar a las empresas, es el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, en sus cuatro unidades: Distrito Federal, Puebla, Querétaro y Tamaulipas.

La Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Nuevo León se encuentra en proceso de transferencia a Probiomed de una tecnología para la producción de hormonas de crecimiento humano recombinante; el Centro Universitario de Ciencias Biológicas Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, por medio de su Laboratorio de Biotecnología, da asesoría para la producción comercial de hongos, instalación de plantas y venta de semilla, inóculo o semillas de hongos y ha tenido colaboración con empresas productoras de tequila. El Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería de la misma institución ha colaborado con la empresa Yakult para analizar la resistencia de bacterias probióticas a constituyentes de jugo gástrico.

Otras instituciones, de las que no se dispone de mucha información en cuanto a colaboraciones con empresas, pero que declaran mecanismos para apoyar la vinculación, son el Sistema Integral de Servicios al Agro del Colegio de Postgraduados; el Centro Universitario de Vinculación de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; el Departamento de Vinculación con el Sector Productivo de la Universidad Autónoma de Baja California, y el Centro de Educación Continua y Servicios de la Universidad Autónoma de Chapingo, entre otras.

#### **4.3.2 Formación de recursos humanos especializados en biotecnología y disciplinas relacionadas: programas de posgrado**

En 1999, la ANUIES registró en el país, 2 713 programas de posgrado en todas las disciplinas. De éstos, 411 son de doctorado y 2 302 de maestría (ANUIES, 1999).

Durante 1999, el CONACYT incorporó en su Padrón de Posgrado de Excelencia (PPE), 302 programas de doctorado y 166 de maestría (CONACYT, 2000), cifras similares a los dos años anteriores. Con este reconocimiento, las instituciones cuentan con recursos para el apoyo, mediante becas-crédito, a sus estudiantes.

En las entidades con actividades en el campo de la biotecnología y disciplinas relacionadas, se identificaron 58 programas de maestría (37 dentro del PPE) y 42 de doctorado (28 dentro del PPE) como se muestra en el siguiente cuadro.

<b>Resumen de los programas de biotecnología y disciplinas relacionadas</b>		
<b>Registro</b>	<b>Maestría</b>	<b>Doctorado</b>
No Incluidas en el Padrón de Excelencia	21	14
Incluidas en el Padrón de Excelencia	37	28
<b>Total</b>	<b>58</b>	<b>42</b>

Fuente: Dirección Adjunta de Formación de Científicos y Tecnólogos. CONACYT. 2000.

Cabe señalar que en los últimos años la UNAM ha reducido el número de posgrados agrupándolos por sus características; varias de sus dependencias son cosedes de uno o más programas, compartiendo la responsabilidad académico-administrativa de dichos programas.

Adicionalmente, se identificaron 29 programas de maestría (13 en el PPE) y 16 de doctorado (nueve en el PPE) en las 98 instituciones, relacionados con los sectores mencionados en este estudio.

En los últimos años se ha buscado el establecimiento de programas de postgrado multidisciplinarios, compartidos entre varios grupos y entidades, por lo que la identificación de los recursos humanos que se encuentran realizando estudios específicamente en el campo de la biotecnología resulta complejo. Existen instituciones que cuentan con dicha información, pero no todas la han hecho pública y de manera completa, por lo menos en los medios electrónicos.

Para realizar una estimación aproximada del número de estudiantes graduados en el campo, se obtuvo información de los programas en algunas de las dependencias que imparten posgrados en biotecnología, como el Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del CINVESTAV-D.F., en el que se graduaron ocho alumnos en el nivel maestría y cinco en doctorado en 1998. La Facultad de Química y el Instituto de Biotecnología de la UNAM reportan 33 alumnos graduados en el nivel maestría y 17 en doctorado en 1998, y 13 de maestría y 13 de doctorado en 1999 en el programa de Ciencias Bioquímicas que comparten.



Conforme a datos proporcionados por el CONACYT, en algunos posgrados del PPE se graduaron, en promedio en los dos últimos años, siete alumnos al año en el nivel maestría y tres en doctorado por programa, en entidades como el CIATEJ, el CIAD y el Instituto Tecnológico de Mérida. En la UAM-I se han graduado en últimos años entre 6 y 16 alumnos al año en su programa de maestría en biotecnología.

Si se consideran los números más bajos mencionados: siete alumnos egresados al año en el nivel maestría y tres en doctorado, en cada uno de los programas, según los datos del cuadro (58 maestrías y 42 doctorados), se podría esperar en los próximos años, la graduación de 400 maestros y 100 doctores al año, durante los próximos años.

**Programas de posgrado relacionados con la biotecnología y que están incluidos en el padrón de programas de posgrado del CONACYT (2001):**

- Son 83 de 654, es decir, el 12.69 por ciento del Padrón es de Programas de Biotecnología.
- Número de estudiantes de Doctorado en Biotecnología: 500
- Número de estudiantes en Biotecnología de plantas: 428
- Número de estudiantes de Doctorado en Procesos Biotecnológicos: 44
- Total de estudiantes de Doctorado en Biotecnología: 972
- Para ver las instituciones que cuentan con Programas de Posgrado en Biotecnología ver el Anexo 6.

### **4.3.3 Empresas Trabajando con Biotecnologías**

Empresas de los sectores agrícola y pecuario

Dentro del grupo de las empresas productoras de altos volúmenes se encuentran los ingenios azucareros que producen alcohol (sector materias primas) por fermentación de azúcar. La tecnología empleada en el proceso, en términos generales, no ha sido modificada de formas integral desde hace mucho tiempo. La biotecnología aplicada al sector agrícola está siendo apenas explorada por algunos ingenios. En cuanto a la búsqueda para la

mejora de sus cultivos por medio de la biofertilización se identificó sólo un ejemplo, en un proyecto de colaboración del Centro de Investigación sobre Fijación del Nitrógeno de la UNAM, el Colegio de Posgraduados y algunos ingenios de Veracruz.

Algunas empresas productoras de tequila también han explorado alternativas para propagación de agave con Centros de Investigación del país como el CIATEJ y el CINVESTAV-I.

En el presente año el CICY ha llevado a la práctica algunos de sus desarrollos tecnológicos al establecer una Bio-fábrica (proplanta) primera en su tipo en México que, por métodos In-vitro Ha logrado concretar proyectos productivos con empresas como Bioquimex, con Cempazúchitl; Tequila Herradura, con agave tequilaza y la Unión de Productores de Henequén, entre otros.

En publicaciones previas sobre la Industria Biotecnológica (De la Torre, 1996; Brockmann, 1997; Ortega, et al, 2000), se identificaron 27 empresas:

Química Agronómica de México (bactericidas). Cuatro empresas productoras de Bioplaguicidas: (Biótica, Biotecnic, Agrobiológicos del Noreste e Internacional Química de Cobre-que produce en el CINVESTAV-D.F.

Tres productoras de Biorreguladores (Grupo Bioquímico Mexicano, Laboratorios Agroenzimas, y Productos Químicos de Chihuahua). De Diagnóstico (Tropigen); Inoculantes (Buckman Laboratorios y Química Lucava);

Quince empresas que producen plantas y/o plántulas (Agromod, Bioingeniería Mexicana, Centro de Desarrollo Tecnológico Tezoyuca (de los fideicomisos instituidos en relación con la agricultura FIRA), Centro Internacional de Investigación y Capacitación Agropecuaria CIICA, Evergreen Invernadero, Gen Agrocultivo, Gota de Vita, Grupo Agrícola Joel, Grupo Biotecnológico Marsan, Invernamex, Rancho la Joya, Rancho Providencia, Visaflor, Viveros El Morro y Vivi Tolula) y el Centro de Biotecnología de Sabritas (semillas mejoradas).

Las empresas de este sector utilizan principalmente tecnología de cultivo de tejidos (52 por ciento) para la propagación de plantas ornamentales, hortalizas y frutas; la mayoría empezó sus operaciones en la última década y son empresas pequeñas con ingresos anuales de entre dos y diez millones de pesos. El 33 por ciento de las empresas en el sector agrícola utilizan técnicas de fermentación para la elaboración de bioplaguicidas, esta tecnología también es utilizada por las cuatro empresas que producen biorreguladores.

Las empresas dentro del ramo agrícola que están orientadas a la producción de plántulas y plantas de todo tipo, trabajan aspectos como propagación de la papa y producción de ornamentales.

Algunos de los plaguicidas que se producen en México son los formulados con base en *Trichoderma harzianum* y en *Bacillus thuringiensis*, entre los biorreguladores que se fabrican se encuentran el ácido giberélico, auxinas y citocianinas; dentro de los inoculantes destaca el *Rhizobium japonicum*.

Filiales de empresas productoras de agroquímicos como Novartis, Aventis y Monsanto comercializan productos biotecnológicos pero no tienen capacidad de producción instalada en el territorio nacional. La empresa transnacional Grupo Savia realiza su investigación y desarrollo en el extranjero.

En el sector pecuario se identificaron 12 empresas que, en su mayoría, elaboran sus productos con tecnología de fermentación. En este grupo están las productoras de vacunas, bacterianas y/o productos químicos como Avilab, Bio-Zoo, Biotell, Boheringer Ingelhiem Vetmedica; en Investigación aplicada: Litton, Productora Nacional de Biológicos Veterinarios (Pronabive), Química Hoechst de México y Tokio; Prebióticos: Levamex; Antibióticos, Productos farmacéuticos y Bacterinas: Productora Química Veterinaria (Proquivet). Existen también varias empresas familiares, en las rancherías, que producen sus propias vacunas y que tienen cinco o seis empleados.

## Sector Agrícola

1996 .- 27 empresas: 1 de bactericidas, 4 de bioplaguicidas, 3 de biorreguladores, 15 que producen plantas o plántulas, 1 de diagnóstico y 1 de inoculantes.

Empresas Biotecnológicas en el Sector Agrícola por Tipo de Producto		
Producto	Número de Empresas	Porcentaje
Bactericidas	1	3.7
Diagnóstico	1	3.7
Inoculantes	2	7.4
Plantas, plántulas y otros	15	55.5
Biorreguladores	3	11.1
Bioplaguicidas	4	14.8
Semillas mejoradas	1	3.7
Total	27	100

<b>Características de las Empresas en el Sector Agrícola</b>				
Tecnología Empleada	Número de Empresas	Porcentaje en el Sector	Ventas Anuales (millones de pesos)	Número de Empleados
Tecnología de Fermentaciones	9	33	15-20	Entre 100 y 200
Cultivo de Tejidos	16	60	2-10	50
No reportado	2	7		
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100</b>		

Cuadro elaborado con información de: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI. Francisco Bolívar Zapata. CFE-CONACYT 2002 México.

### **Sector Pecuario**

En el Sector Pecuario se identificaron 12 empresas que, en su mayoría elaboran productos con tecnología de fermentación.

En este grupo están las productoras de vacunas, bacterinas y / o productos químicos, Antibióticos, productos farmacéuticos y bacterinas.

<b>Empresas Biotecnológicas en el Sector Pecuario por Tipo de Producto</b>		
Producto	Número de Empresas	Porcentaje
Antibióticos, Farmacéuticos y Bacterinas	1	8.3
Probióticos	1	8.3
Vacunas y Bacterinas	9	75.1
Vacunas y reactivos de Diagnóstico	1	8.3
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>100</b>

<b>Empresas Biotecnológicas en el Sector Pecuario por Tecnología Empleada</b>			
Tecnología Empleada	Número de Empresas	Porcentaje del Sector	Monto Ventas (millones de pesos)
Tecnología de Fermentaciones	8	67	Hasta 30 millones
No reportado	4	33	
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>100</b>	

Cuadro elaborado con Información de: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI. Francisco Bolívar Zapata et al. CFE-CONACYT 2002 México.

## Empresas en el sector medio ambiente / control de la contaminación

Las empresas que atienden este mercado son alrededor de 150. De éstas, aproximadamente 110 utilizan biotecnologías para el tratamiento de efluentes líquidos y gaseosos o para la biorremediación de suelos contaminados. La identificación de estas empresas está limitada por la disponibilidad de información y porque las mismas no se consideran empresas biotecnológicas.

Empresas como ICA, Bufete Industrial y Atlatec (empresa del grupo CYDSA), forman parte del grupo que cuenta con procesos biológicos como parte de los servicios ofrecidos, además de la construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas, algunas de ellas en colaboración con entidades de investigación de otros países.

Otros grupos de micro y pequeñas industrias de consultoría y construcción han licenciado tecnología de universidades relacionadas con procesos de tratamiento de agua por vía aerobia y anaerobia, así como para tratamiento de suelos y aire contaminados. Un grupo de estas empresas cuenta con infraestructura para control y desarrollo, y otro tiene que apoyarse en laboratorios universitarios.

Con la excepción de Atlatec, las empresas de este sector son micro y pequeñas compañías encargadas de dar asesoría para el tratamiento de aguas residuales. La mayor parte de ellas se han establecido en la última década. Las compañías Ecología Redituable e IB Tech, han tenido contacto con el Instituto de Ingeniería de la UNAM.

En 1986 se integró un grupo de investigación con personal del Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo y Cooperación (ORSTOM) y la UAM- Iztapalapa para la investigación conjunta sobre el tratamiento de agua. Uno de los resultados de esta cooperación fue la patente 178723 "Procedimiento de Cultivo de Microorganismos en un medio sólido constituido por un soporte sólido absorbente comprensible y no fermentable" a nombre de ambas instituciones.

Asimismo, como producto de actividades de investigación conjunta, el grupo Cydsa obtuvo la patente 178497 "Proceso Biológico para la Eliminación de los compuestos de azufre presentes en mezclas de gases". Cydsa ha diseñado plantas para el tratamiento de emisiones gaseosas incluso en Estados Unidos.

Las patentes a nombre de la UNAM (Instituto de Ingeniería) y la UAM - Iztapalapa, han sido transferidas a empresas consultoras mexicanas: Descontaminación y Forza (Empresas fuera de operación), IMASA, Energía y Ecología, TACSA, Eco Red, e IB Tech (Noyola 1999).

Las empresas Eteisa y Latinoamericana de Ingeniería están clasificadas como entidades de consultoría para estudios de diagnóstico ambiental y restauración de ecosistemas. Entre las compañías dedicadas al tratamiento de aguas se identificaron: Atlatec también tratamiento de efluentes gaseosos), BIMEXA (que proporciona asimismo, asesoría para tratamiento de suelos), Biotecnología Ambiental , ECCASIV, Eco Ingeniería, Eco Red, Energía y Ecología, IB Tech, Ico, IMASA, Proyectos y Sistemas Ambientales, Rins, Sanimex Montiel del Sureste, Sistemas de Ingeniería Ambiental, Sistemas Integrales de Tratamiento de agua y Tierra, SQI Consultores Ambientales (también tratamiento de gases), TACSA, Tecodesa y Asociados, y Territorio y Medio Ambiente. Kleinfelder de México, Servicios y Productos Internacionales, y Germen.S.A. de C.V. son empresas dedicadas al tratamiento de suelos contaminados.

<b>Empresas en el sector medio ambiente / control de la contaminación por Tecnología Empleada</b>		
Tratamiento de Efluentes Líquidos	Tratamiento de Aguas por vía Aerobia y Anaerobia. Tratamiento de aguas residuales	Construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas.
Tratamiento de Efluentes gaseosos	Tratamiento de aire contaminado. Plantas para tratamiento de emisiones gaseosas.	
Biorremediación de suelos contaminados	Tratamiento de suelos	
Estudios de Diagnóstico Ambiental		
Restauración de Ecosistemas		
Generación de vacunas		
<b>Total</b>	<b>150</b>	

Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el siglo XXI FCE-CONACYT 2002, México

Con relación a este sector, la Secretaría de Economía informó a la Cámara de la Industria Químico Farmacéutica, la existencia de 204 empresas en el ramo, incluyendo algunas que producen farmacéuticos veterinarios. La mayor parte de estas empresas formula sus productos y no cuenta con procesos relacionados con la biotecnología. Tres de las empresas citadas por el SIEM sí trabajan en áreas relacionadas con Biotecnología y son: Probiomed, Laboratorios Silanes y el Instituto Bioclón. Adicionalmente puede mencionarse a Sinbiotic S.A. y el Instituto Nacional de Higiene de la SSA.

Ninguna de las 13 compañías biotecnológicas relacionadas con el Sector Salud / Químico Farmacéutico analizadas en este estudio, presentaron solicitudes de patente en México entre 1991 y agosto de 2000 (Banapa 2000), ni tampoco cuentan con patentes concedidas. Estas empresas son: Beecham Smith - Kline, Cynamid, Fermic, Fersinsa, Gist Brocades y Gist Brocades Industrial Pharmaceuticals de México, Instituto Bioclón, Instituto Nacional de Virología( que comercializa sus vacunas a través de Laboratorios Biológicos y Reactivos Birmex), Laboratorios Columbia, Laboratorios Silanes , Lemery y Probiomed.

Las empresas Instituto Bioclón y Laboratorios Silanes han establecido convenios de colaboración y desarrollo con la UNAM (Instituto de Biotecnología, Instituto de Investigaciones Biomédicas y la Facultad de Medicina). Probiomed colabora con el Instituto de Biotecnología de la UNAM y con la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Nuevo León para la transferencia de tecnología para la producción de hormonas humanas recombinantes.

Empresas del Grupo Benavides se fusionaron con Gist Brocades para optimizar el proceso de producción de penicilina G, el cual es producido por la empresa Fersinsa Gist Brocades (Antes Centro Bioquímico Industrial Cibiosa). En el sector de los antibióticos destaca el cierre de cuatro grandes empresas: Glaxo, Ciba Geigy, Upjohn y Abbott.

En la Industria farmacéutica se proponen, al menos, cuatro opciones por medio de las cuales esta industria mexicana puede entrar de lleno a la biotecnología moderna:

- a) Con una estrategia de "buen seguidor" fabricando productos cuyas patentes ya hayan vencido.

---

<sup>18</sup> Con información de:

Bolívar Zapata Francisco, Biotecnología Moderna para el Desarrollo Futuro de México en el Siglo XXI. Retos y Oportunidades. Fondo de Cultura Económica-CONACYT.2002  
Prospectiva Tecnológica Industrial de México 2002-2015 Sector Biotecnología. CONACYT-ADIAT- Consejo de Desarrollo Tecnológico y Científico de Nuevo León. 2001.

- b) Atendiendo nichos de mercado autóctonos con potencial mundial y/o en los que ya existe una larga tradición y experiencia en el país
- c) Con un desarrollo parcial de nuevas moléculas y tecnologías que puedan transferirse a empresas que puedan desarrollarlas.
- d) Estableciendo mecanismos mediante los cuales las empresas comercializadoras de productos importados se obliguen, en un plazo corto, a producir en el país los productos que importan.

En este sector existen 13 empresas biotecnológicas, incluyendo algunas que producen productos veterinarios.

Producen vacunas, hormonas humanas recombinantes y antibióticos.

#### Empresas en el sector de alimentos y de materias primas

No todas las empresas incluidas en las fuentes consultadas desarrollan procesos biotecnológicos y, en este sector, de las 19 empresas seleccionadas, siete trabajan con procesos tradicionales para la elaboración de bebidas alcohólicas. Las empresas más representativas en este rubro son: Bacardí, Domeq, Vergel, Cuervo, Sauza y las cervecerías Modelo y Cuauhtémoc –Moctezuma.

Adicionalmente se identificaron 12 empresas que utilizan procesos biotecnológicos: Ácidos Orgánicos (levadura para panificación); dos productoras de extractos: Bioextracto y Laboratorios Mixim; Pigmentos de Origen Vegetal: Bioquimex Reka, y que ha colaborado con la UNAM en procesos enzimáticos para la extracción de colorantes vegetales y con el CICY en micropropagación de plantas de las que extraen los pigmentos; en Asesoría: Biotec Latinoamericana ; Hay tres productoras de probióticos: Yakult, Derilán y el Grupo Prolesa; Enzimas: Enmex; Aminoácidos por Fermentación: Fermentaciones Mexicanas; Ácido Cítrico por fermentación: Mexicana, S.A. de C.V.; Aspartame: Enzymóloga.

El Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM) informa que 15 empresas cerveceras ubicadas en varios estados de la República (cuatro del grupo Modelo y ocho del grupo Cuauhtémoc – Moctezuma, entre otras). Las empresas más representativas de este grupo son empresas grandes con más de 250 empleados, y son, en general, compañías poco innovadoras en cuanto a sus procesos de producción.



Destacan en la producción de bebidas alcohólicas, las empresas Bacardí y Co. La cual contrató los servicios tecnológicos de la UNAM para la caracterización bioquímica y genética de sus cepas y para un proceso de optimización de inóculos, y la Casa Pedro Domeq, S.A. de C.V. estas compañías en la actualidad no desarrollan investigación y desarrollo en el campo de la biotecnología y no tienen relación con instituciones de investigación.

Nueve de las empresas identificadas tienen ventas anuales superiores a los 20 millones de pesos. Algunas de las productoras de bebidas alcohólicas reportan ventas menores a los dos millones de pesos.

Otra empresa importante en este sector –aunque no es considerada una empresa biotecnológica- es Maseca, que emplea una fórmula enzimática para alargar la vida de anaquel de la tortilla. Esta empresa utiliza en su proceso una tecnología desarrollada por el Instituto de Biotecnología y la Facultad de Química de la UNAM, licenciada a la empresa Proveedor Internacional de Químicos S.A. de C.V., la que a su vez cuenta con asesoría en tecnología enzimática de la facultad de Química de la UNAM.

Además de las empresas mencionadas, hay en nuestro país otras en la industria Láctea que elaboran derivados de productos lácteos como quesos, yogurt y prebióticos. El SIEM reporta 133 empresas en la Cámara Nacional de la Leche, pero todas ellas utilizan procesos biotecnológicos tradicionales y ninguna utiliza biotecnologías modernas. Brockmann (1977) informa de 430 empresas que hacen derivados lácteos.

En 1997 se identificaron en nuestro país 70 empresas productoras de bebidas alcohólicas y 430 empresas productoras de derivados de productos lácteos.

La biotecnología moderna<sup>19</sup> en la industria alimentaria se encuentra en las primeras etapas de un probable desarrollo de tipo exponencial. Después de las proteínas terapéuticas en la industria farmacéutica primero y posteriormente de las plantas transgénicas en la producción agrícola, la industria alimentaria y la química se verán beneficiadas de productos de tercera generación resultado de las nuevas tecnologías.

Esto no quiere decir que el efecto hasta ahora sea despreciable, ya que una amplia gama de procesos y productos han llegado al mercado como resultado de la modificación genética de microorganismos y de la manipulación de la estructura de sus proteínas.

---

<sup>19</sup> Con información de Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI. Francisco Bolívar Zapata. FCE. CONACYT. 2002

De igual forma, en el último lustro la biotecnología moderna ha llegado a la industria alimentaria con las plantas transgénicas como insumos. En este sentido, la industria alimentaria enfrenta una encrucijada debido a la posición radical de algunos sectores de la sociedad contra las plantas transgénicas en México y en Europa fundamentalmente. Esto ha llevado a algunas agroindustrias importantes a rechazar el consumo de productos agrícolas de la biotecnología moderna, e incluso de productos derivados de su procesamiento. El futuro de la industria alimentaria se verá afectado, al menos en el corto plazo, por la actitud que industria, gobierno y sociedad adopten en relación con los productos agrícolas modificados genéticamente.

Una peculiaridad natural y, en cierta medida, culturalmente necesaria de la industria alimentaria, es su carácter conservador, ya que debe responder al gusto, necesidad, hábitos y cultura de los consumidores y, si bien la globalización y la mercadotecnia han hecho mucho en sentido contrario, en términos generales los productos más importantes de la llamada "biotecnología alimentaria" se ubican dentro de la llamada biotecnología tradicional. Estos productos corresponden también a importantes renglones de la alimentación como lácteos y derivados, panificación, bebidas alcohólicas, y de manera creciente, la industria del maíz y de los edulcorantes.

Aunque por su tamaño y volumen de ventas estas industrias podrían contar con una sólida base tecnológica y desarrollos propios, la investigación y desarrollo en ellas es limitado y está asociado fundamentalmente al control de calidad o a mejoras y a modernización de los procesos, en el mejor de los casos, pero con escaso espacio para la innovación y el diseño de nuevos productos.

Por otra parte, como consecuencia de la apertura de mercados, la industria alimentaria se encuentra, cada vez más, directa o indirectamente, dominada por las grandes compañías transnacionales.

En un informe Internacional realizado industria química en general, se registran ventas por un total de 397 000 millones de dólares en 1999 por las 50 empresas líderes en el mercado. Dentro de las 10 primeras, con ventas por arriba de 10 000 millones de dólares anuales, se encuentran grandes compañías con fuerte presencia en el ramo agroindustrial como BASF, Dupont, Bayer, ICI y Rhone Poulenc.

El 54% de las ventas corresponden a empresas europeas, 32% a empresas norteamericanas, 10% a japonesas y 4% a empresas del resto del mundo.

BASF es la segunda empresa en ventas de aditivos para alimentos, así como aminoácidos y vitaminas para la alimentación animal con unas ventas estimadas en 5 000 millones de dólares.

Otras empresas en el Sector de Aditivos Alimentarios son: Roche, Degussa, Novas y Archer Daniels Midland (2000).

Destaca también la empresa agroindustrial Unilever, probablemente la más grande en el ramo.

A pesar de esta situación, debido a las características locales de muchas materias primas empleadas por la industria alimentaria, de los procesos y los hábitos de consumo, siguen existiendo nichos importantes de mercado. Las oportunidades en este sector para pequeñas y medianas industrias son variables y dependerán, en buena medida, de la evolución y estructura de los mercados. Tal es, por ejemplo, las industrias del tequila, del mezcal y de otras bebidas del agave, de los productos fermentados de maíz, de colorantes naturales y de materias primas vegetales de gran potencial como aditivos tales como colorantes, capsaicina (chile), vainillina y otros compuestos aromáticos, por citar sólo unos ejemplos.

En México existen apenas poco más de 70 compañías biotecnológicas, sin incluir más de un centenar dedicadas a la producción de bebidas alcohólicas y 400 a la elaboración de productos lácteos, responsables de cerca de un centenar de productos netamente biotecnológicos que son fabricados en México.

En el Directorio "Biotecnología en México" publicado por la Iniciativa Canadá-América Latina de Biotecnología para el Desarrollo Sustentable, se reportan 46 empresas, de las cuales sólo 6 son del área de alimentos. En estas se encuentra la empresa Enzymóloga S.A. de C.V. que en 1996 produjo el aminoácido fenilalanina para la producción del edulcorante Aspartame.

Paradójicamente, la única empresa sobreviviente dentro del ramo que corresponde a la producción de Enzimas, Enmex S.A., mantiene sus mercados bajo el atractivo de que se trata de enzimas elaboradas por microorganismos no transgénicos.

En este trabajo se detectaron alrededor de 100 empresas que están trabajando con Biotecnologías y de estas solo 19 quedaron clasificadas dentro del sector alimentos y materias primas, siete están relacionadas con la producción de alcohol y son una nuestra muy limitada del numero muy alto de empresas que pertenecen al sector tradicional de la Biotecnología, (alcohol y lácteos) entre otros.

Para una visión de conjunto se recomienda revisar el Anexo 3.<sup>20</sup>

---

<sup>20</sup> Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI. Francisco Bolívar Zapata et al. FCE-CONACYT 2002- México

## EMPRESAS QUE ESTÁN EMPLEANDO BIOTECNOLOGÍAS (2003)

SECTOR	NÚMERO
Agrícola	27
Pecuario	12
Alimentos y Materias Primas	19
Medio Ambiente/Control de la Contaminación	150
Salud/Químico Farmacéutico	13
Total	221

Cuadro elaborado con información de Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI. Francisco Bolívar Zapata et al FCE-CONACYT  
Directorio 2000 de la Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico A.C y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

### 4.3.4 Proyectos de investigación en biotecnología

En el país la mayor parte de los proyectos en biotecnología son apoyados con los recursos propios de las instituciones, sin embargo estos recursos no son suficientes por lo que la mayor parte de ellas someten propuestas de trabajo a diferentes instancias para la obtención de recursos adicionales. La principal fuente de estos recursos es el CONACYT, mediante diferentes programas que se indican a continuación.

La Dirección Adjunta de Ciencia ha financiado 167 proyectos de Investigación con duración de 1 a 5 años. Con un monto total de 100 millones de pesos.

En el año 2000 el CONACYT aprobó 25 proyectos de instalación con un monto aproximado de 1 millón 750 mil pesos.

En los últimos tres años la Dirección Adjunta de Desarrollo Científico y Tecnológico Regional ha apoyado el desarrollo de 200 proyectos por medio de los diferentes fideicomisos establecidos.

En 1999 se aprobaron 46 proyectos. En el año 2000, mediante una convocatoria para proyectos en biotecnología se apoyaron 12 proyectos de un total de 40 que fueron sometidos a evaluación.

Con la convocatoria "Identificación y selección de campos nuevos, emergentes o rezagados en investigación básica y aplicada" se aprobaron en los años 1999 y 2000 cuatro proyectos multi-institucionales

**Proyectos Apoyados por el CONACYT en el área de Biotecnología  
(1999-2000) <sup>21</sup>**

Concepto	Número
Dirección Adjunta de Ciencia	167
Proyectos de Instalación	25
Dirección Adjunta de Desarrollo Científico y Tecnológico Regional	200
En el año 1999	46
Por la Convocatoria "Apoyo para desarrollar Proyectos de Investigación y Desarrollo Tecnológico en el campo de la Biotecnología"	12
Con la convocatoria "Identificación y Selección de Campos Nuevos, Emergentes o Rezagados en investigación Básica y Aplicada"	4
<b>Total</b>	<b>450</b>

Para una visión de conjunto se recomienda revisar el Anexo 4.

#### **4.3.5 Instituciones que desarrollan biotecnología en México**

##### **Dependencias con participación intermedia en biotecnología**

En este grupo se integran dependencias que desarrollan actividades en el campo de la biotecnología, con las siguientes características:

- Cuentan con al menos con tres grupos en proyectos de investigación y/o desarrollo en el campo de la biotecnología, varias de ellas son instituciones que desarrollan investigación con gran reconocimiento nacional e internacional en otros campos.
- Publican parte de sus trabajos en revistas nacionales e internacionales.
- Participan en la presentación de resultados en reuniones científicas.
- Cuentan con más de un laboratorio para el desarrollo de proyectos en biotecnología o participan con otros investigadores de instituciones similares en proyectos relacionados.
- Hay investigadores reconocidos por el S N I, en áreas relacionadas con la biotecnología.

<sup>21</sup> Con información del Sistema Integrado de Información Científica y Tecnológica. CONACYT.

- Cuentan en su mayoría con programas de postgrado, varios de ellos reconocidos en el padrón de excelencia del CONACYT, en áreas relacionadas con la biotecnología.
- Algunas instituciones desarrollan tecnología para la solución de problemas sociales.

En general participan en al menos dos de los sectores relacionados con la biotecnología, con excepción del instituto de ingeniería de la UNAM, sin embargo este grupo es de gran importancia por las numerosas colaboraciones con empresas y porque han participado en la generación, desarrollo y transferencia de tecnología a empresas de ingeniería en el grupo se encuentran 27 dependencias en 15 instituciones, tal como se muestra en el Anexo 7.

### **Dependencias que desarrollan sólo algunos proyectos de investigación en biotecnología**

Este grupo esta integrado por dependencias con participación más reducida en el campo de la biotecnología y presentan algunas de las siguientes características:

- Tienen al menos a un grupo reconocido dedicado a proyectos dentro del campo de la biotecnología; la mayor parte de ellos son instituciones que participan en proyectos que potencialmente pueden contribuir a la solución de problemas de importancia en la región geográfica donde se ubican.
- Participan en la presentación de resultados en reuniones científicas y publican al menos una parte de sus contribuciones científicas en revistas especializadas del área.
- Cuentan al menos con un laboratorio para el desarrollo de sus investigaciones y proyectos en biotecnología o participan con investigadores de otras instituciones con proyectos relacionados.
- Hay investigadores reconocidos, algunos en el S N I
- Algunos de ellos han participados en actividades de vinculación con las empresas.
- Cuentan con programa de formación de recursos humanos de nivel de posgrado, relacionados con la biotecnología.

En este grupo se encuentran 56 dependencias, en diferentes instituciones como se muestra en el Anexo 8.

De las 98 dependencias de diferentes instituciones que desarrollan investigaciones en biotecnología, 15% se clasifican dentro del primer grupo, 28% son consideradas como identidades de nivel intermedio, el mayor número de las entidades que corresponden a 57%, están localizadas en el tercer grupo, ya que estas dependencias trabajan con uno o dos grupos en investigación en biotecnología.

Entre 1996 – 2000, se fundaron 43 universidades tecnológicas; sin embargo las de Tecamac y Morelia imparten la licenciatura en biotecnología y las de la Huasteca Hidalguense y la de Izúcar de Matamoros imparten la carrera de agro biotecnología. Solo la Universidad del la Huasteca Hidalguense a obtenido apoyo de los sistemas regionales del CONACYT para el desarrollo de proyectos para el desarrollo de la utilización de hongos en el control de plagas y micorrizas para estimular el crecimiento vegetal.

Para consultar éstas dependencias consultar el Anexo 8.

### Análisis por sector

Con base en el análisis efectuado en las 98 dependencias de diferentes instituciones que desarrollan investigación y desarrollo tecnológico en biotecnología y como se puede observar en el siguiente cuadro

Sector	GRUPO			Total
	Primer grupo	Segundo grupo	Tercer grupo	
Agrícola	12	13	35	60
Pecuario	4	5	4	13
Alimentos / materias primas	10	6	13	29
Marino	3	3	3	9
Medio ambiente / control de la contaminación	6	6	7	19
Salud/químico farmacéutico.	5	8	16	29

Es posible señalar que el mayor porcentaje de ellas, 60% desarrollan investigación en el sector agrícola, 30% en el sector alimentos/materias primas y 29% en el sector salud. En menor proporción se encuentran instituciones que desarrollan investigación en el sector pecuario (13%), medio ambiente/control de la contaminación (19%) y marino (9%). A continuación se presenta un análisis para los sectores agrícolas y alimentos/materias primas.

### Sector agrícola

En el país existen 60 dependencias de diferentes instituciones que llevan a cabo investigaciones en biotecnología agrícola, sin embargo, la mayor parte de ellas (39) desarrollan solo algunos proyectos de investigación en este campo.

Solo cinco entidades que desarrollan investigación con posible impacto en el sector, se encuentran clasificadas en el primer grupo: CINEVESTAV-I, CIMMYT, el Instituto de Biotecnología de la UNAM, INIFAP, Y EL CICY. Las actividades desarrolladas por estas entidades tienen las siguientes características:

- Desarrollan investigaciones para generar conocimiento de frontera y para su aplicación en el desarrollo de tecnología biológica.
- Las investigaciones se encuentran orientadas, en la mayor parte de los casos, a la generación de plantas resistentes a condiciones climáticas drásticas, a herbicidas, y a vegetales que permiten la sobreproducción de alimentos nutricionales, así como en la identificación y diseño de nuevos bioinsecticidas y producción de los mismos.

Este primer grupo de instituciones, cuyo trabajo tiene un posible impacto en el sector agrícola, está en relación con los usuarios finales de las posibles tecnologías generadas, en al menos en algunos proyectos. También cuentan con colaboración de instituciones académicas y otros organismos de nivel nacional e internacional y, en muchos casos, con recursos parciales para el desarrollo de algunos proyectos proporcionados por organismos nacionales, extranjeros y/o empresas.

En el segundo grupo se encuentra el CINEVESTAV-D.F., el CIATEJ, el CIAD, El colegio de postgraduados de la Universidad Autónoma de Chapingo, la Universidad de Nuevo León, (dos facultades), el dentro sobre investigaciones de la fijación de Nitrógeno de la UNAM, entre otros. Estas instituciones se caracterizan por lo siguiente:

- Cuentan con varios grupos de investigación, (con al menos con cinco grupos de investigación) que trabajan en proyectos de biotecnología.



- Desarrollan sobre todo investigación aplicada, con excepción del Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno de la UNAM, que desarrolla más investigación básica de frontera), en al menos dos de las siguientes líneas de investigación: propagación de especies vegetales, mejoramiento genético, biofertilizantes y biopesticidas entre otros.
- Han desarrollado actividades en colaboración con empresas nacionales.

El tercer grupo que cuenta con identidades en la investigación en biotecnología con posible impacto en el sector agrícola esta integrado por entidades que:

- Cuentan con al menos con dos grupos de investigación.
- Desarrollan investigación en al menos una línea de investigación mencionadas en el grupo anterior, pero particularmente trabajan en el grupo de tejidos, producción de biopesticidas o biofertilizantes.
- En la mayoría de los casos cuentan con poca infraestructura para la investigación, con excepción del centro de Biotecnología Genómica del IPN, que se considero dentro de este grupo y esta iniciando actividades.

La siguiente figura muestra la participación de estos grupos dentro de la participación del sector.



## Sector de alimentos y materias primas

En este sector se ubican 29 dependencias de diferentes instituciones que trabajan en varios proyectos de investigación y desarrollo de tecnologías para la producción en la industria de alimentos o productos intermedios, tales como enzimas, colorantes, edulcorantes y polisacáridos entre otros. No se consideran aquí productos para la salud humana ni animal.

También se incluyen en este grupo las dependencias que trabajan en la optimización y/o diseño de procesos biotecnológicos.

El conjunto de instituciones identificadas en un primer grupo, que llevan a cabo investigación en biotecnología en alimentos y materias primas, lo constituyen el centro de investigación y en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD), el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño en el Estado de Jalisco (CIATEJ), la Facultad de Química de la UNAM y el Instituto de Biotecnología de la UNAM.

Los elementos considerados para la determinación del grado de impacto de las instituciones en este sector se indican a continuación:

- Cuentan en su mayoría, con al menos con cinco grupos de investigación o equipos interdisciplinarios, que llevan a cabo proyectos con generación y/o aplicación de técnicas modernas de la biotecnología.
- Tienen una amplia gama de líneas de investigación y de proyectos desarrollados.
- Cuentan con la experiencia en la generación de conocimientos de frontera y aplicación potencial en la elaboración de diferentes productos y/o procesos.
- Cuentan con la infraestructura física indispensable para la realización de su trabajo.
- Han desarrollado procesos para la industria y en algunos casos cuentan con procesos y/o productos en el mercado.
- Llevan a cabo colaboración con entidades nacionales y extranjeras.
- Tienen alto potencial de respuesta para el diseño de nuevos productos y/o procesos.

Las dependencias de diferentes instituciones que integran el segundo grupo, presentan en lo general las siguientes características:

- Hay poca variación, tanto en las líneas de investigación como en los proyectos desarrollados.

- Cuentan con la capacidad para la generación de conocimiento de frontera, particularmente en el desarrollo de procesos.
- Han desarrollado actividades en colaboración con empresas.
- Algunas llevan a cabo colaboración con entidades nacionales y extranjeras.

Las entidades del tercer grupo, presentan las siguientes características:

- Desarrollan solo algunos proyectos en biotecnología.
- Cuentan con poca infraestructura.
- Se han especializado solo en algunas áreas, como en la identificación de enzimas de aplicación industrial y en la selección y caracterización de los organismos que las producen.<sup>22</sup>

#### Sector salud / químico farmacéutico<sup>23</sup>

Se requiere que la investigación nacional contribuya a la instrumentación y generación de nuevas tecnologías en esta área, con el propósito de iniciar y consolidar la producción de insumos que sustituyan a los que actualmente importamos, así como para la producción de medicamentos genéricos. En esta área es importante analizar con cuidado la experiencia de empresas mexicanas como Silanes y Probiomed, que han realizado investigación y desarrollo con base en la colaboración academia- industria y han logrado producir, de manera exitosa, proteínas recombinantes y establecer estos productos en el mercado nacional, es importante también señalar que la investigación realizada en este campo puede contribuir con productos innovadores de interés local e internacional, ya que el nivel tecnológico y científico requerido existe en nuestro medio, además de las posibilidades que ofrece el aprovechamiento de la biodiversidad mexicana.

En México debiera considerarse como prioritaria la producción de insulina, debido a la alta frecuencia de la diabetes en nuestra población, así como de heparinas de bajo peso molecular, útiles en la prevención de eventos trombóticos asociados a dos de las principales causas de mortalidad en el país: el infarto agudo del miocardio y la enfermedad vascular cerebral.

---

<sup>22</sup> Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el siglo XXI Francisco Bolívar Zapata et al. FCE-CONACYT 2002 México

<sup>23</sup> Francisco Bolívar Zapata (compilador). Biotecnología Moderna y su Desarrollo en el Siglo XXI en México. FCE-CONACYT. México 2002.

Deben también evaluarse de manera cuidadosa las proteínas que actualmente importamos con la finalidad de determinar su utilidad desde una perspectiva costo / beneficio, con el objeto de elegir racionalmente las mejores opciones.

México tiene una larga e importante tradición en la producción de vacunas esenciales para las enfermedades inmunoprevenibles más frecuentes, además, en la Ex -Gerencia de Biológicos y Reactivos, ahora Bimex, están trabajando actualmente en el diseño y elaboración de vacunas para prevenir las enfermedades más frecuentes como son: dengue, cáncer cérvico-uterino y enfermedades gastrointestinales como las causadas por rotavirus, salmonella, amibas y Escherichia coli. Las investigaciones, que se están realizando en México por grupos de la UNAM, CINVESTAV, IMSS y los institutos Nacionales de Salud, incluyen caracterización de proteínas relevantes, empleo de oligosacáridos para interferir con el acoplamiento de agentes infecciosos con las células blanco, el desarrollo de vacunas en plantas, etc. Asimismo, existen varios grupos que tienen experiencia en ensayos clínicos de fase dos y de nuevos abordajes de inmunización, como es la aplicación de vacunas por las mucosas.

El desarrollo de vacunas debe ser considerado como un proyecto de alta prioridad en salud pública. En el desarrollo de éstas es importante considerar las variaciones genéticas de los agentes infecciosos que afectan a nuestra población y diseñar vacunas acordes a dicha diversidad. Es clara la importancia de prevenir enfermedades que representan todavía un problema de salud pública para México como son: hepatitis, tuberculosis, enfermedades respiratorias y paludismo, debe también considerarse al virus de inmunodeficiencia humana y al citomegalovirus, entre las prioridades regionales es necesario tomar en cuenta enfermedades como chagas, cólera, leishmaniasis, cisticercosis y lepra, así como los problemas causados por alacranismo y otros animales venenosos.

Las técnicas diagnósticas modernas están fundamentadas en el uso de anticuerpos monoclonales o en la hibridación de ácidos nucleicos. El uso de anticuerpos monoclonales en ensayos diagnósticos ha sido hasta ahora el de mayor aplicación debido a la simplicidad de la metodología utilizada y continúa desarrollándose de manera intensa.

Un método basado en la reacción en cadena de las polimerasa (PCR) el cual permite la detección directa del patógeno mediante la amplificación de un fragmento del genoma del agente infeccioso, este método y sus variantes, como la reacción en cadena de la ligasa (LCR) , el polimorfismo conformacional monocatenario (SSCP) y la secuenciación de ácidos nucleicos, permiten detectar mutaciones puntuales, por lo que cualquier enfermedad que se caracterice por la presencia de DNA extraño (de un microorganismo invasor) o de DNA mutado (enfermedades hereditarias, polimorfismos genéticos) se puede diagnosticar con estas metodologías.

El uso de Biochips de DNA, en conjunto con la hibridación de ácidos nucleicos, será de gran importancia para determinar la presencia de mutaciones en genes particulares (Diehn et al, 2000) y se puede prever que se establecerá como método estándar de análisis en laboratorios de investigación y laboratorios de diagnóstico.

Es necesario desarrollar métodos que detecten la infección con VIH poco tiempo después de haber ocurrido, lo mismo para hepatitis C, tuberculosis y gonorrea. Se están empleando un número muy alto de anticuerpos monoclonales para pruebas clínicas para el diagnóstico y tratamiento del cáncer, la detección de la enfermedad de Alzheimer, la detección de necrosis en tejido cardíaco, subsecuente de infartos, etc.

En México es importante desarrollar pruebas costo-efectivas para el diagnóstico y vigilancia de enfermedades infecciosas provocadas por *Mycobacterium tuberculosis*, *Helicobacter Pylori*, *Streptococcus Pneumoniae*, *Haemophilus Influenzae*, citomegalovirus, *Ureaplasma urealyticum* y *Micoplasma Hominis*.

Es importante el desarrollo de métodos para el diagnóstico oportuno de neoplasias malignas en estados iniciales, especialmente el cáncer cérvico-uterino, el cáncer de próstata, el cáncer mamario, el cáncer de estómago y el cáncer de pulmón, en lo que corresponde a la edad adulta, y las leucemias y linfomas en el caso de los niños.

Asimismo, estrategias de diagnóstico para diabetes mellitus, insuficiencia renal y enfermedades cardiovasculares y cerebrales asociadas a arterioesclerosis.

Debe considerarse como prioridad el estudio en la población Mexicana de la variación polimórfica de aquellos alelos asociados a enfermedades genéticas como diabetes, arterioesclerosis, hipertensión, obesidad, asma y cáncer.

Con respecto al diseño y producción de fármacos, la biología molecular y las técnicas de ingeniería genética y genómica han transformado el descubrimiento de fármacos de varias maneras: por ejemplo, la clonación de genes y su expresión en bacterias permite tener acceso ilimitado a las proteínas- blanco de origen humano, o producir proteínas-blanco que son difíciles o peligrosas de aislar de sus fuentes naturales, como la proteasa del virus del SIDA, la cual se encuentra en pequeñas cantidades en el virus, y un enfoque bioquímico para su aislamiento requeriría del cultivo masivo de este patógeno.

El diseño racional de fármacos, así como la química combinatoria requieren la producción de grandes cantidades de la proteína-blanco y la determinación de su estructura a alta resolución, con esta información se puede buscar un fármaco de manera dirigida, asistido por computadora y así bloquear, por ejemplo, la interacción de un virus con su receptor celular, o la interacción no deseada de un receptor con una molécula del organismo, o bien, anular una actividad enzimática indeseable.

Es indispensable contar en México con la capacidad técnica para la detección temprana de enfermedades genéticas que resulten en tratamientos también tempranos, de particular importancia en este aspecto son las enfermedades comunes como la diabetes, la hipertensión, la enfermedad cardiovascular y las neoplasias malignas, es también necesario realizar investigación encaminada a definir mejor los perfiles de riesgo asociados a enfermedades hereditarias comunes en la población mexicana. Otra área de interés particular es la farmacogenómica, la cual permitirá mejorar la terapéutica con base en los perfiles genéticos individuales, lo cual depende, en gran medida, de la caracterización de la variación alélica de nuestra población.

Las tres áreas prioritarias que deberían apoyarse son:

- El desarrollo de vacunas
- La producción de medicamentos genéricos
- La caracterización de los alelos asociados a enfermedades genéticas y a su predisposición en la población nacional.

## INSTITUCIONES DE INVESTIGACIÓN TRABAJANDO EN BIOTECNOLOGÍA

SECTOR	NÚMERO
Agrícola	62
Pecuario	5
Alimentos y Materias Primas	8
Medio Ambiente/control de la contaminación	4
Sector salud/Químico farmacéutico	11
Total de Instituciones	90

Cuadro elaborado con información de Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI.  
Francisco Bolívar Zapata et al FCE-CONACYT  
Directorio 2000 de la Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico A.C y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

#### 4.3.6 Patentes Otorgadas en México a Instituciones de Investigación: Patentes en Biotecnología <sup>24</sup>

Para el análisis de las patentes concedidas en el área de la biotecnología, se realizó una selección de los documentos de patente y certificados de invención que fueron concedidos hasta 1999 (IMPI 2000) según la clasificación internacional de patentes en las que se ubican invenciones relacionadas con el campo de la Biotecnología (A 01G, A01N, A23C, A23J, A61K, C02F, C05F, C07G, C07H, C07J, C07K, C12M, C12P, C12Q, C12R, C12S, y G01N, International Patent Classifications, 2000), y se encontró lo siguiente:

Se identificaron 776 documentos en el campo de la Biotecnología solicitados a partir de 1980 y que no fueron concedidos hasta 1999, la participación en cuanto al número de patentes concedidas, por nacionalidad de los titulares, se indica en el siguiente cuadro:

##### Participación, por país de origen, de los titulares de patentes en Biotecnología en México

País del Titular	Número de Títulos	Porcentaje
Estados Unidos	388	50
Japón	86	11
Alemania	66	9
Suiza	55	7
México	37	5
Italia	20	3
Holanda	23	3
Francia	22	3
Gran Bretaña	15	2
Dinamarca	19	2
Otros	45	6
<b>Total</b>	<b>776</b>	<b>100</b>

Fuente: Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología 2002.

El total de Investigadores miembros del Sistema Nacional de Investigadores que están trabajando en Biotecnología son 856 (2001)

<sup>24</sup> Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI, Compilador: Francisco Bolívar Zapata. FCE-CONACYT. México 2002.

Los títulos concedidos a Mexicanos corresponden en su mayoría a instituciones de investigación, como se muestra en el cuadro siguiente, la patente 178723 es compartida por el Instituto Francés de Investigaciones Científicas (ORSTOM) y la Universidad Autónoma Metropolitana UAM-Iztapalapa (El Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial IMPI la registra como una solicitud francesa).

Las áreas de la Biotecnología en las que los inventores mexicanos han protegido desarrollos, están relacionadas con:

- La producción de proteína unicelular
- Inmovilización de enzimas.
- Procesos de fermentación (incluyendo uno con cepas recombinantes)
- Procesos enzimáticos.
- Productos para mejora de suelos agrícolas.
- Producción de inóculos para tratamiento de aguas residuales.
- Diseño de reactores
- Métodos para teñir ácidos nucleicos.
- Cultivo de microalgas.
- Purificación de antígenos (tripanosoma cruzi y taenia solium).

En el año 2000 fue otorgada la patente para el uso de salicilatos para incrementar la bioproductividad en plantas al Colegio de Posgraduados (sector agrícola)

Por sector, el mayor número de solicitudes corresponde a los del Sector Salud y al Sector Químico – Farmacéutico y en segundo término al Sector Alimentos y Materias Primas, como se indica en el cuadro siguiente:

#### **Inventiones en biotecnología por sector**

Sector	Número de Títulos (México)	Número de Títulos (Extranjeros)	Total	Porcentaje
Salud/ Químico Farmacéutico	6	322	328	42
Alimentos/ Materias Primas	16	302	318	41
Agrícola/Pecuario	4	58	62	8
Medio Ambiente/ Control de la Contaminación	5	22	27	4
Otros	6	35	41	5
<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>739</b>	<b>776</b>	<b>100</b>



Las áreas y los aspectos específicos protegidos con patentes concedidas a extranjeros son, por sector, las siguientes:

#### Sector Agrícola

- Protección de procesos para la elaboración de plantas modificadas genéticamente (con resistencia a herbicidas, para incrementar contenido de productos, etc)
- Bioplaguicidas, incluyendo los transformados genéticamente
- Cultivo de Hongos.
- Péptidos insecticidas provenientes de animales ponzoñosos
- Procedimientos para producción de plantas transgénicas, incluyendo los genes que codifican para péptidos específicos.
- Inoculantes
- Cultivo de Tejidos.
- Reguladores del Crecimiento.
- Biopesticidas.

#### Sector Pecuario

Protección de sustancias y procedimientos destinados a la elaboración de vacunas veterinarias contra micoplasma, SIRS, anemia de pollo, coccidiosis, aviar, pseudo rabia pasteurella ahemolytica, Clostridium perfringens, herpes bovino, estreptocinasa, etc, incluyendo recombinantes y métodos para la producción de virus en cerdos.

#### Sector Alimentos y Materias Primas

- Procesos enzimáticos para producción de alimentos
- Producción de jabones y otros tipos para usos industriales
- Procedimientos para inmovilización de Enzimas
- Moléculas de DNA que codifican para enzimas
- Sondas de DNA para diagnóstico de la presencia de organismos
- Producción de cuajo
- Preparación de productos lácteos
- Procesos para producción de enzimas (cultivo en lote y continuo)
- Producción de aminoácidos
- Producción de polisacáridos
- Producción de levadura
- Modificación genética de bacterias y levaduras
- Producción de jarabes de fructuosa

## Sector Medio Ambiente / Control de la Contaminación

- Desarrollo de equipos para tratamiento de aguas residuales
- Procedimientos microbiológicos para tratamiento de materiales biodegradables.
- Preparación de metano.
- Utilización de microorganismos modificados genéticamente para tratamiento de residuos.
- Tratamiento de suelos con microorganismos fotosintéticos
- Tratamiento con lodos activados
- Tratamiento de suelos contaminados valiéndose de microorganismos.

## Sector Salud / Químico Farmacéutico

- Procesos para producción de antígenos
- Virus mutantes
- Producción de vacunas
- Producción por fermentación de antibióticos
- Producción Enzimática de Antibióticos.
- Producción de Interferón (transplantando células humanas en animales por técnicas de DNA recombinante principalmente)
- Para el desarrollo de sondas de DNA para detección de parásitos
- Para investigación sobre anticuerpos monoclonales destinados al tratamiento de enfermedades o para diagnóstico.
- Generación de materiales y equipo para procesos biotecnológicos.
- Métodos para producción de vectores moleculares.
- Métodos para producción de proteínas.<sup>25</sup>

Entre 1990 y 1998 se otorgaron 42 patentes en México en el área de Biotecnología. Dichas patentes son:

### **PATENTES REGISTRADAS EN MÉXICO EN 1990-1998 ÁREA: BIOTECNOLOGÍA**

CLAVE	FECHA	NOMBRE	INSTITUCIÓN
173083	29 junio 1994	Equipo portátil y método rápido Para comprobar cerdos con pleuroneumonía	Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM
175648	10 Agosto 1994	Procedimiento para la obtención de N-D Ribitol -3,4- dimetilalanina(N-D-ribitilxilidina) a partir de 4 nitrotolueno y soluciones de D-ribosa	Facultad de Estudios Superiores, Zaragoza UNAM

<sup>25</sup> Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI. Francisco Bolívar Zapata et al. FCE-CONACYT 2002 México.

CLAVE	FECHA	NOMBRE	INSTITUCIÓN
172371	14 diciembre 1993	Procedimiento para la obtención de antígenos de Trypanosoma Cruzi	Facultad de Medicina UNAM
179465	31 de agosto de 1995	Procedimiento mejorado para purificar proteínas globulares con sitios activos no catalíticos	Facultad de Medicina UNAM
173069	31 de enero de 1994	Procedimiento para incrementar la producción avícola y de huevo mediante la sensibilización hormonal durante la incubación	Facultad de Medicina UNAM
172248	9 diciembre de 1993	Procedimiento para la obtención de nuevos complejos aminoacidatos de cobre mixtos a base de fenantrolinas feniladas como agentes anticancerígenos	Facultad de Química UNAM
172967	26 enero de 1994	Procedimiento para la obtención de nuevos complejos aminoacidatos de cobre mixtos a base de fenantrolinas y sus derivados alquilados como agentes anticancerígenos	Facultad de Química UNAM
184501	22 de abril de 1997	Proceso para elaborar un alimento de alto valor nutricional para pacientes desnutridos y/o con intolerancia a la lactosa y producto resultante	Facultad de Química UNAM
168482	26 de mayo de 1993	Proceso enzimático para la extracción de aceite vegetal a partir de semillas o frutos	Instituto de Biotecnología UNAM
172263	9 diciembre de 1993	Proceso para preparar un biocatalizador con actividad enzimática de Beta-galactosidasa	Instituto de Biotecnología UNAM
168618	1º junio de 1993	Procedimiento para controlar los contenidos de ácido pirúvico y de plomo en la goma xantana	Instituto de Biotecnología UNAM
172343	14 de diciembre de 1993	Reactor y Procedimiento para la obtención de Goma Xantana	Instituto de Biotecnología UNAM
169214	24 de junio de 1993	Procedimiento para la inmovilización de enzimas en mayas de nylon en la construcción de electrodos enzimáticos	Instituto de Biotecnología UNAM
172536	17 de diciembre de 1993	Proceso mejorado para separar y purificar el ácido 6-amino penicilánico (6 APA) preparado por hidrólisis enzimática	Instituto de Biotecnología UNAM
171784	15 de noviembre de 1993	Procedimiento para la producción de ácido glucónico y fructosa a partir de sacarosa	Instituto de Biotecnología UNAM
174072	19 de abril de 1994	Procedimiento para obtener un biocatalizador con células con una permeabilidad controlada para la hidrólisis de la lactosa	Instituto de Biotecnología UNAM
178107	23 de mayo de 1995	Proceso para producir la enzima penicilina amidasa en células de Escherichia Coli	Instituto de Biotecnología UNAM

CLAVE	FECHA	NOMBRE	INSTITUCIÓN
170503	26 de agosto de 1993	Procedimiento para obtener un reactivo antigénicamente útil para determinar indirectamente Salmonella Typhi	Instituto de Biotecnología UNAM
176018	14 de septiembre de 1994	Procedimiento para la extracción enzimática de pigmentos liposolubles a partir de productos vegetales	Instituto de Biotecnología UNAM
169213	24 de junio de 1993	Procedimiento para la conservación de enzimas de membranas preferentemente citocromo oxidasa, solubles o reconstituidas mediante liofilización	Instituto de Fisiología Celular UNAM
167619	31 de marzo de 1993	Sistema Mejorado de Discos Biológicos rotatorios para tratamiento de aguas residuales	Instituto de Ingeniería UNAM
172965	26 de enero de 1994	Reactor de flujo ascendente para el tratamiento de aguas residuales por vía anaerobia o anóxica	Instituto de Ingeniería UNAM
156585	9 septiembre de 1988	Procedimiento para la obtención de pigmentos de origen natural de la serie de Betacianina y Betaxantina a partir de betabel (Beta vulgaris)	Instituto de Investigaciones Biomédicas UNAM
170506	26 de agosto de 1993	Procedimiento para la obtención de los antígenos del fluido vesicular del cisticerco de la taenia solium	Instituto de Investigaciones Biomédicas UNAM
170279	13 de agosto de 1993	Equipo para determinar la calidad microbiológica de la leche y procedimiento para emplearlo	Instituto de Investigaciones Biomédicas UNAM
170280	13 de agosto de 1993	Procedimiento para la conservación de pescado por fermentación ácido-láctica	Instituto de Investigaciones Biomédicas UNAM
26750	7 de septiembre de 1989	Procedimiento para obtener niacín adenin dinucleótido por vía fermentativa	Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM
970542	21 de enero de 1997	Sondas de ADN específicas para la identificación de las especies Taenia Solium y Taenia Saginata	Facultad de Medicina UNAM
960808	1º Marzo de 1996	Equipo portátil para obtener y analizar líquido ruminal y orina	Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM
PCTMX97/00004 Internacional	28 de febrero de 1997	Equipo portátil para obtener y analizar líquido ruminal y orina	Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM
13043	15 de septiembre de 1988	Procedimiento para la obtención de goma Santana clarificada con bajo contenido de nitrógeno	Instituto de Biotecnología UNAM
26759	20 de diciembre de 1989	Proceso para la elaboración de un alimento proteínico de bajo contenido de fenilalanina	Instituto de Biotecnología UNAM
26641	20 de marzo de 1991	Procedimiento, diseño y síntesis para la obtención de péptidos sintéticos de estructura (Ax) n-(As), capaces de formar derivados Beta Carbolitos para sustratos fluorogénicos de enzimas hidrolasas	Instituto de Biotecnología UNAM

CLAVE	FECHA	NOMBRE	INSTITUCIÓN
26571	20 de marzo de 1991	Método para prolongar y mantener las propiedades de productividad de las cepas del género Xantomonas utilizadas en el proceso de producción de Santana	Instituto de Biotecnología UNAM
952200	12 de mayo de 1995	Proceso enzimático para obtener tortillas de maíz que conserven mejor sus propiedades de textura durante su vida de anaquel	Instituto de Biotecnología UNAM
961719	8 de mayo de 1996	Método para incrementar el contenido de Trehalosa de los organismos por medio de su transformación con el ADNc de la Trehalosa-6 Fosfato sintasa/fosfatasa de Selaginella lepidophila	Instituto de Biotecnología UNAM
962496	26 de junio de 1996	Secuencia primaria y ADNc de toxinas con actividad insecticida de alacranes del género Centuroides	Instituto de Biotecnología UNAM
971372	24 de febrero de 1997	ADNc y fragmento fab del anticuerpo BCF2 y su utilización en composiciones farmacéuticas neutralizantes de veneno de alacrán	Instituto de Biotecnología UNAM
PCT/MX97/00012 Internacional	6 de mayo de 1997	Método para incrementar el contenido de Trehalosa de los organismos por medio de su transformación con el ADNc de la Trehalosa 6-Fosfato sintasa/fosfatasa de Selaginella lepidophyla	Instituto de Biotecnología UNAM
975335	15 de julio de 1997	Proceso en dos etapas para la producción de células conteniendo proteína madurada con actividad biológica	Instituto de Biotecnología UNAM
979357	26 de septiembre de 1997	Método Bioquímico específico para la determinación de dióxido de cloro	Instituto de Biotecnología UNAM
933270	1º de junio de 1993	Proceso anaerobio-anóxico con recirculación y tanques separados para el tratamiento avanzado de aguas residuales	Instituto de Ingeniería UNAM

Fuente: Invención, Innovación y Patentes Rodrigo Cárdenas Espinosa Editorial Albedrío. 1999. México.

## 4.4 Resultados de la Prospectiva: La Matriz Prospectiva y Estratégica

### La matriz prospectiva y estratégica

Con los valores de los indicadores de los últimos cinco años se obtiene el valor tendencial de 12% y se establece el valor para el futuro de 20%, con estos valores se obtiene la Matriz Prospectiva y Estratégica y los Diagramas del Futuro.

Para calcular la matriz prospectiva y estratégica se hará un estudio a través del tiempo en el cual se verá la tendencia de los cinco últimos años y posteriormente en lapsos de cinco años establecer el desarrollo probable de la biotecnología hasta el año 2025.

El desarrollo de la biotecnología se estudia mediante los indicadores representativos de ella; que son:

1. Vinculación entre la industria y las instituciones de investigación.
2. Formación de recursos humanos especializados en biotecnología y disciplinas relacionadas.
3. Empresas trabajando con biotecnologías.
4. Proyectos de investigación sobre biotecnología.
5. Instituciones que desarrollan investigación en biotecnología en México.
6. Patentes y certificados de invención otorgados en México en el área de biotecnología.

### CÁLCULO DE LA MATRIZ PROSPECTIVA Y ESTRATÉGICA

Se tiene un tendencial de 12% de acuerdo con el desarrollo de la Biotecnología en el Pasado en México

Se establece un futuro en medio del desarrollo utópico y del Tendencial que corresponde a un desarrollo del 22%

VALORACIÓN		PLANEACIÓN Análisis		PROSPECTIVA Escenarios 2003-2025			
Indicadores	Índices	Pasado	Presente	Tendencial	Catastrófico	Utópico	Futuro
Vinculación Empresa-Institución	Número de Vínculos	3	20	32	10	50	45
Formación de Recursos Humanos	Número de Estudiantes	14	972	1076	455	1300	250
Empresas Biotecnológicas	Número de Empresas	18	118	238	74	450	400
Proyectos de Investigación	Número de Proyectos	46	450	568	100	650	600
Instituciones de Investigación	Número de Instituciones	12	98	127	50	250	210
Patentes	Número de Patentes	42	37	59	20	115	100

PLANEACIÓN ESTRATÉGICA						
ESCENARIOS ESTRATÉGICOS						
Indicadores	Índices	Años				
		2005	2010	2015	2020	2025
Vinculación Empresa-Institución	Número de Vínculos	25	30	34	38	45
Formación de Recursos Humanos	Número de Estudiantes	125	155	175	210	250
Empresas Biotecnológicas	Número de Empresas	182	222	271	331	400
Proyectos de Investigación	Número de Proyectos	270	330	403	492	600
Instituciones de Investigación	Número de Instituciones	110	120	150	170	210
Patentes	Número de Patentes	50	60	75	85	100

Metodología extraída de: Planeación Prospectiva: Una Estrategia para el Diseño del Futur. Tomás Miklos y Ma. Elena Tello  
 Centro de Estudios Prospectivos Fundación Barros Sierra y Editorial LIMUSA 1991

## 4.5 Acciones estratégicas que se derivan del trabajo de prospectiva

### 4.5.1 Consolidar y articular las entidades de investigación nacionales, proporcionándoles mayores recursos para alcanzar una masa crítica con capacidad de transformación.

Es necesario consolidar y articular las instituciones y sus dependencias que trabajan en biotecnología en diferentes regiones del país, ya que de las casi 100 existentes en las que se lleva a cabo la investigación en las diferentes áreas de la biotecnología, sólo 15 realmente tienen grupos consolidados, concentran 50 por ciento de los 750 investigadores adscritos al S N I que laboran en proyectos de Biotecnología y cuentan con capacidad real de vinculación con los problemas nacionales. No debe entenderse por ello que las instituciones más consolidadas no requieren nuevas inversiones, sino todo lo contrario.

En todo el mundo las instituciones más avanzadas reciben apoyos considerables y de ellas surgen de manera consistente nuevos grupos y entidades de investigación en áreas estratégicas donde se genera conocimiento nuevo de frontera; ahí existe también un mayor número de contactos y una mayor vinculación con el sector industrial y con dependencias del gobierno.

Hay pues, que invertir más para formar un mayor número de recursos humanos especializados y para tener una infraestructura competitiva en el ámbito internacional, que incluya centros nacionales de referencia y de apoyo metodológico y promover que las instituciones trabajen de manera coordinada, en las áreas estratégicas y en las tendencias principales de los diferentes sectores. Lo anterior es fundamental para alcanzar una masa crítica que permita tener un desarrollo científico de frontera en ciertas áreas, y además formar los recursos humanos que permitan, no sólo ampliar las fronteras del conocimiento, sino también una vinculación más efectiva entre la academia, el gobierno y el sector productivo, para la solución de problemas relevantes.

#### **4.5.2 Programar y optimizar el crecimiento de la infraestructura de Investigación en biotecnología**

Dado que, en el momento actual, la capacidad de formación de personal altamente calificado en biotecnología (por ejemplo: graduados a nivel doctorado) sobrepasa la velocidad con la que se está creando nueva infraestructura física, estamos ante un dilema. ¿Para qué estamos formando estos nuevos doctores? ¿Quién los va a emplear? El modelo de desarrollo prevaleciente ha privilegiado la incorporación, de manera atomizada, del personal formado a las instituciones más rezagadas, en las que se crean plazas y se financia la adquisición de equipo. Este modelo, sin embargo, no es atractivo para los investigadores jóvenes más destacados, ni es eficaz para maximizar el impacto del personal formado.

Es indispensable, así, invertir en la creación de nuevos centros de investigación, con financiamiento y normatividad que garanticen su viabilidad. Se requieren planes de mediano y largo plazos, concertados entre varias instituciones, que den a los participantes la oportunidad de organizarse y agruparse.

Este esfuerzo de crecimiento concertado de la base de investigación es necesario si se atiende a cualquiera de los indicadores internacionales y no sustituye, pero tampoco puede ser sustituido, por el fomento de la actividad de investigación y desarrollo en el sector empresarial.

#### **4.5.3 Estimular y fomentar la participación del sector productivo y de los inversionistas mexicanos en el desarrollo de nueva industria moderna en biotecnología**

En nuestro país, la industria mexicana ha participado de manera muy limitada en el desarrollo de empresas biotecnológicas mientras que en otros países éstas aumentan su número de manera constante.



Vivimos en un momento de oportunidades muy importantes para desarrollar nuevas empresas de biotecnología moderna que puedan convertirse en fuentes de trabajo y en generadoras de nuevos productos y servicios de alto valor agregado.

Asimismo, es necesario estimular también la vinculación del sector académico con el sector industrial y propiciar la formación de nuevas industrias por los propios académicos mexicanos.

En otros países existen mecanismos y fondos adecuados para estos propósitos, los cuales han sido responsables de la creación de nuevas industrias biotecnológicas modernas, en México se han hecho varios intentos que han resultado decepcionantes.

#### **4.5.4 Desarrollar un marco jurídico avanzado e instancias adecuadas para el desarrollo de la biotecnología**

Es indispensable contar con un marco jurídico y con las instancias adecuadas que propicien una mayor participación del sector privado en la creación de empresas biotecnológicas competitivas que garanticen el fomento al desarrollo de la Biotecnología, que promuevan la participación de los mexicanos en la protección de la propiedad intelectual y que establezcan los esquemas de regulación para el acceso y aprovechamiento de los recursos biológicos y que señalen también las medidas de bioseguridad que deban adoptarse para el manejo y la liberación de cierto tipo de productos biotecnológicos.

#### **4.5.5 Profesionalizar la discusión, la comunicación y el análisis sobre bioseguridad, bioética y bioprospección por parte de la sociedad mexicana**

Debido a que la Biotecnología es inherentemente cercana a las necesidades primarias del hombre, como su salud y su alimentación, así como su potencial para alterar los componentes más esenciales de la naturaleza, la situación sobre estos temas tiende a polarizarse y a llevarse a cabo de manera visceral.

Esta situación se agrava por el papel protagónico que desempeñan los intereses empresariales, debido al extraordinario potencial comercial presente y futuro de la biotecnología. Por lo que se ha creado un clima adverso al desarrollo de la biotecnología. Resulta imperativo lograr que la confrontación se oriente hacia una discusión seria, informada y balanceada.

Es evidente que debemos realizar la investigación apropiada para desarrollar tecnologías biológicas seguras para la salud humana y el ambiente (bioseguridad); que su aplicación respete la dignidad y los derechos humanos, en particular la privacidad biológica (bioética), y que el aprovechamiento de los recursos genéticos (bioprospección) se haga de manera sustentable y equitativa.

#### **4.5.6 Promover la utilización de la biotecnología para la solución de problemas reales**

Es importante la consolidación de las áreas biomédica, agro ecológica, ambiental. Marina y pecuaria. Si bien la industria, en particular la química, ha incorporado hasta el momento relativamente pocos procesos biotecnológicos, la reciente presión social hacia el empleo de tecnologías limpias y la maduración de los métodos para desarrollarlas, sugiere un inminente cambio en los paradigmas de este ramo, en el que la competitividad de los procesos estará cada día más ligada al grado de respeto al entorno que éstos tengan.

La biotecnología puede ser una extraordinaria contribución para lograr el tránsito de una nación fundamentalmente maquiladora, hacia un país que sea también productor de tecnología y de material biológico de alto valor agregado, para consumo nacional y para exportación.

#### **4.5.7 Crear un Programa Nacional de Biotecnología**

En nuestro país, rico en biodiversidad,, existen recursos humanos altamente especializados y capacidades para involucrarnos en la solución de problemas importantes en diferentes sectores, mediante el uso de la Biotecnología. Sin embargo, estos están desorganizados y no existe una vinculación importante entre los diferentes actores y sectores que participan en la generación y utilización de la biotecnología. Por estas razones se justifica la creación de un Programa Nacional de Biotecnología, para concertar y coordinar, de manera más adecuada, las capacidades y recursos de diferentes sectores y así proponer y potenciar el desarrollo de acciones y de programas importantes y pertinentes para el país. Este programa sería de la siguiente manera:

### **PROGRAMA NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA**

#### Objetivo

Desarrollar la Biotecnología en México aprovechando el potencial existente y proyectarla como una actividad de soporte del desarrollo tecnológico en los próximos 25 años.

## Estrategias

1. Crear un fideicomiso de investigación para financiar las actividades de desarrollo científico y tecnológico en biotecnología.
2. La integración de grupos interdisciplinarios alrededor de problemas ambientales, problemas de salud, problemas agrícolas y alimentarios.
3. Conformar una masa crítica de académicos que lleven a cabo la investigación y desarrollo en estos campos, lo que conlleva a la formación de profesionistas de alta calidad.
4. Fomentar el desarrollo de una infraestructura adecuada y bien articulada entre las diferentes instituciones y empresas, de tal manera que se pueda aprovechar en toda su capacidad.

## Requerimientos

ACCIÓN ESTRATÉGICA	REQUERIMIENTOS
1.- Consolidar y articular las entidades de investigación nacionales, proporcionándoles mayores recursos para alcanzar una masa crítica con capacidad de transformación	A. Crear una Red Nacional de Biotecnología. B. Levantar un inventario de Infraestructura y equipo de investigación. C. Dar apoyo para equipo e Infraestructura. D. Crear Centros de Apoyo Metodológico. E. Formar los recursos Humanos necesarios: 500 maestros y 200 doctores por año..
2.- Programar y optimizar el crecimiento de la Infraestructura de Investigación en Biotecnología.	A. Crear el Centro Nacional de Biotecnología. B. Crear el Instituto Nacional de Biotecnología en Salud. C. Crear una red de Laboratorios de Diagnóstico de Punta.
3. Estimular y fomentar la participación del Sector Productivo y de los inversionistas mexicanos en el desarrollo de nueva industria moderna en Biotecnología.	A. Dar estímulos fiscales para crear empresas de Biotecnología B. Formar empresas de Biotecnología conjuntamente con Centros de Investigación

ACCIÓN ESTRATÉGICA	REQUERIMIENTOS
<p>4. Desarrollar un marco jurídico avanzado e instancias adecuadas para el desarrollo de la Biotecnología.</p>	<p>A. Establecer normas jurídicas para alimentos Transgénicos, para medicamentos producidos por Biotecnología y para procesos biotecnológicos de protección a la ecología. Ley de Bioseguridad, Ley sobre Transgénicos, Ley sobre preservación del Ambiente y el Germoplasma nacional. Ley sobre Clonación.</p>
<p>5. Profesionalizar la discusión, la comunicación y el análisis sobre Bioseguridad, Bioética y Bioprospección por parte de la Sociedad Mexicana</p>	<p>A. Hacer campaña de difusión sobre los cuidados que debe tener el uso de la Biotecnología para que sea segura y confiable.  B. Organizar Seminarios sobre Bioseguridad, Bioética y Bioprospección.  C. Publicar folletos que hablen sobre la Bioseguridad, la Bioética y la Bioprospección.</p>
<p>6. Promover que se utilice la Biotecnología para resolver Problemas reales.</p>	<p>A. Otorgar el Premio Nacional de Investigación en Biotecnología.  B. Aprobar los proyectos de Biotecnología que se presentan en los Programas Sectoriales y Programas Mixtos.</p>

## CAPÍTULO 5. LOS MAPAS TECNOLÓGICOS <sup>26</sup>

Los mapas tecnológicos son representaciones visuales del estado de la tecnología en la biotecnología, obtenidas a partir del tratamiento de la información contenida en bases de datos de patentes o de artículos (Escorsa, Rodríguez y Maspons, 2000)

Los mapas presentan gráficamente, de forma sintética, las tecnologías que se han investigado más y, en consecuencia, publicado y patentado más en un periodo determinado.

Una de las técnicas de búsqueda es la generación de multiterminos. Se utiliza el análisis mediante los identificadores (palabras clave sugeridas por los autores, que figuran en las bases de datos) de esta manera se detectan las áreas de investigación emergentes.

Con un mapa tecnológico se puede identificar una línea de investigación y encontrar las instituciones que la están investigando, o las empresas que la utilizan.

### 5.1 Indicadores necesarios para la elaboración de los mapas tecnológicos

Se tomarán en cuenta tres indicadores:

- 1.- Instituciones de investigación trabajando en el área. (Anexo 1)
- 2.- Empresas trabajando con biotecnologías. (Anexo 3)
- 3.- Líneas de investigación que se están desarrollando. (Anexo 18 y 19)

Estos indicadores formarán una matriz que cruce los tres indicadores, es decir, Instituciones de investigación y líneas de investigación; empresas y líneas de investigación; instituciones y empresas.

---

<sup>26</sup> Se recomienda revisar:

La Inteligencia Tecnológica Competitiva como Herramienta en el Proceso de Valuación Tecnológica. Revista Innovación y Competitividad. Número 12. Octubre de 2003. ADIAT.

Las Unidades de Inteligencia- Conocimiento en el Diseño de Políticas Científicas y Tecnológicas. Pere Escorsa Castells. Universidad Politécnica de Cataluña, Ramón Maspons Boch (IALE Tecnología) e Ivette Ortiz Montenegro (Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile).

## INSTITUCIONES QUE SE DEDICAN A INVESTIGAR EN BIOTECNOLOGÍA POR SECTOR

SECTOR	NÚMERO
Agrícola	60
Pecuario	8
Alimentos y materias primas	11
Medio ambiente / control de la contaminación	7
Salud / químico farmacéutico	12
TOTAL	98

Cuadro elaborado con información de: *Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI*. Francisco Bolívar Zapata et al. FCE-CONACYT 2002 México.

## EMPRESAS QUE TRABAJAN CON BIOTECNOLOGÍAS EN MÉXICO POR SECTOR

SECTOR	NÚMERO
Agrícola	39*
Pecuario	11
Alimentos y materias primas	18
Medio ambiente / control de la contaminación	37
Salud / químico farmacéutico	13
Total de Empresas	118

\* No es un número Exacto porque la información consultada decía: Ingenios Azucareros, Empresas Productoras de Tequila, Unión de Productoras de Henequén, Productores de Cempasúchitl, Productores de Espárrago, Productores de Papaya, Productores de Ajo y a cada uno se le tomó como una unidad.

Cuadro elaborado con información de: *Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI*. Francisco Bolívar Zapata et al. FCE-CONACYT 2002 México.

## LAS BIOTECNOLOGÍAS UTILIZADAS EN MÉXICO POR LOS DIFERENTES SECTORES

SECTOR	TECNOLOGÍAS
<b>AGRÍCOLA</b>	Fermentación, Técnicas de Propagación in vitro, Cultivo de células y Tejidos, Ingeniería Genética, Transformación por Ingeniería Genética, Rescate Genético y micropropagación, Genética Molecular, Inoculantes, Estudio de Variabilidad, Biofermentación, Micropropagación, Mejoramiento Genético de cultivos, Contenido proteico y capacidad fotosintética, caracterización de proteínas y sus genes, Mejoramiento de la capacidad nutricional, Desarrollo de especies de cosechas, Rescate y aislamiento de Embriones Híbridos o Inmaduros, polimorfismo Isoenzimática, eficiencia en el uso del Nitrógeno y Control Biológico.
<b>PECUARIO</b>	Fermentación, Clonación, Ingeniería Genética, Células Genéticamente Modificadas, Anticuerpos Monoclonales, Test ELISA y Estudios de Diagnóstico.
<b>ALIMENTOS Y MATERIAS PRIMAS</b>	Fermentación, Procesos de Fermentación, Procesos Enzimáticos de Extracción y producción, Micropropagación de Plantas, Procesos de Separación, Optimización de Inóculos, Caracterización Genética, Caracterización Bioquímica y Biológica, y Biocatalizadores.
<b>MEDIO AMBIENTE / CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN</b>	Procesos Biológicos, Cultivo de microorganismos en un medio sólido, constituido por un soporte sólido, absorbente, compresible y no fermentable, Tratamiento de efluentes líquidos por vía aerobia y anaerobia, Tratamiento de efluentes gaseosos, Biorremediación de suelos contaminados, Síntesis, reactividad y propiedades catalíticas, Biocatalizadores y Fermentación.
<b>SALUD / QUÍMICO FARMACÉUTICO</b>	<p>Biología Molecular de Ácidos Nucleicos, Bioquímica de proteínas y péptidos, Mejoramiento genético de microorganismos, Procesos de Fermentación (escalamiento y Bioingeniería de Procesos), Tecnología Enzimática, Ingeniería Enzimática, Biología Molecular de los Genes, Diagnósticos Genéticos Moleculares, Genética, Células Genéticamente modificadas, Detección de Protozoarios a partir del desarrollo de DNA, Desarrollo de Prototipos de electrodos (Biosensores), Biocatalizadores, Anticuerpos Monoclonales, Caracterización Bioquímica, Determinación de Enzimas y Estudio de Péptidos, Pre-tratamiento en la remoción biológica de nutrientes, Antibióticos, Vitaminas, Vacunas contra la poliomielitis y la rabia, Hormonas, Humanas Recombinantes, Hormona del Crecimiento, Interferón, Goma Xantano, Insulina Humana Paquetes de Diagnóstico, Obtención de Goma Xantano, Producción de Penicilinas Semi – Sintéticas y Cefalosporinas, Producción de Enzimas, Enzimas Inmovilizadas para ser usadas en Biorreactores, Obtención en clave de la Hormona Lactogénica y la Hormona del Crecimiento Humano, Diagnósticos Genéticos Moleculares aplicados a la detección del Virus del Papiloma Humano del cáncer cervice-uterino, hemofilia B, Fibrosis Cística y Distrofia Muscular, Obtención de Peclínidos Iberoamericanos, Uso de Trampas Génicas para el análisis funcional de Genes, Gen de la Piroglutaminopeptidasa..</p> <p>Detección de Protozoarios Causantes de Malaria, Desarrollo de Biosensores para detección de Glucosa y Lactosa, Desarrollo de Biocatalizadores para Síntesis del Aminoácido L – Tirosina, Desarrollo de Biocatalizadores de Penicilino – Amidasa, Biocatalizadores con actividad Fumarasa, Biocatalizadores con Actividad Glucosil – Transferasa, Biocatalizadores con Células Inmovilizadas y Biocatalizadores con Actividad Enzimática.</p> <p>Uso de Biorreactores para el cultivo de Tejidos Vegetales para producir Fármacos, Desarrollo de Estuches para Diagnóstico, Producción de Inmunoglobulinas, de Sondas de ADN y Microarreglos, Producción de Anticuerpos Monoclonales para Diagnóstico Específico de Taenia Solium en Copro – Antígenos, Producción de Anticuerpos Monoclonales a partir de la Hormona Humana del Crecimiento, Producción de Anticuerpos Monoclonales que combatan componentes del Citoesqueleto de Toxoplasma Gondii, Producción In Vitro de Anticuerpos Monoclonales por cultivo de Híbridos a gran escala, Diagnóstico de Cisticercosis Humana con anticuerpos Monoclonales, Anticuerpos Monoclonales para tipificar Lyssavirus en México, Anticuerpos Monoclonales para Diagnóstico de la Trombostemia de Glanzman, Anticuerpos Monoclonales como antígenos de Diferenciación Leucocitaria, Anticuerpos Monoclonales para Diagnóstico por medio de la Inmunofluorescencia, Anticuerpos Monoclonales para la elaboración de anticuerpos Anti – vibrio – spp.</p> <p>Caracterización Bioquímica parcial de la IGA 1 Sérica de Pacientes para diagnóstico de Diabetes Mellitus Tipo 2, Determinación de Capsaicina e Inducción de callo in vitro y otros metabolitos secundarios en Capsicum (chile) y Mapeo de Epítomos de la Glicoproteína IIIa de plaquetas humanas relevantes.</p>

Cuadro elaborado con Información de: Biotecnology in Development Countries. Present and Future. Vol 1. Local and National Study, Sasson Albert UNESCO. 1993.

Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI. Bolívar Zapata et al. FCE y CONACYT 2002.

Prospectiva Tecnológica Industrial de México 2002-2015. Área Biotecnología. ADIAT-CONACYT Y Consejo del Desarrollo Tecnológico y Científico del Estado de Nuevo León, México 2002.

La información que nos dará nuestro mapa tecnológico por sector, será:

SECTOR	INSTITUCIONES	EMPRESAS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	PRODUCTOS MÁS IMPORTANTES
AGRÍCOLA	60	39	10	10
PECUARIO	8	11	15	7
ALIMENTOS Y MATERIAS PRIMAS	11	18	26	14
MEDIO AMBIENTE / CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN	7	37	16	9
SALUD / QUÍMICO FARMACÉUTICO	12	13	13	23
<b>TOTAL</b>	<b>98</b>	<b>118</b>	<b>80</b>	<b>63</b>

Cuadro elaborado con Información de: *Biotechnology in Development Countries. Present and Future. Vol. 1. Local and National Study.* Sasson Albert UNESCO. 1993.

*Biología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI.* Bolívar Zapata et al. FCE y CONACYT 2002.

*Prospección Tecnológica Industrial de México 2002-2015. Área Biotecnología.* ADIAT-CONACYT Y Consejo del Desarrollo Tecnológico y Científico del Estado de Nuevo León. México 2002.

De la Información para nuestros mapas tecnológicos podemos deducir que 98 instituciones de investigación están trabajando sobre biotecnología en los diferentes sectores.

Hay 118 empresas que están trabajando con biotecnologías. En total se están abarcando 80 líneas de investigación y se están obteniendo 63 productos en general en todos los sectores.

Se presenta el siguiente cuadro con las áreas de investigación y el número de instituciones que están trabajando en ellas:



ÁREA DE INVESTIGACIÓN	NÚMERO
Nuevos productos farmacéuticos	12
Hormonas del crecimiento	13
Vacunas	12
Paquetes de diagnóstico	3
Cultivo de tejidos de plantas	4
Mejoramiento genético de cultivos	6
Biología molecular de ácidos nucleicos	2
Bioquímica de proteínas y péptidos	1
Mejoramiento genético de microorganismos de interés básico e industrial	2
Fermentación (escalamiento y bioingeniería de procesos)	6
Ingeniería enzimática	6
Biología molecular de los genes (para poner en clave la hormona lactogénica de la placenta y la hormona del crecimiento humano)	2
Diagnósticos genéticos moleculares	1
Producción de microbial protein biomasa a partir de metanol y de lactoserum	1
Producción de insulina humana	1
Ingeniería de microorganismos	3
Desarrollo de biosensores	1
Transformación de plantas por ingeniería genética	1
Fijación biológica del nitrógeno por genética molecular	2
Regulación de genes envueltos en la fotosíntesis	1
Propagación clonal y mejoramiento de especies de importancia económica	1
Cultivo de células	1
Identificación y selección de genotipos tolerantes a sal, sequías y carbonatos	4
Rescate genético y micropropagación	5
Anticuerpos monoclonales	4
Inmunodiagnósticos por ingeniería genética	1
Producción de derivados del cuerpo	1
Biopesticidas	5
Tratamiento de efluentes	9
Tratamiento de gases	1
Productos biotecnológicos en alimentos	3
Biotecnología agrícola	1
Producción comercial de hongos	1
Producción de tequila	3
Bacterias probióticas	1
Biofertilización	1
Producción de agave	4
Optimización de Inóculos	1
Biorremediación	3
Biocatalizadores	2
Mejoramiento genético para agricultura y ganadería	1
Acuicultura	1
Biotecnología agrícola	1
Marcadores moleculares	1
Antígenos	1
Bio-reactores	2
Ingeniería biónica	1
<b>Total</b>	<b>141</b>

Cuadro elaborado con información de: Biotechnology in Development Countries, Present and Future Vol. 1, Regional and National Study, Sasson Albert UNESCO. 1993. Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI. Bolívar Zapata et al. FCE y CONACYT 2002.

Prospectiva Tecnológica Industrial en México 2002-2015. Área Biotecnología. ADIAT. CONACYT. Consejo de Desarrollo Científico y Tecnológico del Estado de Nuevo León. México 2002

De este cuadro podemos inferir que las áreas de investigación en biotecnología que se están estudiando con mayor frecuencia en México son: las hormonas del crecimiento, los nuevos productos farmacéuticos y las vacunas.

Con menor intensidad se está investigando en tratamiento de efluentes, en fermentación y en ingeniería enzimática.

Los Productos que se están obteniendo en los diferentes sectores son:

### PRODUCTOS OBTENIDOS CON BIOTECNOLOGÍAS POR SECTOR:

SECTOR	PRODUCTOS
AGRÍCOLA	Bioplaguicidas, Bactericidas, Biorreguladores, Reactivos de Diagnóstico, Mejoramiento de cultivos y mayor producción de Agave, Cempazúchil, Agave Tequiliza, Henequén, plantas de las que se extraen pigmentos y caña de Azúcar. Mejoramiento de cultivos de Plantas ornamentales, Hortalizas, Frutas y Papa. Genotipos tolerantes a sal, sequía y carbonatos (manzana, arándano, frambuesa, piña, plátano, cítricos y uvas). Plantas resistentes a virus y hongos (espárragos, papaya, Ajo, maíz). Mayor producción de frutos tropicales y subtropicales. Fijación Biológica del Nitrógeno en las plantas. Plantas tolerantes al frío y pesticidas (melocotón). Plantas con mayor contenido proteico (amaranto). Nuevas especies de cosechas (maíz, frijol y caña de azúcar). Obtención de embriones híbridos de papaya y uvas sin semilla. Mejora de cultivos de cocotero y frijol flor de mayo. Control del Picudo en el Chile.
PECUARIO	Vacunas, Bacterinas, Antibióticos, Productos Farmacéuticos, Enzima Glutathion Peroxidasa en la resistencia a la garrapata. Prebióticos, Reproducción de Bovinos, Mejoramiento genético de Holstein, Inmunodiagnósticos, Reproducción genética avícola, Hormonas del crecimiento Bovino, Identificación de Microplasma Bovis en Bovinos, Tipificación de Cepas de campo vacunales y de referencia en la fiebre porcina clásica, Diagnóstico de cisticercosis porcina, Inmunodiagnósticos, Diagnóstico de Tuberculosis Bovina, Uso de animales transgénicos para producción de biológicos.
ALIMENTOS Y MATERIAS PRIMAS	Levadura para panificación, Aminoácidos, Ácido Cítrico, Producción de Microbial Protein Biomasa, Producción de Amilasas de Levaduras, Colorantes vegetales, Cultivo de Plantas de las que se extraen pigmentos, Prebióticos, Enzimas, Fenilalanina (aspartame), Obtención de mejores cepas productoras de vino, Obtención de enzimas que alargan la vida de la tortilla, Producción de alcohol de levadura, Obtención de Aditivos para alimentos.
MEDIO AMBIENTE/ CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN	Procesos Biológicos para construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas, Remedación de Suelos, Tratamiento de aguas Residuales, Tratamiento de Aire contaminado, Tratamiento de suelos contaminados, Obtención de complejos de metales de transición, Degradación de Fenol y Clorofenol en agua, Fermentación de aguas residuales para la producción de Agv como pretratamiento en la remoción biológica de nutrientes.
SALUD/QUÍMICO FARMACÉUTICO	Antibióticos, Vitaminas, Vacunas, Hormonas Humanas Recombinantes, Hormona del Crecimiento, Interferón, Goma Xantano, Insulina Humana, Paquetes de Diagnóstico, Vacunas contra la poliomielitis y la rabia, Obtención de Goma Xantano, Producción de Penicilinas semi-sintéticas y cefalosporinas, Producción de enzimas, Enzimas inmovilizadas para usar en Biorreactores, Obtención en clave de la Hormona lactogénica y la Hormona del Crecimiento Humano.

Cuadro elaborado con información de: Biotechnology in Development Countries, Present and Future Vol 1. Regional and National Study. Sasson Albert UNESCO. 1993. Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI. Bolívar Zapata et al. FCE y CONACYT 2002.

Prospectiva Tecnológica Industrial de México 2002-2015. Área Biotecnología. ADIAT. CONACYT. Consejo de Desarrollo Tecnológico y Científico del Estado de Nuevo León, México 2002.

El número de empresas que están trabajando con Biotecnologías por Sector 2003 es el siguiente.

SECTOR	NÚMERO
Agrícola	35
Pecuario	10
Alimentos y Materias Primas	13
Medio Ambiente/Control de la Contaminación	26
Salud/Químico Farmacéutico	10
Total	94

Cuadro elaborado con información de Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI. Francisco Bolívar Zapata et al FCE-CONACYT  
Directorio 2000 de la Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico A.C y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Los mapas tecnológicos que se trabajaron se pueden consultar en los anexos identificados como:

- Anexo 9. Información para el mapa tecnológico de instituciones y áreas de investigación
- Anexo 10. Información para el mapa de tecnologías y productos por sectores
- Anexo 11. Empresas y áreas en que se trabaja, por sectores

## 5.2 Resumen de la información para los mapas tecnológicos por sector

INFORMACIÓN PARA EL MAPA TECNOLÓGICO BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA EN MÉXICO 2002		
		Se estudian 80 Especies pertenecientes a 43 Familias.
LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	CLAVE UNESCO	FAMILIAS ESTUDIADAS 43
Biofertilización	310103	Gramináceas (48 proyectos)
Propagación "in vitro" de las plantas	310305	Solanáceas (42 proyectos)
Conservación del Germoplasma		Leguminosas (29 proyectos)
Mejoramiento Genético	240900	
Fijación del Nitrógeno	310313	Especies Vegetales Estudiadas:
Cultivo de Tejidos	240705	Zea Mays (malz) 35 proyectos
Relación de la planta con sus patógenos	241709	Phaseolus vulgaris (frijol) 15 proyectos
Mejoradores de Suelos Agrícolas	251100	Capsicum annum (chile) 17 proyectos
Desarrollo de nuevas variedades de cebada	310305	
Desarrollo de nuevas variedades de oleaginosas resistentes a las plagas más comunes de México	310304	Solanum Tuberosum (papa) 11 proyectos
PRODUCTOS		Lycopersicum Esculentum (tomate) 15 proyectos
		Cocos nucifera (coco) 8 proyectos
Alcohol		Patógenos:
Bioplaguicidas	310109	Hongos (20 proyectos)
Bioreguladores (ácido giberélico, Auxinas, Citoclaninas)	310110	Fusarium (6 proyectos)
Alternativas de propagación de agave, cempazúchil, henequén, papa, hortalizas, plantas ornamentales	310703	Phytophthora (4 proyectos)
Plantas resistentes a virus y hongos	310304	Sclerotium (3 proyectos)
Bactericidas	310802	Virus (18 proyectos)
Inoculantes		Fitoplasma del amarillamiento letal del cocotero (7 proyectos)
Mejora de cultivos	310305	Virus de la tristeza de los cítricos (4 proyectos)
Reactivos de Diagnóstico		Punta morada de la papa (2 proyectos)
		Bacterias (6 proyectos)
		Control Biológico:
		Hongos (13 proyectos)
		Insectos (15 proyectos)
		Virus (1 proyecto).
		Ácaros (1 proyecto)
		Aleloquímicos vegetales (7 proyectos)
		Bacterias (11 proyectos)

INSTITUCIONES DE INVESTIGACIÓN	EMPRESAS
<p>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. INIFAP</p> <p>Colegio de Posgraduados CP</p> <p>Universidad Autónoma Chapingo UACH.</p> <p>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UAAAN</p> <p>Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo CIAD</p> <p>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste CIBNOR</p> <p>Instituto de Ecología IE</p> <p>Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. CIATEJ.</p> <p>Centro de Investigación Científica del Estado de Yucatán CICY</p> <p>El Colegio de la Frontera Sur Ecosur</p> <p>Centro de Investigación y Estudios Avanzados Irapuato y Distrito Federal CINVESTAV</p> <p>7 Institutos Tecnológicos Agrícolas (DGETA)</p> <p>1 Instituto Tecnológico Forestal (DGETA)</p> <p>4 Institutos Tecnológicos (DEGIT)</p> <p>Centro de Investigaciones en Biotecnología CEIB (UAMorelos)</p> <p>Instituto de Biotecnología (UNAM)</p> <p>Centro de Investigación sobre Fijación del Nitrógeno CIFN UNAM</p> <p>Facultad de Química FQ UNAM</p> <p>Instituto de Biología UNAM</p> <p>Facultad de Estudios Profesionales Iztacala UNAM</p> <p>Facultad de Agronomía, Facultad de Ciencias Biológicas UANL</p> <p>Universidad Autónoma Metropolitana UAM Iztapalapa</p> <p>18 Universidades Estatales</p> <p>Instituto Tecnológico de Sonora ITS</p> <p>Centro de Productos Bióticos Ceprobi IPN</p> <p>CIDIR IPN</p> <p>Centro de Biotecnología Genómica (CBG)</p> <p>Upbi (IPN)</p> <p>Escuela Nacional de Ciencias Biológicas ENCB IPN</p> <p>Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey ITESM</p> <p>Centro de Ciencias de Sinaloa CCS.</p> <p>Instituto Tecnológico de Celaya</p> <p>Universidad Iberoamericana UIA</p>	<p>Tropigen</p> <p>Blótica</p> <p>Biotecnic</p> <p>Agrobiológicos del Noroeste</p> <p>Internacional Química de Cobre</p> <p>Centro Biotecnología Sabritas</p> <p>Grupo Bioquímico Mexicano</p> <p>Laboratorios Agroenzimas</p> <p>Productos Químicos de Chihuahua</p> <p>Bioquímex</p> <p>Buckman Laboratorios</p> <p>Gota de Vida</p> <p>Biogenética Mexicana</p> <p>Química Lucava</p> <p>Tequila Cuervo</p> <p>Tequila Herradura</p> <p>Productores de Espárrago de Irapuato</p> <p>Unión de Productores de Henequén</p> <p>Empresas Productoras de Tequila</p> <p>Viveros El Morro</p> <p>Productores de Cempasúchil</p> <p>Visaflor</p> <p>Química Agronómica de México</p> <p>Agromod</p> <p>Grupo Agrícola Joel</p> <p>Vivi Toluca</p> <p>Bioingeniería Mexicana</p> <p>Rancho Providencia</p> <p>Centro de Desarrollo Tecnológico Tezoyuca</p> <p>Grupo Biotecnológico Marzan</p> <p>Centro Internacional de Investigación y Capacitación Agropecuaria.</p> <p>Evergreen Invernadero</p> <p>Rancho de la Joya</p> <p>Gen Agrocultivo</p> <p>Invernámex</p>

Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI. Retos y Oportunidades  
Francisco Bolívar Zapata et al. FCE-CONACYT 2002.  
Prospectiva Tecnológica Industrial de México 2002-2015 Sector 9 Biotecnología CONACYT ADIAT  
Consejo de Desarrollo Tecnológico y Científico de Nuevo León.  
Sasson Albert. Biotecnologías en los Países en desarrollo, Presente y Futuro Volumen 1.  
Estudio Regional y Nacional UNESCO 1993

**INFORMACIÓN PARA EL MAPA TECNOLÓGICO  
BIOTECNOLOGÍA SECTOR PECUARIO  
MÉXICO 2003**

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	CLAVE UNESCO	TECNOLOGÍAS EMPLEADAS	CLAVE UNESCO
Desarrollo de Vacunas	241210	Tecnología de Fermentaciones	330202
Uso de la Técnica de DNAr para diagnosticar enfermedades	230223	Anticuerpos Monoclonales	241202
Elaboración de Bioinsecticidas	310107	Cultivo de Tejidos	240705
Producción de Anticuerpos Monoclonales	241202	Clonación	
Transferencia de embriones.	241006	Ingeniería Genética	240902
Cultivo de tejidos vivos	240705	Células Genéticamente Modificadas.	240702
Técnicas para elaboración de fármacos.	320900	Inmunodiagnósticos	241200
Técnicas para elaboración de alimentos.	330900		
<b>PRODUCTOS</b>			
Antibióticos	241401		
Farmacéuticos	320900		
Bacterinas			
Probióticos			
Vacunas	241210		
Reactivos de Diagnóstico			
Insecticidas	310107		
<b>INSTITUCIONES DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>EMPRESAS</b>	
Universidad Autónoma de Nuevo León UANL		Avilab	
Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias UNIFAP		Bio- Zoo	
Colegio de Posgraduados CP.		Biotell	
Universidad de Guadalajara U de G.		Boheringer	
Universidad Autónoma de Querétaro		Ingelhien Vetmédica	
Sector Privado (vacuna de la rabia).		Litton	
Instituto Tecnológico de Celaya ITC		Productora Nacional de Biológicos	
Universidad Iberoamericana UIA		Veterinarios (Pronabive)	
		Química Hoechst de México	
		Levamex	

Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI. Retos y Oportunidades. Francisco Bolívar Zapata et al. FCE-CONACYT México 2002  
 Prospectiva Tecnológica Industrial de México 2002-2015 Sector 9 Biotecnología CONACYT ADIAT Consejo de Desarrollo Tecnológico y Científico de Nuevo León.

Sasson Albert. Biotecnologías en los Países en desarrollo, Presente y Futuro Vol. 1. Estudio Regional y Nacional UNESCO 1993

**INFORMACIÓN PARA EL MAPA TECNOLÓGICO  
BIOTECNOLOGÍA, SECTOR ALIMENTOS Y MATERIAS PRIMAS  
MÉXICO 2003**

ÁREAS QUE DESARROLLAN	CLAVE UNESCO	TECNOLOGÍAS EMPLEADAS	CLAVE UNESCO
Levaduras para panificación.	330900	Fermentación	230212
Extractos.		Obtención de Biocatalizadores	320805
Pigmentos de Origen vegetal	330912	Procesos enzimáticos de Extracción.	230209
Probióticos.		Procesos enzimáticos de Producción.	230209
Enzimas.	230209	Optimización de Inóculos.	
Aminoácidos.	230202	Caracterización genética.	240900
Ácido Cítrico.	330900	Caracterización bioquímica y Biológica.	
Aspartame	330926	Inmovilización de Enzimas.	230209
Cultivo de microalgas	251001	Fermentación con cepas recombinantes	230212
Control y corrección de aromas y sabores del vino	330929	Diseño de Reactores	
Baja de Niveles de nitritos en cerveza	330905		
Extracción Industrial de Aceites	330928		
Aprovechamiento Integral de los pigmentos, aceites y taninos del orujo de la uva.	330912		
Productos derivados de leguminosas	330900		
Aprovechamiento Integral del bagazo de caña de azúcar	330900		
INSTITUCIONES DE INVESTIGACIÓN		EMPRESAS	
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Unidad Irapuato y D. F. CINVESTAV- Irapuato y D.F. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo CIAD Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. CIATEJ. Universidad de Guadalajara U de G. Instituto de Biotecnología UNAM Centro de Investigación Científica del Estado de Yucatán CICY Centro de Ciencias de Sinaloa CCS. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Unidad Querétaro. CINVESTAV- Querétaro. Instituto Tecnológico de Celaya ITC. Universidad Iberoamericana UIA. Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato UTNG		Ácidos Orgánicos S.A. Bioextracto Laboratorios Mixón Bioquímex Reca Proveedor Internacional de Químicos Yakult. S.A. Bacardi Derlán Maseca Grupo Profesa Enmex Fermentaciones Mexicanas S.A de C.V. Biotec Latinoamericana Enzymóloga	

Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI. Retos y Oportunidades

Francisco Bolívar Zapata et al. FCE-CONACYT México 2002

Prospectiva Tecnológica Industrial de México 2002-2015 Sector 9 Biotecnología CONACYT ADIAT Consejo de Desarrollo Tecnológico y Científico de Nuevo León.

Sasson Albert. Biotecnologías en los países en desarrollo, Presente y Futuro Vol. 1. Estudio Regional y Nacional UNESCO 1993

**INFORMACIÓN PARA EL MAPA TECNOLÓGICO BIOTECNOLOGÍA  
SECTOR MEDIO AMBIENTE/ CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN  
MÉXICO 2003**

TECNOLOGÍAS EMPLEADAS	CLAVE UNESCO		ÁREAS	CLAVE UNESCO
Biorremediación	330800	251100	Procesos Biológicos para construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas.	330800
Fermentación	230212		Tratamiento de aguas.	330800
Cultivo de Microorganismos	241400		Tratamiento de emisiones gaseosas.	330800
Biocatalizadores	320805		Tratamiento de efluentes líquidos por vía aerobia.	330800
Tratamiento por vía aerobia	330800		Tratamiento de efluentes líquidos por vía anaerobia.	330800
Tratamiento por vía anaerobia	330800		Tratamiento de aguas residuales.	330800
Producción de Inóculos			Tratamiento de efluentes gaseosos (tratamiento de aire contaminado).	330800
			Plantas para tratamiento de emisiones gaseosas.	330800
		Tratamiento de suelos.	330800	
			251100	
INSTITUCIONES			EMPRESAS	
Universidad Nacional Autónoma de México Universidad Autónoma Metropolitana- Iztapalapa Instituto de Ingeniería UNAM Centro de Ciencias de Sinaloa CCS. Facultad de Estudios Superiores FES-Zaragoza UNAM Instituto Tecnológico de Celaya ITC Universidad Iberoamericana UIA			Tecodesa y Asoc. Territorio y Medio Ambiente Kleinfelder de México Biotecnología Ambiental ECCASIV <Ecolingeniería Proyectos y Sistemas Ambientales. Rins Sanimex Montiel del Sureste Sistemas de Ingeniería Ambiental Sistemas Integrales de Tratamiento de Agua y Tierra Ingenieros y Consultores Asociados ICA Bufette Industrial Atlatec (Grupo Cydsa). Ecología Redituable (Eco- Red) IB Tech. Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo y Cooperación ORSTOM SQI Consultores Ambientales Celulosa y Derivados. Cydsa Servicios y Productos Internacionales S.A IMASA Germen S.A de C.V. Energlia y Ecología TACSA BIMEXA	

Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI Retos y Oportunidades. Francisco Bolívar Zapata et al. FCE-CONACYT México 2002

Prospección Tecnológica Industrial de México 2002-2015 Sector 9 Biotecnología CONACYT ADIAT Consejo de Desarrollo Tecnológico y Científico de Nuevo León

Sazón Alberl. Biotecnologías en los países en desarrollo. Presente y Futuro Vol. 1. Estudio Regional y Nacional UNESCO 1993

**INFORMACIÓN PARA EL MAPA TECNOLÓGICO BIOTECNOLOGÍA  
SECTOR SALUD / QUÍMICO FARMACÉUTICO  
MÉXICO 2003**

TECNOLOGÍAS EMPLEADAS	GLAVE UNESCO	PRODUCTOS	GLAVE UNESCO
Fermentación	230212	Antibióticos.	241401
Tecnología Enzimática	230209	Vacunas (poliomielitis y Rabia).	241210
Biología Molecular de Genes	241500	Vitaminas	330912
Anticuerpos Monoclonales	241202	Test ELISA	
Genética	240900	Enzimas	230209
Diagnósticos Genéticos Moleculares	240900	Hormonas Humanas recombinantes.	230215
Células Genéticamente Modificadas	240702	Detección de Glucosa y lactosa.	
Biocatalizadores.	320805	Homona del crecimiento.	230215
Desarrollo de Biosensores.		Diagnóstico específico de Taenia Solium.	
Biología Molecular de Ácidos Nucleicos.	241500	Interferón	241200
Bioquímica de Proteínas y Péptidos.	230227	Detección de Causantes de malaria.	
Mejoramiento Genético de Microorganismos.	240900	Goma Xantano	230405
Nuevos procesos enzimáticos para aprovechar materia prima mexicana	230209	Síntesis de Aminoácidos.	230202
		Insulina Humana.	230215
		Antígenos de Diferenciación Leucocitaria.	241201
		Paquetes de Diagnóstico.	
		Penicilinas semisintéticas y cefalosporinas.	241401
		Producción de enzimas.	230209
		Detección VPH.	
		Producción de proteína Unkelular	230227
		Diseño de Reactores	330200
		Métodos para teñir ácidos nucleicos	230223
		Purificación de Antígenos(Tripanosoma cruzi y Taenia Solium)	241201
<b>INSTITUCIONES</b>		<b>EMPRESAS</b>	
Instituto de Biotecnología UNAM		Problomed	
Instituto de Investigaciones Biomédicas UNAM		Laboratorios Silanes	
Facultad de Química UNAM		Instituto Bioclon	
Facultad de Medicina UNAM		Sinbiotik S.A.	
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco CIATEJ		Beecham	
Universidad Autónoma Metropolitana.UAM.		Smith Kline	
Centro de Bioindustria Mexicana.		Cynamic	
Universidad Autónoma de Nuevo León		Fermic	
Instituto Nacional de Higiene SSA.		Fersinsa	
Instituto Nacional de Virología		Gist Brocades	
Facultad de Estudios Superiores FES-Zaragoza UNAM			

Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI. Retos y Oportunidades. Francisco Bolívar Zapata et al. FCE-CONACYT México 2002

Prospección Tecnológica Industrial de México 2002-2015 Sector 9 Biotecnología CONACYT ADIAT Consejo de Desarrollo Tecnológico y Científico de Nuevo León.

Sasson Albert. Biotecnologías en los países en desarrollo, Presente y Futuro Volumen 1. Estudio Regional y Nacional UNESCO 1993



## **5.3 Biotecnología: Visión Internacional**

### **ESPAÑA**

En España la Investigación que se está realizando gira en torno a las siguientes líneas: Bioética, Genoma, Terapias génicas, Eugenesia, clonación y embriones, Biotecnología Vegetal, reprogenética, Técnicas de ADN Forense, Identificación por ADN, Transferencia Génica, Fecundación y Desarrollo embrionario, Ingeniería Genética de plantas transgénicas, germoplasma vegetal, marcadores Inmunogenéticos, escala genómica, grupos de genes y polímeros basados en aminoácidos.

### **ARGENTINA**

En Argentina se está trabajando en mejoramiento vegetal , Biología molecular, reactivos de diagnóstico, secuenciación de ADN, Proteómica, Genómica, especialidades biológicas y farmacéuticas para la Industria veterinaria, biomoléculas para uso en la salud humana, autoinmunidad, separación, clarificación y purificación de gases y líquidos, productos para el manejo de plagas y malezas en cultivos agrícolas, producción de insulina, anti-Inflamatorios, vacunas, antibióticos y hormonas, producción de lácteos, desarrollo y producción de semillas: maíz, girasol, sorgo, soya y alfalfa, detección del Mal de Chagas, semilla básica de papa, protección de cultivos y producción de colorantes.

### **ECUADOR**

En Ecuador se trabaja en cultivo de tejidos, marcadores moleculares y tecnologías transgénicas, fitomejoramiento del maíz, cacao y arroz, conservación de recursos fitogenéticos, bancos de germoplasma, en transgénicos se trabaja en tolerancia a herbicidas en maíz, algodón, canola y soya, y conservación de los recursos genéticos.

### **INDIA**

En la India se estudia alimentar a los niños con plantas transgénicas, en la biorrestauración de escombreras, en el Proyecto del Genoma Humano (HGP), en diagnósticos de padecimientos y terapias en la plataforma farmacogenómica, vacunas (Hepatitis C y Malaria), Interferón, Insulina, cáncer de mama y de colon, asma y diabetes, biopesticidas, biofertilizantes, saborizantes, productos de química fina, aminoácidos, biorremediación, creación de valor agregado de germoplasmas, enzimas Industriales, antibióticos, inmunomoduladores, bioenergía y biopolímeros.

## **CANADÁ**

En Canadá el Plan de Acción del Gobierno de Canadá contempla, para la salud y alimentos los alimentos que han sido genéticamente modificados y productos de pescado derivados de la Biotecnología Moderna, en lo que se refiere a pesticidas son para hormigas, plagas de jardín, murciélagos, chinches de las plantas, mosquitos, cucarachas, carcas de niño, moscas, etc. En lo referente a biológicos se incluye vacunas virales, bacterianas, terapias y diagnósticos genéticos, tecnologías asistidas para la reproducción humana; tecnologías terapéuticas como drogas o tratamientos médicos, diagnóstico de embarazo, anticonceptivos, keratinocyte y fibroblastos, evaluación de la respuesta antiviral del interferón; sialosido dendrítico e hiper-ramificado conjugado como agentes biomédicos anti adhesión; proyectos genómicos, derivados de los péptidos SIMP como inmunoterapia contra el cáncer humano, reproducción humana asistida, análisis inmunológico, impactos de la Ingeniería Genética, animales genéticamente modificados, aditivos de alimentos, modificadores metabólicos, transferencia de genes resistentes a los antibióticos, plantas genéticamente modificadas, resistencia de las especies plaga y esterilidad de los peces genéticamente modificados.

## **ALEMANIA**

En Alemania la investigación gira en torno a la producción de alimentos con mayor contenido nutricional(arroz y maíz), en la reducción del colesterol en huevo, carne y leche, en la producción de fertilizantes ecológicos, el aumento en la producción y la calidad en maíz, trigo, frutas, hortalizas, cítricos, uvas, olivas, plátanos, tubérculos y papas. Piscicultura, TNF en la Sepsis e inmunoparálisis, máquinas moleculares para degradación de proteínas y determinantes de secuencia en la formación de Amiloid Fibril.

## **BRASIL**

Brasil es el líder en el uso de biocombustibles en donde éstos han sido usados durante 25 años. Brasil produce 13 millones de litros de Bioetanol de azúcar de caña, proveyendo a 3.5 millones de vehículos de etanol puro. Tiene biofábricas para producción de semillas resistentes a plagas, está estudiando la secuencia del genoma de la bacteria Gluconacetobacter Diazotrophicus para aumentar la productividad de la caña de azúcar, papa y café; tiene en marcha el proyecto Rio-Bio- Diesel para la producción de un combustible más económico y menos contaminante. Gran parte de las actividades en Biotecnología se refieren a Insumos(Inoculantes, Bioinsecticidas, nuevas semillas) para la industria agrícola y similares (papel y celulosa, producción de enzimas para su uso en la industria alimentaria), el análisis genómico para la identificación de nuevos principios activos o plantas con niveles más elevados de determinadas proteínas de uso en la industria alimentaria, de cosméticos y farmacéutica.

Con respecto a las nuevas semillas destacan las de Interés directo de las grandes empresas de la química fina como las variedades de soya tolerantes a herbicidas de uso genérico o que incorporen genes de resistencia a plagas; las que introducen características deseables para la industria a través del uso de marcadores y técnicas de reproducción rápida de material genético, para la obtención de ácido lúrico que se usa en la fabricación de helados, la obtención de variedades tropicalizadas de trigo con buenas características para la fabricación de pastas o con un mayor grado proteico; asimismo, el desarrollo de Kits de diagnóstico para la identificación de enfermedades y para la elección del mejor método de propagación de esquejes que les hagan inmunes a enfermedades, dos aspectos cruciales para la competitividad brasileña en el sector de zumos.

Existen en Brasil 80 empresas biotecnológicas contando con más de 30 mil profesionales y cerca de mil investigadores.

## **VENEZUELA**

Una de las prioridades del Gobierno de Venezuela es la biotecnología y la seguridad alimentaria tiene rango constitucional.

## **TAILANDIA**

En la última parte de 2000, Tailandia anunció 40 nuevas plantas de etanol en adición a las 22 plantas existentes para producir 3 billones de litros de etanol para usar como combustible de automóvil. El transporte público de Bangkok usa corrientemente combustibles que contienen 15 por ciento de etanol.

## **CUBA**

La biotecnología cubana tiene muchos avances, entre ellos se cuenta la vacuna cubana contra la garrapata en el ganado bovino, el Interferón alfa leucítico humano, los productos médicos contra tumores, virus y antifibróticos e Inmunológicos. Asimismo están realizando estudios de biología molecular y celular, ingeniería genética, síntesis química, Investigaciones sobre clonación, mejora genética, técnicas recombinantes de ADN y animales transgénicos, medicamentos para dolencias cardiovasculares, el extracto de leucocitos dializables, las antiendotoxinas, los péptidos sintéticos como inmunoterapéuticos en sepsis, la hipogalactosilación de serum en pacientes con enfermedad de Celiac, la caracterización de extractos de leucocito, la correlación de las Interacciones proteína-DNA y proteína-proteína. Asimismo, la Biotecnología Cubana tiene cuatro líneas de exportación: Medicamentos y vacunas Humanas, productos veterinarios y productos cosméticos.

La biotecnología es una de las fuentes importantes de divisas de Cuba con exportaciones por 33.4 millones de dólares e importaciones por 13.7 millones de dólares.

## **REINO UNIDO**

Las líneas de Investigación en el Reino Unido son: Los péptidos y las enfermedades gastroenterológicas , enfocados a EGF, el papel que juegan los receptores EGF en la regulación de la proliferación intestinal, los papeles para la glucosilación en las Interacciones receptor-ligando en el Sistema Inmune, la estructura y ensamble de andamios moleculares, el Gen Humano, la Genética de la Enfermedad Cerebrovascular, la Glicosilación del IgG Humano y su Impacto en la eficacia terapéutica de anticuerpos monoclonales recombinantes, las vacunas glicoconjugadas, la determinación de la estructura genética del KIR, las proteínas Kinasas como drogas anticáncer, las relaciones entre las estructuras del N-Glycan y las actividades biológicas de las eritroproteínas humanas recombinantes producidas usando diferentes condiciones y procesos de purificación.

En **Finlandia** las líneas de Investigación giran alrededor de los anticuerpos y la HLA en el diagnóstico clínico de la enfermedad de Celiac. Asimismo, en **Italia** también se estudia la enfermedad de Celiac y se hacen estudios sobre la predicción de la estructura de la proteína. En **Suiza** se estudian los mecanismos moleculares de respuestas sistémicas durante la Sepsis, el papel de la Genética y la Genómica en el cuidado de la salud y la aplicación de la proteómica en la Industria Farmacéutica.

En **Bélgica** las líneas de investigación son la Inducción y los mecanismos de represión de Genes Inflamatorios, así como las secuencias no modificadas.

En **Holanda** se están analizando las Interacciones carbohidrato-ligando en Glicomics Estructural, así como se están realizando estudios de mutación y alineación secuencial basada en el contacto.

En **Singapur** están trabajando en descifrar el Sistema Inmune, en Japón las líneas de Investigación se enfocan a la Inmunogenómica a través de la deducción del conocimiento inmunológico de los textos y los datos biomoleculares. En **Rusia** se investiga la vacuna contra la Hepatitis C. En **Israel** se realiza la disección genética de las enfermedades comunes.

**Dinamarca, Suecia y Bélgica** están a la cabeza; **Dinamarca** es líder en medicamentos de patente. **Suecia** es la que tiene el mayor número de empresas y sus líneas de investigación son sobre mapeo de genes en Inflamación crónica y enfermedad de Celiac. Asimismo, los **Países Nórdicos** son los que tienen los mejores resultados generales.

**Alemania, Francia y el Reino Unido** tienen el 2º lugar. **El Reino Unido y Alemania** están a la cabeza en número de artículos sobre biotecnología. **Francia** está a la cabeza en doctorados en Ciencias de la Vida y en determinantes moleculares que controlan funciones de los linfocitos B.

Para ahondar en la información a nivel internacional, se recomienda consultar los anexos 12 al 15.

## CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha planteado la necesidad de establecer una Unidad de Inteligencia Tecnológica como una manera de organizar la recopilación y procesamiento de información y su utilización para la toma de decisiones en las áreas de desarrollo tecnológico, como ejemplo se ha tomado la biotecnología y se ha aplicado la metodología para determinar si la información que se obtenía era la adecuada.

### OPORTUNIDADES

- Realizando un análisis de oportunidades en el desarrollo de la biotecnología en México se tiene que una oportunidad muy importante es que las biotecnologías deben ser de tipo regional, es decir, adaptadas al medio y a la población a que están destinadas, tal es el caso de la biotecnología agrícola, las terapias génicas, los reactivos de diagnóstico y los medicamentos biotecnológicos, que tienen que ser Biotecnologías locales para que funcionen, esta situación puede ser aprovechada por las instituciones de investigación y por las empresas locales.

### AMENAZAS

- Las compañías transnacionales están trabajando a nivel local para desarrollar biotecnologías a nivel local, lo cual puede derivar en una situación en la cual las instituciones de investigación locales ya no puedan desarrollar esas biotecnologías por estar patentadas por las transnacionales, lo cual nos daría una dependencia tecnológica que no permitirá el desarrollo de una industria nacional independiente.
- Las empresas transnacionales patentan productos en México aunque no los estén produciendo en el país, con lo que impiden que se puedan desarrollar y producir localmente y se tenga que depender de sus productos.

### FORTALEZAS

- En México existen grupos de investigación altamente capacitados
- Existe una infraestructura adecuada para la investigación

## DEBILIDADES

- Falta dinero para la investigación
- La vinculación entre las Instituciones de Investigación Mexicanas y las empresas, aunque existe, es muy incipiente.
- No existe una cultura empresarial que permita aprovechar la capacidad de investigación de los Centros e Institutos.

Analizando nuestro sistema propuesto se tiene:

1. Para comprobar el funcionamiento del Sistema se realizaron dos acciones:
2. El Estudio de Prospectiva Tecnológica
3. La Información para los Mapas Tecnológicos

La finalidad de realizar estos dos estudios era verificar si podía realizarse un conocimiento profundo del desarrollo actual y futuro de las tecnologías estudiadas (en este caso se tomó como ejemplo la biotecnología).

Se consideró que con el estudio de prospectiva se estudiaba la tendencia de los indicadores más importantes y con el estudio de los mapas tecnológicos se abarcaban las líneas de investigación relacionadas con las Instituciones y las empresas, es por esto que se planteó el estudio de los dos parámetros, los cuales se complementan uno al otro.

El estudio de estas dos herramientas arrojó los siguientes resultados.

En el caso de la prospectiva tecnológica, permitió conocer:

- a. La dinámica de la biotecnología en los próximos 25 años
- b. Que instituciones están trabajando en biotecnología
- c. El grado de vinculación actual que existe entre las empresas y las instituciones de investigación
- d. Nos dio un panorama de los recursos humanos especializados actuales y los recursos humanos requeridos para un futuro
- e. Los proyectos de investigación que actualmente se están desarrollando
- f. En qué áreas se está patentando y qué es lo que se está patentando
- g. Con esta información se pueden planear las necesidades de nuevos Centros de Investigación, los requerimientos de recursos humanos para los próximos 25 años, los requerimientos de financiamiento para proyectos de investigación, y estar conscientes de la necesidad de fomentar que tanto las instituciones de investigación como las empresas deben patentar sus desarrollos tecnológicos

La información sobre los mapas tecnológicos permitió conocer:

- a. Las líneas de investigación en que están trabajando las instituciones de investigación
- b. Las empresas que están trabajando y en qué sectores están trabajando, asimismo, que tecnologías están empleando
- c. Que empresas están vinculadas con que instituciones y en que proyectos específicos están trabajando
- d. Los productos que están obteniendo

La información de estas dos herramientas nos permite obtener un panorama sobre el desarrollo actual y futuro de la biotecnología en México.

En México hay instituciones y grupos de Investigación sólidos que están trabajando sobre biotecnología y las líneas de investigación que pueden desarrollarse, desde mi particular punto de vista son:

- En biotecnología agrícola la producción de especies resistentes a salinidad, sequía, heladas y plagas, en los cultivos proritarios para la alimentación de los mexicanos como son: maíz, frijol, y arroz.
- En biotecnología pecuaria la producción de productos farmacéuticos veterinarios y la mejora genética del ganado.
- En biotecnología de alimentos y materias primas la producción de aditivos alimentarios, la producción de derivados lácteos y la mejora nutricional de los alimentos.
- En biotecnología del medio ambiente – control de la contaminación, la biorremediación de suelos y el tratamiento de efluentes líquidos y gaseosos.
- En biotecnología del sector salud / farmacéutico las terapias génicas, la producción de reactivos de diagnóstico y anticuerpos monoclonales para enfermedades como el cáncer, así como productos farmacéuticos para enfermedades como la diabetes el cáncer, el SIDA, a continuación se presentan los cuadros comparativos de México con respecto al mundo en las diferentes biotecnologías.



## FORTALEZAS Y OPORTUNIDADES EN BIOTECNOLOGÍAS MÉXICO CON RESPECTO AL MUNDO Y A LATINOAMÉRICA

Con respecto al Mundo	Con respecto a Latinoamérica
Diagnóstico y detección de enfermedades por Anticuerpos Monoclonales	Diagnóstico y detección de enfermedades por Anticuerpos Monoclonales
Desarrollo de vacunas virales	Desarrollo de vacunas virales
Biocontrol de vectores de Malaria y Dengue	Biocontrol de vectores de Malaria y Dengue
Uso de plantas medicinales para el desarrollo de Fitofármacos. Validación de Fármacos en clínicas especializadas	Uso de plantas medicinales para el desarrollo de Fitofármacos. Validación de Fármacos en clínicas especializadas
Se desarrollan mejoras en los procesos de producción de cerveza para bajar los Niveles de nitritos	Se desarrollan mejoras en los procesos de producción de cerveza para bajar los Niveles de nitritos
Se desarrolla el aprovechamiento integral de los pigmentos, aceites y taninos del orujo de la uva	Se desarrolla el aprovechamiento integral de los pigmentos, aceites y taninos del orujo de la uva
Desarrollo de nuevas variedades de cebada	Desarrollo de nuevas variedades de cebada
Nuevas alternativas rentables para la producción de maíz, aprovechamiento comercial de los maíces criollos	Nuevas alternativas rentables para la producción de maíz, aprovechamiento comercial de los maíces criollos
Biotecnologías de producción del café orgánico	Biotecnologías de producción del café orgánico
Aprovechamiento del tabaco	Aprovechamiento del tabaco
Mejoramiento genético para generar nuevas variedades de alto rendimiento resistentes a enfermedades y de mayor calidad para la industria de panificación de pastas, hojuelas, etc.	Mejoramiento genético para generar nuevas variedades de alto rendimiento resistentes a enfermedades y de mayor calidad para la industria de panificación de pastas, hojuelas, etc.
Obtención de productos derivados de leguminosas con mayor valor agregado	Obtención de productos derivados de leguminosas con mayor valor agregado
Dar valor agregado a los subproductos del café de baja calidad comercial	Dar valor agregado a los subproductos del café de baja calidad comercial
Biotecología del agave azul Weber Tequilano, mezcal y pulque	Biotecología del agave azul Weber Tequilano, mezcal y pulque
biodesulfuración	biodesulfuración
Aislamiento y producción de Biofertilizantes fijadores de N2 libres y simbioses, micorrizas, hortalizas, frutales, ornamentales, gramíneas y forestales.	Aislamiento y producción de Biofertilizantes fijadores de N2 libres y simbioses, micorrizas, hortalizas, frutales, ornamentales, gramíneas y forestales.
Bioinsecticidas, fitopatógenos y de heladas, para biocontrol de plagas y enfermedades, producción masiva de agentes biológicos	Bioinsecticidas, fitopatógenos y de heladas, para biocontrol de plagas y enfermedades, producción masiva de agentes biológicos
Aislamiento y selección de agentes biológicos nativos, metodología de evaluación en campo y normas	Aislamiento y selección de agentes biológicos nativos, metodología de evaluación en campo y normas
	En cultivo de hongos comestibles se producirán inóculos en medio líquido y se hará biocontrol de mosca
	Alimentos Balanceados
	Manejo post – cosecha por medios biológicos
	Reconversión Biotecnológica del proceso húmedo para despulpado y desmucilagado
	Producción de Faboterapéuticos para el tratamiento de envenenamientos
	Uso de Biorreactores para el cultivo de tejidos vegetales
	Bancos de Inmunoglobulinas para fines terapéuticos y o diagnósticos
	Desarrollo de vectores, (liposomas, adenovirus, retrovirus)
	Desarrollo de Marcadores tempranos de riesgo a enfermedades
	Cultivo de Células y órganos con fines terapéuticos
	Uso de instrumental sofisticado (RNM, Imagenología <sup>a</sup> ) para diagnósticos <sup>a</sup>
	Nuevas alternativas para incrementar la competitividad de las frutas y hortalizas mexicanas en el comercio internacional
	Desarrollo de nuevos productos agroindustriales con materia prima mexicana

Cuadro elaborado con información de prospectiva tecnológica 2002-2015 CONACYT – ADIAT – Consejo de Desarrollo Tecnológico y Científico de Nuevo León. 2002

## SIGLAS Y ACRÓNIMOS

<b>ANUIES</b>	Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Enseñanza Superior
<b>CCCYT</b>	Consejo Consultivo Científico y Tecnológico
<b>CCADET</b>	Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico
<b>CIAD</b>	Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo
<b>CIATEC</b>	Centro de Investigación y Asesoría Tecnológica en Cuero y Calzado A.C
<b>CIATEJ</b>	Centro de Investigación en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco
<b>CICESE</b>	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada B.C
<b>CICY</b>	Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán
<b>CIDESI</b>	Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial
<b>CIMMYT</b>	Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y el Trigo
<b>CINVESTAV</b>	Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN
<b>CIO</b>	Centro de Investigaciones en Óptica
<b>CONACYT</b>	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
<b>CYDSA</b>	Celulosa y Derivados
<b>DGETA</b>	Dirección General de Estudios Tecnológicos Agropecuarios
<b>DGIT</b>	Dirección General de Institutos Tecnológicos
<b>DNA</b>	Ácido Desoxiribonucleico
<b>FCE</b>	Fondo de Cultura Económica
<b>IMP</b>	Instituto Mexicano del Petróleo
<b>IMPI</b>	Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial
<b>IMTA</b>	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
<b>IMSS</b>	Instituto Mexicano del Seguro Social
<b>INAOE</b>	Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica
<b>INIFAP</b>	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
<b>ININ</b>	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
<b>INP</b>	Instituto Nacional de la Pesca

<b>IPICYT</b>	Instituto Potosino de Investigaciones Científicas y Tecnológicas
<b>INECOL</b>	Instituto Nacional de Ecología
<b>ISSSTE</b>	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores al Servicio del Estado
<b>LCyT</b>	Ley de Ciencia y Tecnología
<b>PECyT</b>	Programa Especial de Ciencia y Tecnología
<b>PEMEX</b>	Petróleos Mexicanos
<b>PIB</b>	Producto Interno Bruto
<b>SAGARPA</b>	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
<b>SCT</b>	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
<b>SEDESOL</b>	Secretaría de Desarrollo Social
<b>SENER</b>	Secretaría de Energía
<b>SE</b>	Secretaría de Economía
<b>SEMARNAT</b>	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
<b>SHCP</b>	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
<b>SIICyT</b>	Sistema Integrado de Información Científica y Tecnológica
<b>SNI</b>	Sistema Nacional de Investigadores
<b>SEGOB</b>	Secretaría de Gobernación
<b>SEP</b>	Secretaría de Educación Pública
<b>S R E</b>	Secretaría de Relaciones Exteriores
<b>SSA</b>	Secretaría de Salud
<b>STPyS</b>	Secretaría del Trabajo y Previsión Social
<b>UAM</b>	Universidad Autónoma Metropolitana
<b>UAM-I</b>	Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa
<b>UANL</b>	Universidad Autónoma de Nuevo León
<b>UNESCO</b>	Oficina de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

## BIBLIOGRAFÍA

- ADIAT-CONACYT. Directorio de Centros de Investigación Aplicada y Organismos de Apoyo para el Desarrollo Tecnológico en la República Mexicana. Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico, A.C. y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México. 2000.
- ADIAT-CONACYT. Prospectiva Tecnológica Industrial de México 2002-2015 Sector 9 Biotecnología. ADIAT- CONACYT. Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico. Consejo de Desarrollo Tecnológico y Científico de Nuevo León. México. 2002.
- Ayza, Juan y Alcántar, Julio. La Inteligencia Tecnológica Competitiva como herramienta en el proceso de valuación Tecnológica. Revista Innovación y Competitividad. ADIAT. No. 12. Octubre 2003.
- BANCOMEXT. Biotecnología y Exportaciones. Revista Comercio Exterior. Banco Mexicano de Comercio Exterior. Vol. 40, No. 3. Marzo 1990.
- Bartolini, Luis Antonio. La Llamada Inteligencia Tecnológica. ITESM.
- Bolívar Zapata, Francisco (Compilador). Biotecnología Moderna para el Desarrollo Futuro de México.- Retos y Oportunidades. Fondo de Cultura Económica- CONACYT. México. 2002.
- Bolson, María Elena. Vigilancia Tecnológica-Inteligencia Económica. Centro de Sistemas de Conocimiento. ITESM.
- Cárdenas Espinosa, Rodrigo. Invención, Innovación y Patentes. Editorial Albedrío. 1999. México.
- Chi Manzanero Bartolomé, Flores Pérez Patricia y Rivera Madrid Renata. Cempasúchil, Fuente Importante de Carotenoides. . Revista Ciencia y Desarrollo. Julio – Agosto de 2002. CONACYT.
- CONACYT. Sistema Integrado de Información Científica y Tecnológica SIICYT. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México. 2004.
- Escorsa, Castells Pere; Maspons, Boch Ramón; Ortiz Montenegro Ivette. Las Unidades de Inteligencia-Conocimiento en el Diseño de Políticas Científicas y Tecnológicas. Universidad Politécnica de Cataluña. IALE Tecnología. Universidad Técnica Federico Santamaría, Valparaíso, Chile. 2003.

- Herrera Estrella, Luis. Plantas Transgénicas. Aplicaciones y Controversias. Revista Ciencia y Desarrollo Marzo – Abril 2004. CONACYT.
- Jiménez Sánchez, Gerardo. La Medicina Genómica como un instrumento estratégico en el Desarrollo de México. Revista Ciencia y Desarrollo. Septiembre – Octubre de 2003. CONACYT.
- Kato Maldonado, Luis y Bello Orbe, René . Impactos de la Biotecnología en el Sector Porcino. Confederación de Porcicultores Mexicanos, A.C., CamBioTec y UAM.
- López Murguía Alberto. Alimentos Transgénicos. Impacto en la Nutrición. Revista Ciencia y Desarrollo. Marzo – Abril 2004. CONACYT.
- Miklos, Tomás y Tello Ma Elena. Planeación Prospectiva. Una Estrategia para el Diseño del Futuro. Centro de Estudios Prospectivos de la Fundación Javier Barros Sierra. Editorial LIMUSA. Noriega Editores México 1991.
- Mordejal Morris, Strauch Milstein. Historia de la Biotecnología. Revista Ciencia y Desarrollo. Enero-febrero 1989. Vol. XIV número 84. CONACYT.
- Ovalanieta, Gilberto. Sociedad de Profesionales en Inteligencia Competitiva. ITESM.
- Rezende, Yara. Gestión de la Información y del Conocimiento de Natura Cosméticos. Revista Puzzle. Revista Hispana de la Inteligencia Competitiva. Enero – Febrero 2004.
- Salcedo Mauricio, Arana Rosa María. Segura Julia. Hidalgo Alfredo y Martínez Iván. Realidades en el Diagnóstico Molecular del Cáncer. Revista Ciencia y Desarrollo. Julio – Agosto de 1998. CONACYT.
- Santoyo Pizano Gustavo. La Era de la Ciencia Genómica. Revista Ciencia y Desarrollo. Marzo – Abril 2004. CONACYT.
- Sasson, Albert- Biotecnologías en los Países en Desarrollo, Presente y Futuro. Vol. 1. Estudio Regional y Nacional. UNESCO. 1993.
- Soberón Maneiro, Francisco Javier. La Ingeniería Genética, la Nueva Biotecnología y la Era Genómica. Colección Ciencia para Todos. SEP, Fondo de Cultura Económica y CONACYT. México. 2002.
- Tena Millán Joaquín y Comai Alejandro. La Inteligencia Competitiva en las Multinationales Catalanas. 2004 EMECOM- Libro Electrónico de la Revista Puzzle.

- Tena Millán Joaquín y Comai Alejandro. La Inteligencia Competitiva en las Mejores Prácticas Españolas. 2004 EMECOM. Libro Electrónico de la Revista Puzzle.
- Villalobos García, Gildardo (compilador). Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología. CONACYT. México.2003.
- Zaintek, Servicios Avanzados de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva en PyMES. Revista Puzzle. Revista Hispana de la Inteligencia Competitiva. Enero - Febrero de 2004.
- I Congreso Internacional y X Nacional de Ingeniería Bioquímica. Revista Investigación Hoy. Noviembre – Diciembre 1994. IPN.

# ANEXOS



**INTEGRACIÓN DE UNIDADES DE INTELIGENCIA TECNOLÓGICA  
PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LAS ÁREAS ESTRATÉGICAS  
DE DESARROLLO TECNOLÓGICO EN MÉXICO:**

**EL CASO DE LA BIOTECNOLOGÍA**

**ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo</b>	<b>Página</b>
Anexo 1.- Instituciones que realizan investigación en Biotecnología. Por sectores.	1
Anexo 2.- Investigadores trabajando en el área. Por campos del conocimiento e investigadores y líneas de investigación en Centros Públicos CONACYT.	4
Anexo 3.- Empresas biotecnológicas. Por sector.	12
Anexo 4.- Proyectos de Biotecnología. 1990-2000. Por áreas del conocimiento y proyectos de biotecnología realizados por centros públicos CONACYT.	15
Anexo 5.- Asignación de claves de acuerdo al Catálogo de UNESCO. Estructura del Catálogo de Áreas, Disciplinas, Ramos y Especialidades. Biotecnología. Árbol del Conocimiento.	28
Anexo 6.- Instituciones que cuentan con programas de posgrado en biotecnología	38
Anexo 7.- Instituciones y dependencias con participación intermedia en el campo de la Biotecnología	40
Anexo 8.- Dependencias que desarrollan sólo algunos proyectos de investigación en Biotecnología.	41
Anexo 9.- Mapa Tecnológico de Biotecnología. Instituciones y Áreas.	43
Anexo 10. Panorama general. Tecnologías y productos en Biotecnología.	52
Anexo 11.- Mapa Tecnológico. Biotecnología. Por sectores.	59
Anexo 12.- Biotecnología Internacional. Líneas de investigación por países.	63
Anexo 13.- Biotecnología internacional. Instituciones y Líneas de Investigación.	73
Anexo 14.- Biotecnología internacional. Empresas y países.	75
Anexo 15.- Mapa tecnológico. Líneas de investigación por país.	77



# ANEXO 1



**INSTITUCIONES QUE REALIZAN INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA  
SECTOR AGRÍCOLA  
MÉXICO 2003**

1	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias - INIFAP
2	Colegio de Posgraduados CP
3	Universidad Autónoma Chapingo UACH.
4	Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UAAAN
5	Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo CIAD
6	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste CIBNOR
7	Instituto de Ecología IE
8	Centro de Investigación y Asesoría en Diseño del Estado de Jalisco CIATEJ
9	Centro de Investigación Científica del Estado de Yucatán CICY
10	El Colegio de la Frontera Sur Ecosur
11	Centro de Investigación y Estudios Avanzados
12	Irapuato y Distrito Federal CINVESTAV
13	7 Institutos Tecnológicos Agrícolas (DGETA)
14	1 Instituto Tecnológico Forestal (DGETA)
15	4 Institutos Tecnológicos (DEGIT)
16	Centro de Investigaciones en Biotecnología CEIB (UAMorelos)
17	Instituto de Biotecnología (UNAM)
18	Centro de Investigación sobre Fijación del Nitrógeno CINF UNAM
19	Facultad de Química FQ UNAM
20	Instituto de Biología UNAM
21	Facultad de Estudios Profesionales Iztacala UNAM
22	Facultad de Agronomía, Facultad de Ciencias Biológicas UANL
23	Universidad Autónoma Metropolitana UAM iztapalapa
24	18 Universidades Estatales
25	Instituto Tecnológico de Sonora ITS
26	Centro de Productos Bióticos Ceprobi IPN
27	CIDIR IPN
28	Centro de Biotecnología Genómica (CBG)
29	Upibi (IPN)
30	Escuela Nacional de Ciencias Biológicas ENCB IPN
31	Biogenética Mexicana
32	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey ITESM

Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI FCE-CONACYT 2002 México  
Directorio 2000 Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico A.C. y  
Sasson Albert. Biotecnologías en los Países en Desarrollo. Presente y Futuro. Vol. 1 Estudio Regional y Nacional  
UNESCO 1993

**INSTITUCIONES QUE REALIZAN INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA  
SECTOR PECUARIO  
MÉXICO 2003**

<b>1</b>	Universidad Autónoma de Nuevo León UANL
<b>2</b>	Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias UNIFAP
<b>3</b>	Colegio de Posgraduados CP.
<b>4</b>	Universidad de Guadalajara U de G.
<b>5</b>	Universidad Autónoma de Querétaro
<b>6</b>	Sector Privado (vacuna de la rabia).

Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI FCE-CONACYT 2002 México  
Directorio 2000 Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico A.C. y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

**INSTITUCIONES QUE REALIZAN INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA  
SECTOR ALIMENTOS Y MATERIAS PRIMAS  
MÉXICO 2003**

<b>1</b>	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados
<b>2</b>	Unidad Irapuato y D. F. CINVESTAV- Irapuato y D.F.
<b>3</b>	Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo CIAD
<b>4</b>	Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco CIATEJ
<b>5</b>	Universidad de Guadalajara U de G.
<b>6</b>	Instituto de Biotecnología UNAM
<b>7</b>	Centro de Investigación Científica del Estado de Yucatán CICY
<b>8</b>	Centro de Educación Científica y de Educación Superior de Ensenada B.C.

Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI FCE-CONACYT 2002 México  
Directorio 2000 Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico A.C. y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Sasson Albert. Biotecnologías en los Países en Desarrollo. Presente y Futuro. Vol. 1 Estudio Regional y Nacional UNESCO 1993

**INSTITUCIONES QUE REALIZAN INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA  
SECTOR MEDIO AMBIENTE/ CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN  
MÉXICO 2003**

<b>1</b>	Universidad Nacional Autónoma de México
<b>2</b>	Universidad Autónoma Metropolitana- Iztapalapa
<b>3</b>	Instituto de Ingeniería UNAM
<b>4</b>	El Colegio de la Frontera Sur ECOSUR

Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI FCE-CONACYT 2002 México  
Directorio 2000 Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico A.C. y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología  
Sasson Albert. Biotecnologías en los Países en Desarrollo. Presente y Futuro. Vol. 1 Estudio Regional y Nacional UNESCO 1993

**INSTITUCIONES QUE REALIZAN INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA  
SECTOR SALUD / QUÍMICO FARMACÉUTICO  
MÉXICO 2003**

1	Instituto de Biotecnología UNAM
2	Instituto de Investigaciones Biomédicas UNAM
3	Facultad de Química UNAM
4	Facultad de Medicina UNAM
5	Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco CIATEJ
6	Universidad Autónoma Metropolitana UAM
7	Centro de Bioindustria Mexicana
8	Universidad Autónoma de Nuevo León
9	Instituto Nacional de Higiene SSA
10	Instituto Nacional de Virología
11	Centro de Investigaciones sobre Fijación del Nitrógeno CIFN UNAM
12	Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán CICY

Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI FCE-CONACYT 2002 México  
Directorio 2000 Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico A.C. y Consejo Nacional de  
Sasson Albert. Biotecnologías en los Países en Desarrollo. Presente y Futuro. Vol. 1 Estudio Regional y Nacional  
UNESCO 1993

# ANEXO 2



# BIOTECNOLOGÍA

## INVESTIGADORES TRABAJANDO EN EL ÁREA

### Campo: Ciencias Agronómicas y Veterinarias

GRADO	NOMBRE	INSTITUCIÓN	SUBDISCIPLINA	CLAVE UNESCO
Dr.	Germán David Mendoza Martínez	Colegio de Posgraduados	Fermentación	330202
M en C	Ma del Carmen Corona Vargas	Univ. Aut. de Tlaxcala	Insecticidas	310107
Dra.	Ma Luisa Urania Román Marín	Inst. de Investigaciones Químico Biológicas Univ Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	Flavonoides	330903
M en C	Jesús Huerta Díaz	Fac. de Agronomía UASLP	Genética	240900
M en C	Ma Teresa Rodríguez González	Colegio de Posgraduados	Floricultura	310703
Dr	Jorge Manuel Santa María Fernández	CICY	Horticultura	310700
Dra	Gloria Dávila Ortiz	IPN	Bioquímica	240300
	Campos Álvarez Francisco		Biología Molecular	241500
M en C	Eugenio Martín Pérez Molphe Balch	Universidad Aut. Aguascalientes	Tecnología de Cultivos	310305
Dr	Federico Sánchez Rodríguez	Instituto de Biotecnología UNAM	Patología	320700
Dr	Jaime Mora Celis	Centro de Investigación sobre fijación del nitrógeno UNAM	Fertilización del suelo	310313
Dr	Jorge Rodríguez Alcázar	Colegio de Posgraduados	Horticultura	310700
Q.F.B	Jorge Fernando Toro Vázquez	UASLP	Molinería	330900
Dra	Ana María Calderón de la Barca Cota	CIAD	Molinería	330900
Dr	Enrique Sauri Duch	Instituto Tecnológico de Mérida	Bioquímica	240300
Dr	Jacinto Bañuelos Pineda	Centro Univ. de Ciencias Univ. De Guadalajara	Toxicología	320611
			Microbiología	330203
Dr.	Felipe Benjamín de León Mojarro	IMTA	Bioquímica	240300
Dr.	Gustavo Adolfo González Aguilar	CIAD	Horticultura	310700
Dr.	Octavio Martínez de la Vega	CINVESTAV - Irapuato	Bioquímica	240300
Dr.	Alfredo Dick Martínez Espinoza	CINVESTAV - Irapuato	Bioquímica	240300
Dr.	Octavio Paredes	CINVESTAV - Irapuato	Genética	240900
Dra	Ma del Socorro Carmen Santos Díaz	Centro de Inv y Estudios de Posgrado UASL	Bioquímica	240300
Dr	Fidel Sánchez Márquez	Univ. Aut. Chapingo	Bioquímica	240300
Dra	Martha Patricia Coello Coutiño	Fac de Química UNAM	Fisiología Vegetal	
Dr	Eleazar Martínez Barajas	Fac. de Química UNAM	Bioquímica	240300
Dr	Héctor Guillén Andrade	CIR del Centro	Bioquímica	240300
Dra	Ana Olivia Canas Urbina	Fac. de Química UNAM	Bioquímica	240300
Dr	Francisco Delgado Vargas	Esc. De Ciencias Biológicas UASinaloa	Bioquímica	240300
	Cáceres Martínez Jorge Abelardo		Acuicultura	310500
Dra	Elisa Miriam Valenzuela Soto	CIAD	Bioquímica	240300
Dra	Araceli Tomasini Campocosio	Div de Ciencias Biológicas y de la Salud UAM Iztapalapa	Horticultura	310700
Dra	Renata Lourdes Rivera Madrid	CICY	Genética Vegetal	310701
Dr.	Carlos Regalado González	Fac. de Química Univ. Aut. de Querétaro	Enzimas	230209
Dra	Ma Andrea Cerrillo Soto	Fac. de Med Veterinaria y Zootecnia, Univ Juárez del Edo de Durango	Bioquímica	240300
	Buckle Ramírez Luis Fernando		Bovinos	310402
			Acuicultura	310500
Dr	Víctor Manuel Villalobos Arámbula	CINVESTAV - Irapuato	Fitogenética	310301
Dra	Noemí Waksman Minsky	UANL	Bioquímica	240300
Dr	Virgilio Mendoza González	Univ Michoac de San Nicolás de Hidalgo	Bioquímica	240300

Fuente: Sistema Integrado de Información Científica y Tecnológica SIICYT CONACYT 2003

**BIOTECNOLOGÍA**  
**INVESTIGADORES TRABAJANDO EN EL ÁREA**

**Campo: Ciencias de la Tecnología**

GRADO	NOMBRE	INSTITUCIÓN	SUBDISCIPLINA		CLAVE UNESCO
Dr	Daniel Robledo Ramírez	Depto de recursos del Mar CINVESTAV-Mérida	Tecnología	Biología	330200
M en C	Luis Rafael Martínez Córdova	Depto de Invs. Científicas y Tecnológicas UNISON	Bioquímica	Marina	251000
M en C	Ma Eugenia Gutiérrez Castillo	IPN-DF	Tecnología	Biología	330200
Dr	Pandillan Thangarasu	Fac. de Química UNAM	Bioquímica		330200
Dr	Raúl N. Ondarza Vidaurreta	Inst Nac de Salud Pública	Tecnología		330200
Dra	Luz María Dalila Aldana Arana	CINVESTAV-Mérida	Tecnología	Biología	330200
Dr	Jesús Adolfo García Sainz	Inst. Fisiología Celular UNAM	Bioquímica	Marina	251000
M en C	Ma. Luisa Villarreal Ortega	IMSS	Tecnología		330200
			Farmacología		320900
			Medicamentos		320904
			de origen natural		
Dra	Ma Teresa Ponce Noyola	CINVESTAV-DF	Microbiología		330203
Dra	Bertha Olivia Arredondo Vega	CIBNOR	Industrial		330203
M en C	Rafael León Sánchez	Centro Univ. De Ciencias Biológs y Agropecuarias Univ de Guadalajara	Ácidos Grasos		330928
Dr	Antonio R. Jiménez Aparicio	IPN- Morelos	Piscicultura		310502
Dr	Roberto Pablo Stock Silberman	Inst. Biotecnología UNAM	Tecnología		330200
Dr	José Antonio Zertuche González	Inst de Invs Oceanológicas UABC	Bioquímica		330200
Dra	Beatriz Cordero Esquivel	Div de Oceanología CICESE	Tecnología	Biología	330200
Dr	Juan Carlos Vázquez Chagoyan	Fac. Med Vet y Zootecnia UAEM	Bioquímica	Marina	251000
Dr	Fernando Luis García Carreño	Div Biología Experimental CIBNOR	Tecnología	Biología	330200
Dra	María Mayra de la Torre Martínez	CINVESTAV-DF	Bioquímica	Marina	251000
Dra	Isabel Guerrero Legorreta	Div de Ciencias Biológicas y de la Salud UAM Iztapalapa	Tecnología	Biología	330200
Dr	Felipe de Jesús Ascencio Valle	Div de Biología Experimental CIBNOR	Bioquímica	Marina	251000
Dr	Benito Antón Palma	Div de Invs Clínicas Instituto Mexicano de Psiquiatría	Tecnología	Biología	330200
Dra	Consuelo de Jesús Cortés Penagos	Fac. de Ciencias Químicas Univ. Aut de Coahuila	Bioquímica	Marina	251000
			Tecnología		330200
			Bioquímica		330200

## BIOTECNOLOGÍA INVESTIGADORES TRABAJANDO EN EL ÁREA

### Campo: Ciencias de la Tecnología

GRADO	NOMBRE	INSTITUCIÓN	SUBDISCIPLINA		CLAVE UNESCO
Dr	Daniel Genaro Segura González	Instituto de Biotecnología UNAM	Tecnología		330200
Dra	Yolanda Freile Palegrin	CINVESTAV-Mérida	Bioquímica		
			Tecnología	Biotecnología	330200
			Bioquímica	Marina	251000
Dra	Margarita Salazar González	Div de Ciencias Biológicas y de la Salud UAM- Iztapalapa	Citología		241712
			Vegetal		
Dr	Enrique Galindo Fentanes	Instituto de Biotecnología UNAM	Fermentación		230212
Dra	Bertha Olivia Arredondo Vega	Div de Biología Experimental CIBNOR	Tecnología	Biotecnología	330200
			Bioquímica	Marina	251000
Dr	Federico del Río portilla	Instituto de Química UNAM	Tecnología		330200
			Bioquímica		
Dr	Cuauhtémoc Reyes Moreno	Esc. De Ciencias Químico-Biológicas	Tecnología		330202
			de la Fermentación		
Dr	Octavio Tonatihu Ramírez Reivich	Instituto de Biotecnología UNAM	Tecnología		330200
			Bioquímica		
Dr	José Luis Medina Monroy	Div de Física Aplicada CICESE	Microbiología		330203
Dra	Ma Guadalupe Aguilar Uscanga	Instituto Tecnológico de Veracruz	Tecnología		
			de la Fermentación		330202
Dr	Antonio de León Rodríguez	Instituto tecnológico de Celaya	Tecnología		
			Bioquímica		330200
Dr	Edgar Salgado Manjarrez	Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología IPN	Tecnología		
			Bioquímica		330200
Dra	Katy Juárez López	Instituto de Biotecnología UNAM	Tecnología		
			Bioquímica		330200
Dra	Norma Yolanda Hernández Saavedra	Div de Biología Experimental CIBNOR	Tecnología		
			Bioquímica		330200
Dr	Marco Antonio Cerbón Cervantes	FES-Zaragoza UNAM	Biología Molecular		241500
Dr	Hemilo Leal Lara	Fac de Química UNAM	Microbiología		330203
			Industrial		
Dr	Francisco Bolívar Zapata	Instituto de Biotecnología UNAM	Tecnología		330200
			Bioquímica		

Fuente: Sistema Integrado de Información Científica y Tecnológica SIICYT CONACYT 2003



**BIOTECNOLOGÍA**  
**INVESTIGADORES TRABAJANDO EN EL ÁREA**

**Campo : Ciencias de la Tierra - Oceanografía**

GRADO	NOMBRE	INSTITUCIÓN	SUBDISCIPLINA	CLAVE UNESCO
M en C	Víctor Manuel Gómez Muñoz	Instituto Politécnico Nacional	Oceanografía	
			Biológica	251001
Dra	Martha Signoret Poillon	Universidad Autónoma Metropolitana	Oceanografía	
			Biológica	251001
Dr	Norman Sivelberg	Instituto Politécnico Nacional	Oceanografía	
			Biológica	251001
M en C	Miguel Agustín Téllez Duarte	Fac de Ciencias Marinas Universidad Aut de Baja California	Protección de peces	310500
Dr	David Alberto Salas de León	Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM	Biología Marina	251000
Dr	Francisco Arreguín Sánchez	Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas IPN	Oceanografía	
			Biológica	251001
M en C	Germán Ponce Díaz	División de Biología Marina CIBNOR Centro de Invs Biológs del Noroeste	Oceanografía	
			Biológica	251001
Dr	David Quintanar Guerrero	Facultad de Estudios Superiores FES-Cuautitlán UNAM	Farmacodinámica	320800
Dra	Flora Addriana Ganem Rondero	FES-Cuautitlán UNAM	Farmacodinamia Toxicología	320800 320611
M en C	Juan Pablo Méndez Blanco	IMSS	Endocrinología	320502
Dr	Ángel Alfonso Zarain Hersberg	Fac. de Medicina UNAM	Biología de la Reproducción Humana	321600
Dr	Pablo Gustavo Damián Matsumura	Coordinación de Inv. Médica IMSS	Biología de la Reproducción Humana	321600
Dra	Ileana Patricia Canto Cetina	Coordinación de Inv. Médica IMSS	Biología de la Reproducción Humana	241116
Dr	Gerardo Gamboa Ayala	Instituto Nacional de la Nutrición	Nutrición	320600
			Nutrición	320600
Dra	Ma Teresa Tusie Luna	UNAM	Biología Molecular	241500
Dr	Luis Fernando Covarrubias Robles	Instituto de Biotecnología UNAM	Genética	240900
			Ingeniería Genética	240902
Dr	Hugo Aiberto Barrera Saldaña	Fac. de Medicina UANL	Biología Molecular	241500
Dra	Teresa Edith Garay Rojas	UNAM	Medicina Clínica	320500
			Cancerología	320101
Dr	Arturo Panduro Cerda	Instituto Nacional de la Nutrición	Medicina Clínica	320500
			Cancerología	320101
Dr	Luciano Domínguez Soto	Secretaría de Salud	Patología	320000
			Inmunopatología	241200

Fuente: Sistema Integrdo de Información Científica y Tecnológica SIICYT CONACYT 2003

# INVESTIGADORES TRABAJANDO EN BIOTECNOLOGÍA

2003

## Campo: Ciencias de la Salud

	INSTITUCIÓN	SUBDISCIPLINA	CLAVE UNESCO
Flores Huerta Samuel	Instituto Mexicano del Seguro Social	Medicina Interna	320500
Rocha Uribe Alejandro	Univ. Autónom. De San Luis Potosí	Medicina Interna	320500
López Romero Everardo	Instituto de Investigaciones Biológ Ens.	Proteínas	230227
Sabanero López Myrna Loreto		Medicina Interna	320500
Chávez Cosío Edmundo	Instituto Nacional de Cardiología	Medicina Interna	320500
Cona Ortega Roberto	Instituto de Fisiología Celular UNAM	Bioquímica	230200
González Halphen Diego.	Instituto de Fisiología Celular UNAM	Bioquímica	230200
Félix Córdoba Alba		Medicina Interna	320500
Uribe Carvajal Salvador	Instituto de Fisiología Celular UNAM	Bioquímica	230200
Muñoz Clares Rosario Adelaida	Facultad de Química UNAM	Bioquímica	230200
Hernández Sotomayor Ma. Teresa Soledad		Medicina Interna	320500
Zentella Dehesa Alejandro	Instituto de Fisiología Celular UNAM	Inmunología	241200
Peña Díaz Antonio	Universidad Nac. Autónoma de México	Bioquímica	230200
Ortiz López Adriana		Medicina Interna	320500
Quinto Hernández Ma del Carmen	Instituto de Biotecnología UNAM	Biología Molecular	241500
Huerta Orea Mirna Áurea	Fac. de Medicina Benemérita Univ Aut de Puebla	Bioquímica	230200
Loyola Vargas Victor Manuel	Centro de Investigaciones de Yucatán	Bioquímica	230200
Calderón Tinoco Jesús		Inmunología	241200
Leal Moreno Carlos Alberto		Medicina Interna	320500
Loza Tavera Herminia		Medicina Interna	320500
Arredondo Peter José Raúl		Biología Molecular	241500
Calcagno Montans Mario	Fac. de Medicina UNAM	Bioquímica	230200
Pasantes Ordóñez Herminia	Instituto de Fisiología Celular UNAM	Medicina Interna	320500
Hansberg Torres Wilhelm		Medicina Interna	320500
Vaca Domínguez Luis Alfonso	Instituto de Fisiología Celular UNAM	Sanidad Pública	321200
Aranda Anzaldo Armando		Medicina Interna	320500
Dent Myrna Alejandra Robe		Medicina Interna	320500
Torres Márquez Ma. Eugenia		Bioquímica	230200
Vázquez Navarrete Lorena	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	Inmunología	241200
Devars Ramos Silvia	Instituto de Fisiología Celular UNAM	Enzimas	230209
Covarrubias Robles Alicia	Instituto de Biotecnología UNAM	Biología Molecular	241500
Ortega Soto Arturo	Centro de Investigación y Estudios Avanzados IPN	Genética	320102
Altamirano Bustamante Myriam Marianne		Genética	320102
Molina Torres Jorge	Centro de Investigación y Estudios Avanzados IPN	Bioquímica	230200
Cerbon Solórzano Jorge	Instituto Politécnico Nacional	Bioquímica	230200
González de la Vara Luis Eugenio	Centro de Investigación y Estudios Avanzados IPN	Bioquímica	230200

**INVESTIGADORES TRABAJANDO EN BIOTECNOLOGÍA  
2003**

**Campo: Ciencias de la Salud**

	INSTITUCIÓN	SUBDISCIPLINA	CLAVE UNESCO
Soberón Maneiro Xavier	Universidad Nacional Autónoma de México	Genética	320102
Ávila Moro Eva Edilia		Medicina Interna	320500
García Soto José de Jesús		Medicina Interna	320500
Martínez Martínez Alejandro		Medicina Interna	320500
López Casillas Fernando	Instituto de Fisiología Celular UNAM	Medicina Interna	320500
Solis Rosales Corina	Instituto de Física UNAM	Biofísica	240600
Dunn Goielli Michael	Universidad Nacional Autónoma de México	Bioquímica	230200
Robles Flores Martha	Facultad de Medicina UNAM	Proteínas	230227
Martínez Cadena Ma. Guadalupe	Universidad Nacional Autónoma de México	Bioquímica	230200
Aramburo de la Hoz Carlos	Centro de Neurobiología UNAM	Medicina Interna	320500
Guerrero Hernández Agustín	Centro de Investigación y Estudios Avanzados IPN	Bioquímica	230200
Ramírez Silva Haydeé	Instituto de Fisiología Celular UNAM	Medicina Interna	320500
Beltrán Núñez Ma. Del Carmen	Instituto de Fisiología Celular UNAM	Medicina Interna	320500
Huberman Wajzman Alberto	Instituto de Fisiología Celular UNAM	Hormonas	230215
Baizábal Aguirre Víctor Manuel	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	Medicina Interna	320500
Escamilla Marván Edgardo	Instituto de Fisiología Celular UNAM	Enzimas	230209
Zazueta Mendizábal Ana Cecilia	Instituto Nacional de Cardiología	Bioquímica	230200
Miguel Betancourt Rula	Universidad Autónoma Metropolitana	Biología Celular	240700
Ortiz Muñoz Alda Rocío	Universidad Autónoma Metropolitana	Biología Celular	240700
Barrios González Javier	Universidad Autónoma Metropolitana	Microbiología	330203
Cuervo López Flor de María	Universidad Autónoma Metropolitana	Microbiología	330203
Favela Torres Ernesto	Universidad Autónoma Metropolitana	Microbiología	330203
Fernández Pemino Fco. José	Universidad Autónoma Metropolitana	Microbiología	330203
García Garibay José Mariano	Universidad Autónoma Metropolitana	Alimentos	330900
Gómez Hernández Jorge	Universidad Autónoma Metropolitana	Microbiología	330203
Guerrero Legarreta Isabel	Universidad Autónoma Metropolitana	Bioq.M.Mol	240300
Gutiérrez Rojas Mariano	Universidad Autónoma Metropolitana	Microbiología	330203
Huerta Ochoa Sergio	Universidad Autónoma Metropolitana	Microbiología	330203
Jiménez Guzmán Judith	Universidad Autónoma Metropolitana	Alimentos	330900
Loera Corral Octavio	Universidad Autónoma Metropolitana	Microbiología	330203
Mejía Álvarez Armando	Universidad Autónoma Metropolitana	Microbiología	330203
Meraz Rodríguez Mónica	Universidad Autónoma Metropolitana	Microbiología	330203
Monroy Hermosillo Oscar	Universidad Autónoma Metropolitana	Microbiología	330203
Pérez Chabela María de Lourdes	Universidad Autónoma Metropolitana	Bioq.M.Mol	240300
Ponce Alquicira Edith	Universidad Autónoma Metropolitana	Bioq.M.Mol	240300
Rodríguez Serrano Gabriela	Universidad Autónoma Metropolitana	Alimentos	330900
Saucedo Castañeda Gerardo	Universidad Autónoma Metropolitana	Microbiología	330203
Shirai Matsumoto Keiko	Universidad Autónoma Metropolitana	Microbiología	330203
Tomasini Campocósio Araceli	Universidad Autónoma Metropolitana	Microbiología	330203
Viniegra González Gustavo	Universidad Autónoma Metropolitana	Microbiología	330203

Fuente: Sistema Integrado de Información en Ciencia y Tecnología SIICYT CONACYT

**INVESTIGADORES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA  
CENTROS PÚBLICOS CONACYT  
1998**

INVESTIGADOR	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	INSTITUCIÓN
Galicia Castellanos Sonia Herández Alarcón María Elizabeth Olgúin Palacios Eugenia Ramírez Guapo María Eugenia	Tratamiento y reciclaje de desechos orgánicos con recuperación de Biomasa Remoción de nutrientes eutroficantes y metales pesados por plantas acuáticas. Bioadsorción de metales pesados por células no viables de microalgas. Bioprocesos mas limpios Fisiología y conservación de cianobacterias	Instituto de Ecología A.C.
Sánchez Galván Gloria Cárdenas López Rolando Feria Velasco Alfredo García Fajardo Jorge Alberto  Gschedler Mathis Anne Christine Gutiérrez Mora Antonia Herrera López Enrique Jaime Loera Quezada Maribel M. Lugo Cervantes Eugenia del Carmen y Mendez Carreto Carlos  Obiedo Vázquez Eva Noemí Padilla Sahagún María del Carmen Parra Rodríguez Francisco Javier Pinal Zuazo Leticia Pinal Zuazo Luz María Ramírez Córdova José de Jesús Rodríguez Buenfil Ingrid Mayanil Rodríguez Garay Benjamín Sandoval Salas Fabiola Santacruz Ruvalcaba Fernando Tellez Mora M. Patricia Villanueva Rodríguez Socorro Arias Castro Carlos Rodriguez Garay Benjamín	Reciclaje de residuos a través de procesos como digestión anaerobia el compostaje  Preparación, extracción y caracterización de colorantes y saborizantes Procesos fermentativos agroindustriales y Patología y biotecnología animal Micripropagación de especies vegetales Biotransformación microbiana y preparación, extracción y caracterización de compuestos medicinales Manejo y disposición de residuo sólidos  Diagnóstico de los efectos de la contaminación de cuerpos de agua sobre la biología de la flora, fauna y salud de la población vecina a esos cuerpos de agua Investigación y desarrollo tecnológico en microorganismos y células vegetales en Biorreactores  Cultivo de células y tejidos vegetales en Biorreactores Producción de alcohol, tequila y pigmentos  Tratamiento de efluentes agroindustriales Preparación, extracción y caracterización de aceites esenciales Mejoramiento genético Producción de pigmentos, saborizantes y productos medicinales Tecnologías para la transformación y conservación de alimentos y bebidas Desarrollo y aplicación de aditivos e ingredientes alimentarios Preparación, extracción y caracterización de metabolitos secundarios Biosíntesis de productos vegetales Micropropagación y mejoramiento genético vegetal	Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Edo. de Jalisco
Ledezma Pérez Antonio y Romero García Jorge	Biopolímeros	Centro de Investigación en Química Aplicada

**INVESTIGADORES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA  
CENTROS PÚBLICOS CONACYT  
1998**

INVESTIGADOR	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	INSTITUCIÓN
Robert Díaz Manuel Luis Peña Rodríguez Luis Manuel Santamaría Fernández Jorge Manuel Cahue López Armando Claudio James Caw Andrew Christopher Maust Nisley Brian Eugene Piven Michailovich Mykola Infante Herrera Dógenes Jesús Barahona Pérez Luis Felipe Arce Montoya Mario Quijano Ramayo Andrés Felipe Gamboa Angulo Marcela Moyo Mosqueda Alberto Sáenz Carbonell Luis Alfonso Mijangos Cortés Javier Orlando Chan Rodríguez José Luis Herrera Herrera José Luis Talavera May Carlos Roberto Quiroz Moreno Adriana Peraza Echeverría Leticia Escalante Erosa Fabiola Borgez Argáez Ileana Cecilia Aguilar Espinosa Margarita de Lourdes Coello Coello Julián Francisco Espadas Gil Francisco Herrera Alamillo Miguel Ángel Cortés Mendoza Anastasio García Sosa Karina Fátima Alejos María del Rosario Keb Llanes Miguel Ángel Barredo Pool Felipe Alonso Grijalva Arango Rosa Chi Manzanero Bartolomé Humberto Borgez Argáez Rocío Tzac Simá Miguel Alonso Torres Tapia Luis Willunfo		Centro de Investigación Científica de Yucatán

# ANEXO 3



**EMPRESAS BIOTECNOLÓGICAS  
SECTOR AGRÍCOLA  
MÉXICO 2003**

<b>1</b>	Tropigen
<b>2</b>	Biótica
<b>3</b>	Biotecnic
<b>4</b>	Agrobiológicos del Noroeste
<b>5</b>	Internacional Química de Cobre
<b>6</b>	Centro de Biotecnología Sabritas
<b>7</b>	Grupo Bioquímico Mexicano
<b>8</b>	Laboratorios Agroenzimas
<b>9</b>	Productos Químicos de Chihuahua
<b>10</b>	Bioquimex
<b>11</b>	Buckman Laboratorios
<b>12</b>	Gota de Vida
<b>13</b>	Biogenética Mexicana
<b>14</b>	Química Lucava
<b>15</b>	Tequila Cuervo
<b>16</b>	Tequila Herradura
<b>17</b>	Productores de Espárrago de Irapuato
<b>18</b>	Unión de Productores de Henequén
<b>19</b>	Empresas Productoras de Tequila
<b>20</b>	Viveros El Morro
<b>21</b>	Productores de Cempasúchitl
<b>22</b>	Visaflor
<b>23</b>	Química Agronómica de México
<b>24</b>	Agromod
<b>25</b>	Grupo Agrícola Joel
<b>26</b>	Vivi Tolula
<b>27</b>	Bioingeniería Mexicana
<b>28</b>	Rancho Providencia
<b>29</b>	Centro de Desarrollo Tecnológico Tezoyuca
<b>30</b>	Grupo Biotecnológico Marzan
<b>31</b>	Centro Internacional de Investigación y Capacitación
<b>32</b>	Agropecuaria.
<b>33</b>	Evergreen Invernadero
<b>34</b>	Rancho de la Joya
<b>35</b>	Gen Agrocultivo
<b>36</b>	Invernamex

Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI  
FCE-CONACYT 2002 México

**EMPRESAS QUE TRABAJAN CON BIOTECNOLOGÍAS  
SECTOR SALUD / QUÍMICO FARMACÉUTICO  
MÉXICO 2003**

1	Probiomed
2	Laboratorios Silanes
3	Instituto Bioclon
4	Sinbiotik S.A.
5	Beecham
6	Smith Kline
7	Cynamic
8	Fermic
9	Fersinsa
10	Gist Brocades

Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI  
FCE-CONACYT 2002 México

**EMPRESAS QUE TRABAJAN CON BIOTECNOLOGÍAS  
SECTOR MEDIO AMBIENTE/CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN  
MÉXICO 2003**

1	Tecodesa y Asoc.
2	Territorio y Medio Ambiente
3	Kleinfelder de México
4	Biotecnología Ambiental
5	ECCASIV
6	Ecolingeniería
7	Proyectos y Sistemas Ambientales.
8	Rins
9	Sanimex Montiel del Sureste
10	Sistemas de Ingeniería Ambiental
11	Sistemas Integrales de Tratamiento de Agua y Tierra
12	Ingenieros y Consultores Asociados ICA
13	Bufette Industrial
14	Atlatec (Grupo Cydsa).
15	Ecología Redituable (Eco- Red)
16	IB Tech.
17	Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo y Cooperación ORSTOM
18	SQI Consultores Ambientales
19	Celulosa y Derivados. Cydsa
20	Servicios y Productos Internacionales S.A
21	IMASA
22	Germen S.A de C.V.
23	Energía y Ecología
24	TACSA
25	BIMEXA

Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI  
FCE-CONACYT 2002 México



**EMPRESAS QUE EMPLEAN BIOTECNOLOGÍAS.  
SECTOR ALIMENTOS Y MATERIAS PRIMAS  
MÉXICO 2003**

<b>1</b>	Ácidos Orgánicos S.A.
<b>2</b>	Bioextracto Laboratorios Mixim
<b>3</b>	Bioquimex Reca
<b>4</b>	Proveedor Internacional de Químicos
<b>5</b>	Yakult. S.A.
<b>6</b>	Bacardi
<b>7</b>	Derilán
<b>8</b>	Maseca
<b>9</b>	Grupo Prolesa
<b>10</b>	Enmex
<b>11</b>	Fermentaciones Mexicanas S.A de C.V.
<b>12</b>	Biotec Latinoamericana
<b>13</b>	Enzymóloga

Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI  
FCE-CONACYT 2002 México

**EMPRESAS BIOTECNOLÓGICAS  
SECTOR PECUARIO  
MÉXICO 2003**

<b>1</b>	Avilab
<b>2</b>	Bio- Zoo
<b>3</b>	Biotell
<b>4</b>	Boheringer
<b>5</b>	Ingelhien Vetmédica
<b>6</b>	Litton
<b>7</b>	Productora Nacional de Biológicos
<b>8</b>	Veterinarios (Pronabive)
<b>9</b>	Química Hoechst de México
<b>10</b>	Levamex

Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI  
FCE-CONACYT 2002 México

# ANEXO 4



**PROYECTOS DE BIOTECNOLOGÍA.  
1990-2000  
MÉXICO**

Área del Conocimiento: Ciencias Agronómicas y Veterinarias

CLAVE SIICYT	NOMBRE DEL PROYECTO	CLAVE UNESCO
C05541994	Efecto de la suplementación nitrogenada y de un cultivo de levadura ( <i>saccharomyces cerevisiae</i> ) en el crecimiento de toretes cruzados en praderas tropicales. Fermentación. Agricultura en zonas templadas	230212 310317
C05871994	Eficiencia y caracterización de cinco plantas con propiedades insecticidas para el control del frailecillo ( <i>macroductylus</i> sp). Insecticidas	310107
C16501993	Separación y caracterización de derivados del longipineno y de flavonoides de plantas del género <i>stevia</i> mediante HPLCY RMN. Bioquímica. Medicamentos de origen natural.	230200 320904
C17161994	Substitución de la fertilización nitrogenada en genotipos de frijol mediante la fijación biológica de N en riego y temporal. Genética. Biología de Suelos.	240900 251102
C18571995	El potencial de Girasol ( <i>Heliantus</i> como fuente de productos annuus L) naturales con aplicación en agronomía. Floricultura	310703
C18751996	Evaluación del germoplasma de las especies y variedades criollas de los huertos frutales mixtos de Huejotzingo-Calpan Puebla. Horticultura. Frutas.	310700 310704
C20961996	Aislamiento, purificación y caracterización bioquímica y molecular de la conglutina gamma de una especie silvestre mexicana de lupinos. Bioquímica. Biología Molecular	230200 241500
C21431997	Desarrollo de sistemas para el cultivo y propagación masiva in vitro de algunas especies mexicanas de coníferas de importancia forestal. Tecnología de cultivos.	310602
C22691997	Rhizobium modula al citoesqueleto de la planta por un proceso similar al de la infección de microorganismos patógenos a células de mamíferos. Biología celular, Inmunología.	240700 241200
C22931997	El efecto de los polímeros de reserva en el Rhizobium que entra en simbiosis con el frijol: implicaciones para la fijación biológica del Nitrógeno en experimentos de invernadero y en campos experimentales. Biología de Suelos. Tecnología Bioquímica.	251102 330200
C223751997	Características del proceso de intercambio gaseoso de diferentes selecciones de durazno tipo criollo de bajo requerimiento de frío bajo diferentes sistemas de manejo. Horticultura. Frutas.	310700 310704
C25811997	Interacciones almidón-lípido-agua en el establecimiento de la funcionalidad de harinas de maíz. Molinería. Tecnología de Alimentos.	230228 230218 330900
C25861997	Estudio sobre la funcionalidad física y fisiológica de los hidrolizados de soya en relación al tamaño y composición de los péptidos. Péptidos. Tecnología de Alimentos.	230224 330900
C26121997	Principales cambios químicos y fisiológicos durante el manejo post-cosecha de frutas tropicales. Bioquímica agronómica.	310111
C26181997	Estudio toxicológico y microbiológico de cuatro lupinos silvestres de la región occidente de México e implementación de un modelo de regeneración in vitro. Bioquímica agronómica.	310111
C27671995	Desarrollo de una base biológica y tecnológica para el Biocontrol de malezas acuáticas en canales y drenes de los distritos de riego. Reguladores del crecimiento de las plantas. Bioquímica agronómica.	310106 310111
C31241998	Mecanismos Bioquímicos asociados a la pérdida de calidad en Chile Bell. Horticultura. Cartografía de loci con efecto cuantitativo en <i>capsicum annuum</i> L. Bioquímica agronómica.	230200 310700 310111
C40081998	Caracterización de glucanasas y proteasas y su papel en el Dimorfismo y la patogénesis en <i>Ustilago Maydis</i> . Bioquímica agronómica.	310111
C40561998	Caracterización bioquímica de cultivos vegetales in vitro con diferente tolerancia a déficit hídrico. Bioquímica agronómica. Bioquímica Agronómica. Sensibilidad y Resistencia de las Plantas	310111 310808
C41901995	Conservación y aprovechamiento de la diversidad racial total del maíz en México. Bioquímica agronómica. Conservación de Alimentos.	310111 330913

**PROYECTOS DE BIOTECNOLOGÍA.  
1990-2000  
MÉXICO**

Área del Conocimiento: Ciencias Agronómicas y Veterinarias

CLAVE SIICYT	NOMBRE DEL PROYECTO	CLAVE UNESCO
C46161998	Respuesta de las plantas a la escasez de fosfato. Sensibilidad y Resistencia de las Plantas. Bioquímica agronómica.	330913 310111
C46171998	Búsqueda de plantas capaces de sintetizar almidón bajo condiciones de elevada temperatura. Bioquímica Agronómica. Sensibilidad y Resistencia de las Plantas	310111 330913
C47161998	Identificación de marcadores moleculares ligados a los genes responsables del Fotoperiodo en frijol común. Bioquímica Agronómica. Genética.	310111 240900
C47741998	Estudio de una nueva Bacteriocina producida por Lactococcus lactis aislado de pozol. Tecnología de Alimentos. Tecnología de la Fermentación.	330900 330202
C47761998	Caracterización química de compuestos con actividad nutracéutica en plantas típicas del Estado de Sinaloa. Bioquímica Agronómica.	310111
C50921999	Caracterización bioquímica y fisiológica de las enzimas de síntesis de Trehalosa de una planta de resurrección (s lepidophylla). Bioquímica Agronómica. Bioquímica Agronómica. Enzimología.	310111 230209
C51921999	Degradación de pentaclorofenol por Rhizopus Nigricans. Tecnología Bioquímica.	330200
C51971999	Caracterización a nivel agronómico y genético molecular de plantas de BIXA Orellana L con alto potencial de producción de Bixina. Genética Vegetal. Biología Molecular.	310701 241500
C52331999	Caracterización y utilización de Peroxidasa de algunos vegetales de alta disponibilidad en el Centro de México. Tecnología de Alimentos.	330900
C64591999	Validación de la producción de gas in vitro y degradabilidad IN SITU como predictores del potencial alimenticio del forraje consumido por caprinos en sistema extensivo en la zona semi-árida del Norte de México. Bioquímica Agronómica. Bovinos.	310307 310111 310402
C74861996	El uso de la Biotecnología para el mejoramiento genético y multiplicación a gran escala del Ajo (Allium Sativum L ). Bioquímica Agronómica. Fitogenética.	240900 310701 310111
T76531998	Técnicas moleculares para el diagnóstico de la pudrición del cogollo y del amarillamiento letal del cocotero, su uso en la búsqueda de material genético resistente o tolerante. Técnicas Moleculares. Bioquímica Agronómica.	230221 310111
T78651998	Evaluación de la exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos del ganado Bovino de carne en el Estado de Veracruz. Bioquímica Agronómica. Plaguicidas.	310111 310109
T78661998	Determinación de la Incidencia y Edad de Infección de diversos agentes productores de neumonía y/o diarrea en Becerras lecheras de Baja California. Bioquímica Agronómica. Plaguicidas.	310111 310109
T79201995	Desarrollo de una tecnología de proceso para la producción de un Bioinsecticida en polvo, en base de esporas de alta virulencia de un hongo entomopatógeno de mosquita blanca. Bioquímica Agronómica. Desarrollo de Bioinsecticidas.	310111 310109
T96592000	Determinación de la edad fisiológica de cosecha más apropiada del agave tequilana weber, variedad azul, de acuerdo a la acumulación de azúcares. Bioquímica agronómica. Cultivos de campo.	310111 310306
T100351994	Apoyo para el laboratorio de investigación en productos naturales con posible acción antineoplásica. Cancerología. Medicamentos de Origen natural.	320904 320101
T100461994	Fortalecimiento del área química de productos naturales del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas. Bioquímica Agronómica. Bioquímica Agronómica. Medicamentos de Origen Natural.	320904 320101

Fuente: Sistema Integrado de Información Científica y Tecnológica SIICYT CONACYT.

**PROYECTOS DE BIOTECNOLOGÍA.  
1990-2000  
MÉXICO**

**Proyectos de Ciencias de la Tecnología.**

CLAVE SIICYT	NOMBRE DEL PROYECTO		CLAVE UNESCO
C03671994	Cultivo, Biotecnología y Gestión de recursos algales de interés industrial en la península de Yucatán. Biotecnología Marina. Tecnología Bioquímica.		241705 330204
C16441991	Seguimiento y optimización del alimento en el cultivo del camarón. Biotecnología Marina. Tecnología Bioquímica. Tecnología de Alimentos.		330204 330900
C18161991	Diferenciación, clasificación e identificación de microorganismos de interés Biotecnológico por Espectroscopia Infrarroja de Transformadas de Fourier. Tecnología Bioquímica. Microbiología Industrial.		330200 330203
C20481996	Síntesis y Estructura (Espectro y Actividades REDOX) del Modelo de Compuestos para Bacterias Metanigénicas. Tecnología Bioquímica. Identificación de compuestos TIOLES - DISULFUROS y caracterización molecular de un gene que codifique para una enzima disulfuro reductasa en Entamoeba Histolítica. Biología Molecular. Genética. Enzimas.		330200 241500 230209 240900
C20681996	Caracterización biológica, fisiológica y genética de las poblaciones del ostión crassostrea virginica en el Golfo de México. Tecnología Bioquímica. Biotecnología Marina.		330200 330204
C22171997	Acciones y mecanismos de la Angiotensina II y de la Endotelina. Tecnología Bioquímica.		330200
C23511997	Producción Biotecnológica y caracterización de un nuevo agente antimicótico a partir de la planta Solanum Chrystochrum. Tecnología Bioquímica. Farmacología. Medicamentos de Origen natural.		320900 320904
C23971997	Obtención de organismos productores de Xilanasas por clonación molecular. Tecnología Bioquímica. Microbiología Industrial. Biología Molecular.	330203	330200 241500
C26091997	Producción Biotecnológica de ácidos grasos poliinsaturados a partir de Microalgas. Biotecnología Marina. Ácidos Grasos.		330204 330928
C26211997	Desarrollo Biotecnológico de un Banco Regional de Genoma de Tilapia (oleochromis spp). Biotecnología Marina. Piscicultura.		330204 310502
C31081998	Degradación de pentaclorofenol por hongos filamentosos. Microbiología. Hongos. Tecnología Bioquímica.	241406	241400 330200
C33601998	Estrategias para lograr incrementar la producción de Betalainas (colorantes naturales) por cultivo de células vegetales. Cultivo Celular.		240701
C36151998	Ácidos Péptido Nucleicos (PNAS) antisentido y antigene para el estudio morfológico funcional de la vía secretoria de Entamoeba Histolytica y como agentes amibotóxicos. Péptidos. Ácidos Nucleicos. Microbiología.		230223 241400
C37261998	Desarrollo del cultivo de Algas Marinas de valor comercial. Tecnología Bioquímica. Biotecnología Marina.		330200 330204
C37611998	Composición Bioquímica y Valor Dietético de Microalgas Marinas mantenidas en cultivos masivos. Tecnología Bioquímica. Biotecnología Marina. Tecnología de la Alimentación.		330200 330204 330900
C37751998	Producción de Ratones Transgénicos que produzcan interferón recombinante en leche. Tecnología Bioquímica.		330200
C37911998	Fisiología Bioquímica de la Digestión de Proteína en Camarón. Tecnología Bioquímica. Biotecnología Marina. Piscicultura.	330204	330200 310502
C37991998	Microciclo de Conidiación en Paecilomyces Fumosoroseus. Tecnología Bioquímica.		330200
C39881998	Aplicación de la Fermentación Láctica en la Estabilización y Utilización de Residuos de Origen Marino. Tecnología Bioquímica. Biotecnología Marina.		330200 330204
C40611998	Estrategias Inmunoprolácticas y Terapéuticas para la prevención y control de Infecciones microbianas en cultivos marinos. Tecnología Bioquímica. Biotecnología Marina.		330200 330204
C40641998	Desarrollo y aplicación de una Nueva Estrategia Experimental para la Identificación, Aislamiento y Caracterización Molecular de nuevos Péptidos Bioactivos en el Sistema Nervioso de Mamíferos. Tecnología Bioquímica.		330200
C46301998	Formas Poliméricas de Enzimas Obtenidas en Micelas Inversas. Tecnología Bioquímica.		330200 330200

**PROYECTOS DE BIOTECNOLOGÍA.**  
**1990-2000**  
**MÉXICO**

**Proyectos de Ciencias de la Tecnología.**

CLAVE SIICYT	NOMBRE DEL PROYECTO	CLAVE UNESCO
C47401998	Biología Molecular de la Síntesis del Poliéster Natural Polihidroxitirato en Azotobacter Vireland II. Tecnología Bioquímica.	330200
C47901998	Algas Marinas como Fuente de Fibras Dietéticas. Tecnología Bioquímica. Biotecnología Marina.	330200 330204
C51521999	Producción de Carotenoides a partir del Cultivo Continuo de Haematococcus Pluvialis. Botánica. Citología Vegetal. Tecnología Bioquímica.	241700 240704 330200
C51801999	Estudio de los Principales Aspectos que Determinan la Cantidad y las Características Químicas de Alginatos producidos por Fermentación. Tecnología Bioquímica. Tecnología de la Fermentación.	330200 330202
C53331999	Manipulación Genética de Microalgas para la Producción de Ácidos Grasos Poliinsaturados. Tecnología Bioquímica. Biotecnología Marina.	330200 330204
C53481999	Determinación Estructural de Toxinas de Alacrán en Solución, por Resonancia Magnética Nuclear. Tecnología Bioquímica. Tecnología Bioquímica.	330200 330200
C53601999	Producción del Triterpeno Galfinina B con Actividad Sedante en Cultivos en Suspensión de Galphimia Glauca. Tecnología Bioquímica. Farmacología. Fitofármacos.	330200 320900 320907
C56181999	Fermentación en Estado Sólido (FES), Alternativa Tecnológica para Elaborar Productos de Alto Valor Nutricional a partir de Leguminosas y Maíz de calidad Proteica. Tecnología Bioquímica. Tecnología de la Fermentación. Tecnología de la Alimentación.	330200 330202 330900
C57422000	Producción de Glicoproteínas Recombinantes por el Sistema de Células de Insecto - Baculovirus: Factores que afectan el patrón de Glucosilación en Condiciones de Cultivo de Gran escala. Tecnología Bioquímica.	330200 330200
C57451995	Selección de Hongos Filamentosos para la Biodegradación de Clorofenoles. Tecnología Bioquímica.	330200 330200
C62752000	Comportamiento dependiente de la temperatura de Transistores que operan a frecuencias de Microondas y Ondas Milimétricas. Microbiología. Tecnología Bioquímica.	330203 330200
C65801999	Establecimiento de las Condiciones de Fermentación para la producción de Ácido Acético con una Levadura del Género Brettanomyces. Tecnología Bioquímica. Tecnología de la Fermentación. Microbiología. Micología.	330200 330202
C66261999	Estudio del Metabolismo de Carbohidratos simples y complejos en condiciones limitantes y no limitantes de Oxígeno y su relación con la producción de Penicilino Acilasa por Escheriquia Coli Recombinante. Tecnología Bioquímica. Tecnología Bioquímica. Producción de Metabolitos por Cultivos Mixtos Simulados en Biorreactores con Membranas. Tecnología Bioquímica. Tecnología Bioquímica. Caracterización del Regulador Transcripcional RHLR de Pseudomonas Aeruginosa. Tecnología Bioquímica.	330200 330200 330200 330200 330200 330200
C69191999	Regulación de la expresión de la Enzima SOD tipo cobre-Zinc de la levadura Marina DEBARYOMYCES HANSEN II y producción y caracterización de la CUZNSOD Recombinante. Tecnología Bioquímica	330200
C73941996	Mecanismo de Acción Molecular de la Progesterona y Progestinas Sintéticas, un proyecto de Transferencia de tecnología en Biología Molecular. Tecnología Bioquímica. Biología Molecular.	330200 241500
T97382000	Biodisponibilidad de Metales Pesados en Sedimentos Marinos Superficiales de los Centros Ostrícolas de Estado de Sonora. Tecnología Bioquímica. Biotecnología Marina.	330200 330204
T99521993	Fortalecimiento de la Infraestructura en Biotecnología de Microorganismos Industriales del Departamento de Alimentos y Biotecnología. Tecnología Bioquímica. Microbiología Industrial.	330200 330203

**PROYECTOS DE BIOTECNOLOGÍA.  
1990-2000  
MÉXICO**

**Proyectos de Ciencias de la Tecnología.**

CLAVE SIICYT	NOMBRE DEL PROYECTO	CLAVE UNESCO
T1004311994	Apoyo a la Infraestructura del Instituto de Biotecnología UNAM Tecnología Bioquímica-Tecnología Bioquímica.	330200 330200
C15041994	Producción Biológica en las Costas de la Península de Baja California. Oceanografía. Oceanografía Biológica.	251000 251001
C15141994	Productividad Planctónica en Aguas del Golfo de México y Mar Caribe Occidental Oceanografía. Oceanografía Biológica. Variación Estacional del Régimen Biooceanográfico en la Cuenca de San Lázaro Baja California Sur. Oceanografía. Oceanografía Biológica.	251000 251001 251000 251001
C37551998	Impacto de las fluctuaciones en las descargas del Río Colorado en registros de moluscos en el alto Golfo de California. Oceanografía. Oceanografía Biológica. Protección de Peces.	251000 251001 310502
C42751998	Procesos Oceánicos y mecanismos de Producción Biológica en el Sur del Golfo de México. Oceanografía. Oceanografía Biológica. Biología Marina.	251000 251001 241705
C61422000	Impacto de los Descartes de la Pesca de Camarón en la estructura y funcionamiento de los Ecosistemas Bentónicos explotados y en su respuesta a acciones de manejo. Oceanografía. Oceanografía Biológica.	251000 251001
C62492000	Caracterización Espacio-Temporal del Hábitat de los Primeros Estudios Bentónicos de la langosta Roja Panulirus Interruptus (Randall) en su área de mayor abundancia. Oceanografía. Oceanografía Biológica.	251000 251001
C47591998	Desarrollo y caracterización de Sistemas Coloidales con fines Terapéuticos. Farmacodinámica. Terapia con Medicamentos.	320800 611605
C69721999	Estudio de la Permeabilidad de Sustancias de Importancia Terapéutica y Toxicológica a través de Membranas Biológicas. Farmacodinámica. Terapia con Medicamentos. Toxicología.	320800 611605 320802
C21271997	Estudio Molecular en Sangre y en Gónadas del Gen SRY en pacientes con Diagnóstico comprobado de Disgenesia Gonadal Mixta o Mosaico de Síndrome de Turner con presencia de Secuencias de ADN derivadas de Cromosomas. Biología de la Reproducción Humana. Endocrinología.	321600 320500
C24851997	Regulación Transcripcional del Gen de la ATPASA de calcio del retículo sarcoplásmico de corazón. Biología de la Reproducción Humana. Biología de la Reproducción Humana.	321600 321600
C42981998	Estudio Molecular de los Genes que intervienen en el Desarrollo Sexual Gonadal y Fenotípico en el Humano. Biología de la Reproducción Humana. Biología Molecular.	321600 241500
C52381999	Regulación de la Transcripción del Gen que codifica para las enzimas que sializan la molécula de la Hormona Estimulante del Folículo. Biología de la Reproducción Humana. Biología de la Reproducción Humana.	321600 321600
C67772000	Estudio Molecular de las Regiones 5 y 3 no traducidas del GEN SRY, en pacientes con diagnóstico de Mosaico de Síndrome de Turner con Secuencias de ADN derivadas del Cromosoma y con Disgenesia Gonadal Mixta. Biología de la Reproducción Humana. Biología de la Reproducción Humana.	321600 321600
C05661993	Efecto del Tratamiento Diurético y de la Concentración de Sodio en la dieta, sobre la represión génica del Contranportador de Na+ Cl- sensible a TIAZIDAS y de Na+ K+-ATPASA en la Nefrona Distal. Nutrición. Nutrición.	320600 320600
C00721993	Análisis de las Mutaciones en Pacientes con Hiperplasia Suprarrenal Congénita por deficiencia de 21-Hidroxilasa: Caracterización Molecular de la Diversidad Fenotípica. Bioquímica. Biología Molecular.	230200 241500
C01011993	Animales Transgénicos para estudiar los orígenes del Cáncer Cérvico-Uterino. Genética. Ingeniería Genética.	240900 240902
C01571994	Bases Moleculares de las Deficiencias de las Hormonas del Crecimiento y Lactogénica placentaria en el Humano. Biología Molecular. Biología Molecular.	241500 241500

**PROYECTOS DE BIOTECNOLOGÍA.  
1990-2000  
MÉXICO**

**Proyectos de Ciencias de la Tecnología.**

CLAVE SIICYT	NOMBRE DEL PROYECTO		CLAVE UNESCO
C07161994	Estudio de alteraciones en el GEN supresor P53 y su relación con la presencia de HPV en pacientes con cáncer cérvico-uterino y de cabeza y cuello. Medicina Clínica. Cancerología.		320000 320101
C07531992	Estudio de las alteraciones estructurales y funcionales de los ONCOGENES C-MYC y H-RAS en un modelo experimental de Cáncer Gástrico. Medicina Clínica. Cancerología.		320000 320101
C08231994	Estudio Inmunogenético del Prurigr Actínico. Patología. Inmunopatología.		320700 320710
C08671992	Estudios Moleculares para el Diagnóstico y la Detección Temprana del Cáncer Gástrico y del Colon. Biología Molecular. Biología Molecular.		241500 241500
C13521994	Modelo Animal para la Terapia Génica de Tumores Cervicales en México. Medicina Clínica. Cancerología.		320000 320101
C19491996	Análisis por Polimorfismo Conformacional de Cadena Sencilla y Secuenciación del GEN de la Sorbitol Deshidrogenasa en pacientes con cataratas y deficiencia enzimática. Genética. Enzimología.		240900 230212
C20071996	Estudio de los Mecanismos de Recombinación que generan Mutaciones de Novo en el Gen de la 21-Hidroxilasa. Genética. Ingeniería Genética.		240900 240902
C20451995	Detección y tipificación del Virus del Papiloma Humano en una población de alto riesgo y su relación con el Oncogen C-MCY y el Antioncogen RB en el cáncer cérvico-uterino. Medicina Clínica. Cancerología.		320000 320101
C20541996	Identificación de variantes alélicas del GEN Hexa en portadores Mexicanos de la enfermedad del TAYSACHS. Genética. Ingeniería Genética.		320000 320101
C21901995	Epidemiología Genética del Sobrepeso en Familias Mexicanas. Medicina Clínica. Genética Clínica. Fisiología Humana. Fisiología Gastrointestinal.		320000 240903
C22231995	Caracterización de las mutaciones en el GEN COL4A5 en pacientes con Síndrome de Alport. Medicina clínica. Genética Clínica.		320000 240900
C22391997	Regulación de la expresión del GEN de Interluquina - 2 en LUPUS Eritematoso Generalizado Medicina Clínica. Dermatología.		320000 320106
C23781995	Genética del Alcoholismo: Estudio de Asociación Alélica entre Polimorfismos de Genes de los Sistemas Dopaminérgico, Serotoninérgico y Opióide con el Alcoholismo. Medicina Clínica. Genética Clínica. Bioquímica. Bioquímica.		320000 240900 230200
C27431997	Epidemiología Molecular del Cáncer de Mama en México: Contribución del Gen BRCA-1 Medicina Clínica. Genética Clínica. Medicina Clínica. Cancerología.		320000 320101
C27601997	Neurocisticercosis: Respuesta Inmune Local y Sistémica, Características de la Tolerancia y la Hipersensibilidad, Estudios clínicos y Experimentales. Medicina Interna. Neurología. Medicina Clínica. Medicina Clínica.	240900	320500
C28221995	Polimorfismos Moleculares del Receptor de Folatos y Defectos del Tubo Neural. Medicina Clínica. Genética Clínica.		320000 240900
C31211998	Asociación de los Polimorfismos Genéticos de la Apolipoproteína E con la severidad del Edema Macular en Pacientes con Diabetes Mellitus no Insulino- Dependiente. Medicina Clínica. Oftalmología. Medicina Interna. Endocrinología.		320500 320502
C31791998	Detección de Mutaciones en los receptores de Factores de Crecimiento Fibroblástico tipos del 1 al 3 en pacientes con Craneosinostosis. Medicina Clínica. Genética Clínica.		320000 240900
C31821998	Microdeleciones en el GEN DAZ del Cromosoma Y detectadas mediante STS-PCR en varones Oligo-o- Azoospermicos. Medicina Clínica. Genética Clínica.		320000 240900



**PROYECTOS DE BIOTECNOLOGÍA.  
1990-2000  
MÉXICO**

**Proyectos de Ciencias de la Tecnología.**

CLAVE SIICYT	NOMBRE DEL PROYECTO		CLAVE UNESCO
C33311998	La Inactivación del Cromosoma X y la Actividad de la Sulfatasa Esteroidea en Pacientes con Ictiosis Ligada al X. Medicina Clínica. Genética Clínica.		320000 240900
C36321998	Determinar la participación de C-KIT y el RIL-2 en la Carcinogénesis del Cáncer Cérvico Uterino. Biología Celular. Biología Celular. Biología celular. Biología Celular.		240700 240700
C37101998	Desarrollo de un Vector Molecular de Expresión para Trichomonas Vaginalis. Biología Molecular. Biología Molecular.		241500 241500
C37161998	Regulación de la Expresión de P-53 y BCL-2 por estrógenos en Líneas Celulares de Cáncer Cérvico - Uterino Humano. Bioquímica. Bioquímica.		230200 230200
C37221995	Estudio de los Marcadores de Superficie CD28 y B7 y su efecto en la Producción de IL-2 e Interferón Gamma en Linfocitos de Pacientes con Lepra Lepromatosa. Inmunología. Inmunología.		241200 241200
C37461998	Aplicación de Tecnología Molecular Moderna para la Caracterización de Proteínas con Potencial Diagnóstico de importancia en la relación Huésped - Parásito en la Cisticercosis y Teniosis por Taenia Solium. Medicina Clínica. Microbiología Clínica.		320000 320103
C38861998	Susceptibilidad Genética Asociada al Complejo Mayor de Histocompatibilidad en Pacientes con Neumonitis por Hipersensibilidad. Medicina Clínica. Genética Clínica.		320000 320101
C39861998	Estudio Molecular de variantes del Virus del Papiloma Humano tipo 18 asociadas a bajo riesgo en Cáncer Cervico-Uterino. Biología Molecular. Biología Molecular.		241500 241500
C40491998	Estudio de la Correlación entre los Niveles de Función Cognitiva y los Genotipos Moleculares del Transportador a Serotonina y el receptor 5HT2A, en autismo. Medicina Clínica. Genética Clínica.		320000 320101
C49621999	Caracterización Genética de Leishmania Mexicana. Patología. Parasitología. Biología Celular. Biología Celular.	320700	320712 240700
C49661995	Genotipos del Receptor de la Vitamina D en la Osteoporosis. Medicina Clínica. Genética Clínica. Patología. Osteopatología.	240700 320000	320700
C50141999	Características Celulares y Genómicas de Aislados de Trichomonas Vaaginalis de Distinta Virulencia. Biología Celular. Biología Celular. Patología. Parasitología.	320101 240700	240700 320712
C51401999	Factores Genéticos en la Cisticercosis Experimental y Clínica. Biología Humana. Genética Humana. Patología. Parasitología.	320700 241000	240700 320712
C32581998	Producción de Anticuerpos Monoclonales contra la larva recién nacida de Trichinella Spiralis y su aplicación en el Inmunodiagnóstico de la Triquinelosis. Patología. Parasitología. Farmacología. Farmacología.	241007 320700	320900 320900
C36771998	Productos Naturales como una fuente potencial de agentes herbicidas con una actividad sobre la Calmodulina y la Enzima NAD CINASA dependiente de la Calmodulina. Farmacología. Farmacognosia.	320712	320900 320905
C37071998	Estudio químico-Farmacológico de plantas Biológicamente activas. Farmacología. Fitofármacos.		320900 320907
C38271998	Obtención de compuestos con propiedades Antiprotozoarias a partir de plantas medicinales mexicanas. Farmacología. Farmacognosia.		320900 320905
C38901998	Actividad Bactericida de compuestos aislados de extractos de plantas para el control de patógenos que se desarrollan en productos cármicos. Farmacología. Fitofármacos.		320900 320907
C42211998	Inhibición de la Adherencia de enteropatógenos y/o sus Toxinas a células por extractos de plantas. Farmacología. Fitofármacos.		320900 320907
C42311998	Mecanismos a nivel molecular de la Adhesión a mucosas intestinales de especies de lactobacillus importantes para la Industria Farmacéutica y Alimentaria. Tecnología de la Alimentación. Productos lácteos. Farmacología.		330900 330909 320900

**PROYECTOS DE BIOTECNOLOGÍA.  
1993-2000  
MÉXICO**

**Proyectos de Ciencias de la Tecnología.**

CLAVE SIICYT	NOMBRE DEL PROYECTO		CLAVE UNESCO
C45921998	Implicaciones terapéuticas de la Inhibición Farmacológica de la Metilación del Gen del Receptor estrogénico en cáncer de mama. Farmacología. Farmacología. Medicina Clínica. Cancerología.	320900	320000 320101
C46521998	Estudio del efecto de Promotores de penetración sobre el pasaje de sustancias a través de piel o mucosas. Farmacología. Farmacología.	320900	320900 320900
C48061998	Transformación de líneas celulares de Camptotheca Acuminata para la producción de Camptotecina, un terpeno con actividad anticancerígena y antiretroviral. Botánica. Genética Vegetal. Farmacología. Fitofármacos.	241700	320900 320907
C49281999	Evaluación del potencial antituberculoso de algunas plantas medicinales de México. Farmacología. Farmacognosia.	310301	320900 320905
C49861999	Efectos del Veneno de Abejas y la Indometacina sobre la producción de Citocinas en la respuesta inflamatoria autoinmune. Farmacología. Ciencias Veterinarias. Apicultura.	320900	310400 310401
C50321999	Estudio Bioquímico, Químico y Farmacológico de Millepora Complanata (Coral de fuego) recolectada en el Caribe Mexicano. Farmacología. Farmacognosia.	320900	320900 320905
C54791999	Preparación de Nuevos Complejos vinicarbenos de cromo, su estudio en la reacción de DIELS-ALDER y su aplicación en la síntesis de Fármacos con posible actividad Biológica. Bioquímica. Bioquímica. Farmacología. Farmacología.	230200	320900 320900
C60982000	Estudio Químico y evaluación farmacológica de algunas plantas utilizadas en la Medicina Tradicional y Mexicana como antiinflamatorios y antiasmáticos. Farmacología. Fotofármacos. Farmacología. Medicamentos de Origen Natural.	230200 320900	320900 320904
C61982000	Nitroactivación de Xenobióticos y resistencia a fármacos en Giardia Lamblia. Farmacología. Farmacología. Microbiología. Microbiología.	320907 320900	241400 241400
C65221995	Susceptibilidad Individual a los efectos Toxocogenéticos e inmunostimuladores del Metronidazol, posibles mecanismos de acción. Farmacología. Farmacología. Toxicología. Toxicología.	320900 320900	320802 320802
C65841999	Técnicas electrofisiológicas para la evaluación farmacológica de Plantas Medicinales. Farmacología. Farmacognosia.	320900	320900 320905
C70672000	Estudio Fotoquímico y Farmacológico de especies vegetales utilizadas en la Medicina Tradicional del Estado de Querétaro. Farmacología. Fitofármacos.		320900 320907
C72431996	Estudio Químico-Biológico de Tres especies de Leguminosas empleadas en la Medicina tradicional Maya y la contribución a la revaloración de su uso en una comunidad rural del estado de Yucatán. Bioquímica. Alcaloides. Farmacología. Medicamentos de Origen Natural.	230200	320900 320904
C75351996	Regulación de la Biosíntesis de Rifamicina B por Amycolaptosis Mediterranei. Farmacología. Farmacología. Microbiología. Microbiología.	230201 320900	241400 241400
T76062000	Investigación sobre rutas metabólicas y sistemas de integración al cromosoma para producción de Hormonas recombinadas en escherichia coli. Bioquímica. Hormonas. Microbiología. Metabolismo Bacteriano.	320900 230200	241400 241403
T86901996	Moléculas relajantes del músculo liso respiratorio provenientes de plantas del altiplano potosino. Farmacología. Medicamentos de Origen Natural.	230215	320900 320904
T86911997	Identificación y Caracterización de lecitinas en Frutos y Plantas Medicinales con usos gastrointestinales, su participación en los procesos infecto-parasitarios. Farmacología. Medicamentos de Origen Natural.		320900 320904
T100291993	Programa de Investigación Farmacognóstica de los Recursos Naturales de Baja California Sur. Farmacología. Farmacognosia.		320900 320905

Fuente: Sistema Integrado de Información Científica y Tecnológica SIICYT CONACYT.

**PROYECTOS DE BIOTECNOLOGÍA.  
1990-2000  
MÉXICO**

**Campo del Conocimiento: Ciencias de la Vida.**

CLAVE SIICYT	NOMBRE DEL PROYECTO	CLAVE UNESCO	
C03531993	Crecimiento y Balance del Nitrógeno en niños Pretérmino alimentados con leche de su propia madre suplementada con proteína extraída de leche de madre donadora o proteína Bovina. Bioquímica. Bovinos	230200 310402	
C08941994	Evaluación de la Estabilidad Química de Aceites Vegetales procesados por Adsorción en Sistema de Miscelas de Extracción. Bioquímica. Aceites.	230200 330928	
C18561995	Mecanismos de Glucosilación de Proteínas en Candida Albicans y Entamoeba Histolítica. Bioquímica. Proteínas.	230200 230227	
C19731996	La Proteína TAU en células no neuronales. Bioquímica. Proteínas.	230200 230227	
C20121995	Caracterización del Sistema de Entrada y Salida de Ca <sup>2+</sup> en mitocondrias. Bioquímica. Cardiología.	230200 320000	
C20131996	El Sistema de Transducción de Señales de la Levadura Kluyveromyces Lactis. Bioquímica. Fermentación.	230200 230212	
C20221996	Distribución de Lecitinas en Germinados de Maíz. Bioquímica. Crecimiento de las plantas.	230200 310110	
C20331996	Control del Metabolismo mitocondrial de la levadura por iones inorgánicos. Bioquímica. Fermentación.	230200 230212	
C20741996	Estudios sobre la Betaina Aldehído deshidrogenasa de Pseudomonas Aeruginosa crecida bajo condiciones similares a las de infección. Bioquímica. Inmunología.	230200 241200	
C21111996	Papel de la Fosfolipasa C en el mecanismo de transducción de señales en células vegetales. Biología Celular.	240700	
C22111997	El TNF como regulador del ciclo celular en células endoteliales humanas: Transducción del efecto antiproliferativo. Biología Celular.	240700	
C22771997	Genética Molecular y Fisiología del Transporte del Potasio en la levadura. Fermentación.	230212	
C22791997	Poliadherilación Citoplasmática como un mecanismo de control transduccional durante la germinación del maíz. Biología Celular.	240700	
C24601997	Cambios en la concentración de calcio intracelular y el citoesqueleto en respuesta a los factores de modulación de Rhizobium Etti en los pelos radiculares de Phaseolus vulgaris. Biología Celular.	240700	
C26011997	Evaluación de una vacuna recombinante contra la cisticercosis porcina en condiciones naturales de transmisión en comunidades rurales del Estado de Puebla. Vacunas. Parasitología.	241210	
C26441997	Estudio de algunos de los fenómenos bioquímicos y moleculares que se llevan a cabo durante la embriogénesis somática del café. Bioquímica. Biología Molecular.	320712 230200 241500	
C28401998	Papel de las enzimas líticas en el proceso patogénico de Ustilago Maydis: Enfoque Bioquímico y molecular. Bioquímica. Biología Molecular.	230200 241500	
C29101998	Control Post-Transcripcional en Cloroplastos: Función de la proteína de 24KD que se une a RNA (24 RNP) en el procesamiento de RNAs mensajeros de cloroplasto Bioquímica. Proteínas.	230200 230227	
C29151998	Clonación y análisis del Gen de Hemoglobina no simbiótica del maíz y teosinte. Genética.	240900	
C29271998	Bases estructurales de la Cinética Alostérica de la Enzima Glucosamida 6-P. Desaminasa. Enzimas.	230209	
C29391998	Control del Volúmen en células nerviosas. Biología Celular.	240700	

**PROYECTOS DE BIOTECNOLOGÍA.  
1990-2000  
MÉXICO**

**Campo del Conocimiento: Ciencias de la Vida.**

CLAVE SIICYT	NOMBRE DEL PROYECTO	CLAVE UNESCO	
C29421998	Las especies de oxígeno reactivas en la conidiación circadiana de neurospora crassa. Biología Celular.	240700	
C29581998	Activación y modulación de Cinasas de Tirosina por un receptor humano a Bradicinina. Enzimas.	230209	
C30031998	Mapeo Posicional de Secuencias Génicas con respecto a la Matriz Nuclear y su correlación con la Organización Topológica del DNA: Generación de un primer conjunto de coordenadas nucleotópicas. Genética.	240900	
C30051998	Estudio de los diferentes isomorfos del receptor intracelular de Calcio de Inositol 1,4,5 Trifosfato en el nervio ciático de la rata en condiciones normales y durante la degeneración walleriana. Biología Celular.	240700	
C30241998	Proteínas Gen Protozoarios. Genética celular.	240900	
C32311998	Caracterización Química de la Lecitina del langostino Macrobrachium Rosenberg II y su participación en los mecanismos de defensa. Biotecnología Marina.	251001	
C32421998	Manejo de Meetales Pesados en Solución por Euglena Gracilis. Medicina y Patología Humana.	320000	
C32751998	Estudio de Genes y Proteínas Involucrados en la respuesta a déficit hídrico en plantas superiores y levaduras. Sensibilidad y resistencia de las plantas. Genética.	310701	
C33051998	Aprendizaje y Memoria, un enfoque molecular. Biología Molecular.	241500	
C33481998	Evolución molecular acelerada in vitro de Proteínas monoméricas para la obtención de Oligómeros de novo con propiedades inéditas de unión y de catálisis. Biología Molecular.	241500	
C33541998	Estudio de la presencia y expresión de la Enzima HDDASA de escherichia coli en especies de la familia de los compuestos que sintetizan alcaloides. Enzimología, coenzimas.	230209	
C33591998	Coordinación de la Síntesis de Fosfolípidos con la Generación de segundos Mensajeros y el Ciclo celular. Biología Celular.	240700	
C33781995	El control de la actividad de la H <sup>+</sup> ATPASA de la membrana plasmática por fosforilación: Purificación y caracterización de la CINASA que fosforila a la H <sup>+</sup> ATPASA. Biología Celular.	240700	
C35171998	Control y Mecanismos de Producción y Utilización del ATP en la levadura. Biología Celular.	240700	
C35221995	Estudio de Enzimas por Evolución Dirigida. Enzimología, coenzimas.	230209	
C36101998	Biosíntesis de Glicoproteínas en dos patógenos humanos: Cándida Albicans y Entamoeba Histolytica. Polipéptidos y proteínas.	230209	230227
C37701998	Caracterización Biológica y Molecular de la Actividad de mono ADP Ribosil Transferasa extracelular de E. HISTOLYTICA. Biología Molecular.	241500	
C37711998	Función de las proteínas que unen nucleótidos de Guanina de la familia RHO en la Fertilización. Ácidos Nucleicos, Proteínas.	230223	230227
C52771999	Las proteínas Transductoras de señales de la Membrana Plasmática de Betabel. Proteínas.	230227	
C52831999	La embriogénesis somática como modelo para el estudio de la diferenciación celular en Plantas. Biología Celular.	240700	
C51831999	Detección y cuantificación de elementos traza en tejidos y moléculas Biológicas mediante PIXE. Biología Molecular.	241500	
C52391999	Caracterización Fisiológica, Bioquímica y Genética de una Acil coenzima a carboxilasa de Rhizobium Etti.	230208	
C52401999	Caracterización Bioquímica de la Interacción de la Proteína CINASA C Activa, con sus receptores intracelulares. Biología Celular.	240700	
C52621999	Papel de Proteínas G en la Morfogénesis de Mucor circinelloides y Yarrowia lipolytica. Proteínas.	230227	
C59642000	Purificación de los componentes del transporte de entrada de calcio mitocondrial. Medicina y Patología Humana.	320000	

**PROYECTOS DE BIOTECNOLOGÍA.  
1990-2000  
MÉXICO**

**Campo del Conocimiento: Ciencias de la Vida.**

CLAVE SIICYT	NOMBRE DEL PROYECTO	CLAVE UNESCO	
C61132000	Estructura y Plegamiento de la Triosafosfato Isomerasa de Entamoeba Histolytica. Biología Celular.	240700	
C46481998	Sobreexpresión, purificación y estructura del Receptor GABA-RHO. Biología Celular.	240700	
C48561995	La participación del Betaglicano en los mecanismos de señalamiento del factor transformante Beta (TGF- Beta). Biología Celular.	240700	
C54781995	Estudio de las Neurohormonas Peptídicas involucradas en la reproducción de los camarones peneidos.	230224	
C57122000	Caracterización Fisiológica y Estructural de las catalasas de neurospora crassa. Biología Celular.	240700	
C57702000	Purificación, caracterización y análisis de la Interacción con otras proteínas de una proteína cinasa activada por mitógeno (MAPK) presente en Betabel.	230227	
C593232000	Sistema respiratorio y diastrofia aeróbica en acetobacter diaztrophicus, un modelo de protección respiratoria. Biología Celular.	240700	
C52841999	Heterogeneidad Molecular y funcional de la Hormona del crecimiento de Pollo. ¿Un modelo de diversificación endócrina, parácrina y o/ autócrina? Ciencias Veterinarias. Hormonas. Aves de corral.	310409	310913
C53041999	Regulación de la liberación de calcio de los depósitos intracelulares. Biología Celular.	240700	
C53631999	Efecto de la temperatura y del Solvente en la selectividad de la piruvati CINASA por Cati6n monovalente. Medicina y Patología Humana.	320000	
C53721999	Participaci6n de una metaloproteasa de la Adenil ciclasa en la reacci6n Acrosomal del Espermatozoide del erizo de mar. Biología celular. Biotecnología marina.	251001	240700

Fuente: Sistema Integrado de Informaci6n Científica y Tecnol6gica SIICYT CONACYT.

**PROYECTOS DE BIOTECNOLOGÍA REALIZADOS POR LOS CENTROS PÚBLICOS CONACYT.  
1998**

NOMBRE DEL PROYECTO	INVESTIGADOR RESPONSABLE	INSTITUCIÓN
<p>Utilización de microorganismos marinos para la prevención y control de enfermedades</p> <p>Aprovechamiento Biotecnológico de levaduras Marinas(Industria Farmacéutica)</p> <p>Fisiología del desarrollo y crecimiento de plantas en zonas áridas</p> <p>Programa de Acuicultura y Biotecnología Marina(variabilidad genética del abulón y camarón)</p> <p>Fisiología de Peneidos (control neuroendócrino del metabolismo y la reproducción del camarón blanco)</p> <p>Estructura, Composición de Especies y actividad de comunidades microbianas bentónicas en estanques de granjas de camarón</p> <p>Evaluación de la fisiología Bioquímica de la Digestión de Proteína en camarón y suplementación de alimentos para el cultivo de esta especie</p> <p>Marcadores Bioquímicos y Moleculares del estado fisiológico del camarón</p> <p>Producción de microalgas para la acuicultura: Eviacuación de producción y de calidad de la Biomasa</p> <p>Variabilidad Genética en las Poblaciones naturales y de cultivo de organismos marinos</p> <p>Biología, Ecofisiología, Inmunología y Cultivo de Moluscos Nativos</p> <p>Inmovilización de Bacterias y Microalgas en Algnato para remover nitrógeno Inorgánico de aguas y aguas residuales agroindustriales y remover fosfatos de agua de manglar</p> <p>Evaluación de Fertilizantes Alternativos para el desarrollo de la Agricultura Orgánica</p> <p>Investigación y Transferencia de Sistemas hortofrutícolas de alta eficiencia en el uso de agua.</p>	<p>Ascencio Felipe</p> <p>Ochoa José Luis</p> <p>Dubrovsky Joseph G.</p> <p>Ibarra Humpries Ana María</p> <p>Racotta Ilie.</p> <p>López Cortés Alejandro</p> <p>García Carreño Fernando Luis</p> <p>Mejía Ruiz Claudio Humberto</p> <p>Voltoina Domenico</p> <p>Hernández Saavedra Norma</p> <p>Maeda Martínez Alfonso</p> <p>Bashan Yoav</p> <p>Bacilio Jiménez Macario</p> <p>Troyo Diéguez Enrique</p>	<p>Centro de investigaciones Biológicas del Noroeste.</p>
<p>Diseño y construcción de un fotobioreactor para el cultivo de microalgas</p>	<p>Rocha Márquez Facundo</p>	<p>Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada B.C.</p>
<p>Búsqueda de Fragmentos de ADN polimórfico amplificado al azahar (RAPDS) ligados a resistencia al amarillamiento letal del cocotero</p> <p>Estudio de las proteínas cinasas dependientes de calcio (CDPKs) y activadas por Mitógenos (MAPKs) presentes en células en suspensión y en embrión somático de café</p> <p>Cultivo in vitro y mejoramiento genético de Henequén (Agave Fourcroydes Lem)</p> <p>Micropropagación de Clonas de Aloe Barbadensis Mill (sábila)</p> <p>Desarrollo de procesos para la propagación in vitro de palmas de cocotero</p> <p>Regeneración de Musa Acuminata cv "Grande Naine" Resistente a la Sigatoka Negra Utilizando Mutagénesis inducida y Fitotoxinas para técnicas de selección in vitro</p> <p>Detección de Polimorfismos en ADN de Musa cv Enano Gigante (Grande Naine) utilizando la técnica de AFLP</p> <p>Análisis de la variación en el contenido de Principios Bioactivos en Plantas Medicinales de la Península de Yucatán</p> <p>Detección, aislamiento e identificación de Metabolitos Fitotóxicos producidos por Alternaria Tagética</p> <p>Desarrollo e Instrumentación de un Prototipo de Bioreactor Multipropósitos</p> <p>Escalamiento de Procesos de Micropropagación vía Embriogénesis Somática en Medio Líquido</p> <p>Estudios sobre la Producción y Deshidratación de Embriones Somáticos de Cafeto</p> <p>Desarrollo de la capacidad de Control Transpiracional y desarrollo de la capacidad Fotosintética in vitro plantas de Tagetes Erecta (C3) y Cattleyopsis Lindenii (CAM)</p> <p>Resistencia al Estrés Ambiental</p>	<p>Oropeza Salin Carlos</p> <p>Baizabal Aguirre Víctor</p> <p>Robert Manuel L.</p> <p>Mijangos C Javier O</p> <p>Oropeza Salin Carlos</p> <p>James Andrew</p> <p>James Andrew</p> <p>Peña Rodríguez Luis M.</p> <p>Peña Rodríguez Luis M.</p> <p>Cahue López Armando C.</p> <p>Mijangos C. Javier O.</p> <p>Santamaría F. Jorge</p> <p>Miranda Ham María de Lourdes</p>	<p>Centro de Investigación Científica de Yucatán CICY</p>

**PROYECTOS DE BIOTECNOLOGÍA REALIZADOS POR LOS CENTROS PÚBLICOS CONACYT.  
1998**

NOMBRE DEL PROYECTO	INVESTIGADOR RESPONSABLE	INSTITUCIÓN
Tecnologías Novedosas para el tratamiento de afluentes industriales y agroindustriales utilizando microalgas inmovilizadas y plantas acuáticas.	Olguin Palacios Eugenia Judith	Instituto de Ecología A.C.
Variabilidad morfológica, genética, conductual y preferencias alimentarias en las poblaciones de Control Biológico en plagas de semilla almacenadas de frijol: Estudio básico de <i>diarmus laticeps ashmead</i> (Himenóptera Pteromalidae) como posible elemento de control del gorgojo común y mexicano del frijol en Veracruz	Banet Ceballos Arturo	
Fragmentación de la Selva de los Tuxtias y sus Efectos Genéticos en los escarabajos del estiércol (Coleoptera Scarabaeidae)	Favila Castillo Mario Enrique	
Sistemática Molecular de Trogoniformes (aves) Filogenia del Orden, análisis de variabilidad genética de quetzales en la reserva de la Biósfera "El Triunfo"	Espinosa de los Monteros Alejandro	
Enemigos Naturales nativos de moscas de la fruta (Diptera tephritidae) en el estado de Veracruz. Estudios para evaluar su potencial uso como agentes de control biológico	Aluja Schuneman Martín Ramón	
Ecología de los Hiperparásitos de Royas: Agentes potenciales de control Biológico	Carión Villamovo Gloria Luz	
Paisajes Naturales del Subgénero <i>Persea</i> : Implicaciones en la conservación de su germoplasma	Gama Campillo Lilia María	

Fuente: Centros Públicos CONACYT Anuario 1998.

# ANEXO 5





## CÓMO ES QUE SE ASIGNAN CLAVES DE ACUERDO AL CATÁLOGO DE UNESCO.

El Catálogo UNESCO plantea cinco grandes áreas del Conocimiento.

- I. Ciencias exactas y Naturales
- II. Ciencias Sociales y Humanidades
- III. Tecnologías y Ciencias Agropecuarias
- IV. Tacnologías y Ciencias de la Ingeniería
- V. Tecnología y Ciencias Médicas

A su vez, cada área específica se subdivide en disciplinas, así, en el área de Ciencias Exactas y Naturales tienen las siguientes:

- a. Astronomía
- b. Biología
- c. Física
- d. Geofísica
- e. Geografía
- f. Geología
- g. Matemáticas
- h. Oceanografía
- i. Química
- j. Otras de Ciencias Exactas y Naturales

3. Cada una de las disciplinas anteriores están, a su vez, subdivididas en Ramos, así tenemos, por ejemplo, la disciplina de Astronomía, sus ramos serán:

- a.1 Astrofísica
- a.2 Cosmología y Cosmogonía
- a.3 Instrumentación
- a.4 Mecánica celeste
- a.5 Otros

4. Nuevamente los Ramos se subdividen en Especialidades, de tal manera que, las especialidades correspondientes a la astrofísica son:

- af1 Abundancias Químicas
- af2 Astrofísica solar
- af3 Astrofísica Teórica
- af4 Cometas, Meteoros
- af5 Medio Interplanetario
- af6 Espectroscopía de fuentes astronómicas
- af7 Evolución Estelar
- af8 Física del Medio Interestelar
- af9 Fotometría de fuentes astronómicas
- af10 Evolución Estelar
- af11 Física del Medio Interestelar
- af12 Fotometría de Fuentes astronómicas
- af13 Galaxias
- af14 Origen de los Rayos Cósmicos
- af15 Radioastronomía
- af16 Otras

De esta manera, todas las áreas se dividen en sus respectivas diisciplinas, cada disciplina se subdivide en sus Ramos y cada Ramo a su vez se subdivide en sus Propias Especialidades.

Podemos percatarnos que en la clasificación se ha ido de lo general a lo particular, de lo simple a lo complicado, y se realizó una clasificación interna y externa de las ciencias, es decir, se siguieron las leyes generales de la Filosofía de la Ciencia para establecer esta clasificación.

**CATÁLOGO DE UNESCO.**  
**ESTRUCTURA DEL CATÁLOGO DE ÁREAS, DISCIPLINAS, RAMOS Y ESPECIALIDADES**

Para el levantamiento de la encuesta resultará fundamental identificar las áreas del conocimiento, sus disciplinas y subsecuentemente los ramos y las especialidades correspondientes. Este nivel de detalle permitirá identificar los campos de actividad en los que laboran las instituciones, unidades y equipos de investigación, facilitando la clasificación de sus proyectos.

El catálogo está estructurado en cinco grandes áreas del Conocimiento que son:

<b>Área</b>	<b>Rango de la Clave</b>
I. Ciencias Exactas y Naturales	010000-100000
II. Tecnologías y Ciencias Agropecuarias	110000-150000
III. Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería	160000-299900
IV. Tecnología y Ciencias Médicas	300000-510000
V. Ciencias Sociales y Humanidades	350000-510000

El Área de las Ciencias Exactas y Naturales está subdividido en disciplinas de la siguiente manera:

<b>Disciplinas</b>	<b>Número de Clave</b>
Astronomía	010000
Biología	020000
Física	030000
Geofísica	040000
Geografía	050000
Geología	060000
Matemáticas	070000
Oceanografía	080000
Química	090000
Otras de Ciencias Exactas y Naturales	100000

El área de Tecnologías y Ciencias Agropecuarias está subdividida en disciplinas de la siguiente manera:

<b>Disciplinas</b>	<b>Número de Clave</b>
Ingeniería Aeronáutica	160000
Ingeniería Civil	170000
Ingeniería de Comunicaciones, Electrónica y Control	180000
Ingeniería Eléctrica	190000
Ingeniería Industrial	200000
Ingeniería Marina y Portuaria	210000
Ingeniería Mecánica	220000
Ingeniería Minera	230000
Ingeniería Nuclear	240000
Ingeniería Petrolera	250000
Ingeniería Química	260000
Ingeniería Textil	270000
Otras de Ingeniería	280000
Arquitectura	290000

El Área de Tecnologías y Ciencias Médicas está subdividida en Disciplinas de la siguiente Manera:

<b>Disciplinas</b>	<b>Número de Clave</b>
Ciencias de la Salud	300000
Farmacia	310000
Medicina	320000
Odontología	330000
Otras de Tecnologías y Ciencias Médicas	340000

El Área de Ciencias Sociales y Humanidades está dividida en disciplinas de la siguiente manera:

<b>Disciplinas</b>	<b>Número de Clave</b>
Administración	350000
Antropología	360000
Biblioteconomía y Archivonomía	370000
Ciencia Política y Administración Pública	380000
Contabilidad	390000
Demografía	400000
Derecho y Jurisprudencia	410000
Economía	420000
Educación	430000
Filosofía	440000
Historia	450000
Información	460000
Lingüística	470000
Literatura, Filología y Bellas Artes	480000
Psicología	490000
Sociología	500000
Otras de Ciencias Sociales y Humanidades	510000

Cada una de las Disciplinas Anteriores están integradas por Ramos y éstas a su vez por especialidades. Por ejemplo: En el área de Ciencias Exactas y Naturales, la Disciplina Astronomía está compuesta de los siguientes Ramos:

<b>Ramo</b>	<b>Número de Clave</b>
Astrofísica	010100
Cosmología y Cosmogonía	010200
Instrumentación	010300
Mecánica Celeste	010400
Otros (especificar)	019900

Las especialidades correspondientes a la Astrofísica son:

<b>Especialidad</b>	<b>Número de Clave</b>
Abundancias Químicas	01010101
Astrofísica Solar	010102
Astrofísica Teórica	010103
Cometas, Meteoros, Medio Interplanetario	010104
Espectroscopía de Fuentes Astronómicas	010105
Evolución Estelar	010106
Física del Medio Interestelar	010107
Fotometría de Fuentes astronómicas	010108
Galaxias	010109

<b>Especialidad</b>	<b>Número de Clave</b>
Origen de los Rayos Cósmicos	010110
Radioastronomía	010111
Otras (especificar)	010299

De esta manera, todos y cada uno de los Ramos de las distintas disciplinas del Catálogo, cuentan con sus propias especialidades y son numeradas de acuerdo a la numeración que les corresponde.

De esta manera se obtiene el Catálogo de UNESCO.

**BIOTECNOLOGÍA**  
**ÁRBOL DEL CONOCIMIENTO**  
De acuerdo al Catálogo UNESCO

DISCIPLINA	CLAVE	SUBDISCIPLINA
230200 Bioquímica	220609	Orgánicos
	230102	Análisis Bioquímico
	230111	Análisis Microquímico
	230201	Alcaloides
	230202	Aminoácidos
	230203	Antimetabolitos
	230204	Genética Bioquímica
	230205	Biosíntesis
	230206	Quimioterapia
	230207	Química clínica
	230208	Coenzimas
	230209	Enzimología
	230212	Fermentación
	230213	Regulación de la Realimentación
	230214	Glúcidos
	230215	Hormonas
	230216	Inmunoquímica
	230217	Metabolismo Intermedio
	230218	Lípidos
	230219	Procesos Metabólicos
	230220	Química Microbiológica.
	230221	Biología Molecular
	230222	Farmacología Molecular
	230223	Ácidos Nucleicos
	230224	Péptidos
	230225	Fotosíntesis
230226	Bioquímica Física	
230227	Proteínas	
230228	Almidón	
230229	Esteroides	
230232	Vitaminas	
230305	Carbono	
230402	Celulosa	
230405	Gomas	
230411	Fibras Naturales.	
230418	Polipéptidos y Proteínas	
230419	Polisacáridos	
230617	Química de los Esteroides	
240000 Ciencias de la Vida	240100	Biología Animal y Zoología
	240104	Citología Animal
	240105	Desarrollo animal
	240107	Embriología Animal
	240108	Genética Animal
	240109	Crecimiento de los animales
	240110	Histología Animal
	240111	Patología Animal
	240112	Parasitología Animal
240200 Antropología Física	240214	Crecimiento Somático
	240215	Envejecimiento Somático
240300 Bioquímica		
240400 Biomatemática		

**BIOTECNOLOGÍA**  
**ÁRBOL DEL CONOCIMIENTO**  
De acuerdo al Catálogo UNESCO

DISCIPLINA	CLAVE	SUBDISCIPLINA
240500 Biometría		
240600 Biofísica	240601 240602 240603 240604 240605	Bioacústica Bioelectricidad Bioenergética Biomecánica Bioóptica
240700 Biología Celular	240701 240702 240703 240704 240705	Cultivo celular Genética Celular Morfología Celular Citología Cultivo de Tejidos
240900 Genética	240901 240902 240903	Embriología Ingeniería Genética Genética de Poblaciones
241000 Biología Humana	241004 241005 241006 241007 241008	Desarrollo Humano Ecología Humana Embriología Humana Genética Humana Histología Humana
241100 Fisiología Humana	241104 241110 241111 241116	Fisiología del Sistema Endócrino Fisiología Muscular Neurofisiología Fisiología de la Reproducción
241200 Inmunología	241201 241202 241203 241204 241205 241206 241207 241209 241210	Antígenos Anticuerpos Reacción Antígeno-Anticuerpo Formación de Anticuerpos Hipersensibilidad Inmunización Inmunoquímica Anticuerpos de los Tejidos Vacunas
241400 Microbiología	241401 241402 241403 241404 241405 241406 241407 241408 241409 241410	Antibióticos Fisiología Bacteriana Metabolismo Bacteriano Bacteriología Bacteriófagos Hongos Metabolismo Microbiano Procesos Microbianos Mohos Micología
241500 Biología Molecular		
241700 Botánica	241705 241706 241707 241708 241709 241711 241712	Biología Marina Micología (Hongos) Ficología Fotobiología Fitopatología Anatomía Vegetal Citología Vegetal

**BIOTECNOLOGÍA**  
**ÁRBOL DEL CONOCIMIENTO**  
De acuerdo al Catálogo UNESCO

DISCIPLINA	CLAVE	SUBDISCIPLINA
241800 Radiobiología		
241900 Simbiosis		
242000 Virología	242001 242002 242003 242004 242005 242006 242007 242008 242009	Arbovirus Bacteriófagos Virus Dermatrópicos Virus Entéricos Virus Neutróticos Virus Pantróticos Poxvirus Virus del Sistema Respiratorio Virus Viscerotróticos
242100 Evolución		
	250203	Bioclimatología
250300 Geoquímica	250307	Materia de Biología
250800 Hidrología	250805	Hidrobiología
251000 Oceanografía	251001 251004 251005	Oceanografía Biológica Botánica Marina Zoología Marina
251100 Ciencias del Suelo	251101 251102 251109	Bioquímica del Suelo Biología de suelos Microbiología de Suelos
310000 Ciencias Agronómicas y Veterinarias	310103 310105 310102 310106 310107 310109 310110 310111	Uso de Fertilizantes Fungicidas Técnicas de Producción de Fertilizantes Herbicidas Insecticidas Plaguicidas Reguladores del Crecimiento de plantas Bioquímica Agronómica
310300 Agronomía	310301 310302 310304 310305 310306 310307 310309 310310 310311 310312 310313 310316 310317 310318	Fitogenética Hibridación de Cultivos Protección de Cultivos Tecnología de Cultivos Cultivos de Campo Cultivos Forrajeros Cultivos Ornamentales Pastizales Semillas Comportamiento del suelo con utilidades alternas Fertilidad del Suelo Agricultura en Zonas Áridas Agricultura en Zonas Templadas Agricultura en Zonas Tropicales

**BIOTECNOLOGÍA**  
**ÁRBOL DEL CONOCIMIENTO**  
De acuerdo al Catálogo UNESCO

DISCIPLINA	CLAVE	SUBDISCIPLINA
310400 Ciencias Veterinarias	310401	Apicultura
	310402	Bovinos
	310403	Genética
	310405	Equinos
	310406	Nutrición
	310407	Ovinos
	310408	Porcinos
	310409	Aves de Corral
	310411	Reproducción
	310413	Sericultura
310415	Cunicultura	
310500 Peces y Animales Salvajes	310502	Piscicultura
	310513	Biología Pesquera
310600 Silvicultura	310602	Técnicas de Cultivo
	310608	Silvicultura
310700 Horticultura	310701	Fitogenética
	310702	Técnicas de Cultivo
	310703	Floricultura
	310704	Frutas
	310705	Hibridación
	310706	Hortalizas
310800 Fitopatología	310801	Bacterias
	310802	Control Biológico de Enfermedades
	310803	Control Químico de Enfermedades
	310804	Control Ambiental de Enfermedades
	310805	Hongos
	310806	Nemátodos
	310807	Fisiogénesis
	310808	Sensibilidad y Resistencia de las Plantas
	310809	Virus
310900 Ciencias Veterinarias	310902	Genética
	310903	Inmunología
	310905	Microbiología
	310906	Nutrición
	310907	Patología
	310908	Farmacología
	310911	Virología
	310913	Bioquímica
	310915	Morfología
	320000 Medicina y Patología Humana	320101
320102		Genética Clínica
320103		Microbiología Clínica
320104		Patología Clínica
320106		Dermatología
320107		Geriatría
320108		Ginecología
320200 Epidemiología		
320500 Medicina Interna	320502	Endocrinología
	320504	Hematología
	320508	Enfermedades Pulmonares



**BIOTECNOLOGÍA**  
**ÁRBOL DEL CONOCIMIENTO**  
De acuerdo al Catálogo UNESCO

DISCIPLINA	CLAVE	SUBDISCIPLINA
320600 Nutrición	320602	Metabolismo de la Energía
	320603	Intoxicantes Naturales
	320604	Deficiencias Alimentarias
	320605	Patógenos de los Alimentos
	320606	Necesidades Alimentarias
	320607	Elementos Minerales de los Alimentos
	320608	Nutrientes
	320609	Valores Nutrientes
	320610	Enfermedades Nutricionales
	320611	Toxicidad de los Alimentos
	320612	Elementos Traza en los Alimentos
	320613	Vitaminas
	320700 Patología	320703
320706		Endotoxinas
320709		Histopatología
320710		Inmunopatología
320712		Parasitología
320713		Oncología
320800 Farmacodinámica	320802	Efecto de los Medicamentos
	320805	Catálisis, Autocatálisis e Inmunocatálisis
	320807	Interacción de Antígenos
	320808	Mecanismos de Acción de los Medicamentos
320900 Farmacología	320901	Análisis de los productos farmacéuticos
	320904	Medicamentos de Origen Natural
	320905	Farmacognosia
	320907	Fitofármacos
	320909	Psicofarmacología
	320910	Radiofármacos
321200 Sanidad Pública		
321600 Biología de la Reproducción Humana		
330200 Tecnología Bioquímica	330201	Tecnología de los Antibióticos
	330202	Tecnología de la Fermentación
	330203	Microbiología Industrial
	330204	Biotecnología Marina
330800 Tecnología del Medio Ambiente	330803	Tecnología de Control de Insectos
	330808	Tecnología de Control de Roedores

**BIOTECNOLOGÍA**  
**ÁRBOL DEL CONOCIMIENTO**  
De acuerdo al Catálogo UNESCO

DISCIPLINA	CLAVE	SUBDISCIPLINA
330900 Tecnología de la Alimentación	330902	Alimentos para animales
	330903	Antioxidantes en los alimentos
	330905	Industria Cervecera
	330906	Preparación de Conservas
	330909	Productos lácteos
	330912	Aditivos Alimentarios
	330913	Conservación de Alimentos
	330919	Pasteurización
	330920	Propiedades de los Alimentos
	330921	Alimentos Proteicos
	330983	Estabilizadores
	330924	Almidón
	330926	Azúcar
330928	Aceites y Grasas Vegetales	
330929	Vino	
	520604	Características Biológicas
	520605	Características Epidemiológicas
	520607	Morbilidad
	611601	Función Cerebral
	610606	Procesos de la Memoria
	611304	Función de los Medicamentos
	611605	Terapia con medicamentos

Fuente: Sistema Integrado de Información Científica y Tecnológica SIICyT CONACYT

# ANEXO 6



**INSTITUCIONES QUE CUENTAN CON PROGRAMAS DE POSGRADO  
EN BIOTECNOLOGÍA.**

<b>INSTITUCIÓN</b>	<b>PROGRAMA</b>
Universidad Autónoma del Estado de Morelos	Maestría en Biotecnología
Universidad Autónoma Metropolitana	Maestría en Biotecnología
Universidad Autónoma Metropolitana	Doctorado en Biotecnología
Centro de Investigación Científica de Yucatán, CICY	Maestría en Ciencias, Biotecnología de Plantas.
Centro de Investigación Científica de Yucatán, CICY	Doctorado en Ciencias, Biotecnología de Plantas.
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo CIAD	Maestría en Ciencias, Biotecnología de Organismos Marinos.
Universidad de Colima	Doctorado en Ciencias, Área Biotecnología
Universidad de Colima	Maestría en Ciencias, Biotecnología y Ciencias Agropecuarias.
Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías	Doctorado en Procesos Biotecnológicos, Biotecnología Vegetal
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados CINVESTAV-IPN	Doctorado en Ciencias, especialidad en Biotecnología de Plantas.
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Departamento de Biotecnología y Bioingeniería	Doctorado en Ciencias, especialidad Biotecnología
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, CINVESTAV-Irapuato	Maestría en Ciencias, especialidad en Biotecnología de Plantas.
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	Maestría en Ciencias (Zootecnia)
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	Doctorado en Fitomejoramiento
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	Doctorado en Ciencias (Zootecnia)
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	Maestría en Fitomejoramiento
Colegio de Posgraduados	Doctorado en Recursos Genéticos y Productividad.
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	Maestría Profesional en Tecnología de Granos y Semillas
Universidad Autónoma Chapingo	Doctorado en Horticultura
Universidad Autónoma Chapingo	Maestría en Ciencias, Horticultura
Universidad Autónoma Chapingo	Maestría en Ciencias Forestales
Universidad Autónoma Chapingo	Maestría en Protección Vegetal
Universidad Autónoma de Aguascalientes	Maestría en Ciencias, Biotecnología Vegetal y Toxicología
Universidad Autónoma de Baja California	Maestría en Ciencias, Producción Animal
Universidad Autónoma de Coahuila	Maestría en Biotecnología, Ciencia y Biotecnología de Enzimas
Universidad Autónoma de Chihuahua	Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos
Universidad Autónoma de Chihuahua	Maestría en Ciencias, Biotecnología

**INSTITUCIONES QUE CUENTAN CON PROGRAMAS DE POSGRADO  
EN BIOTECNOLOGÍA.**

<b>INSTITUCIÓN</b>	<b>PROGRAMA</b>
Universidad Autónoma de Nuevo León	Doctorado en Ciencias, especialidad en Biotecnología
Universidad Autónoma de Querétaro	Doctorado en Ciencia de los Alimentos
Universidad Autónoma de Querétaro	Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos (PROPAC)
Universidad Autónoma de Sinaloa	Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos
Universidad Autónoma de Tamaulipas	Doctorado en Ciencias Agropecuarias
Universidad Autónoma de Tamaulipas	Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos
Universidad Autónoma de Yucatán UADY	Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos
Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Química	Maestría en Ciencias Bioquímicas
Universidad Veracruzana	Maestría en Ciencias Alimenticias

Fuente: CONACYT 2001.

# ANEXO 7



## INSTITUCIONES Y DEPENDENCIAS CON PARTICIPACIÓN INTERMEDIA EN EL CAMPO DE LA BIOTECNOLOGÍA

Institución	Dependencia	Agrícola	Pecuario	A/MP	MA/CC	S/QF
SAGARPA	Colegio de postgraduados de ciencias agrícolas	2	1			
SEP	Universidad Autónoma de Chapingo	2				
	Instituto tecnológico de Celaya	1		2		
	Instituto Tecnológico de Veracruz (DGIT)	1		2		
CONACYT	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada B.C.					
SSA	Instituto Nacional de Cancerología					2
	Instituto Nacional de Salud pública					
	Centro de investigaciones sobre enfermedades infecciosas (CISEI)					
SENER	Instituto Mexicano del Petróleo (IMP).				2	
UANL	Facultad de Agronomía	2				
	Facultad de Ciencias Biológicas	2	2		1	
	Facultad de Medicina					2
UDG	Centro Universitario de Ciencias Biológicas Agropecuarias	2	1			1
	Centro Universitario de Ciencias de la Salud				1	
	Centro Universitario de Ciencias exactas e Ingeniería		1			2
UNAM	Centro de Investigaciones sobre Fijación de Nitrógeno.	2				2
	Centro de Neurobiología. Facultad de Medicina.					2
	Instituto de Ciencias del Mar y Limnología.					1
	Instituto de Fisiología Celular					
	Instituto de Ingeniería					2
Otras Universidades	Universidad Autónoma de Aguascalientes.	2				
	Universidad Autónoma de Baja California					1
	Universidad Autónoma de Coahuila.			2	1	
	Universidad Autónoma del estado de Morelos, Centro de Investigación sobre Biotecnología	2			2	
	Universidad Autónoma de Querétaro	1	1	2		
	Universidad de Guanajuato	2			1	
Institución privada.	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	2		2		

### NOMENCLATURA:

A/MP: Alimentos/ materias primas.

MA/CC: Medio ambiente / Control de la contaminación.

S/QF: Salud/Químico-Farmacéutico

3.- Mayor participación.

2.- Participación Intermedia

1.- Desarrollo de algunos proyectos

Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI. Francisco Bolívar Zapata et al. FCE-CONACYT México 2002.

# ANEXO 8





**DEPENDENCIAS QUE DESARROLLAN SÓLO ALGUNOS PROYECTOS  
DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA**

Institución	Dependencia	Agrícola	Pecuario	A/MP	MA/CC	S/QF
SAGARPA	Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	1				
SEP	Instituto Tecnológico Agropecuario 2 del Conkal, Yuc.	1				
	Instituto Tecnológico Agropecuario 10 de Torreón Coahuila (DGETA)	1				
	Instituto Tecnológico Agropecuario 18 de Úrsulo Galván Ver (DGETA)	1				
	Instituto Tecnológico Agropecuario 19 de Tizimin, Yuc. (DGETA)	1				
	Instituto Tecnológico Agropecuario 20 El Llano de Aguascalientes	1				
	Instituto Tecnológico Agropecuario 26 de Tlajomulco de Zúñiga, Jal. (DGETA)	1				
	Instituto Tecnológico Agropecuario 33 de Roque Celaya, Gto. (DGETA)	1				
	IT, 1 de El Salto, Pueblo Nuevo Durango					
	Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria (DGIT)	1				
	Instituto Tecnológico de Durango (DGIT)			1		
CONACYT	Instituto Tecnológico de Mérida (DGIT)	1		1		
	Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA)			1	1	
	El Colegio de la Frontera Sur, Sudeste Tapachula	1				
SSA	Instituto de Ecología A.C. (I. De E.)	1			1	
	Instituto nacional de Cardiología Dr. Ignacio Chávez					1
	Instituto nacional de Diagnóstico y Referencia					1
	Instituto nacional de Neurología y Neurocirugía					1
IMSS	Instituto nacional de Pediatría					1
	Centro de Investigaciones Biomédicas de Occidente					1
	Centro de Investigaciones Biomédicas del Sur	1				
SENER	Centro Medico Nacional La Raza					1
	Instituto de Investigaciones Nucleares				1	
SEMARNAT	Instituto Mexicano de Tecnología del agua				1	
SEDENA	Universidad del Ejército y Fuerza Aérea		1		1	1
UAM	Plantel Xochimilco			1		
UNAM	Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala	1				
	Facultad de Ciencias					
	Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán		1	1		
	Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.					1
	Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia		1			
Otras Universidades	Instituto de Biología	1				
	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	1				
	Universidad Autónoma de Baja California Sur	1				
	Universidad Autónoma de Chiapas	1				
	Universidad Autónoma de Chihuahua	1		1	1	1
	Universidad Autónoma de San Luis Potosí	1		1		1
	Universidad Autónoma de Sinaloa	1		1		
	Universidad Autónoma de Tamaulipas	1	1			
	Universidad Autónoma de Tlaxcala	1				
	Universidad Autónoma de Yucatán					1
	Universidad Autónoma del Estado de México					1
	Universidad Autónoma de Celaya	1				
	Universidad Autónoma de Colima	1				1
	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	1				
	Universidad de Sonora	1		1		
Universidad Veracruzana	1					
IPN	Centro de Biotecnología Genómica	1				
	Centro de Desarrollo de productos Bióticos	1		1		
	Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada	1		1		1
	Centro Interdisciplinario de investigación párale desarrollo Integral Regional	1				
	Unidad profesional Interdisciplinaria (UPIBI)	1		1	1	1

**DEPENDENCIAS QUE DESARROLLAN SÓLO ALGUNOS PROYECTOS  
DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA**

Institución	Dependencia	Agrícola	Pecuario	A/MP	MA/CC	S/QF
Centro público	Centro de Ciencias de Sinaloa	1				
Instituto Tecnológico Autónomo	Instituto Tecnológico de Sonora	1				
Instituciones Particulares	Fundación Universidad de las Américas Puebla			1		
	Fundación Clínica Medica Sur					1

**NOMENCLATURA:**

A/MP: Alimentos/ materias primas.  
 MA/CC: Medio ambiente / Control de la contaminación.  
 S/QF: Salud/Químico-Farmacéutico

- 3.- Mayor participación.
- 2.- Participación Intermedia
- 1.- Desarrollo de algunos proyectos

Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI. Francisco Bolívar Zapata et al, CFE-CONACYT México 2002

# ANEXO 9



**MAPA TECNOLÓGICO DE BIOTECNOLOGÍA.  
INSTITUCIONES Y ÁREAS.  
2002**

INSTITUCIONES	ÁREAS	ÁREAS POR CLAVE UNESCO			
<p>Centro de Investigaciones sobre Fijación del Nitrógeno CIFN UNAM</p> <p>Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán CICY</p> <p>Centro de Investigación y de Estudios Avanzados CINVESTAV- Irapuato.</p>	<p>Nuevos Productos Farmacéuticos</p> <p>Insulina Humana</p> <p>La Hormona del Crecimiento</p> <p>Vacunas</p> <p>Paquetes de diagnóstico Cultivo de tejidos de plantas</p> <p>Mejoramiento genético de cultivos (adaptación de plantas a sequía, frío, tolerancia a pesticidas y enfermedades).</p>	<p>320800</p> <p>230215</p> <p>230215</p> <p>241210</p> <p>310305</p>	<p>320900</p> <p></p> <p></p> <p></p> <p></p> <p>310301</p> <p>310304</p>	<p>330200</p> <p></p> <p></p> <p></p> <p></p> <p></p> <p></p>	<p>230222</p> <p></p> <p></p> <p></p> <p></p> <p></p> <p></p>
<p>Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología</p>	<p>Biología Molecular de Ácidos Nucleicos</p> <p>Bioquímica de proteínas y péptidos</p> <p>Mejoramiento genético de microorganismos de interés básico e industrial (escherichia coli, Xantomonas Campestris, Salmonella Thipis, Streptomyces spp, Pseudomonas spp, Khyteromyces lactis)</p> <p>Fermentación, escalamiento y bioingeniería de procesos (estudios de planta piloto)</p> <p>Ingeniería Enzimática, desarrollo de metodologías básicas para usar enzimas inmovilizadas en diferentes birreactores.</p>	<p>230221</p> <p>230227</p> <p>330203</p> <p>310905</p> <p>230212</p> <p>241407</p>	<p>230223</p> <p>230224</p> <p>241407</p> <p></p> <p>330202</p> <p>241408</p> <p>241408</p>	<p>330921</p> <p>241408</p> <p></p> <p></p> <p>320103</p> <p>230208</p>	<p></p> <p></p> <p>241408</p> <p>230220</p> <p>230209</p>
<p>Universidad Autónoma de Nuevo León. Unidad de Laboratorios de Ingeniería y Expresión Genética ULIEG</p>	<p>Biología Molecular de los Genes para poner en clave la hormona lactogénica de la placenta y la hormona del crecimiento humano.</p> <p>Diagnósticos genéticos moleculares (aplicada a la detección del Virus del papiloma humano del cáncer cervico-uterino, hemofilia B, Fibrosis cística y distrofia muscular.</p> <p>Producción de las hormonas del crecimiento humano y bovino por células genéticamente modificadas.</p>	<p>230215</p> <p>230304</p> <p>241007</p> <p>320102</p> <p>240108</p> <p>240902</p>	<p>230204</p> <p>230221</p> <p>310402</p> <p>320108</p> <p>240702</p> <p>310902</p>	<p>3230102</p> <p>240902</p> <p>310403</p> <p>320703</p> <p>230204</p> <p>320502</p>	<p>320502</p> <p>230221</p> <p>310802</p> <p>310902</p> <p>320713</p> <p>230215</p>

**MAPA TECNOLÓGICO DE BIOTECNOLOGÍA.  
INSTITUCIONES Y ÁREAS.  
2002**

INSTITUCIONES	ÁREAS	ÁREAS POR CLAVE UNESCO			
Centro de Bioindustria Mexicana	Tecnología enzimática para la producción de penicilinas semi sintéticas y cefalosporinas. Proceso de Fermentación para la producción de goma Xantano.	230208	230209	241401	310802
		330201			
		230212	230405	330202	
		230212	230227	241407	31095
	Dos procesos de fermentación para la producción de Microbial Protein Biomasa, a partir de lactoserum.	320103	330202		
	Producción de laboratorio y a escala piloto de cadenas de sacharomyces cerevisiae para fermentación alcohólica.	230212	330202	330905	
	Producción de Microbial Protein Biomasa a partir de metanol.	230212	230227	241407	
	caracterización biológica y bioquímica de producción de alcohol de levadura.	310905	320103	330202	
	Producción de Insulina Humana, Interferon y Goma Xantano, a partir de Ingeniería de Microorganismos.	230212	330202	330905	
	Detección de los protozoarios que causan malaria a partir del desarrollo del DNA.	330929	520604		
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados CINVESTAV- Irapuato IPN	Desarrollo de prototipos de electrodos (biosensores) que detectan glucosa y lactosa y determinan demanda de oxígeno bioquímico y la concentración de antibióticos.	230215	230216	230405	
		241202	241204	241407	
		241408	310905	320103	320502
		230220	241407	241408	310905
		320103			
		240602	240603	230419	
		241401	310913	330201	
	Transformación por ingeniería Genética de plantas con Bacillus thuringiensis y virus capsid genes.	330203	310301	230204	
	Fijación biológica del Nitrógeno por Genética Molecular.	242000	310809	310911	
	Desarrollo de la transformación genética por Agrobacterium Tumefaciens, la meta de largo plazo de este proyecto es desarrollar modelos de sistemas para investigar la regulación de genes envueltos en la fotosíntesis.	230204	310313	310902	
Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán CICY	Invesetigación básica del amaranto para regular la capacidad del contenido proteinico y su capacidad fotosintética.	230204	241402	241403	
	caracterización de las proteínas del amaranto en su almacenamiento y sus correspondientes genes.	241404	310301		
	Mejoramiento de la capacidad nutricional del amaranto.	330921			
	Especies de cosecha para alimento e Industrial como maíz, frijol y caña de azúcar.	330921	330913	310301	
	Estudios fisiológicos, bioquímicos y moleculares de los procesos de biosíntesis de metabolitos en células cultivadas in vitro.	320608	320609	230227	
Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán CICY	Propagación clonal y mejoramiento de especies de importancia económica.	310305			
	Estudios ecológicos y fitogeográficos enfocados a la conservación y explotación racional de los recursos naturales.	240700	240705	241500	
		310701	330800		

**MAPA TECNOLÓGICO DE BIOTECNOLOGÍA.  
INSTITUCIONES Y ÁREAS.  
2002**

INSTITUCIONES	ÁREAS	ÁREAS POR CLAVE UNESCO		
Colegio de Posgraduados de Chapingo	<p>Cultivo en células y tejidos de especies de cosecha de fruto en las siguientes áreas:  Identificación y selección de genotipos tolerantes a sal, sequías y carbonatos.  Rescate genético y micropropagación  Frutos tropicales y subtropicales han sido micropropagados con la vista de producir plantaciones a gran escala, adicionalmente, la micropropagación se ha usado para la multiplicación de campos tolerantes a sequía o salinidad para la manzana o para la producción de plantas libres de patógenos (arándano, frambuesa, piña, plátano, cítricos y uvas).  Desarrollo de un proceso para rescatar embriones híbridos de papaya de la carica spp, tolerante a los virus spot ring de la papaya con el uso de cauliflora.  Obtención de plantas de melocotón con alta tolerancia al frío.  Plantas de uvas sin semilla se han obtenido a través del aislamiento de embriones inmaduros.</p>	240705 230204 310305    310808 310808 310304	310704 240902 310318   310809 310304	3108708 310701 310110      
Biogenética Mexicana	Ha producido 100 mil plantas anuales a partir de la técnica de Micropropagación de gerbera, gypsophyllum, dieffenbachia, sphenocarpum y caladium.	310110	310702	
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INIFAP	<p>Está trabajando en varias vacunas por Ingeniería Genética. anticuerpos monoclonales y Test ELISA.  En inmunodiagnósticos a través de Ingeniería Genética, anticuerpos monoclonales y Test ELISA.</p>	230204 241209 241202 241206	240902 241210 241203 241207	241200 241204
Sector Privado en Biotecnología	<p>Productos Farmacéuticos:  Producción de Enzimas y Antibióticos  Producción de Derivados del cuerpo.  Desarrollo de vacunas contra la poliomielitis y la rabia.  Procesos de Fermentación.</p>	230222 241401 320901 320905 330202	230209 241210 320808 32907	230208 230212 320904 330201

Fuente: Biotecnologías en Países en Desarrollo: Presente y Futuro. Volumen 1: Estudio Regional y Nacional. Albert Sasson. UNESCO. 1993.

Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI. Compilador Francisco Bolívar Zapata. FCE-CONACYT 2003

## INSTITUCIONES QUE REALIZAN INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA MARINA EN MÉXICO. 2004.

CENTRO DE EDUCACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE ENSENADA B.C.	<p>Dinámica del océano          Procesos ecológicos y cambio global          Acuicultura, biotecnología marina y pesca</p>
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NOROESTE S.C.	<p>Programa de Cultivos Marinos:          Acuicultura          Bioquímica          Patología marina          Microbiología          Ecofisiología marina          Cultivo de moluscos          Biología de peces          Cultivo de crustáceos          Manejo costero          Ingeniería</p> <p>Programa de Evaluación y Manejo de Recursos Naturales:          Climatología aplicada          Botánica y ecología vegetal          Fauna          Agroecología          Microbiología</p> <p>Programa de Investigación en Impacto Ambiental :          Desarrollo sustentable          Ecofisiología marina          Recursos marinos          Agroecología          Ecofisiología marina</p>
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTACIÓN Y DESARROLLO CIAD	<p>Bioquímica de alimentos          Microbiología de alimentos          Toxicología de alimentos          Tecnología de productos marinos          Acuicultura</p>
EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR. ECOSUR	<p><b>CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD</b>          Ecología y taxonomía del zooplancton marino y de aguas continentales de México          Estructura y función del bentos litoral y contaminación acuática          Sistemática, ecología, parasitología y conservación del necton</p> <p><b>SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ALTERNATIVOS</b>          Pesquerías artesanales.</p>

Fuente: Centros Públicos de Investigación CONACYT 2004.

**MAPA TECNOLÓGICO DE BIOTECNOLOGÍA.  
INSTITUCIONES Y ÁREAS  
2002**

INSTITUCIONES	ÁREAS	CLAVE UNESCO			
CINVESTAV DF	Incubación de empresas en Biopesticidas. Biopesticidas Levadura de cerveza.	330905	310806	330202	310802
		310805	230212	310109	310107
		310105			
UNAM UAM -Iztapalapa	Empresas de Tratamiento de Efluentes.	330203	241402	230220	241403
		241404	241405	241407	241408
UAM Iztapalapa (Cydsa)	Tratamiento de Gases.	241402	241403	241404	241405
		241407	241408		
Instituto de Biotecnología UNAM Instituto de Investigaciones Biomédicas UNAM Facultad de Química UNAM Facultad de Medicina UNAM	Probiomed Instituto Biclón Laboratorios Silanes	Antibióticos	330201		
		Vacunas	241210		
		Hormonas	241401		
		Humanas	230215		
	Schering (Alemania) Genencor (E.U) Fundación Butantán (Brasil) Probiomed Instituto Biclón Laboratorios Silanes	Antibióticos	330201		
		Vacunas	241210		
		Hormonas	241401		
		Humanas	230215		
Instituto de Biotecnología UNAM	Formación de Empresas de Tratamiento de Aguas Residuales.	330203	241402	230220	241403
		241407	241408	241404	
Centro de Investigación y Desarrollo. CIAD	Participa con el Consejo Consultivo Binacional del Proyecto "Visión Estratégica del desarrollo Económico de la Región Sonora- Arizona" con proyectos biotecnológicos en alimentos.	330902	330903	330906	330909
		330912	330913	330919	330920
		330921	330983	330924	330926
		330928	330905	330929	
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. CIATEJ	Amplia experiencia en diseño de procesos e ingeniería de proyectos para productos alimentarios y agrícolas, incluyendo plantas medicinales.	330902	330903	330906	330909
		330912	330913	330919	330920
		330921	330983	330924	330926
		330928	330905	330929	



**MAPA TECNOLÓGICO DE BIOTECNOLOGÍA.  
INSTITUCIONES Y ÁREAS  
2002**

INSTITUCIONES	ÁREAS	CLAVE UNESCO
Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada IPN	Incubadora de empresas en DF, Puebla, Querétaro y Tamaulipas.	
Facultad de Medicina UNAM	Probiomed	Tecnología para la producción humano recombinante. 230215
Centro Universitario de Ciencias Biológicas Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara U de G	Producción comercial de hongos, Instalación de plantas y venta de semillas, inóculo o semillas de hongos y colaboración con empresas productoras de tequila.	241406 241706 310805
Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería de la Universidad de Guadalajara U de G	Yakult	Resistencia de bacterias probióticas a constituyentes 310801 241402 241403 241404 241405
Sistema Integral de Servicios al Agro Colegio de Posgraduados CP.		310111 310301 310302 310304 310305 310306 310307 310309 310310 310311 310312 310313 310316 310317 310318
Centro Universitario de Vinculación Benemérita Universidad Autónoma de Puebla BUAP		
Departamento de Vinculación con el Sector Productivo- Universidad Autónoma de Baja California.		
Centro de Educación Continua y Servicios Universidad Autónoma de Chapingo.		
Centro de Investigación sobre Fijación del Nitrógeno CIFN-UNAM Colegio de Posgraduados CP	Ingenios de Veracruz	Mejora de cultivos por Biofertilización. 310102 310313 310103 251101 251102
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco CIATEJ y Centro de	Empresas productoras de Tequila	Alternativas en la producción de Agave. 310306 310110

**MAPA TECNOLÓGICO DE BIOTECNOLOGÍA.  
INSTITUCIONES Y ÁREAS  
2002**

INSTITUCIONES	ÁREAS	CLAVE UNESCO
Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán CICY	Bioquimex	Biofábrica.- Métodos in vitro para propagación de Cempazúchitl. 310309 310317 310301 310318 310703
	Tequila Herradura	Métodos in vitro para propagación de Agave Tequilaza. 310306 310110
	Unión de Productores de Henequén	Técnicas in vitro para propagación de Henequén 310306 310110
Centro de Investigación y Estudios Avanzados CINVESTAV-DF IPN	Internacional Química de Cobre	Bioplaguicidas por Técnicas de Fermentación (Trichoderma Harzanium, Bacillus Thurgiensis) 230212 330202
Centro de Investigación y Estudios Avanzados CINVESTAV-Irapuato IPN	Tequila Cuervo	Estudio de la Variabilidad en el agave y los compuestos que le dan aroma al tequila. 330900
	Productores de Cempasúchitl	Propagación de Flor de Cempasúchitl. 310703 310309
	Productores de Espárrago	Generación de plantas de Espárrago resistentes a virus y hongos. 310808
	Productores de Papaya	Generación de plantas de papaya resistentes a virus. 310808
	Productores de Ajo	Uso de Cepas de Trichoderma para el control de Hongos en Ajo. 330913 330304
UNAM	Bioquimex Reka	Procesos Enzimáticos para extracción de colorantes vegetales. 310110

**MAPA TECNOLÓGICO DE BIOTECNOLOGÍA.  
INSTITUCIONES Y ÁREAS  
2002**

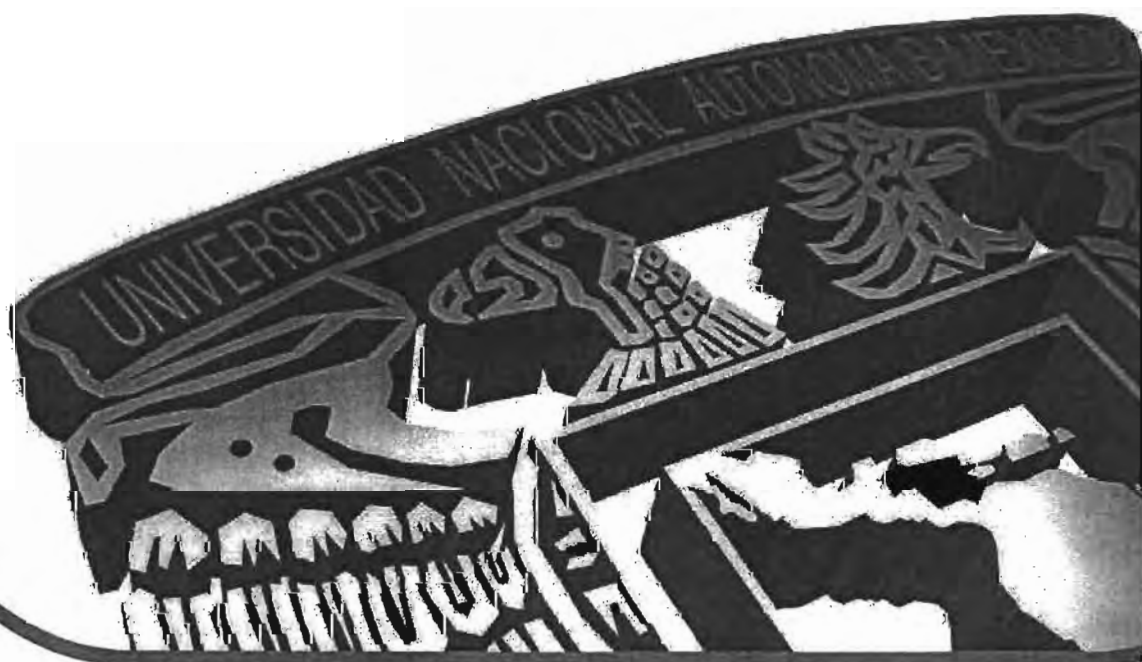
INSTITUCIONES	ÁREAS		CLAVE UNESCO	
Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán CICY	Bioquimex Reka	Micropropagación de plantas de las que se extraen los pigmentos para colorantes vegetales.	310110	
UNAM	Bacardí	Caracterización bioquímica y genética de sus cepas y proceso de optimización de inóculos.	310301	230204
Instituto de Biotecnología UNAM Facultad de Química UNAM	MASECA	Fórmula enzimática para alargar la vida de la tortilla.	230208 230209	
Facultad de Química UNAM	Proveedor Internacional de Químicos S.A de C.V.	Tecnología Enzimática.	230208 230209	
Instituto de Ingeniería de la UNAM	Ecología Redituable	Tratamiento de Aguas.	330203	
Instituto de Ingeniería UNAM	IB Tech	Tratamiento de Aguas.	330203	
Universidad Autónoma Metropolitana UAM- Iztapalapa	Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo y Cooperación ORSTOM	Procedimiento de cultivo de microorganismos en un medio sólido constituido por un soporte sólido de absorbente comprensible y no fermentable	330203	

**MAPA TECNOLÓGICO DE BIOTECNOLOGÍA.  
INSTITUCIONES Y ÁREAS  
2002**

INSTITUCIONES	ÁREAS		CLAVE UNESCO
Instituto de Ingeniería UNAM Universidad Autónoma Metropolitana UAM-Iztapalapa	Energía y Ecología TACSA ECO-RED IMASA IB-Tech	Tratamiento de Efluentes.	330203

Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el siglo XXI. Retos y Oportunidades. Francisco Bolívar Zapata. CONACYT y FCE 2002.

# ANEXO 10



**PANORAMA GENERAL  
TECNOLOGÍAS Y PRODUCTOS EN BIOTECNOLOGÍA  
2002 - 2003**

SECTOR	TECNOLOGÍAS	PRODUCTOS	CLAVE UNESCO
<b>AGRÍCOLA</b>	Fermentación	Bioplaguicidas Biorreguladores Bactericidas Reactivos de diagnóstico para la producción de amilasa de levaduras. En estado sólido para la obtención de Tempe de garbanzo	230212 310109 310801 241404
	Técnicas de propagación In Vitro	Agave Cempazúchitl Agave Tequilaza Henequén	310110
	Cultivo de Tejidos	Plantas ornamentales, hortalizas, frutas, papa.	240705
	Cultivo de células y tejidos en:	Identificación y selección de genotipos tolerantes a sal, sequías y carbonatos.	240705
	Ingeniería Genética	Plantas de espárrago resistentes a virus y hongos Plantas de papaya resistentes a virus. Cepa Trichoderma para el control de hongos en Ajo. Rubisco en maíz.	230204 310902 240902
	Transformación por Ingeniería Genética	plantas con bacillus thuringiensis y virus capsid genes.	230204 310902
	Transformación genética por Agrobacterium Tumefaciens	Desarrollo de modelos de sistemas para investigar la regulación de genes envueltos en la fotosíntesis	240902 230225
	Rescate Genético y micropropagación	Frutos tropicales y subtropicales a la vista de producir plantaciones a gran escala	310318 310317
	Genética Molecular	Fijación biológica del Nitrógeno.	310313
	Inoculantes	Rhizobium Japonicus	
	Estudio de Variabilidad	Agave Compuestos que le dan aroma al tequila.	330912
	Biofertilización	Mejora de cultivos de caña de azúcar	310103 310313 310102
	Micropropagación	Para la multiplicación de campos tolerantes a sequía o salinidad para manzana o para la producción de plantas libres de patógenos (arándano, frambuesa, piña, plátano, cítricos y uvas).	310305 310110 310808 310907
	Micropropagación de plantas	plantas de las que se extraen pigmentos	
	Micropropagación	gerbera, gypsophyllum, dieffenbachia, sphenocleis, y calladium	

**PANORAMA GENERAL  
TECNOLOGÍAS Y PRODUCTOS EN BIOTECNOLOGÍA  
2002 - 2003**

SECTOR	TECNOLOGÍAS	PRODUCTOS	CLAVE UNESCO
<b>AGRÍCOLA</b>	Mejoramiento genético de cultivos	Adaptación de plantas a sequía, frío, tolerancia a pesticidas y enfermedades. Obtención de plantas de melocotón con alta tolerancia al frío.	310701 310808
	Contenido proteico y capacidad fotosintética	Amaranto	230225
	Caracterización de proteínas y sus genes	Amaranto en almacenamiento	230204 230227
	Mejoramiento de la capacidad nutricional	Amaranto	330920 330608 320606 620609
	Desarrollo de especies de cosechas	Xanthomonas Campestris, maíz, frijol y caña de azúcar	310305
	Rescate de embriones híbridos con el uso de cauliflora	de Papaya de la carica spp tolerante a los spot ring de la papaya	
	Aislamiento de embriones inmaduros	Obtención de plantas de uvas sin semilla.	
	Polimorfismo Isoenzimático	Cocoteros Cultivares de frijol común tipo flor de mayo.	230209 230208
	Eficiencia en el Uso del Nitrógeno	Micorriza Arbuscular	251101 310103 310313
	Control Biológico	Picudo en Chile (parásito)	310107 310802

Fuente: Biotecnología en países en desarrollo: presente y futuro. Vol. 1, Estudio regional y nacional. El caso de México, Albert Sasson. UNESCO, 1993.

Biotecnología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI, Francisco Bolivar Zapata, et, al. FCE-CONACYT, México, 2002.

Prospectiva Tecnológica industrial de México, 2002-2015, Biotecnología Agroalimentaria. CONACYT-ADIAT-Consejo de Desarrollo Tecnológico y Científico del estado de Nuevo León, México, 2002.

**PANORAMA GENERAL  
TECNOLOGÍAS Y PRODUCTOS EN BIOTECNOLOGÍA  
2002 - 2003**

SECTOR	TECNOLOGÍAS	PRODUCTOS	CLAVE UNESCO		
<b>PECUARIO</b>	Fermentación 330202	Vacunas	241210		
		Bacterinas	310908		
		Productos Químicos	320802		
		Antibióticos	241401	330201	320804
		Productos farmacéuticos	320901	320808	320905
		Enzima Glutation Peroxidasa en la resistencia de la garrapata	320712	230208	230209
		Prebióticos	230205	240112	
	Clonación	Reproducción de bovinos	310402	310411	
	Ingeniería genética 240902	Mejoramiento genético	310902		
		Holstein	230204		
vacunas		240210			
Inmunodiagnósticos		310409			
	Reproducción genética avícola	310411			
Células genéticamente modificadas	Producción de hormonas del crecimiento bovino	230215	310402		
Anticuerpos Monoclonales 241202	Identificación de Micoplasma Bovis en Bovinos	310402			
	Tipificación de Cepas de campo, vacunales y de referencia de la fiebre porcina clásica.	310408			
	Diagnóstico de cisticercosis porcina.	240112	320712		
	Inmunodiagnósticos	320710			
Test ELISA	Inmunodiagnósticos	320710			
Estudios de Diagnóstico	Tuberculosis Bovina	240111	310402		

Fuente: Biotecnología en países en desarrollo: presente y futuro. Vol. 1, Estudio regional y nacional. El caso de México, Albert Sasson. UNESCO, 1993.

Biotecnología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI, Francisco Bolivar Zapata, et, al. FCE-CONACYT, México, 2002.

Prospectiva Tecnológica industrial de México, 2002-2015, Biotecnología Agroalimentaria. CONACYT-ADIAT-Consejo de Desarrollo Tecnológico y Científico del estado de Nuevo León, México, 2002.



**PANORAMA GENERAL  
TECNOLOGÍAS Y PRODUCTOS EN BIOTECNOLOGÍA  
2002 - 2003**

SECTOR	TECNOLOGÍAS	PRODUCTOS	CLAVE UNESCO		
<b>ALIMENTOS Y MATERIAS PRIMAS</b>	Fermentación	levadura para panificación Aminoácidos Ácido Cítrico	230212		230202
	Proceso de Fermentación	Producción de Microbial Protein Biomasa a partir de Lactoserum y a partir de Metanol. Producción de amilasas de levaduras.			
	Procesos enzimáticos de extracción	colorantes vegetales	230209	230208	330912
	Micropropagación de plantas	plantas de las que se extraen los pigmentos	310110		
		Probióticos			
	Procesos de separación	Enzimas	230209	230208	
	Proceso enzimático para producción	Fenilalanina (Aspartame)	230209	230208	
	Optimización de Inóculos	Cepas productoras de Vino	330929		
	Caracterización Genética	Cepas productoras de Vino	230204	330929	
	Procesos enzimáticos	para alargar la vida de la tortilla.	230209	230208	330913
	Caracterización bioquímica y biológica	producción de alcohol de levadura	230200	230212	230205
	Biocatalizador	De cultivos de tejidos vegetales (aditivos para alimentos). Con células con permeabilidad controlada (hidrólisis de lactosa). Con células inmovilizadas de levadura (en suero dulce de leche).	320805 24705 330912		

Fuente: Biotecnología en países en desarrollo: presente y futuro. Vol. 1, Estudio regional y nacional. El caso de México, Albert Sasson. UNESCO, 1993.  
Biotecnología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI, Francisco Bolivar Zapata, et, al. FCE-CONACYT, México, 2002.  
Prospectiva Tecnológica industrial de México, 2002-2015, Biotecnología Agroalimentaria. CONACYT-ADIAT-Consejo de Desarrollo Tecnológico y Científico del estado de Nuevo León, México, 2002.

**PANORAMA GENERAL  
TECNOLOGÍAS Y PRODUCTOS EN BIOTECNOLOGÍA  
2002 - 2003**

SECTOR	TECNOLOGÍAS	PRODUCTOS	CLAVE UNESCO
<b>MEDIO AMBIENTE/ CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN</b>	Procesos Biológicos	para construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas	330202
	Cultivo de microorganismos en un medio sólido constituido por un soporte sólido, absorbente, compresible y no fermentable	Remediación de suelos	251109
	Tratamiento de Efluentes líquidos por vía aerobia y anaerobia	Tratamiento de aguas residuales.	
	Tratamiento de efluentes gaseosos	Tratamiento de aire contaminado (plantas para tratamiento de emisiones gaseosas)	
	Biorremediación de suelos contaminados	Tratamiento de suelos contaminados	251101 251102 251109
	Síntesis, reactividad y propiedades catalíticas.	Complejos de metales de transición.	320805
	Biocatalizador.	Degradación de fenol y clorofenol en agua.	320805
	Fermentación	De aguas residuales para la producción de Agv. Como pretratamiento en la remoción biológica de nutrientes. Comportamiento de las constantes cinéticas durante la fermentación de agua residual.	230212

Fuente: Biotecnología en países en desarrollo: presente y futuro. Vol. 1, Estudio regional y nacional. El caso de México, Albert Sasson. UNESCO, 1993.

Biotecnología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI, Francisco Bolívar Zapata, et al. FCE-CONACYT, México, 2002.

Prospectiva Tecnológica industrial de México, 2002-2015, Biotecnología Agroalimentaria. CONACYT-ADIAT-Consejo de Desarrollo Tecnológico y Científico del estado de Nuevo León, México, 2002.

**PANORAMA GENERAL  
TECNOLOGÍAS Y PRODUCTOS EN BIOTECNOLOGÍA  
2002 - 2003**

SECTOR	TECNOLOGÍAS	PRODUCTOS	CLAVE UNESCO			
<b>SECTOR SALUD/ QUÍMICO FARMACÉUTICO</b>	Biología molecular de Ácidos Nucleicos Bioquímica de proteínas y péptidos Mejoramiento genético de microorganismos (Escherichia coli, Salmonella Thipis, Streptomyces spp, Pseudomonas spp)	Antibióticos Vitaminas Vacunas Hormonas Humanas recombinantes. Hormona del crecimiento Interferón Goma Xantano Insulina Humana paquetes de diagnóstico vacunas contra la poliomielitis y la rabia.	241401 230232 2412210  230215 230215 241202 230405 230215 241210	230202 230227 230224 230204 240902 240702 241204 241407 241408		
	Proceso de Fermentación	Obtención de goma Xantano	230405	230212	330202	
	Fermentación, escalamiento y bioingeniería de procesos	Estudios de planta piloto	230212	330202		
	Tecnología Enzimática	Producción de penicilinas semi-sintéticas y cefalosporinas. Producción de enzimas.	241401 230209	330201 230208		
	Ingeniería enzimática (Metodologías básicas para usar enzimas)	inmovilizadas en diferentes biorreactores.	230209	230208		
	Biología molecular de los genes	para poner en clave la hormona lactogénica y la hormona del crecimiento humano	230205	230204	240902	
	Diagnósticos Genéticos Moleculares	Aplicada a la detección del virus del papiloma humano del cáncer cervico- uterino, hemofilia B Fibrosis cística y Distrofia muscular	320101 3230703   320104	320108  230204 240902 241500	320102 310902 230221	
	Genética	Pectínidos Iberoamericanos Uso de trampas génicas para el análisis funcional de genes. Gen de la Piroglutaminopeptidasa	230204 240108 310902	320102		
	Células genéticamente modificadas	Producción de hormona del crecimiento.	230215 230204	310902 320102		
	Detección de Protozoarios a partir del desarrollo de DNA	Causantes de Malaria	241407	241408		

**PANORAMA GENERAL  
TECNOLOGÍAS Y PRODUCTOS EN BIOTECNOLOGÍA  
2002 - 2003**

SECTOR	TECNOLOGÍAS	PRODUCTOS	CLAVE UNESCO	
<b>SECTOR SALUD/ QUÍMICO FARMACÉUTICO</b>	Desarrollo de prototipos de electrodos (Biosensores)	para detección de glucosa y lactosa y determinan demanda de oxígeno bioquímico y la concentración de antibióticos.	230214    240602 230419    240603 240600    240604 240605 240601	
		Biocatalizador	Para síntesis de aminoácido L-Tirosina.	330201
			De penicilino-amidasa.	230202
			Con actividad Fumarasa.	230209
			Con actividad glucosil-transferasa.	230208
	Anticuerpos Monoclonales	Con células inmovilizadas.	320805	
		Con actividad Enzimática.		
Para diagnóstico específico de taenia solium en copro-antígenos. Producción de anticuerpos monoclonales a partir de la hormona humana del crecimiento. Contra componentes del citoesqueleto de Toxoplasma Gondi. Producción in vitro de anticuerpos monoclonales por cultivo de hibridomas a gran escala. Daignóstico de cisticercosis humana. Para tipificar Lyssavirus en México. Para diagnmóstico de la Trombostemia de Glanzman. Antígenos de diferenciación leucocitaria.		310806  230215          241201		
para diagnóstico por medio de la inmunofluorescencia. Elaboración de anticuerpos anti-vibrio-spp.	241202			
Caracterización Bioquímica parcial de la IGA 1 Sérica de pacientes	Diabetes Mellitus Tipo 2	230200		
Determinación de capsaicina e inducción de callo in vitro y otros metabolitos secundarios	Capsicum (chile).	320904		
Biblioteca de Péptidos y anticuerpos Monoclonales	mapeo de Epitopos de la glicoproteína illa de plaquetas humanas relevantes.	230227    241202    230224		

Fuente: Biotecnología en países en desarrollo: presente y futuro. Vol. 1, Estudio regional y nacional. El caso de México, Albert Sasson. UNESCO, 1993.  
Biotecnología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI, Francisco Bolivar Zapata, et. al. FCE-CONACYT, México, 2002.  
Prospectiva Tecnológica industrial de México, 2002-2015, Biotecnología Agroalimentaria. CONACYT-ADIAT-Consejo de Desarrollo Tecnológico y Científico del estado de Nuevo León, México, 2002.

# ANEXO 11



**MAPA TECNOLÓGICO.  
BIOTECNOLOGÍA, SECTOR AGRÍCOLA.**

EMPRESAS	ÁREAS	CLAVE UNESCO	
Ingenios Azucareros	Alcohol por fermentación	330202	
Biótica Biotecnic Agrobiológicos del Noroeste Internacional Química de Cobre	Bioplaguicidas por técnicas de Fermentación (Trichoderma Harzarium, Bacillus Thuringiensis).	230202	
Grupo Bioquímico Mexicano Laboratorios Agroenzimas Productos Químicos de Chihuahua	Biorreguladores por técnicas de fermentación (ácido Giberélico, Auxinas, Citocianinas).	310109	
Empresas Productoras de Tequila	Alternativas en la Propagación de Agave	310110	
Bioquímex	Métodos in Vitro para propagación de Cempazúchitl	310110	
Tequila Herradura	Métodos in Vitro para propagación de Agave Tequilaza.	310110	
Unión de Productores de Henequén	Técnicas in Vitro para propagación de Henequén	310110	
Productores de Cempasúchitl	Propagación de Flores de Cempasúchitl	310110	
Agromod Bioingeniería Mexicana Centro de Desarrollo Tecnológico Tezoyuca Centro Internacional de Investigación y Capacitación Agropecuaria Evergreen Invernadero Gen Agrocultivo Gota de Vida Biogenética Mexicana S.A. Grupo Agrícola Joel Grupo Biotecnológico Marsan Invernamex Rancho de la Joya Rancho Providencia Visaflor Viveros El Morro Vivi Tolula Centro de Biotecnología Sabritas	Producción de Plantas o Plántulas por tecnología de Cultivo de Tejidos (Plantas Ornamentales, hortalizas y frutas, propagación de la papa).	240705	
Productores de Espárrago	Generación de Plantas de Espárrago resistentes a virus y hongos.	230204 240902	310902
Productores de Papaya	Generación de plantas de papaya resistentes a virus.	230204 240902	310902
Productores de Ajo	Uso de Cepa de Trichoderma para el control de hongos en Ajo.	230204 240902	310902
Química Agronómica de México	Bactericidas	310801	
Buckman Laboratorios Química Lucava	Inoculantes (Rhizobium Japonicus)		
Tequila Cuervo	Estudio de la Variabilidad en el Agave y los compuestos que le dan aroma al Tequila	330912	
Ingenios Azucareros Veracruz	Mejora de cultivos por Biofertilización	310103 310102	310313
Tropigen	Elaboración de Reactivos de Diagnóstico	240111	310402

Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI. Retos y Oportunidades, Francisco Bolívar Zapata. CONACYT, Fondo de Cultura Económica 2002.

**INFORMACIÓN PARA EL MAPA TECNOLÓGICO  
BIOTECNOLOGÍA, SECTOR PECUARIO  
2002**

<b>EMPRESA</b>	<b>ÁREA.</b>	<b>CLAVE UNESCO</b>	
Avilab Bio-Zoo Biotell Boheringer Ingelheim Vetmédica	Productoras de Vacunas, Bacterianas y Productos Químicos (Por fermentación)	241210 320802	310908
Litton Productora Nacional de Biológicos Veterinarios (Pronabive). Química Hoechst de México y Tokio.	Investigación Aplicada	330202 241401	241210
Levamex	Prebióticos	230205	240112
Productora Química Veterinaria (Proquivet)	Antibióticos, Productos Farmacéuticos y Bacterinas.	241401 320804	330201

Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo Tecnológico de México en el Siglo XXI. Francisco Bolívar Zapata. FCE-CONACYT. 2002.

**INFORMACIÓN PARA EL MAPA TECNOLÓGICO.  
BIOTECNOLOGÍA.  
SECTOR SALUD/QUÍMICO FARMACÉUTICO.**

<b>EMPRESA</b>	<b>PRODUCTOS</b>	<b>CLAVE UNESCO</b>	
Probiomed Laboratorios Silanés Instituto Bioclon Sinbiotic. S.A. Instituto Nacional de Higiene SSA Beecham Smith-Kline Cynamic Fermic Fersinsa Gist Brocades Gist Brocades Industrial Pharmaceuticals de México Instituto Nacional de Virología	Antibióticos, Vitaminas, Vacunas y Hormonas Humanas recombinantes. Reactivos de Diagnóstico	241401 241220 230215	230232

Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI. Francisco Bolívar Zapata et al. FCE-CONACYT México 2002

**MAPA TECNOLÓGICO.  
BIOTECNOLOGÍA, SECTOR ALIMENTOS Y MATERIAS PRIMAS.**

<b>EMPRESA</b>	<b>ÁREA</b>	<b>CLAVE UNESCO</b>	
Ácidos Orgánicos	Levadura para Panificación	230212	230202
Bioextracto Laboratorios Mixim	Extractos	310110 230209	230208 330912
Bioquímex Reka	Pigmentos de Origen Vegetal (Procesos enzimáticos para la extracción de colorantes vegetales). Micropropagación de plantas de las que se extraen los pigmentos).	230209	230208
		330912	310110
Yakult Derilán Grupo Prolesa	Probióticos		
Enmex	Enzimas	230209	230208
Fermentaciones Mexicanas Mexicana S.A de C.V.	Aminoácidos (Por fermentación)	230202	
	Ácido Cítrico (Por fermentación)	330202	
Biotec Latinoamericana	Asesoría		
Enzymóloga	Aspartame	230209	230208
Bacardí S.A	Caracterización Bioquímica y Genética de sus cepas y proceso de optimización de inóculos.	230204	330929
Maseca	Fórmula Enzimática para alargar la vida de la tortilla.	230209	230208
		330913	
Proveedor Internacional de Químicos S.A de C.V	Tecnología Enzimática	230209	230208

Nichos de Investigación: Industrias del Tequila, del Mezcal y otras bebidas del Agave, productos fermentados del maíz, colorantes naturales y materias primas vegetales de gran potencial como aditivos tales como colorantes, capsaicina (chile), vainillina y otros compuestos aromáticos.

Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI. Francisco Bolívar Zapata et al FCE-CONACYT México 2002



## BIOTECNOLOGÍA SECTOR MEDIO AMBIENTE/CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN 2002

Son 110 empresas que utilizan Biotecnologías para el tratamiento de efluentes líquidos y gaseosos y para Biorremediación de suelos contaminados.

EMPRESAS	ÁREAS	CLAVE UNESCO
ICA Bufete Industrial Atlatec (Grupo Cydsa)	Procesos Biológicos para construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas	330202
Ecología Redituable IB Tech	Tratamiento de Aguas	230212
Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo y Cooperación (ORSTOM)	Procedimiento de cultivo de microorganismos en un medio sólido constituido por un soporte sólido, abosrbente, compresible y no fermentable	251101 251102 251109
Cydsa	Tratamiento de emisiones gaseosas. Plantas para tratamiento de emisiones gaseosas.	
IMASA Energía y Ecología TACSA ECO-RED IB-Tech	Tratamiento de Efluentes líquidos (tratamiento de aguas por vía aerobia y anaerobia) (tratamiento de aguas residuales) Tratamiento de Efluentes gaseosos Tratamiento de aire contaminado.- Plantas para tratamiento de emisiones gaseosas.	
Atlatec	Tratamiento de Aguas y Efluentes gaseosos	230212
BIMEXA	Tratamiento de Aguas y Suelos Restauración de Ecosistemas	230212 330800
Biotecnología Ambiental ECCASIV Eco- Ingeniería Eco-Red Energía y Ecología IB-Tech Ico IMASA Proyectos y Sistemas Ambientales Rins Sanimex Montiel del Sureste Sistemas de Ingeniería Ambiental	Tratamiento de Aguas (Tratamiento de aguas por vía Aerobia y Anaerobia), (Tratamiento de aguas residuales).	330800 230212
Sistemas Integrales de Tratamiento de Agua y Tierra. SQI Consultores Ambientales (también tratamiento de gases).	Restauración de Ecosistemas.	330800
TACSA Tecodesa y Asociados Territorio y Medio Ambiente Kieinfeider de México Servicios y Productos Internacionales Germen S.A de C.V.	Tratamiento de Suelos Contaminados. (Por Biorremediación de suelos contaminados)	251101 251102 251109

Fuente: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI. Francisco Bolívar Zapata et al FCE-CONACYT México 2002

# ANEXO 12



**BIOTECNOLOGÍA INTERNACIONAL 2003  
LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

<b>Líneas de Investigación</b>	<b>País</b>	<b>CLAVE UNESCO</b>
Bioética	<b>España</b>	
Terapias Génicas		240900
Eugenesia		240900
Clonación y embriones		240901
Tipos de clonación		
Paraclonación		
Clonación verdadera		
Clonación no reproductiva		
Clonación terapéutica		
Identificación por ADN		230223
Reprogenética		240900
Técnicas de ADN forense		230223
Proyecto Genoma Humano		240900
Identificación por ADN		230223
Transferencia génica		240900
fecundación y des. Embrionario		241006
Ingeniería Genética y medio ambiente		240902
Biodiversidad		
plantas Bt		
Germoplasma vegetal		
Identificación por ADN	230223	
Ingeniería Genética de plantas transgénicas	240900	
escombreras		
Bio-restauración	330800	
Mejoramiento de semillas	<b>Ecuador</b>	310311
canola		310311
maíz		310311
soja		310311
algodón		310311
Tecnologías transgénicas		
Resistencia a enfermedades		310304
Tolerancia a herbicidas		310304
Transferencia génica		240900
Fitomejoramiento		310301
maíz		310301
cacao		310301
arroz		310301
rosas		310301
banano		310301
furtales		310301
flores		310301
Cultivo de Tejidos		240705
Marcadores Moleculares		241500
Conservación de recursos fitogenéticos		310301
Bancos de Germoplasma		
Selección y Producción de variedades		310305
Naranjillo		310305
tomate de árbol		310305
tubérculos andinos		310305
quinoa		310305
amarantus		310305
cucúrbitas		310305
ají		310305
cereales ibabura		310305
haba		310305

**BIOTECNOLOGÍA INTERNACIONAL 2003**  
**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

<b>Líneas de Investigación</b>	<b>País</b>	<b>CLAVE UNESCO</b>
Equipo para la Ind. Biotecnológica	<b>Argentina</b>	
Biología Molecular		241500
Biomoléculas		241500
Reactivos de Diagnóstico		
Proteómica		
Microarreglos		
Cultivo de Tejidos		240705
Marcadores Moleculares		241500
Productos Farmacéuticos Avícolas		320900
Productos Farmacéuticos Veterinarios	320900	
Productos Farmacéuticos Humanos	<b>Argentina</b> <b>Australia</b>	320900
Autoinmunidad	<b>Argentina</b>	241204
Proteínas de Interés clínico		230227
Sistemas de Filtración Ind. Biotecnológica		
Plaguicidas		310109
Producción e Insulina		230215
Antiinflamatorios		
Afecciones Musculo-Esqueléticas		320000
Microbiología Clínica e Industrial		330203
Vacunas		241210
Antibióticos		241401
Hormonas		230215
Producción y multiplic de plantas transgénic		310305
Productos Fitosanitarios		
Mejoramiento Vegetal		
Genoma		240900
Genómica		240900
Mejoramiento de Semillas		310311
maíz		310311
grasol		310311
sorgo		310311
soja		310311
alfalfa		310311
papa		310311
Lácteos para consumo Humano		330909
Especialidades Químicas		330200
Detección del Mal de Chagas		
Recuperación de especies en extinción		310411
Secuenciación de ADN		230223
anilinas		330200
Pigmentos orgánicos		330912
Pigmentos Sintéticos		330200
Colorantes	330912	
Diagnóstico de Padecimientos y terapias	<b>India</b>	
Terapias Génicas		320102
papa		310700
Proyecto Genoma Humano		240900
Reactivos de Diagnóstico		
Biocombustibles (bioetanol)		330200
en la plataforma farmacogenómica.		320900
Cáncer de mama y de colon, asma, diabetes		320101

**BIOTECNOLOGÍA INTERNACIONAL 2003**  
**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

<b>Líneas de Investigación</b>	<b>País</b>	<b>CLAVE UNESCO</b>
Clonación con fines terapéuticos	<b>Corea del Sur</b>	230212
Fermentación		240705
Cultivo de Tejidos		310301
Mejoramiento Genético en vegetales		310301
Mejoramiento genético en especies forestales		
Conservación y manejo de germoplasma		
Síntesis in vitro		
Preparación de Inoculantes		310103
Preparación de Composta		310500
Acuicultura		
Cultivos con resistencia a sequía y helada	<b>Estados Unidos de Norteamérica</b>	310304
Cultivos resistentes a enfermedades y plagas		310304
Cultivos que requieran menos sustancias químicas		310304
Cultivos más nutritivos a los seres humanos		320608
Cultivos más nutritivos al ganado		320608
Mejoramiento genético del forraje		310301
Productos farmacéuticos humanos		320900
productos farmacéuticos animales		320900
ghypsophila	<b>Alemania</b>	310309
rosas		310309
rosas	<b>Francia</b>	310309
ghypsophila		310309
rosas	<b>Holanda</b>	310309
ghypsophila		310309
Cultivo de Tejidos	<b>Brasil</b>	240705
Marcadores Moleculares		241500
Biocombustibles (bioetanol)		330200
Biocombustibles (bioetanol)	<b>Tailandia</b>	330200

Fuente: Red BIO-FAO

**BIOTECNOLOGÍA EN EL MUNDO 2003  
PAÍSES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

PAÍS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	CLAVE UNESCO
España	Bioética	
	Genoma	240900
	Terapias Génicas	240900
	Eugenesia	240900
	Clonación y embriones	240901
	Tipos de clonación	
	Paraclonación	
	Clonación verdadera	
	Clonación no reproductiva	
	Clonación terapéutica	
	Biotecnología vegetal	241700
	Ingeniería Genética de plantas transgénicas	240902
	Biodiversidad	
	plantas Bt	
	Germoplasma vegetal	
	Identificación por ADN	230223
	Reprogenética	
	Técnicas de ADN forense	230223
	Proyecto Genoma Humano	
	Identificación por ADN	230223
Transferencia génica		
fecundación y desarrollo embrionario	241006	
Ingeniería Genética y medio ambiente	240902	
escombreras		
Bio-restauración		
Marcadores inmunogenéticos	241200	
Escala Genómica, grupos de genes	240900	
Argentina	Genoma	240900
	Genómica	240900
	Producción y multiplic de plantas transgénic	310305
	Mejoramiento Vegetal	310300
	Mejoramiento de Semillas	310311
	maíz	310311
	girasol	310311
	sorgo	310311
	soja	310311
	alfalfa	310311
	papa	310311
	Productos Fitosanitarios	321200
	Secuenciación de ADN	230223
	Equipo para la Ind. Biotecnológica	
	Biología Molecular	241500
	Biomoléculas	241500
	Reactivos de Diagnóstico	
	Proteómica	
	Microarreglos	
	Productos Farmacéuticos Avícolas	320900
	Productos Farmacéuticos Veterinarios	320900
	Productos Farmacéuticos Humanos	320900
	Autoinmunidad	241200
	Proteínas de Interés clínico	230227
Sistemas de Filtración Ind. Biotecnológica		
Plaguicidas	310109	
Producción de Insulina	230215	
Antiinflamatorios		
Afecciones Musculo-Esqueléticas	320000	

**BIOTECNOLOGÍA EN EL MUNDO 2003  
PAÍSES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

PAÍS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	CLAVE UNESCO
Argentina	Microbiología Clínica e Industrial	330203
	Vacunas	241210
	Antibióticos	241401
	Hormonas	230215
	Lácteos para consumo Humano	330909
	Especialidades Químicas	
	Detección del Mal de Chagas	320712
	Recuperación de especies en extinción	310411
	anilinas	330200
	Pigmentos orgánicos	330200
	Pigmentos Sintéticos	330200
	Colorantes	330200
	Cultivo de Tejidos	240705
	Marcadores Moleculares	241500
	Tecnologías transgénicas	
	Resistencia a enfermedades	241204
	Tolerancia a herbicidas	310106
	maíz	310106
	soja	310106
	algodón	310106
	canola	310106
	Fitomejoramiento	310301
	maíz	310301
	cacao	310301
	arroz	310301
	rosas	310301
	banano	310301
	furtales	310301
	flores	310301
	Cultivo de Tejidos	240705
	Marcadores Moleculares	241500
	Conservación de recursos fitogenéticos	310301
	Bancos de Germoplasma	
	Selección y Producción de variedades	310305
	Naranjillo	310306
	tomate de árbol	310306
tubérculos andinos	310306	
quinoa	310306	
amarantus	310306	
cucúrbitas	310306	
ají	310306	
cereales ibabura	310306	
haba	310306	
India	papa	310306
	Proyecto Genoma Humano	240900
	Reactivos de Diagnóstico	
	Diagnóstico de Padecimientos y terapias en la plataforma farmacogenómica.	611605
	Cáncer de mama y de colon, asma, diabetes	320800
	Biocombustibles (bioetanol)	320000
	330200	
	Biotecnología Médica:	
	a) Manufactura de penicilina	330201
	b) Diagnósticos	
c) Vacunas (Hepatitis C, Malaria)	241210	
d) Terapéuticas (Interferón, Insulina).	241210	
e) Drogas Veterinarias (incluyendo vacunas).	310908	

**BIOTECNOLOGÍA EN EL MUNDO 2003  
PAÍSES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

PAÍS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	CLAVE UNESCO
India	Agricultura-Alimentos:	
	a) Biopesticidas	310109
	b) Biofertilizantes	310103
	c) Productos naturales en el cuidado de la salud (de plantas medicinales)	320904
	d) alimentos para animales.	320904
	e) Suplementos para productos agrícolas	330902
	f) Saborizantes	330912
	g) Químicos Finos	330912
	h) Aminoácidos.	330912
	i) Suplementos nutricios para animales.	3200608
	j) transgénicos	
	k) Diagnósticos	
	Medio Ambiente:	330800
	a) Métodos, aparatos, técnicas de Biosensores.	
	b) Desarrollo de técnicas microbianas para manejo de la basura.	330203
	c) Biorremediación.	330800
	d) Efluentes y agua estancada	330800
	e) Creación de valor agregado de germoplasmas, incluyendo germoplasmas microbianos.	
	f) Conservación y regeneración de manglares y pasto marino.	330800
	Productos Industriales:	
	a) Alimentos y Enzimas Industriales (papaína, pitaza, lipaza, mezcla de enzimas).	230209
b) Productos de Fermentación clásica (antibióticos e inmunomoduladores para incrementos en rendimiento.	330202	
c) Bioenergía.		
d) Superficies y aditivos.		
e) Biopolímeros	330200	
f) Biomedicamentos (a partir de plantas medicinales).	320900	
Biotecnología Marina:	330204	
a) Producción de ostras.	330204	
b) Producción de mariscos.	330204	
c) Producción de cangrejos.	330204	
d) Uso de malezas marinas.	330204	
e) Conservación y regeneración de manglares y pasto marino.	330204	
Bioinformática y Genómica:	240900	
a) Genética Indú	240900	
b) Germoplasma Disponible		
c) Bioinformática.		
Alemania	rosas ghypsophila	310309 310309
Francia	rosas ghypsophila	310309 310309
Holanda	rosas ghypsophila	310309 310309
Australia	Productos farmacéuticos humanos Proyecto Genoma-Caña	320900 240900
Tailandia	Biocombustibles (bioetanol)	330200
Canadá	a) Alimentos Genéticamente modificados, productos que jamás han sido usados como alimento. Alimentos que resultan de un proceso que previamente no había sido usado para alimentos. Alimentos que han sido modificados por manipulación genética, productos de pescado derivados de la manipulación genética. b) Biológicos como sangre, productos derivados de la sangre, vacunas virales y bacterianas, terapias y diagnósticos genéticos.	330900



**BIOTECNOLOGÍA EN EL MUNDO 2003  
PAÍSES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

PAÍS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	CLAVE UNESCO
Canadá	c) Pesticidas. Para hormigas, plagas de jardín, murciélagos, chinches de las plantas, mosquitos, cucarachas, carcas de niño, moscas, etc.	310109
	Área de salud:	
	a) Tratamientos médicos.	
	b) Productos naturales para el cuidado de la salud.	320904
	Productos de Consumo:	
	a) Cosméticos	330200
	b) Nuevas sustancias químicas.	330200
	c) Productos Biotecnológicos.	
	d) Químicos.	
	e) Reproducción Humana asistida.	321600
	Cuidado del Medio Ambiente, salud Ambiental:	330800
	a) Calidad del aire y Salud.	330800
	b) Calidad del agua que se bebe.	330800
	c) Salud Ambiental y comunidades aborígenes.	330800
	d) El fumador pasivo.	
	e) Cambio climático y salud.	
	f) Sustancias tóxicas.	320603
	g) Cuidado de la salud ambiental de los niños.	330800
	Preocupaciones para el futuro:	
	a) La seguridad de los nuevos alimentos	
b) Impactos en la salud:		
b-1.- Tóxicos	320603	
b-2.- Alergias, respuestas alérgicas a los alimentos.	241205	
b-3.- Análisis inmunológico.	241200	
b-4.- Impactos de la ingeniería genética.	240902	
b-5.- Alimentos genéticamente modificados- Reservas de patógenos o antibióticos resistentes a la microflora.	241401	
b-6.- Aditivos de alimentos o modificadores metabólicos administrados a los animales.	330912	
b-7.- Calidad y seguridad de los alimentos.		
b-8.- Derivados microbianos de los suplementos alimenticios y aditivos.	241400	
b-9.- Transferencia de genes resistentes a los antibióticos.	240900	
b-10.- Dispersión de transgénicos en las plantas silvestres.	310304	
b-11.- Plantas genéticamente modificadas y biodiversidad.		
Impactos en el Medio Ambiente:	330800	
a) Resistencia de las especies plaga.	310109	
b) Impacto en los enemigos naturales de los herbívoros.		
c) Impacto en otros insectos del habitat.		
d) Esterilidad de los peces genéticamente modificados.	310502	
Keratinocyte y Fibroblastos.		
Evaluación de la respuesta antiviral del Interferón.	241200	
Dendritic e Hiperbranched Sialoside Conjugated como agentes Biomédicos Antiadhesión.		
Latinoamérica	Producción de Biomoléculas.	241500
	Vehiculización de Biomoléculas usando diferentes vectores.	241500
	Biodiversidad y Biotecnología	
	Biotecnología vegetal	310300
	Biotecnología y producción animal	310400
	Salud Humana y Biotecnología.	320000
	Bioprocesos	
	Biotecnología e Industria Alimenticia.	330900
Biorremediación	330800	
Salud Animal	310907	

**BIOTECNOLOGÍA EN EL MUNDO 2003  
PAÍSES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

PAÍS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	CLAVE UNESCO
Latinoamérica	Microbiología	241400
	Biocatálisis	320805
	Procesos Fermentativos	330202
	Biología Molecular de Microorganismos.	241500
	Biotecnología de alimentos.	330900
	Biotecnología ambiental.	330800
	Biotecnología mineral.	
	Biotecnología Industrial.	330200
	Salud Humana, enfermedades endémicas.	320000
	Sistemas de Diagnóstico.	
	Red de Cooperación Técnica entre Laboratorios de Biotecnología Vegetal:	
	a) Ingeniería Genética	240902
	b) Biología Molecular.	241500
	c) Cultivo de Tejidos y Células aplicados al mejoramiento vegetal.	240700
	d) Micropropagación.	240700
	e) producción de semillas	310311
	f) Bioplaguicidas	310109
g) Diagnóstico Molecular de enfermedades.	241500	
h) Mejoramiento genético de cultivos alimentarios.	310305	
i) Conservación in vitro		
j) Ingeniería Genética	240902	
k) Perfeccionamiento de la heterosis.		
l) Apoximia.		
m) Absorción de nutrientes.	320600	
n) resistencia a sequía.	310305	
o) resistencia a salinidad.	310305	
Estados Unidos	Orígenes del NGF y EGF	
	Crear cultivos que:	
	a) Resistan condiciones climáticas extremas (sequía y helada)	310305
	b) Resistan enfermedades y plagas.	310305
	c) Que requieran menos sustancias químicas.	310305
	d) Que sean más nutritivas para los seres humanos.	310305
	e) Que sean más nutritivos para el ganado.	310305
	Cruce, hibridación y Modificación Genética	310302
Aditivos Alimentarios	330912	
Productos Farmacéuticos humanos y Veterinarios.	320900	
Mejora genética del forraje para alimentación animal	310301	
Alemania	Alimentos con mayor contenido nutricional (arroz y maíz).	320608
	Reducción de colesterol en huevo, carne y leche.	320608
	Fertilizantes ecológicos.	310103
	Fertilizantes naturales en Microdosis.	310103
	Aumento de producción, calidad y vitaminas A y C en arroz, maíz, trigo, hortalizas, frutas, cítricos, uvas, olivas, plátanos, tubérculos, patatas.	320608
	Piensos con programación inteligente.	
	Activación de los mecanismos de NF-KB	
	El Gen de la Oncogénesis y la Inmunidad innata.	241200
	Piscicultura.	310502
	TNF en la Sepsis e Inmunoparálisis.	241200
	Expresión específica de RA, perfiles y nuevos genes candidatos.	240900
Máquinas moleculares para degradación de proteínas.	241500	
Determinantes de secuencia de la Formación de Amyloid Fibril.		

**BIOTECNOLOGÍA EN EL MUNDO 2003  
PAÍSES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

PAÍS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	CLAVE UNESCO
Brasil	Productos derivados de la caña de azúcar.	330926
	Biofábrica para producción de semillas resistentes a plagas.	310311
	Secuencia del genoma de la bacteria Gluconacetobacter Diazotrophicus para aumentar la productividad de la caña de azúcar, papa y café.	240900
	Proyecto RioBioDiesel para la producción de un combustible más económico y menos contaminante.	310305
	Cultivo de Tejidos	330200
	Marcadores Moleculares	240705
	Biocombustibles (bioetanol)	241500
	Nuevas Semillas:	330200
	Variedades de soja tolerantes a herbicidas.	310311
	Variedades que incorporen genes de resistencia a plagas(usando genes de bacterias productoras de bioinsecticidas).	310304
	Variedades que introducen características deseables para la industria a través del uso de marcadores y técnicas de reproducción rápida de material genético.	310304
	Obtención de ácido lúrico utilizado en la fabricación de helados.	240900
	Obtención de variedades tropicalizadas de trigo, con buenas características para la fabricación de pastas o con un mayor grado proteico.	330928
	Desarrollo de Kits de diagnóstico para la identificación de enfermedades y para la elección del mejor método de propagación de esquejes, que las hagan inmunes a enfermedades.	310305
	Insumos:	241200
	a) Inoculantes	
	b) Bioinsecticidas	310107
	c) Nuevas semillas.	310311
	d) Producción de enzimas para uso en la industria alimentaria	230209
	e) Análisis genómico.- Identificación de nuevos principios activos o plantas con niveles más elevados de determinadas proteínas de uso en la industria alimentaria, de cosméticos y farmacéutica.	240900
semillas transgénicas de soja	310311	
semillas transgénicas de maíz.	310311	
Cuba	Vacuna contra la garrapata en el ganado bovino.	241210
	Productos médicos:	
	vacunas	241210
	Biomedicinas	320800
	Interferón alfa leucítico humano (para combatir el Dengue y la conjuntivitis).	320000
	Biotecnología contra tumores, virus y fines antibióticos e inmunológicos.	241200
	Estudios de Biología molecular y celular.	240700
	Ingeniería Genética	240902
	Síntesis Química	230205
	Investigaciones sobre Clonación	
	Mejora Genética	240900
	Técnicas Recombinantes de ADN	230223
	Animales transgénicos	240108
	Medicamentos para dolencias cardiovasculares.	320802
	Vacunas de distintos tipos.	241210
	Protección de cultivos.	310304
Tiene 4 líneas de exportación:		
1. Medicamentos Humanos	320800	
2. Vacunas Humanas.	241210	
		241500
		320808

**BIOTECNOLOGÍA EN EL MUNDO 2003  
PAÍSES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

PAÍS	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	CLAVE UNESCO	
Cuba	3. Productos veterinarios.	320800	
	4. Productos cosméticos.	330200	
	EGF de la Glándula salival		
	Extracto de Leucocitos Dializables Obtenidos.	320504	
	Antiendotoxinas, péptidos sintéticos como inmunoterapéuticos en sepsis.	230224	241206
	Hipogalactosilación de Serum IgG en pacientes con enfermedad de Celiac.		
	Screening de la Enfermedad de Celiac.		
Africa del Sur	Caracterización de extractos de leucocito.	240900	
	Espectrometría de masas en las anotaciones genómicas. Correlacionando interacciones Proteína-DNA y Proteína-Proteína.	230227	230223
Africa del Sur	Proyecto Genoma -Caña	240900	
Reino Unido	Péptidos y enfermedades gastroenterológicas, enfocado a EGF.	230224	320000
	Papel de los receptores EGF en la regulación de la Proliferación intestinal.		
	Papeles para la glucosilación en las interacciones receptor-ligando en el sistema inmune.	241200	
	Recursos Bioinformáticos para Genómica y Proteómica.		
	Estructura y ensamble de Scaffolds moleculares en el diseño de una vacuna.	241210	
	Gen Humano	240900	
	La Genética de la enfermedad cerebrovascular	240900	320000
Finlandia	Glicosilación del IgG Humano en la salud y en la enfermedad.		
	El impacto de la glicosilación en la eficacia terapéutica de anticuerpos monoclonales recombinantes.	241200	
Italia	Vacunas Glicoconjugadas	241210	
Finlandia	Anticuerpos y HLA en el Diagnóstico clínico de la enfermedad Celiac.	241202	
Italia	Enfermedad de Celiac.		
Suecia	Predicción de la Estructura de la Proteína.	230227	
Suecia	Mapeo de Genes en Inflamación Crónica y Enfermedad Celiac.	240900	
Francia	Determinantes moleculares que controlan funciones de los linfocitos B	320504	
Suiza	Mecanismos moleculares de respuestas sistémicas durante la Sepsis.	241500	
Bélgica	Aplicación de la Proteómica aen la Industria Farmacéutica.		
	Inducción y mecanismos de represión de genes inflamatorios.	240900	
Holanda	Secuencias no codificadas.		
	Structural Glycomics. Analizando las interacciones carbohidrato-ligando.		
	Estudios de mutación. Secuencia Alignment basada en el Contacto.		
Singapur	Descifrando el Sistema Inmune	241200	
Japón	Inmunogenómica	241200	
		240900	
Rusia	Vacuna contra la Hepatitis C	241210	
Corea del Sur	Clonación con fines terapéuticos	230212	
	Fermentación	240705	
	Cultivo de Tejidos	310301	
	Mejoramiento genético de vegetales		
	Conservación y manejo de germoplasma		
	Síntesis in vitro		
	Preparación de Inoculantes		
Preparación de Composta	310303		

Fuente: REDBIO/FAO

# ANEXO 13



**BIOTECNOLOGÍA INTERNACIONAL 2003  
INSTITUCIONES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

<b>Instituciones</b>	<b>País</b>	<b>Líneas de Investigación</b>	<b>Clave UNESCO</b>
Instituto de Biotecnología, Universidad de Granada	España	Bioética	
		Genoma	240900
		Terapias Génicas(transferencia génica)	240900
		Eugenesia	240900
		Clonación y Embriones	240901
		Paraclonación	240700
		Clonación verdadera	240700
		Clonación no reproductiva y células madre	240700
		Clonación terapéutica y células madre.	240700
		Ingeniería Genética de plantas transgénico	240900
		Plantas Bt.	
		Germoplasma Vegetal.	
		Ingeniería Genética y medio ambiente.	240902 330800
		Reprogenética	240900
		Técnicas de ADN Forense	230223
PGH (Proyecto Genoma Humano).	240900		
Identificación por ADN embrionario	230223		
Fecundación y Desarrollo.			
Universidad Central	Ecuador	Técnicas de Transgénicos	
		Fitomejoramiento de: rosas	310301 310301
		banano	310301
		cacao	310301
		frutales	310301
banco de Germoplasma.			
ESPOL	Ecuador	Técnicas de Transgénicos	
Universidad Católica	Ecuador	Técnicas de Transgénicos	
		Fotomejoramiento de: rosas	310301 310301
		banano	310301
		cacao	310301
		frutales	310301
INIAP	Ecuador	Cultivo de Tejidos	240705
		Marcadores Moleculares	241500
		Conservación IN- SITU de tubérculos And	310706
		Conservación EX SITU de tubérculos And	310706
		Fitomejoramiento de:	310301
		maíz	310301
		cacao	310301
		arroz	310301
		Conservación de recursos fitogenéticos:	310301
		banco de Germoplasma.	310301
		Conservación de:	310304
		cucúrbitas	310304
		tomate de árbol	310304
		quinoa	310304
		ají	310304
cereales ibabura	310304		
amarantus	310304		
haba	310304		

**BIOTECNOLOGÍA INTERNACIONAL 2003  
INSTITUCIONES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

<b>Instituciones</b>	<b>País</b>	<b>Líneas de Investigación</b>	<b>Clave UNESCO</b>
CIP	Ecuador	Cultivo de Tejidos	240705
DENAREF	Ecuador	Conservación IN- SITU de tubérculos And	310706
		Conservación EX SIYU de tubérculos And	310706
		Conservación de recursos fitogenéticos	310301
		Banco de Germoplasma.	310301
Universidad del Salvador	Argentina		
Universidad de Loja	Ecuador	banco de Germoplasma.	310301
IISc	India	Diagnósticos Médicos	
NCBS		Diagnósticos Médicos	
JNCASR		Diagnósticos Médicos	
Instituto Indú de Ciencia	India		
Centro Nacional de Ciencias Biológicas NIMHANS Jawaharlal Nehru Central Food Technological Resarch Institute. Kidwai Memorial Institute of Oncology	India	Inmunología, Genética	241200 240900
Manipal Institute for Neurological Diseases	India	Genética, enfermedades neurológicas.	240900 241111
Rajiv Gandhi University of Healt Sciences	India	Salud	
University of Agricultural Sciences	India	Agricultura	310300
TB Research Centre	India	Diagnósticos	241210
		Vacunas( Hepatitis C, Malaria).	241202
		Terapéuticas (Interferón, Insulina).	230215
		Drogas Veterinarias (Incluyendo vacunas)	320900
Iniversidad Nacional de Seúl	Corea del Sur	Clonación con fines terapéuticos	240700
Instituto de Ciencia y Tecnología de Seúl	Corea del Sur	Conservación y manejo de germoplasma Síntesis in vitro de Ectomicorriza Preparación de Inoculantes de hongos comestibles Programa de mejoramiento genético para pinos Uso del cultivo de tejidos en especies forestales	310301 240705
		Cultivo de Tejidos Mejora Genética del arroz	240705 310301

Fuente: Red BIO/FAO

# ANEXO 14





**BIOTECNOLOGÍA INTERNACIONAL 2003  
EMPRESAS Y PAÍSES**

EMPRESAS	PAÍS	PRODUCTOS/LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	CLAVE UNESCO
Advanta Semillas	Argentina	Mejoramiento Vegetal de los principales cultivos agrícolas y de céspedes.	310311
ASA (Asociación de Semilleros Argentinos)	Argentina	Producción de semillas.	310311
Amersham Biosciences Argentina	Argentina	Equipamiento para la industria Biotecnológica	241500
		Insumos para la Industria Biotecnológica	
		Biología Molecular	
		Reactivos de Diagnóstico	230223
		Secuenciación de ADN	
		Proteómica	
		Genómica	240900
		Microarreglos	
Bayer Cropscience Argentina	Argentina	Productos Fitosanitarios	
Bedson S.A.	Argentina	Farmacéuticos sector avícola	320900
Bioceres	Argentina		
Biogénesis	Argentina	Fármacos veterinarios	320900
Bio Sidus S.A.	Argentina	Biomoléculas	241500
Biocientífica S.A.	Argentina	Reactivos para diagnóstico	
		Autoinmunidad	241200
		enfermedades infecciosas	320000
		Proteínas de interés clínico	230227
Boeinger Ingelheim, Argentina	Argentina	Productos farmacéuticos veterinarios y humanos	320900
Cuno	Argentina	Clarificación y purificación de gases y líquidos	330800
	U.S.A.		
	Unión Europea		
	Japón		
	Singapur		
	Brasil		
	Australia		
Dow Agrosciences, Argentina	Argentina	Plaguicidas	310109
Estudio Marval, O' Farell y Mairal	Argentina		
Gador, S.A.	Argentina	Productos Farmacéuticos	320900
Laboratorios Bagó	Argentina	Producción Farmacéutica y farmoquímica	320900
Laboratorios Beta S.A.	Argentina	Insulina	230215
		Antiinflamatorios	
		Tratamiento de afecciones músculo-esqueléticas	611605
Laboratorios Britania	Argentina	Microbiología clínica	320103
		Microbiología Industrial	330203
		Reactivos de Diagnóstico	
Laboratorios Elea-Sacifya	Argentina	Productos farmacéuticos	320900
		Vacunas	241210
		Antibióticos	241401
		Hormonas	230215
Mastellone Hnos.	Argentina	Producción de lácteos para consumo humano	330909
Merck Química Argentina	Argentina	Especialidades químicas	330200
		Especialidades biológicas.	
Monsanto Argentina	Argentina	semillas	310311
	Brasil	productos agrícolas	
Pioneer Argentina	Argentina	Desarrollo y producción de semillas:	310311
		maíz	310311
		girasol	310311
		sorgo	310311
		soja	310311
		alfalfa	310311
Polychaco	Argentina	Reactivos de Diagnóstico para Mal de Chagas Semilla básica de papa.	310311
Sanidad Ganadera	Argentina	Vacunas	241210
		Kits de diagnóstico	
Sigma Aldrich de Argentina	Argentina	Genoma	240900
		Desarrollo farmacéutico	320800
Síntesis Química	Argentina	Especialidades Químicas	330200
		Productos Biológicos para la agricultura	

**BIOTECNOLOGÍA INTERNACIONAL 2003  
EMPRESAS Y PAÍSES**

EMPRESAS	PAÍS	PRODUCTOS/LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	CLAVE UNESCO
Syngenta Seeds	Argentina	Protección de cultivos	310304
	Unión Europea	Producción de semillas de alto valor.	310311
Tecnoplant.S.A	Argentina	Producción y multiplicación de plantas transgénicas	310305
		Producción de Biomoléculas de alto valor utilitario	241500
		Recuperación de especies nativas en extinción	310305
Vilmax S.A.	Argentina	Producción de anilinas	330200
		Producción de pigmentos orgánicos	330912
		Colorantes	330912
Wiener Laboratorios	Argentina	Reactivos para diagnóstico clínico.	
Laboratorio ESPE	Ecuador	Técnicas de transgénesis	310311
AGROGENOTEC	Ecuador	Flores	310311
		Arroz	310311
SENACA	Ecuador	Flores	310311
		Arroz	310311
Astra Zéneca	India		
Bicon	India		
Cadilla	India		
Smith Kline Beecham	India		
Wockhardt	India		
BIOCEN	Cuba	Productos Médicos	
Copersucar	Brasil	Mapa Genético de la caña de azúcar	240900
Agrevo	Brasil	Industria de semillas.	310311
Zéneca	Brasil	Industria de semillas.	310311
Novartis	Brasil	Industria de semillas.	310311
DuPont	Brasil	Industria de semillas.	310311

Fuente: Red Bio-FAO

# ANEXO 15



**MAPA TECNOLÓGICO  
LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y PAÍSES  
2003**

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	PAÍSES									
	España	Argentina								
Genoma	España	Argentina								240900
Genómica	España	Argentina								240900
Terapias Génicas	España	Canadá								240900
Eugenesia	España									240900
Reprogenética	España	Canadá								240900
Transferencia Génica	España									240900
Ingeniería Genética de plantas transgénicas	España	Canadá	Red Latinoamericana							240900
Marcadores Inmunogenéticos	España									240900
Escala Genómica	España	Argentina								240900
Grupos de Genes	España	Argentina								240900
Tecnologías Transgénicas	Ecuador									240900
Proyecto del Genoma Humano HGP	India									240900
Diagnósticos de padecimientos y terapias en la plataforma farmacogenómica	India	Canadá	FAO	Brasil						240900
Proyectos Genómicos derivados de los péptidos SIMP	Canadá									240900
Animales Genéticamente Modificados	Canadá	Alemania	Cuba							240900
Transferencia de Genes resistentes a los antibióticos	Canadá									240900
Secuencia del genoma de bacterias	Brasil									240900
Técnicas de reproducción rápida de material genético	Brasil									240900
Ingeniería Genética	Red Latinoamericana	Red Bio FAO	Cuba							240900
Mejoramiento Genético	Red Bio FAO	Cuba								240900
Mapeo de Genes	Suecia									240900
Genética de la Enfermedad Cardiovascular	Reino Unido									240900
Estructura Genética del KIR	Reino Unido									240900
Papel de la Genética y la Genómica en el cuidado de la salud	Suiza									240900
Inducción y mecanismos de represión de genes inflamatorios	Bélgica									240900
Inmunogenómica	Japón									240900
Disección genética de enfermedades comunes	Israel									240900
Predisposición genética	Europa									240900
Diagnósticos Genéticos	Canadá	Brasil								240900
Farmacogenómicos	Europa									240900
Esterilidad de los peces genéticamente modificados	Canadá									240900
Conservación de recursos genéticos	Ecuador									240900
Clonación y Embriones	España	Cuba								240901
Biotecnología Vegetal	España	Ecuador	India	Canadá	FAO	Argentina	India	Brasil	Red Lat	310300
Germoplasma Vegetal	España	Ecuador	India							
Creación de valor agregado de germoplasmas	India									
Desarrollo y producción de semillas	Argentina	FAO	Alemania	Brasil	IRB					310311
Maíz	Argentina	Alemania								310311
Girasol	Argentina									310311
Sorgo	Argentina									310311
Soya	Argentina	Brasil								310311
Alfalfa	Argentina									310311
Semilla básica de papa	Argentina									310311
protección de cultivos	Argentina	Brasil								310304
Fitomejoramiento del maíz	Ecuador	FAO	Alemania							310301
Fitomejoramiento del cacao	Ecuador	FAO								310301
Fitomejoramiento del Arroz	Ecuador	FAO	Alemania							310301
Bancos de Germoplasma	Ecuador									
Plantas transgénicas	India	Canadá	Alemania	Brasil						
Aumento en la productividad de caña de azúcar, papa y café	Brasil									310602
Mejoramiento vegetal	Red Latinoamericana	Argentina	India	Brasil						310602

**MAPA TECNOLÓGICO**  
**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y PAÍSES**  
**2003**

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	PAÍSES							
	Red Bio FAO	Europa						
Resistencia a sequía y salinidad	Red Bio FAO	Europa						310316
								310304
Micropropagación	IRB							310110
Resistencia a las enfermedades de las plantas	Europa							310304
Aumento en la producción y calidad de maíz, trigo, frutas, hortalizas, cítricos, uvas, olivos, plátanos, tubérculos y papas	Alemania							310305
Técnicas de ADN Forense	España							230202
Identificación por ADN	España							230202
Secuenciación de ADN	Argentina	Brasil						230202
Técnicas recombinantes de ADN	Cuba							230202
Interacciones proteína-DNA y proteína-proteína	Cuba							230202
Polímeros Basados en aminoácidos	España	India						230202
Aminoácidos	India							230202
Biología Molecular	Argentina	FAO	Red Latinoamericana	Japón	Red Bio-FAO	Cuba		241500
Biomoléculas para la salud humana	Argentina	FAO						241500
Marcadores Moleculares	Ecuador	Brasil						241500
Diagnóstico Molecular	Red Latinoamericana	Red Bio FAO	IRB					241500
Determinantes Moleculares que controlan funciones de los linfocitos B	Suecia							241500
								241202
Mecanismos moleculares de respuestas sistémicas durante la Sepsis	Suiza							241500
Datos Biomoleculares para entender la Inmunogenética	Japón							241200
Estructura y ensamble de andamios moleculares	Reino Unido							241500
Reactivos de Diagnóstico	Argentina	Brasil	Red Latinoamericana					
Sistemas de Diagnóstico	FAO							
Proteómica	Argentina	Suiza						240900
Especialidades Biológicas para la Industria Veterinaria	Argentina							
Autoinmunidad	Argentina	Canadá	Brasil					241206
Inmunomoduladores	India							241206
Inmunoterapia contra el cáncer	Canadá	Cuba						241204
Análisis Inmunológico	Canadá							241203
TNF en la Sepsis e Inmunoparálisis	Alemania							241203
Inmunológicos	Cuba							241204
Inmunoterapéuticos en Sepsis	Cuba							241204
Papel de la Glucosilación en las interacciones receptor-ligando del Sistema Inmune	Reino Unido							241203
Descifrar el Sistema Inmune	Singapur							241200
Eficacia terapéutica de anticuerpos monoclonales recombinantes	Reino Unido							241204
Los anticuerpos y la HLA en la Enfermedad de Celiac	Finlandia	Italia						241202
Plaguicidas	Argentina	Canadá	RBF	IRB				310109
Herbicidas	Ecuador							310106
Herbicidas Maíz	Ecuador							310106
Herbicidas Algodón	Ecuador							310106
Herbicidas Canola	Ecuador							310106
Herbicidas Soya	Ecuador	Brasil						310106
Pesticidas para hormigas, plagas de jardín, murciélagos, chinches	Canadá	India						310109
Bioinsecticidas	Brasil							310107
Reducción en el uso de pesticidas químicos	Europa							310109
Producción de Insulina	Argentina	India						230215
Hormonas	Argentina							230215
Resistencia de las Especies plaga	Canadá	Brasil						310109
Antiinflamatorios	Argentina							

**MAPA TECNOLÓGICO  
LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y PAÍSES  
2003**

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	PAÍSES							
	Suecia	Bélgica	Canadá	FAO	Cuba	Rusia		
Inflamación crónica								
Vacunas	Argentina	India	Canadá	FAO	Cuba	Rusia		241210
Vacunas Hepatitis C y Malaria	India	FAO	Rus					241210
Vacunas virales y bacterianas	Canadá	Cuba						241210
Vacunas glicoconjugadas	Reino Unido							241210
Antibióticos	Argentina	India						241210
Producción de lácteos	Argentina	FAO						330909
Reducción de colesterol en huevo, carne y leche	Alemania							330920
Detección del Mal de Chagas	Argentina							320104
Asma	India							320104
Diabetes	India							320502
Salud Humana	FAO							
Enfermedades Endémicas	FAO							
Hipogalactosilación de serum en pacientes con enfermedad de Celiac	Cuba							320104
Enfermedad de Celiac	Suecia							320104
Dolencias Cardiovasculares	Cuba							320104
Enfermedades Gastroenterológicas								320104
EGF	Reino Unido							
Cáncer de mama, cáncer de colon	India							320101
Proteínas Kinasas como drogas anticáncer	Reino Unido							320101
Tecnologías terapéuticas como drogas o tratamientos médicos	Canadá							
Agentes biomédicos antiadhesión	Canadá							320904
Modificadores metabólicos	Canadá							220219
Producción de colorantes	Argentina	FAO						330912
Cultivo de tejidos	Ecuador	Red Latinoamericana						240705
Cultivo de células	Red Latinoamericana							240701
Biología Celular	Cuba							240700
Biorrestauración de Escombreras	India							
Interferón	India	Canadá	Cuba					241202
Evaluación de la respuesta antiviral Interferón	Canada							241202
Biofertilizantes	India	Alemania						310103
Sabonizantes	India							3309012
Productos de Química Fina	India							
Biorremediación	India	FAO						330800
Biorremediación de la tierra	Europa							251100
Biorremediación del agua	Europa							330800
Enzimas Industriales	India	FAO	Brasil					230209
Bioenergía	India	Brasil	IRB					240603
Biocombustibles Bioetanol	Brasil	Tailandia						240603
Alimentos pcr Biotecnología	Canadá	FAO	Alemania					330900
Productos de pescado por Biotecnología	Canadá	FAO	Alemania					330900
Aditivos de Alimentos	Canadá	FAO						330912
Biotecnología e Industria Alimentaria	FAO	Brasil						330900
Procesos Fermentativos	FAO							230212
Alimentos con mayor contenido nutricional (arroz, maíz)	Alemania							320609
Obtención de trigo para pastas con mayor grado proteico	Brasil							310305
Piscicultura	Alemania							310513
Tecnologías asistidas para la reproducción humana	Canadá	España						321600
Diagnóstico de embarazo	Canadá							321600
Anticonceptivos	Canadá							321600
Keratinocyte	Canadá							320900

**MAPA TECNOLÓGICO  
LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y PAÍSES  
2003**

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	PAÍSES								
Fibroblastos	Canadá								
Formación de Amiloid Fibril	Alemania								
Sialósido dendrítico e hiper-ramificado	Canadá								
Biodiversidad	FAO								
Bioprocesos	FAO								310400
Salud Animal	FAO								241400
Microbiología	FAO								320805
Biocatálisis	FAO								320805
Biotecnología Ambiental	FAO								330800
Biotecnología Industrial	FAO								330202
Degradación de proteínas	Alemania								230227
Relaciones entre las estructuras de N-Glycan y las actividades biológicas de las entroproteínas humanas recombinantes	Reino Unido								230418
Predicción de la estructura de la proteína Inoculantes	Brasil								230227
Obtención de ácido lúrico	Brasil								230205
Conservación in vitro	RBF								
Perfeccionamiento de la Heterosis	RBF								
Perfeccionamiento de la Aproximia	RBF								
Absorción de nutrientes	RBF								320608
Antifibróticos	Cu								
Leucocitos dializables	Cu								
Antiendotoxinas	Cu								
Péptidos Sintéticos	Cu	Reino Unido							230418
Caracterización de extractos de leucocito	Cu								
Especialidades farmacéuticas para la Industria Veterinaria	Argentina								320900
Propagación de esquejes	Brasil								
Receptores EGF en la regulación de la proliferación intestinal	Reino Unido								
Glicosilación del TgG Humano	Reino Unido								230214
interacciones carbohidrato-ligando en Glicomics estructural	Holanda								230214
Estudios de mutación	Holanda								320101
Estudios de alineación secuencial	Holanda								
Filtración dirigida	Europa								330200
Respuesta a Medicamentos	Europa								320800

Red Latinoamericana.- Ecuador, Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, México, Perú, Panamá, Uruguay, Venezuela y Centros Internacionales como CIAT, CIP, CATIE y FAO.

RED BIO-FAO.- Cuenta con 630 instituciones de 32 países de América Latina y el Caribe y miembros de USA, Francia, Inglaterra, Japón, España, Italia y Holanda.

INFOREDBIO.- Cuenta con la participación de 19 países (Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela).

Fuentes:

[www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/biotecno.htm](http://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/biotecno.htm)

<http://www.foarbi.org.ar>

<http://www.fao.org/biotech/doc.asp>

España:

<http://www.ugr.es/>

Argentina

<http://www.foarbi.org.ar>

<http://www.fao.org/biotech/doc.asp>

Ecuador

<http://www.r/c.fao.org/pnor/segalim/prodalim/prodveg/ecuador.pdf>

India

[http://www.biotech-monitor.nl/s\\_3010.htm](http://www.biotech-monitor.nl/s_3010.htm)  
<http://www.belt.es/noticias/2003/junio/18/patatas.htm>  
<http://www.habitat.ag.upm.es/dubai/02/bp161.html>

FAO

[http://www.fao.org/biotech/contry\\_esp](http://www.fao.org/biotech/contry_esp)

Australia

<http://www.biotechnology.gov.au/>  
<http://www.health.nsw.gov.au/>

Canadá

<http://biotech.qc.ca/>  
<http://www.pacioli.org/>

India

<http://www.andhrapradesh.com/>  
<http://www.bangalorebio.com/docs/biotechPolicyf.doc>  
<http://www.midcindia.org/>  
<http://www.bisnetindia.com/timeis/tamilnadu/secpol/biotech.html>

Latinoamérica

<http://www.latinoamerica-online.it/caraibi03/cuba24.03.html>  
<http://www.encuentrobio2001.com>

REDBIO/FAO

<http://www.rlc.fao.org/redes/redbio>

Electronic Journal of Biotechnology

<http://www.ejb.org>  
<http://www.redbio.org/>  
<http://www.eibiotechnology.info>

Europa

[http://www.trendchart\\_cordis.Ju/scoreboard2002/html/download](http://www.trendchart_cordis.Ju/scoreboard2002/html/download)  
[http://www.europa.eu.int/comm/biotechnology/pdf/ecworkshopsreports\\_en.pdf](http://www.europa.eu.int/comm/biotechnology/pdf/ecworkshopsreports_en.pdf)

Cuba

[http://www.biomed.ciqb.edu.cu/evento\\_conferencistas.html](http://www.biomed.ciqb.edu.cu/evento_conferencistas.html)



**MAPA TECNOLÓGICO  
BIOTECNOLOGÍAS MÁS ESTUDIADAS A NIVEL MUNDIAL  
2004**

Líneas de Investigación	Países							
	España	Canadá	RL					
Ingeniería Genética de plantas transgénicas	España	Canadá	RL					
Diagnósticos de padecimientos y terapias en la plataforma farmacogenómica	India	Canadá	FAO	Brasil				
Ingeniería Genética	Red Latinoam	Red BioFAO	Cuba					
Mejoramiento Genético	RedBioFAO	Cuba						
Biotecnología Vegetal	España	Ecuador	India	Canadá	FAO	Arg	Brasil	RL
Desarrollo y producción de semillas	Argentina	FAO	Alemania	Brasil	IRB			
Mejoramiento Vegetal	Red Latinoam	Argentina	India	Brasil				
Resistencia a sequía y salinidad	Red Bio FAO	Europa						
Micropropagación	IRB							
Resistencia a enfermedades de las plantas	Europa							
Biología Molecular	Argentina	FAO	RL	Japón	RBF	Cuba		
Diagnóstico Molecular	Red Latinoam	Red BioFAO	IRB					
Reactivos de Diagnóstico	Argentina	Brasil	RL					
Plaguicidas	Argentina	Canadá	RBF	IRB				
Vacunas	Argentina	India	Canadá	FAO	Cuba	Rusia		
Vacunas Hepatitis C y Malaña	India	FAO	Rusia					
Producción de Lácteos	Argentina	FAO						
Salud Humana	FAO							
Enfermedades Endémicas	FAO							
Producción de colorantes	Argentina	FAO						
Cultivo de Tejidos	Ecuador	Red Latinoam						
Cultivo de células	Red Latinoam							
Biorremediación	India	FAO						
Biorremediación de la tierra	Europa							
Biorremediación del agua	Europa							
Enzimas Industriales	India	FAO	Brasil					
Bioenergía	India	Brasil	Tailandia	IRB				
Alimentos por Biotecnología	Canadá	FAO	Alemania	Brasil				
Aditivos de alimentos	Canadá	FAO						
Procesos Fermentativos	FAO							
Conservación in vitro	RBF							
Perfeccionamiento de la Heterosis	RBF							
Perfeccionamiento de la Apoximia	RBF							
Absorción de Nutrientes	RBF							

Red Latinoamericana.- Ecuador, Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, México, Perú, Panamá, Uruguay, Venezuela y Centros Internacionales como CIAT, CIP, CATIE y FAO.

RED BIO-FAO.- Cuenta con 630 instituciones de 32 países de América Latina y el Caribe y miembros de USA, Francia, Inglaterra, Japón, España, Italia y Holanda.

INFOREDBIO.- Cuenta con la participación de 19 países (Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela).

## **DIRECCIONES DE BIOTECNOLOGÍA INTERNACIONAL.**

España.- <http://www.ugr.es/>

Argentina.- <http://www.foarbi.org.ar>

<http://www.fao.org/biotech/doc.asp>

Ecuador: <http://www.r/c.fao.org/prior/segalim/prodalim/prodveg/ecuador.pdf>

India: [http://www.biotech-monitor.nl/s\\_3010.html](http://www.biotech-monitor.nl/s_3010.html)  
(sin la l final).

<http://www.belt.es/noticias/2003/junio/18/patatas.htm>

<http://www.habitat.aq.upm.es/dubai/02/bp161.html>

### **FAO**

<http://www.fao.org/biotech/contry.esp>

### **Australia**

<http://www.biotechnology.gov.au/>

<http://www.health.nsw.gov.au/>

### **Canadá**

<http://biotech.qc.ca/>

<http://www.pacioli.org/>

### **India**

<http://www.andhrapradesh.com/>

<http://www.bangalorebio.com/docs/biotechPolicyf.doc>

<http://www.midcindia.org/>

<http://www.bisnetindia.com/timeis/tamilnadu/secpol/biotech.html>

### **Latinoamérica**

<http://www.latinoamerica-online.it/caraibi03/cuba24.03.html>

<http://www.encuentrobio2001.com>

REDBIO/FAO

<http://www.rlc.fao.org/redes/redbio>

Electronic Journal of Biotechnology

<http://www.ejb.org>

<http://www.redbio.org/>

<http://www.ejbiotechnology.info>

Europa

<http://www.trendchart.cordis.lu/scoreboard2002/html/download>

[http://www.europa.eu.int/comm/biotechnology/pdf/ecworkshopsreports\\_en.pdf](http://www.europa.eu.int/comm/biotechnology/pdf/ecworkshopsreports_en.pdf)

Cuba

[http://www.biomed.cigb.edu.cu/evento\\_conferencistas.html](http://www.biomed.cigb.edu.cu/evento_conferencistas.html)