



RECOMENDACIONES
PARA
EL DESARROLLO
Y
CONSOLIDACIÓN
DE LA
BIOTECNOLOGÍA
EN MÉXICO



Recomendaciones para el desarrollo y consolidación
de la biotecnología en México

Francisco G. Bolívar Zapata
(coordinador general)

RECOMENDACIONES PARA EL DESARROLLO Y CONSOLIDACIÓN DE LA BIOTECNOLOGÍA EN MÉXICO

CARLOS ARIAS ORTIZ • ELENA ARRIAGA ARELLANO • HUGO A. BARRERA SALDAÑA
FRANCISCO G. BOLÍVAR ZAPATA • PEDRO BOSCH GUHA
MARÍA MAYRA DE LA TORRE MARTÍNEZ • JORGE ESPINOSA FERNÁNDEZ
ENRIQUE GALINDO FENTANES • AMANDA GÁLVEZ MARISCAL • ADOLFO GRACIA GASCA
LUIS R. HERRERA ESTRELLA • ALFONSO LARQUÉ SAAVEDRA
AGUSTÍN LÓPEZ-MUNGUÍA CANALES • ADALBERTO LOYOLA ROBLES • ROBERTO ORTEGA LOMELÍN
OCTAVIO PAREDES LÓPEZ • TONATIUH RAMÍREZ REIVICH • SERGIO REVAH MOISEEV
JOSÉ ANTONIO SERRATOS HERNÁNDEZ • JORGE SOBERÓN MAINERO • XAVIER SOBERÓN MAINERO
IRINEO TORRES PACHECO • JAIME URIBE DE LA MORA • GUSTAVO VINIEGRA GONZÁLEZ



México
2003



Primera edición 2003

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra
—incluido el diseño tipográfico y de portada—,
sea cual fuere el medio, electrónico o mecánico,
sin el consentimiento por escrito de los editores.

D.R., ©, 2003, CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
Av. Constituyentes 1046, 11950 México, D.F.

D.R., ©, 2003, ACADEMIA MEXICANA DE CIENCIAS
"Casa Tlalpan", km. 23.5 Carretera Federal México-Cuernavaca
Av. Cipreses s/n, Col. San Andrés Totoltepec, 14400, México, D.F.
Tels. 5849-4905 y 5849-5522
Fax: 5849-5112
e-mail: aic@servidor.unam.mx
<http://www.amc.unam.mx>

Fotografía de la portada: Javier Inojaso

ISBN 968-7428-18-X

Impreso en México

PRESENTACIÓN

LA BIOTECNOLOGÍA MODERNA ES UNA DE LAS ÁREAS DEL conocimiento científico de más relevante evolución en las últimas décadas y que mayor impacto ha tenido en el desarrollo de diversos sectores (salud, agrícola, pecuario, medio ambiente, industrial, etc.). Sus aplicaciones involucran e inciden de manera simultánea y novedosa en estos sectores, y vienen alcanzando progresivamente una mayor variedad de acciones y de productos en ramos de actividad, todos ellos de gran importancia en la economía nacional e internacional, como lo son el farmacéutico, la producción y procesado de alimentos, la industria química y la remediación de ecosistemas, entre otros.

México enfrenta grandes retos para poder proporcionar a sus habitantes servicios y condiciones necesarios para una vida digna. Las demandas por alimentos seguros y nutritivos, medicamentos y servicios de salud modernos, por un medio ambiente no contaminado, por una industria con procesos limpios y productos competitivos, y simultáneamente por el cuidado y uso sustentable de nuestra biodiversidad, representan retos extraordinarios para la sociedad mexicana que debemos enfrentar y resolver de manera concertada, inteligente y respetuosa con el medio ambiente. La biotecnología es una de las herramientas más poderosas con las que cuenta la nación mexicana para contender con muchos de estos retos.

México es un país biológicamente megadiverso que debe desarrollar una visión diferente, propia y especializada de la biotecnología. La biotecnología moderna debe servir para el manejo y preservación de estos recursos, indispensables para el mantenimiento sustentable de los ecosistemas nacionales y globales. Por otro lado, el potencial de la biotecnología en un país megadiverso como México es muy vasto. La biodiversidad es riqueza renovable, patrimonio nacional, que de ser utilizada de manera inteligente y sustentable, con el concurso de la biotecnología puede potenciarse enormemente y constituirse en un soporte permanente, no sólo para resolver problemas importantes y demandas actuales de la nación, sino también para convertir a nuestro país en líder mundial por su capacidad de

generar y exportar tecnología biológica y productos terminados de alto valor agregado, de origen biológico.

Sin embargo, es importante reconocer también que el carácter de país megadiverso expone a nuestra nación a riesgos que no enfrentan otras regiones de menor diversidad biológica. Por lo anterior, es prioritario apoyar decididamente la investigación de la biodiversidad y el desarrollo de la biotecnología básica y aplicada en las instituciones públicas, y generar también la capacidad para analizar y evaluar las múltiples implicaciones del uso de la biotecnología, en lo ecológico, respecto a la salud humana, en los sectores de la producción y en lo social.

Nuestro país cuenta con un capital importante para desarrollar la biotecnología mexicana, y transformarla en palanca para su desarrollo. Tenemos una tradición milenaria en el uso de productos naturales. Hay también un centenar de entidades de investigación en diferentes instituciones nacionales, en las que trabajan más de 750 investigadores en diferentes aspectos y problemas de biotecnología, y en disciplinas que sustentan a esta multidisciplina. Existe además un esfuerzo importante para formar especialistas en esta área. La comunidad nacional gradúa anualmente 100 doctores en biotecnología y disciplinas relacionadas, que podrían canalizarse de manera concertada, a la consolidación de instituciones y la creación de nuevos centros de investigación y desarrollo.

En el libro “Biotecnología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI; retos y oportunidades”, publicado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, se presenta un análisis detallado de nuestras capacidades en esta área y también se señalan, de manera general, las conclusiones y recomendaciones generales para consolidar la biotecnología en México.

Como resultado de estos planteamientos generales, el CONACyT y la AMC presentan ahora esta nueva publicación elaborada por el mismo grupo de expertos académicos y profesionales, en la que se señalan recomendaciones detalladas, en diferentes asuntos, para desarrollar y conso-

lidar la biotecnología mexicana. Estamos seguros que la implementación de estas acciones redundará en la conso-

lidación de la biotecnología nacional y en el desarrollo de nuestro país.

ING. JAIME PARADA ÁVILA
Director General
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

DR. JOSÉ ANTONIO DE LA PEÑA MENA
Presidente
Academia Mexicana de Ciencias

DR. VÍCTOR VILLALOBOS ARÁMBULA
Comisión Intersecretarial de Bioseguridad
y Organismos Genéticamente Modificados

DR. FRANCISCO G. BOLÍVAR ZAPATA
Coordinador del Comité de Biotecnología
y editor del documento

ÍNDICE

1 ■ <u>INTRODUCCIÓN GENERAL Y ANTECEDENTES</u>	11
2 ■ <u>ELABORACIÓN DE BASES DE DATOS</u>	17
3 ■ <u>RECOMENDACIONES PARA CONSOLIDAR LA FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS ESPECIALIZADOS EN BIOTECNOLOGÍA</u>	33
4 ■ <u>RECOMENDACIONES PARA EL DESARROLLO Y CONSOLIDACIÓN DE INFRAESTRUCTURA EN BIOTECNOLOGÍA</u>	57
5 ■ <u>COMUNICACIÓN SOCIAL EN BIOTECNOLOGÍA</u>	77
6 ■ <u>MARCO JURÍDICO EN BIOSEGURIDAD</u>	91
7 ■ <u>RED NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA; PROPUESTA</u>	133
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	139
<u>AGRADECIMIENTOS</u>	141
<u>COMITÉ DE BIOTECNOLOGÍA. EXTRACTOS CURRICULARES</u>	143

1 INTRODUCCIÓN

1.1 BIOTECNOLOGÍA COMO ÁREA ESTRATÉGICA

LA BIOTECNOLOGÍA MODERNA ES UNA DE LAS ÁREAS DEL conocimiento científico de más relevante evolución en las últimas décadas y que mayor impacto ha tenido en el desarrollo de diversos sectores (salud, agrícola, pecuario, medio ambiente, industrial, etc.). Sus aplicaciones involucran e inciden de manera simultánea y novedosa en estos sectores, y vienen alcanzando progresivamente una mayor variedad de acciones y de productos en diferentes ramos de actividad, todos ellos de gran importancia en la economía nacional e internacional, como lo son el farmacéutico, la producción y procesado de alimentos, la industria química y la remediación de ecosistemas, entre otros.

La automatización de las técnicas de secuenciación han permitido, cada vez a un costo menor, la determinación de la secuencia del genoma de diversos organismos, incluyendo la del ser humano, el arroz y un gran número de microorganismos. La disponibilidad de la secuencia del genoma de muchos organismos y la disponibilidad de nuevas estrategias de genómica funcional que permiten el análisis masivo de la expresión de genes y la identificación más rápida de sus funciones, han creado un nuevo paradigma en las ciencias biológicas que permitirá el desarrollo de nuevas y más poderosas aplicaciones biotecnológicas, que van desde el diseño más efectivo de medicinas, plantas con mayor productividad y mejor calidad alimenticias, hasta el desarrollo de nanotecnologías que antes eran imposibles de concebir.

México, con cerca de 100 millones de habitantes, y con crecimiento previsible de 20 millones más en los próximos 20 años, enfrenta grandes retos para poder proporcionar a sus habitantes servicios y condiciones necesarios para una vida digna. Las demandas por alimentos seguros y nutritivos, medicamentos y servicios de salud modernos, por un medio ambiente no contaminado, por una industria con procesos limpios y productos competitivos y simultáneamente por el cuidado y uso sustentable de nuestra biodiversidad, representan retos extraordinarios para la sociedad mexicana que debemos enfrentar y resolver de manera concertada, inteligente y respetuosa con el medio ambiente. La biotecnología es una de las herramien-

tas más poderosas con las que cuenta México para entender con muchos de estos retos nacionales.

La biotecnología moderna se puede definir como una actividad multidisciplinaria, cuyo sustento es el conocimiento de frontera generado en diversas disciplinas (entre otras, biología molecular, ingeniería bioquímica, microbiología, inmunología, bioquímica, genómica, bioinformática, ingeniería de proteínas), que permite el estudio integral y la manipulación de los sistemas biológicos (microbios, plantas y animales). A partir de dicho estudio integral y del uso de los sistemas biológicos, sus productos y sus partes, la biotecnología moderna busca hacer una utilización inteligente, respetuosa y sustentable de la biodiversidad, mediante el desarrollo de tecnología eficaz, limpia y competitiva para facilitar la solución de problemas importantes en sectores tales como el de la salud, el agropecuario, el industrial y del medio ambiente. De lo anterior, se desprende que hay un conjunto de disciplinas y campos disciplinarios (alimentos, agronomía, agrobiotecnología, biorremediación, medicina molecular, monitoreo y diagnóstico, etc.), que se sustentan a su vez en la biotecnología.

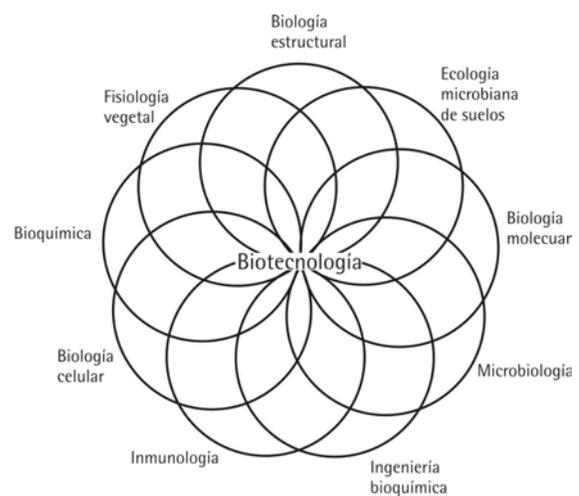


Figura 1. La biotecnología es una actividad multidisciplinaria, sustentada en varias disciplinas.

México cuenta con un capital importante para desarrollar la biotecnología mexicana y transformarla en palanca para su desarrollo. Tenemos una tradición milenaria en el uso de productos naturales, productos de la biotecnología tradicional se exportan a todo el mundo y disponemos además de una de las reservas de la biodiversidad más importantes del mundo. Hay también más de un centenar de entidades de investigación (en diferentes instituciones nacionales), en las que trabajan más de 750 investigadores (miembros del SNI), que dedican su esfuerzo principalmente a desarrollar proyectos en diferentes aspectos y problemas de la biotecnología y existe además un esfuerzo importante para formar especialistas en esta área (Bolívar *et al*, 2002). Sin embargo, es importante señalar que a pesar de la importante infraestructura humana y física que México cuenta en el área biotecnológica, nuestro país se ha quedado rezagado en diferentes áreas de investigación que inciden en el desarrollo de aplicaciones biotecnológicas, como son la biotecnología marina, la producción de animales

transgénicos y más recientemente en los proyectos de secuenciación y análisis de genomas. En estas áreas de la biotecnología, otros países en vías de desarrollo ya han tenido participaciones importantes como son Cuba, Brasil y China.

La biotecnología es uno de los campos interdisciplinarios que por su potencial impacto para el desarrollo económico del país, es reconocido como prioritario en el Programa Especial de Ciencia y Tecnología. Para capitalizar el potencial de la biotecnología es fundamental incrementar y fortalecer la capacidad nacional en esta área.

En el documento “Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI; retos y oportunidades” (Bolívar *et al*, 2002), en la sección de Conclusiones y Recomendaciones Generales, se señalan un conjunto de conclusiones sobre la importancia que tiene para México el desarrollo de la Biotecnología. Asimismo, se señalan un grupo de recomendaciones para propiciar la consolidación de la biotecnología, las cuales se transcriben a continuación:

1.2 RECOMENDACIONES GENERALES PARA CONSOLIDAR LA BIOTECNOLOGÍA EN MÉXICO

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 investigación en diferentes áreas de la biotecnología, sólo 21 realmente tienen grupos consolidados, concentran cerca de 60% de los 750 investigadores adscritos al SNI 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.

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 en el nivel doctoral) sobrepasa la velocidad con la que se está creando nueva infraes-

estructura 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 e institutos de investigación, con financiamiento y normatividad que garanticen su viabilidad. Se requieren planes de mediano y largo plazo, 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 del sector empresarial.

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 industrial, y propiciar la formación de nuevas industrias por los propios académicos mexicanos. En otros países existen mecanismos y fondos adecuados para estos propósitos, que han sido responsables de la creación de nuevas industrias biotecnológicas modernas; en el nuestro, éste es un terreno en el que se han hecho varios esfuerzos y cuyos resultados han sido, por lo general, decepcionantes. Valdría la pena analizar las estrategias exitosas de otros países, particularmente los más semejantes al nuestro y continuar un esfuerzo redoblado, en varios flancos, hasta lograr el despegue de esta vinculación esencial.

DESARROLLAR UN MARCO JURÍDICO AVANZADO EN 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; que establezcan los esquemas regulatorios para el acceso y aprovechamiento de 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.

PROFESIONALIZAR LA DISCUSIÓN, LA COMUNICACIÓN Y EL ANÁLISIS SOBRE BIOSEGURIDAD, BIOÉTICA Y BIOPROSPECCIÓN POR PARTE DE LA SOCIEDAD MEXICANA

Debido a que la materia de la biotecnología es inherentemente cercana a las necesidades primarias del hombre, como su salud y su alimentación, así como a su potencial para alterar los componentes más esenciales de la naturaleza, la discusión 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. Así, la discusión sobre las aplicaciones biotecnológicas ha resultado blanco fácil y atractivo para todo tipo de intereses, algunos legítimos y otros cuestionables, relacionados con movimientos y organizaciones contrarios a la globalización y antiimperialistas, entre otros; estas organizaciones encuentran amplio eco entre la población, y han logrado crear un clima adverso al desarrollo de la biotecnología, cuya base argumentativa es por lo regular tendenciosa y alarmista, cuando no abiertamente falsa. Resulta imperativo lograr que esta confrontación estéril se oriente hacia una discusión seria, informada y balanceada, en particular en el ámbito del Poder Legislativo de la nación. Es evidente que debemos realizar la investigación apropiada para desarrollar tecnologías biológicas seguras para la salud humana y para 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.

PROMOVER LA UTILIZACIÓN DE LA BIOTECNOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS REALES

Con base en el análisis de cada sector, se identificaron problemáticas, retos y oportunidades ante los cuales la biotecnología puede tener un impacto importante. También, de este análisis surgió un conjunto de tendencias y áreas o acciones estratégicas que se resumen y sistematizan en los apéndices 1 y 2 del libro citado, en las que la inversión de esfuerzos deberá ser prioritaria y particularmente redituable.

Resulta fundamental apoyar los esfuerzos para crear las capacidades y la infraestructura que permitan la participación adecuada de nuestro país en las grandes tendencias y áreas estratégicas señaladas. Una política de fomento coherente y efectiva debe tomar en cuenta la dinámica de maduración de las áreas de investigación y de la propia tecnología que, a su vez, serán la base de los desarrollos industriales más novedosos y competitivos.

En este estudio se destacó, en este orden de ideas, la importancia de la consolidación de las áreas biomédica, agroecológica, ambiental, marina y pecuaria. Finalmente, si bien la industria, en particular la química, ha incorporado hasta el momento relativamente pocos procesos

biotecnológicos, la creciente 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. Existe una oportunidad y, con el tiempo, una necesidad vital, de contar con este tipo de tecnologías. Lo anterior deberá permitirnos, por un lado, tener la capacidad y la preparación para la solución de demandas y problemas importantes en varios sectores, y por otro, proyectar estas capacidades hacia un escenario de transformación del país. 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.

Como resultado de estas recomendaciones, el Comité de Biotecnología del CONACyT se dio a la tarea en estos dos últimos años de elaborar un documento que hoy se entrega. En este documento y de acuerdo con los objetivos que motivaron este trabajo, se presentan los estudios, análisis y recomendaciones más amplias y precisas en los temas presentados en las diferentes recomendaciones generales del documento: Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI; retos y oportunidades. Asimismo, se proponen acciones concretas para implementar algunas de estas recomendaciones.

2

ELABORACIÓN DE BASES DE DATOS

2.1 RESUMEN EJECUTIVO

LA BIOTECNOLOGÍA, ES UNA ACTIVIDAD MULTIDISCIPLINARIA sustentada en el conocimiento básico generado en diferentes disciplinas (biología molecular, ingeniería bioquímica, genómica, bioinformática, ingeniería de proteínas, entre las más importantes) y que tiene un impacto importante en sectores como los de la salud, alimentos, agrícola, pecuario, control de la contaminación y el marino. Por lo anterior, no es sencilla la identificación de las instituciones que realizan actividades dentro de este campo y por lo tanto la definición de planes de acción para el mejor aprovechamiento de la infraestructura existente.

Mediante este proyecto se han identificado 109 entidades (facultades, escuelas, centros e institutos dependientes de diversas instituciones) que desarrollan investigación en este campo, agrupadas de acuerdo con la cantidad y calidad de recursos destinados a este esfuerzo en tres niveles de consolidación, siendo los criterios principales el número grupos de investigación, el de investigadores en el SNI, los programas de posgrado que imparten, publicación de resultados en revistas de circulación internacional, vinculación con empresas, número de laboratorios y equipo mayor con el que cuentan, entre los elementos más importantes. De estas instituciones 21 han sido agrupadas en un nivel de mayor consolidación que concentran el 60% de los aproximadamente 762 investigadores en el SNI que laboran principalmente en el área de la biotecnología; 16 entidades de consolidación de nivel intermedio, que incluyen el 15% de este grupo de investigadores en el SNI, y 72 entidades de un nivel de menor consolidación que concentran el 24% de los investigadores en el SNI. Adicionalmente, se han identificado aproximadamente 30 entidades que reportan alguna actividad en el campo, pero por el momento no se dispone de suficiente información sobre ellas para ubicarlas en alguno de estos grupos.

Para la incorporación de la información en las bases de datos sobre las instituciones, investigadores y proyectos se cuenta ya con la respuesta de 66 entidades de las 109 identificadas (43 han sido visitadas y 23 han dado respuesta a la solicitud de información).

La información que se está incorporando a la base de instituciones es la relacionada con las líneas / áreas / programas de investigación, infraestructura existente (laboratorios, unidades de apoyo, equipo mayor), programas de formación de recursos humanos, actividades y apoyos institucionales para la vinculación con empresas, publicaciones, patentes, etc. La base sobre investigadores cuenta con sus áreas o líneas de investigación, pertenencia al SNI, nombramiento, grado, participación en programas de posgrado. La base de proyectos contiene la información del responsable, institución que financia, fechas de inicio y terminación, monto del apoyo, entre los aspectos más importantes.

La información recopilada a través de este proyecto ha sido sustento para la estructuración de recomendaciones específicas de los proyectos relacionados con los recursos humanos y con infraestructura, además de constituir una fuente de información importante que ha sido ya solicitada para la integración al programa SIMBIOSIS apoyado por la OEA. Tiene también potencial aplicación para el apoyo en la estructuración de diferentes redes de colaboración.

Por otro lado, el Director del CONACyT ha solicitado que la información disponible se coloque a la brevedad en una página electrónica adecuada. Los investigadores y las entidades que han sido visitadas han manifestado también que es una necesidad la disponibilidad de esta información.

Por lo antes expuesto, se considera importante como continuación del proyecto las siguientes acciones.

- Ratificación de la información proporcionada por las instituciones que ha sido incorporada a las bases; así como de los investigadores identificados en el campo.
- Diseño de un sistema para su consulta en internet.
- Conclusión de las visitas a las instituciones.
- Actualización de la base de 98 empresas identificadas en el Diagnóstico de la Biotecnología (Bolívar *et al*, 2001).
- Apoyo para la operación de las redes de investigación propuestas (Biotecnología Agrícola, Biocontrol, Medio Ambiente, Infraestructura y Recursos Humanos), y analizar la posibilidad de la estructuración de otras redes.

- Análisis de la información para la estructuración de propuestas específicas del Comité de Biotecnología.

- Apoyo y asesoría a instancias gubernamentales para estudios y/o generación de informes para la creación de empresas.

2.2 OBJETIVO

Elaborar y sistematizar bases de datos detalladas, que incluyan la información sobre las diferentes instituciones, sus áreas y líneas de investigación, la infraestructura y los programas de formación de recursos humanos en

biotecnología y disciplinas afines, los investigadores que participan en el campo, así como los proyectos de investigación realizados.

2.3 INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Como ha sido señalado, se entiende como biotecnología a la actividad multidisciplinaria sustentada en conocimiento de frontera generado en disciplinas como la biología molecular, ingeniería bioquímica, genómica, bioinformática, ingeniería de proteínas, entre las más importantes, que permite el estudio integral y la manipulación de los sistemas biológicos (microbios, plantas, y animales) y la generación de conocimiento y/o tecnología para la utilización de dichos sistemas biológicos, sus productos y sus partes en la solución de problemas en sectores tales como el de la salud, agrícola, pecuario, alimentos, industrial y en los generados en el medio ambiente.

En el documento previo sobre el Diagnóstico de la Biotecnología en México, publicado en *Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI: Retos y Oportunidades* (Bolívar *et al*, CONACYT, Fondo de Cultura Económica, 2002), se identificaron inicialmente las instituciones y a los investigadores/profesores que desarrollan actividades en el campo de la biotecnología. Este diagnóstico se realizó a partir de la consulta a las bases de datos del SNI 1999, la información de Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería, A.C. (SMBB), la Sociedad Mexicana de Bioquímica (SMB), listados de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), información en línea de la Secretaría de Economía (SIEM), etc.

La información citada, se ha ido depurando e incrementando mediante una revisión constante de las páginas electrónicas de las instituciones originalmente consideradas y a través de la consulta directa a investigadores e instituciones. La información se está sistematizando en las bases de datos de entidades de investigación, investigadores, proyectos y la de empresas.

El proceso de consulta a las instituciones se inició con el envío, vía correo electrónico, de un cuestionario a jefes de los departamentos relacionados con el campo, responsables de posgrado, vinculación, etc., de aproximadamente 140 entidades que reportan alguna actividad en el campo de la biotecnología.

Debido a un bajo nivel de respuesta, se procedió a solicitar a los directivos de las entidades faltantes la información correspondiente, y se han realizado visitas a las aproximadamente 40 entidades de primero y segundo nivel en el campo de la biotecnología, de acuerdo con la clasificación inicial en Bolívar *et al*, 2002. La lista de las entidades visitadas y/o de las que se ha recibido información, se muestra en el Anexo 1.

Retomando algunos de los elementos citados en Bolívar *et al*, 2002 y con base en la información detallada que se ha obtenido de las diferentes instituciones, se han afinado para este estudio los criterios para la agrupación de las entidades que participan en el desarrollo de actividades de investigación y/o formación de recursos humanos, en el área de la biotecnología, según su grado de consolidación (Anexo 2).

2.4 CLASIFICACIÓN DE ENTIDADES SEGÚN NIVEL DE CONSOLIDACIÓN

PRIMER GRUPO: ENTIDADES CON UN MAYOR GRADO DE CONSOLIDACIÓN

- Cuentan con más de 10 grupos de investigación y desarrollo tecnológico, trabajando principalmente proyectos en el área de la biotecnología. Cuentan también con otros grupos en investigación en disciplinas básicas.
- Tienen más de 10 investigadores-profesores reconocidos por el SNI (con excepción del CIMMYT) en el área de la biotecnología (al menos hay un investigador nivel III, uno nivel II y al menos cuatro nivel I).
- Investigación asociada a la generación de nuevo conocimiento en disciplinas que han contribuido y sustentan el desarrollo de la biotecnología moderna y disciplinas afines como biología celular o molecular, genética, bioingeniería, microbiología, etc.
- Publicaciones, principalmente en revistas de circulación internacional.
- Actividades con impacto potencial en los sectores agrícola, pecuario, alimentos/materia prima, marino, medio ambiente/control de la contaminación, pecuario, salud/químico farmacéutico.
- Vinculación con empresas y entidades paraestatales.
- Han contribuido al desarrollo y transferencia de tecnología a nivel nacional e internacional.
- Cuentan con más de cinco laboratorios y unidades de apoyo para la realización de proyectos en el campo de la biotecnología.
- Cuentan y/o participan en programas de posgrado, reconocidos por el Padrón de Posgrado de Excelencia del CONACyT.

SEGUNDO GRUPO: ENTIDADES CON UN NIVEL DE CONSOLIDACIÓN INTERMEDIO

- Cuentan con al menos tres grupos trabajando en proyectos de investigación y/o de desarrollo tecnológico en biotecnología; varias de estas entidades son reconocidas a nivel internacional por su investigación en otros campos.
- Tienen entre nueve y seis investigadores-profesores reconocidos por el SNI, trabajando principalmente en el campo de la biotecnología.
- Publicaciones en revistas de circulación internacional y nacional.

- Actividades de impacto potencial en los sectores agrícola, pecuario, alimentos/materia prima, marino, medio ambiente/control de la contaminación, pecuario, salud/químico farmacéutico.
- Algunas han contribuido al desarrollo de tecnología para la solución de problema, principalmente a nivel nacional.
- Algunas cuentan con vinculación principalmente a nivel nacional, con empresas y/o entidades paraestatales.
- Cuentan con al menos dos laboratorios y/o unidades de apoyo, destinados a investigación biotecnológica.
- Cuentan y/o participan en programas de posgrado, algunos reconocidos por el Padrón de Posgrado de Excelencia del CONACyT.

TERCER GRUPO: ENTIDADES CON UN NIVEL DE MENOR CONSOLIDACIÓN

- Cuentan con al menos un grupo reconocido trabajando proyectos dentro del campo de la biotecnología: la mayor parte de ellas son instituciones que desarrollan proyectos que potencialmente pueden contribuir a la solución de problemas de importancia en la zona geográfica donde están ubicadas.
- Hay investigadores/profesores reconocidos a nivel nacional, algunos de ellos (menos de cinco) en el SNI trabajando principalmente en biotecnología.
- Algunas de ellas han participado en actividades de vinculación con empresas, principalmente a nivel regional.
- Cuentan con al menos un laboratorio para la realización de proyectos en biotecnología, o participan con investigadores de otras instituciones en proyectos relacionados.
- Algunas entidades participan en programas de formación de recursos humanos a nivel de posgrado, relacionadas con la biotecnología y/o algunos de sus investigadores/profesores participan en esfuerzos docentes de otras entidades.

En 109 entidades se han identificado proyectos y líneas de investigación, así como investigadores en el campo de la biotecnología, con un grado de consolidación en los términos descritos anteriormente. El anexo 2 muestra las entidades clasificadas en estos grupos.

Adicionalmente, se está tratando de obtener más información de entidades que no se identifican *per se* dentro de este campo, que no cuentan con información completa en internet y/o que no han dado respuesta a la solicitud de información (30 entidades).

La información recopilada, se está seleccionando e incorporando a las siguientes bases de datos (Anexo 3, incluido en el CD adjunto).

2.5 BASE DE DATOS SOBRE INSTITUCIONES

En este proyecto se utiliza el término “entidades” para determinar cada una de las instituciones o alguna de sus dependencias (facultades, unidades, centros y/o institutos), con características diferenciadas que desarrollan investigación y participan en la formación de recursos humanos en el campo de la biotecnología. Ejemplo de estas entidades son: Universidad de Guanajuato, Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco, Instituto de Cancerología de la Secretaría de Salud, Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Nuevo León, etc.

En el documento Diagnóstico de la Biotecnología en México (Bolívar *et al*, 2002), se identificaron 98 entidades que realizaban actividades de investigación, que contaban con investigadores registrados en el SNI 1999 y/o que tenían proyectos apoyados por el CONACyT. A través de un análisis más detallado, incluyendo la presentación de trabajos en congresos, se han identificado aproximadamente otras 40 entidades, que reportan actividades en el campo de la biotecnología y actualmente se está solicitando y revisando la información detallada de todas ellas.

La base de datos sobre las instituciones que se está actualizando, cuenta con una estructura que permite la sistematización de la información de las diferentes entidades en cuanto a su organización académica, áreas y/o líneas de investigación, proyectos (la información detallada se encuentra en la base del mismo nombre). Asimismo, se cuenta con la información de los programas de formación de recursos humanos (licenciaturas, especialidades, maestría y/o doctorado), productos (publicaciones y patentes), infraestructura con la que cuentan, entre los aspectos más importantes.

A) INVESTIGACIÓN

En la base de las entidades, como se indicó previamente, se han incorporado las líneas de investigación, áreas y/o los programas de investigación relacionados con el campo

de la biotecnología. No hay un patrón común de organización en todas las entidades, para definir las áreas en las que llevan a cabo sus investigaciones: algunas reportan sus líneas de investigación; otras reportan áreas de trabajo de sus diferentes departamentos, y otras, reportan sólo los proyectos que desarrollan. En los casos en los que las entidades desarrollan investigación en diferentes campos, sólo se ha incorporado a la base la información relacionada con la biotecnología.

B) DOCENCIA Y FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

La base cuenta con la información de los programas de licenciatura, especialidades, maestría y doctorado que se imparten en las diferentes entidades, en el campo de la biotecnología y disciplinas afines. Hay entidades como los Institutos Nacionales de Salud que no reportan programas de licenciatura y/o posgrado, pero si participan en la formación de recursos humanos, al incorporar a tesis en sus equipos de investigación y a través de impartir cursos en diferentes programas. El CONACyT reporta en el Programa Nacional de Posgrado 25 especialidades médicas que pertenecen al Plan Único de Especializaciones Médicas de la UNAM y que operan en 43 sedes. (<http://www.conacyt.mx/egi-programs/padron-cris.p1>, enero 2003).

Algunas entidades cuentan con programas de Licenciatura en Biotecnología, Ingeniería Bioquímica, QFB, etc., y/o programas de especialización.

Inicialmente, en el trabajo realizado previamente (Bolívar *et al*, 2002), se identificaron 100 programas en el campo de la biotecnología y disciplinas afines: 58 de maestría y 42 de doctorado. Dicha información se obtuvo a partir de los datos publicados por la ANUIES y por el CONACyT en 1999.

En la actualidad, el CONACyT proporciona apoyo a 650 programas de posgrado (419 programas de maestría

y 231 de doctorado). En el proceso de integración de las bases de datos de entidades relacionadas con el campo de la biotecnología, se han identificado 144 posgrados relacionados con el campo de la biotecnología (83 programas de maestría y 61 de doctorado); de estos programas 103 son reconocidos por el CONACyT.

En el documento sobre formación de recursos humanos se amplía esta información y se señalan las instituciones que participan en estos programas docentes.

Se realizó una encuesta de opinión a los investigadores registrados en el SNI de las diferentes entidades, con el objeto de que señalaran los elementos necesarios para mejorar la formación de recursos humanos e infraestructura. Este cuestionario de 10 preguntas, sólo fue contestado por el 7% de los 660 investigadores/profesores a los que se les envió el correo. La respuesta de estos cuestionarios y la opinión expresada por los directivos de las entidades visitadas indican que, en general, hay limitaciones para formar un mayor número de estudiantes de posgrado y de mejor calidad, dentro de las cuales destacan: la falta de espacio, infraestructura obsoleta, falta de plazas para investigadores/profesores jóvenes que participen en la formación de recursos humanos y que puedan ser integrados a la plantilla del personal académico, carencia de recursos para la investigación, etc.

Para mejorar la calidad de los posgrados que ofrecen, las entidades están estableciendo diferentes estrategias, como la de compartir los programas de posgrado entre varias instituciones (a nivel regional, nacional e incluso

internacional), como uno de los elementos que podría contribuir a la formación de redes. Asimismo, es importante mencionar que otras entidades más están ocupadas en mejorar el nivel de sus programas para que sean incluidos dentro de los programas de excelencia del CONACyT.

C) INFRAESTRUCTURA

En cuanto al funcionamiento de las diferentes entidades, se ha visto que se encuentran en constante adecuación para mejorar su operación, algunas redefiniendo sus líneas de investigación, su organización interna y/o buscando optimizar su infraestructura, en particular el uso de su equipo mayor. En la medida de sus posibilidades, las entidades tratan de adquirir equipos necesarios y/o de modernizar su infraestructura.

Cabe señalar que muchos de los equipos utilizados en el campo de la biotecnología y disciplinas afines se hacen obsoletos rápidamente, lo cual dificulta la modernización y competitividad de las instituciones.

En la base de datos se señala una sección para cada institución en la cual se indican los equipos mayores que existen.

Para la optimización de sus recursos, en cuanto a su infraestructura y tomando en cuenta las observaciones anteriores, las entidades han establecido diferentes estrategias tal y como se presenta en el documento sobre infraestructura.

2.6 BASE DE DATOS SOBRE INVESTIGADORES

En el capítulo del Diagnóstico de la Biotecnología en México (Bolívar *et al*, 2002) se hizo una estimación de la participación de 736 investigadores en el campo de la biotecnología en el SNI 1999, con base en una estrategia de selección en las disciplinas, subdisciplinas y especialidades reportadas por los investigadores en la base del mismo nombre, que tuvieran las palabras biotecnología, alimentos, ingeniería química, bioquímica, enzimas, molecular y/o microbiología en las 98 entidades originalmente identificadas con participación considerable en el campo de la biotecnología.

Esta información se ha estado actualizando a través de la consulta a las páginas electrónicas de las diferentes entidades y en la información proporcionada directamente por las instituciones, en las consultas y visitas realizadas. Hasta el momento, se han identificado 762 investigadores en el campo de la biotecnología registrados en la base del SNI. 2001, en 109 entidades como se puede ver en las siguientes dos tablas:

La clasificación de estos investigadores/profesores como académicos que laboren principalmente en el área de la biotecnología, se hizo con base en la información sobre las líneas y proyectos de investigación en las que laboran.

Tabla 1. Entidades e investigadores en el campo de la biotecnología

<i>Depende de:</i>	<i>Núm. de Entidades</i>	<i>Entidades</i>	<i>Núm. Investigadores¹</i>
SAGARPA	4	CP, INIFAP, U.A.A.N. y U.A. Chapingo	72
SEP	4	Institutos Tecnológicos Agropecuarios	21
	6	Institutos Tecnológicos	
	1	Instituto Tecnológico Forestal	
	3	Centros de Investigación (CINVESTAV)	87
CONACYT	9	Unidades (6 Centros, 1 Colegio y 2 Institutos)	79
SSA	11	Unidades (8 Institutos Nacionales, 1Dir., 2 Hosp.)	44
IMSS	2	Centros de Investigaciones Biomédicas (Occidente y Sur)	30
	2	Centros Médicos Nacionales (La Raza y Siglo XXI)	
SENER	1	Instituto Mexicano del Petróleo	11
	1	Instituto de Investigaciones Nucleares	2
SEMARNAT	1	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, CNA	1
SEDENA	1	Universidad del Ejército y Fuerza Aérea	2
UAM	2	Planteles Iztapalapa y Xochimilco	26
UANL ²	6	Facultades	27
U. de G. ²	3	Centros Universitarios	18
UNAM ²	1	Centros de Investigación	184
	7	Facultades	
	9	Institutos de Investigación	
Otras Universidades	23	Universidad Autónomas y Estatales	99
IPN	5	Centros	49
	1	Escuela Nacional	
	1	Unidad Profesional	
Centro Internacional	1	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)	1
Centro Público/Instituto Tecnológico Autónomo	2	Centro de Ciencias de Sinaloa e Instituto Tecnológico de Sonora	0
Instituciones Privadas	3	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Fundación Universidad de las Américas Puebla, y Fundación Clínica Médica Sur	9
TOTAL	109	ENTIDADES	762

1 Investigadores en el Sistema Nacional de Investigadores (2001) seleccionados por disciplina, subdisciplina o especialidad en biotecnología.

2 En estas instituciones se identificaron esfuerzos de investigación de varios grupos en cada una de las dependencias mencionadas, las cuales por tener características diferentes fueron separadas.

Tabla 2. Número de entidades de acuerdo con su grado de consolidación y número de investigadores en ellas

<i>Nivel de participación de las entidades en biotecnología</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>núm. de investigadores en el s.n.i. (2001)</i>	<i>Porcentaje de investigadores</i>
21 Entidades de primer nivel	19.3%	461	60.7%
16 Entidades de nivel intermedio	14.7%	116	15.3%
72 Entidades de tercer nivel	66.0%	185	24.0%
109 TOTAL	100.0%	762	100.0%

2.7 BASE DE DATOS SOBRE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

A la fecha se cuenta con **2,273 registros** de proyectos de investigación realizados en las diferentes entidades. Esta información se obtuvo a partir de la publicada en las memorias de los congresos 1997 y 1999 de la SMBB, la publicada por el CONACyT de los proyectos apoyados durante el año 2000 y del congreso 1999 de la Sociedad

Mexicana de Bioquímica, así como de la información identificada en las páginas electrónicas de las entidades.

Esta información se está actualizando y depurando con la entrega por las entidades que están contestando a la solicitud de la información y/o que están siendo visitadas.

2.8 BASE DE DATOS SOBRE EMPRESAS

Contiene 96 registros de empresas identificadas en los diferentes sectores. Se está trabajando en la revisión de esta base a través de consulta a las empresas, identificadas en

Bolívar *et al*, 2002, para complementar la información disponible; asimismo, se está trabajando en la identificación de otras empresas.

2.9 CONTINUACIÓN

Con base en los resultados obtenidos hasta el momento, se está solicitando la información a los directivos de las diferentes entidades y se enfocarán los esfuerzos a concluir con los visitas, principalmente a las instituciones más consolidadas (21) y las de desarrollo intermedio (16).

Validar la información de las bases, a través de consultas a los investigadores identificados y con los directivos y responsables de las entidades y/o departamentos que realizan investigación en el campo de la biotecnología.

Analizar los potenciales de estas instituciones con base en el personal que las integra, infraestructura existente, capacidades de formación de recursos humanos, vinculación con empresas, etc.

Proponer acciones, a nivel del Comité de Biotecnología y del CONACyT para consolidar la biotecnología con base en la información recabada de las diferentes entidades.

2.10 ANEXOS

Anexo 1. Entidades visitadas y/o de las que se ha recibido información, hasta mayo del 2003

Núm.	Entidad	Visitadas
1	Centro de Biotecnología Genómica (CBG / IPN)	SI
2	Centro de Ciencias de Sinaloa (CCS)	NO
3	Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CEPROBI / IPN)	SI
4	Centro de Investigación Biomédica de Occidente (CIBO / IMSS)	SI
5	Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY)	NO
6	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C. (CICESE)	NO
7	Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD)	SI
8	Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, del IPN (CICATA / IPN)	SI
9	Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA)	NO
10	Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno (CIFN / UNAM)	SI
11	Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño en el Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ)	SI
12	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Unidad D.F. (CINVESTAV-D.F.)	SI
13	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Unidad Irapuato (CINVESTAV-I)	SI
14	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR)	NO
15	Centro Médico Nacional La Raza (CMNR / IMSS)	NO
16	Centro Médico Nacional Siglo XXI (CMNSXXI / IMSS)	NO
17	Centro Universitario de Ciencias Biológicas Agropecuarias (CUCBA / UDG)	SI
18	Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS / UDG)	SI
19	Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería (CUCEI / UDG)	SI
20	El Colegio de la Frontera Sur, A.C. (ECOSUR)	NO
21	Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB / IPN)	SI
22	Facultad de Agronomía (FA / UANL)	SI
23	Facultad de Ciencias Biológicas (FCB / UANL)	SI
24	Facultad de Ciencias Forestales (FCF / UANL)	SI
25	Facultad de Ciencias Químicas (FCQ / UANL)	SI
26	Facultad de Medicina (FM / UANL)	SI
27	Facultad de Medicina (FM / UNAM)	SI
28	Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ / UANL)	SI
29	Facultad de Química (FQ / UNAM)	SI
30	Fundación Clínica Médica Sur, A.C.	NO
31	Instituto de Biología (IB / UNAM)	SI
32	Instituto de Biotecnología (IBT / UNAM)	SI
33	Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL / UNAM)	NO
34	Instituto de Ecología (IE / UNAM)	SI
35	Instituto de Ecología, A.C. (INECOL)	NO
36	Instituto de Fisiología Celular (IFC / UNAM)	SI
37	Instituto de Ingeniería (II / UNAM)	SI
38	Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB / UNAM)	SI
39	Instituto de Química (IQ / UNAM)	NO
40	Instituto Mexicano del Petróleo (IMP)	NO
41	Instituto Nacional de Cancerología (INC / SSA)	SI
42	Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ, INNSZ)	SI
43	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)	SI
44	Instituto Nacional de Pediatría (INPed / SSA)	NO
45	Instituto Tecnológico Agropecuario 10 de Torreón, Coah. (ITA10 / DGETA)	NO
46	Instituto Tecnológico Agropecuario 20 de El Llano, de Aguascalientes (ITA20 / DGETA)	NO
47	Instituto Tecnológico Agropecuario 26 de Tlajomulco de Zúñiga, Jal. (ITA26 / DGETA)	SI
48	Instituto Tecnológico de Celaya (DGIT)	SI
49	Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON)	SI
50	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)	SI
51	Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología (UPIBI)	SI
52	Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN)	NO
53	Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA)	NO

Anexo 1. (Continúa)

<i>Núm.</i>	<i>Entidad</i>	<i>Visitadas</i>
54	Universidad Autónoma de Coahuila (UAC)	NO
55	Universidad Autónoma de Tamaulipas (UATAMPS)	SI
56	Universidad Autónoma de Tlaxcala (UATX)	NO
57	Universidad Autónoma de Yucatán (UADY)	NO
58	Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX)	NO
59	Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)	SI
60	Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa (UAM-I)	SI
61	Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco (UAM-X)	NO
62	Universidad de Guanajuato (UGTO)	SI
63	Universidad de las Américas Puebla (UDLAP)	SI
64	Universidad de Sonora (UNISON)	SI
65	Universidad del Ejército y Fuerza Aérea (UEFA)	NO
66	Universidad Veracruzana (UV)	NO

Anexo 2. Entidades agrupadas según los recursos destinados a labores en el campo de la biotecnología

Entidades del primer grupo	Base Inv.	Inv. SNI 2001	Inv. Biotec. SNI 2001	Inv. Biotec	SNI N-3	SNI N-2	SNI N-1	SNI N-C	Asoc. Biotec.	Padrón de CONACyT
Instituto de Biotecnología (IBT / UNAM)	117	94	62	56	12	12	25	7	55	PNP-CI
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Unidad D.F. (CINVESTAV-D.F.)	352	330	65	54	7	15	32	0	29	PE/PIFOP/PNP-CI/PNP-AN
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)	157	134	50	39	2	7	27	4	11	No tiene programas de formación de R.H. asociados a la Biotec.
Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB / UNAM)	74	67	37	33	3	9	19	2	15	PNP-CI
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Unidad Irapuato (CINVESTAV-I)	43	35	37	31	4	10	16	1	1	PNP-AN
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB / IPN)	108	65	61	28	1	3	20	4	8	PIFOP, PE
Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa (UAM-I)	145	104	55	24	2	6	13	2	11	PIFOP
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR)	91	71	24	19	3	3	12	1	35	PNP-AN/PE
Facultad de Medicina (FM / UNAM)	106	96	25	19	3	3	13	0	18	PNP-CI
Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas (COLPOS)	171	143	32	18	2	2	14	0	54	PNP-CI /PNP-AN
Facultad de Ciencias Biológicas (FCB / UANL)	49	35	27	16	0	4	10	2	2	PNP-AN/PIFOP
Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno (CIFN / UNAM)	38	26	26	16	3	3	9	1	12	PNP-CI/PIFOP
Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY)	58	37	30	15	1	1	11	2	6	PIFOP
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD)	73	47	23	15	0	3	9	3	18	PNP-AN
Facultad de Química (FQ / UNAM)	115	97	27	15	4	6	4	1	15	PNP-CI
Centro de Investigación Biomédica de Occidente (CIBO / IMSS)	44	33	19	14	2	2	9	1	4	PNP-AN
Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)*	1	1	15	1	0	0	0	1		No tiene programas de formación de R.H.
Instituto Nacional de Salud Pública (INSP / SSA)	52	50	12	12	1	2	9	0	5	PNP-AN
Centro Médico Nacional Siglo XXI (CMNSXXI / IMSS)	99	84	13	11	1	4	4	2	11	No tiene programas de formación de R.H.
Instituto Mexicano del Petróleo (IMP / SENER)	92	89	11	11	1	1	5	4	0	No tiene programas de formación de R.H.
Universidad de Guanajuato (UGTO)	99	87	16	14	0	1	13	0	9	PNP-AN

*Las investigaciones realizadas por el CIMMYT, tienen impacto regional.

PE: Padrón de Excelencia

PNP-CI: Padrón Nacional de Posgrado Competente a nivel Internacional

PNP-AN: Padrón Nacional de Posgrado de Alto Nivel

PIFOR: Programas Integrales de Fortalecimiento del Posgrado

R.H.: Recursos Humanos

Anexo 2. (Continúa)

<i>Entidades del nivel intermedio</i>	<i>Base Inv.</i>	<i>Inv. SNI 2001</i>	<i>Inv. Biotec.</i>	<i>Inv. Biotec SNI 2001</i>	<i>SNI N-3</i>	<i>SNI N-2</i>	<i>SNI N-1</i>	<i>SNI N-C</i>	<i>Asoc. Biotec.</i>	<i>Padrón de CONACyT</i>
Instituto Tecnológico de Veracruz (DGIT)	24	11	13	9	0	2	5	2	7	PIFOP
Instituto Nacional de Cardiología (INCar / SSA)	61	53	11	9	1	2	5	1	19	No tiene programas de formación de R.H.
Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS / UDG)	54	36	13	9	1	2	3	3	16	PE/PIFOP/PNP-AN
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)	216	202	17	8	0	0	7	1	5	PIFOP/PNP-AN
Universidad Autónoma de Chapingo (UACHapingo)	82	63	16	8	0	1	6	1	8	PIFOP
Universidad Autónoma de Coahuila (UAC)	25	13	15	8	0	0	5	3	0	PIFOP
Facultad de Medicina (FM / UANL)	28	22	10	8	1	1	5	1	6	PE/PNP-AN
Universidad Autónoma de Yucatán (UADY)	61	57	9	8	0	1	4	3	2	No tiene programas de formación de R.H. asociados a la Biotec.
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño en el Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ)	28	11	17	7	0	1	7	2	2	PIFOP
Instituto Tecnológico de Celaya (DGIT)	26	19	11	6	0	1	5	0	1	PIFOP/PNP-AN
Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ, INNSZ)	95	77	13	6	3	2	1	0	14	No tiene programas de formación de R.H.
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C. (CICESE)	167	100	11	6	0	0	6	0	24	PIFOP
Universidad Autónoma del Estado de Morelos (Centro de Investigación en Biotecnología (CEIB / UAEM), Facultad de Medicina, Facultad de Ciencias Químicas)	114	102	16	6	0	2	2	2	13	PIFOP
Centro Universitario de Ciencias Biológicas Agropecuarias (CUCBA / UDG)	36	26	13	6	1	0	3	2	4	Programas no incluidos en Padrón del CONACyT
Instituto de Fisiología Celular (IFC / UNAM)	56	49	8	6	1	5	0	0	18	PNP-CI
Instituto de Ingeniería (II / UNAM)	60	60	6	6	0	4	2	0	0	PIFOP

Anexo 2. (Continúa)

<i>Entidades con menor grado de consolidación</i>	<i>Programas de posgrado</i>
Centro de Biotecnología Genómica (CBG / IPN)	Programas no incluidos en los Padrones del CONACyT
Centro de Ciencias de Sinaloa (CCS)	No cuenta con programas de posgrado
Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CEPROBI / IPN)	PIFOP
Centro de Investigación Biomédica del Sur (CIBS / IMSS)	No cuenta con programas de posgrado
Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, del IPN (CICATA / IPN)	No cuenta con programas de posgrado asociados a la Biotec. reportados
Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA)	No cuenta con programas de posgrado asociados a la Biotec.
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Unidad Mérida (CINVESTAV-M)	PNP-AN
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, del IPN (CICIMAR / IPN)	PIFOP
Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR / IPN)	No cuenta con programas de posgrado asociados a la Biotec. reportados
Centro Médico Nacional La Raza (CMNR / IMSS)	No cuenta con programas de posgrado asociados a la Biotec.
Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería (CUCEI / UDG)	PE
Dirección General de Epidemiología (DGE / SSA)	No cuenta con programas de posgrado asociados a la Biotec.
El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)	PIFOP
Facultad de Agronomía (FA / UANL)	Los programas de posgrado asociados a la biotecnología no están en el Padrón del CONACyT
Facultad de Ciencias (FC / UNAM)	PNP-AN
Facultad de Ciencias Forestales (FCF / UANL)	No cuenta con programas de posgrado asociados a la Biotec. reportados
Facultad de Ciencias Químicas (FCQ / UANL)	No cuenta con programas de posgrado asociados a la Biotec. reportados
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FES-C / UNAM)	PNP-AN
Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FES-I / UNAM)	PNP-AN
Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (FES-Z / UNAM)	PNP-AN
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ/UANL)	No cuenta con programas de posgrado asociados a la Biotec.
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ / UNAM)	PNP-CI
Fundación Clínica Médica Sur, A.C.	Los programas de posgrado asociados a la biotecnología no están en el Padrón del CONACyT
Hospital General de México (HGM / SSA)	No cuenta con programas de posgrado asociados a la Biotec.
Hospital Infantil de México Dr. Federico Gómez (HIMFG / SSA)	No cuenta con programas de posgrado asociados a la Biotec.
Instituto de Biología (IB / UNAM)	PNP-AN
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL / UNAM)	No cuenta con programas de posgrado asociados a la Biotec.
Instituto de Ecología (IE / UNAM)	PNP-CI/PNP-AN
Instituto de Ecología, A.C. (INECOL)	PIFOP
Instituto de Neurobiología (IN / UNAM)	PNP-CI
Instituto de Química (IQ / UNAM)	PNP-CI
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA / CNA)	No cuenta con programas de posgrado asociados a la Biotec.
Instituto Nacional de Cancerología (INC / SSA)	No cuenta con programas de posgrado asociados a la Biotec.
Instituto Nacional de Diagnóstico y Referencia Epidemiológica (INDRE / SSA)	No cuenta con programas de posgrado asociados a la Biotec.
Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía (INNN / SSA)	No cuenta con programas de posgrado asociados a la Biotec.
Instituto Nacional de Pediatría (INPed / SSA)	No cuenta con programas de posgrado asociados a la Biotec.
Instituto Nacional de Perinatología (INPer / SSA)	No cuenta con programas de posgrado asociados a la Biotec.
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT)	PIFOP
Instituto Tecnológico Agropecuario 10 de Torreón, Coah. (ITA10 / DGETA)	No cuenta con programas de posgrado asociados a la Biotec.
Instituto Tecnológico Agropecuario 20 de El Llano, de Aguascalientes (ITA20 / DGETA)	Los programas de posgrado asociados a la biotecnología no están en el Padrón del CONACyT
Instituto Tecnológico Agropecuario 23 de Xoxocotlán, Oaxaca (ITA23 / DGETA)	PIFOP

Anexo 2. (Continúa)

<i>Entidades con menor grado de consolidación</i>	<i>Programas de posgrado</i>
Instituto Tecnológico Agropecuario 26 de Tlajomulco de Zúñiga, Jal. (ITA26 / DGETA)	Los programas de posgrado asociados a la biotecnología no están en el Padrón del CONACyT
Instituto Tecnológico de Durango (DGIT)	PIFOP
Instituto Tecnológico de Mérida (DGIT)	Los programas de posgrado asociados a la biotecnología no están en el Padrón del CONACyT
Instituto Tecnológico de Oaxaca (DGIT)	PIFOP
Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON)	Los programas de posgrado asociados a la biotecnología no están en el Padrón del CONACyT
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez (DGIT)	Los programas de posgrado asociados a la biotecnología no están en el Padrón del CONACyT
Instituto Tecnológico Forestal 1 de El Salto, Pueblo Nuevo, Dgo. (ITF1 / DGIT)	No cuenta con programas de posgrado asociados a la Biotec.
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)	Los programas de posgrado asociados a la biotecnología no están en el Padrón del CONACyT
Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología (UPIBI)	Los programas de posgrado asociados a la biotecnología no están en el Padrón del CONACyT
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN)	PE
Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA)	PIFOP, PNP-AN
Universidad Autónoma de Baja California (UABC)	PNP-AN
Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS)	Los programas de posgrado asociados a la biotecnología no están en el Padrón del CONACyT
Universidad Autónoma de Campeche (UACAM)	Los programas de posgrado asociados a la biotecnología no están en el Padrón del CONACyT
Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH)	Los programas de posgrado asociados a la biotecnología no están en el Padrón del CONACyT
Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH)	PIFOP
Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ)	PNP-AN
Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASP)	PNP-AN
Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS)	PIFOP
Universidad Autónoma de Tamaulipas (UATAMPS)	PIFOP
Universidad Autónoma de Tlaxcala (UATX)	No cuenta con programas de posgrado asociados a la Biotec.
Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX)	Los programas de posgrado asociados a la biotecnología no están en el Padrón del CONACyT
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco (UAM-X)	Los programas de posgrado asociados a la biotecnología no están en el Padrón del CONACyT
Universidad de Colima (UCOL)	PIFOP
Universidad de las Américas Puebla (UDLAP)	PNP-AN
Universidad de Sonora (UNISON)	Los programas de posgrado asociados a la biotecnología no están en el Padrón del CONACyT
Universidad del Ejército y Fuerza Aérea (UEFA)	Los programas de posgrado asociados a la biotecnología no están en el Padrón del CONACyT
Universidad del Occidente Campus los Mochis (UO)	Los programas de posgrado asociados a la biotecnología no están en el Padrón del CONACyT
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH)	Los programas de posgrado asociados a la biotecnología no están en el Padrón del CONACyT
Universidad Tecnológica de Tecámac (UTT)	No cuenta con programas de posgrado asociados a la Biotec.
Universidad Veracruzana (UV)	Los programas de posgrado asociados a la biotecnología no están en el Padrón del CONACyT

3

**RECOMENDACIONES PARA CONSOLIDAR LA FORMACIÓN
DE RECURSOS HUMANOS ESPECIALIZADOS
EN BIOTECNOLOGÍA**

3.1 RESUMEN EJECUTIVO

MÉXICO CUENTA CON UN CAPITAL IMPORTANTE PARA DESARROLLAR la biotecnología mexicana y transformarla en palanca para su desarrollo. Hay más de un centenar de entidades de investigación (en diferentes instituciones nacionales), en las que trabajan más de 750 investigadores (miembros del SNI) que dedican su esfuerzo principalmente a desarrollar proyectos en diferentes aspectos y problemas de la biotecnología y existe además un esfuerzo importante para formar especialistas en esta área. Sin embargo, a pesar de la importante infraestructura humana y física con que cuenta México en el área biotecnológica, nuestro país se ha quedado rezagado en diferentes áreas de investigación que inciden en el desarrollo de aplicaciones biotecnológicas.

En este estudio se llevó a cabo un análisis de los programas de licenciatura y posgrado que se imparten en el país, con el objetivo de identificar, analizar y cuantificar los esfuerzos de formación de recursos humanos en biotecnología y en estas disciplinas afines. Estos programas son fuente primaria para la generación e incorporación de nuevos profesionistas, profesores e investigadores en biotecnología y en disciplinas afines, que se requieren para la consolidación y el crecimiento de áreas importantes y de diferentes instituciones en el país.

Actualmente en el país existe un elevado número de programas a nivel licenciatura (aproximadamente 7000 y de éstos cerca de 400 están relacionadas con la biotecnología), en las áreas de agronomía, química, alimentos, ingeniería bioquímica, medicina y biología, cuyos egresados son la principal fuente de estudiantes de los programas de posgrado de biotecnología y áreas afines.

En la actualidad, el CONACyT proporciona apoyo a 650 programas de posgrado (419 programas de maestría y 231 de doctorado). En el proceso de integración de las bases de datos de entidades relacionadas con el campo de la biotecnología y disciplinas afines, se han identificado 144 posgrados relacionados con el campo de la

biotecnología y disciplinas afines (83 programas de maestría y 61 de doctorado); de éstos, 103 son reconocidos por el CONACyT.

De los 83 programas de Maestría, ocho son impartidos en 22 entidades (tres de éstos programas son compartidos por ocho entidades de la UNAM). En cuanto a los doctorados, 41 entidades son sede de once programas (16 entidades de la UNAM imparten tres de estos programas).

De los 83 programas de posgrado a nivel de maestría identificados en el campo de la biotecnología y disciplinas afines, 53 fueron aprobados por el CONACyT, y de éstos dos clasificados como Competentes a Nivel Internacional. En cuanto a los 46 programas a nivel doctorado clasificados dentro de los Programas del CONACyT, solo cinco fueron clasificados en la categoría de Competencia a Nivel Internacional.

Los programas incluidos en el Padrón Nacional de Posgrado son en su mayoría impartidos en entidades consolidadas y que han sido consideradas en los niveles con participación alta y media en el campo de la biotecnología.

En cuanto al número de alumnos titulados en los diferentes programas, se llevó a cabo una estimación sobre todos los egresados de estos programas, encontrándose que aproximadamente se gradúan anualmente, en promedio, 400 maestros y 100 doctores en el país, en estos programas de posgrados, con temas de tesis en el campo de la biotecnología.

Del diagnóstico anterior se deduce que, para incrementar nuestra capacidad de investigación y formación de recursos humanos y la calidad de los mismos, es fundamental consolidar los programas de posgrado existentes en biotecnología y disciplinas afines con cierto grado de desarrollo, a través de incrementar y fortalecer la plantilla de profesores-investigadores y al menos mantener la de aquellos programas que ya se consideran consolidados, para que no se deterioren. En el documento se presentan las recomendaciones específicas al respecto.

3.2 OBJETIVO

Fomentar la formación de recursos humanos especializados en biotecnología para consolidar la investigación en instituciones, áreas existentes y desarrollar nuevas áreas y centros de investigación relevantes para el desarrollo aca-

démico y de la industria biotecnológica nacional; análisis de los recursos existentes y propuesta de los recursos y acciones necesarios.

3.3 INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Como se ha señalado en la introducción general de este documento, México cuenta con un capital importante para desarrollar la biotecnología mexicana y transformarla en palanca para su desarrollo. Hay más de un centenar de entidades de investigación (en diferentes instituciones nacionales), en las que trabajan más de 750 investigadores (miembros del SNI) que dedican su esfuerzo principalmente a desarrollar proyectos en diferentes aspectos y problemas de la biotecnología y existe además un esfuerzo importante para formar especialistas en esta área (Bolívar *et al.*, 2002). Sin embargo, es importante señalar que a pesar de la importante infraestructura humana y física con que cuenta México en el área biotecnológica, nuestro país se ha quedado rezagado en diferentes áreas de investigación que inciden en el desarrollo de aplicaciones biotecnológicas, como son la biotecnología marina, la producción de animales transgénicos y más recientemente en los proyectos de secuenciación y análisis de genomas.

La definición de biotecnología que se presenta en la introducción general es pertinente para el objetivo particular de este proyecto, porque ayuda a comprender que esta actividad multidisciplinaria está sustentada en el conocimiento generado en un conjunto de disciplinas, y a su vez sustenta y fomenta el desarrollo de otros campos. Al conjunto de disciplinas y campos que sustentan y se sustentan en la biotecnología, es lo que hemos llamado disciplinas afines. Lo anterior es relevante para el propósito de señalar que los programas de licenciatura y posgrado en estas disciplinas afines a la biotecnología, son fuentes de recursos humanos, tan importantes como los mismos posgrados que incluyen en su nombre a la biotecnología.

Por lo anterior, en este estudio se llevó a cabo un análisis de los programas de licenciatura y posgrado que se imparten en el país, con el objetivo de identificar, analizar y cuantificar los esfuerzos de formación de recursos humanos en biotecnología y en estas disciplinas afines. Estos

programas son fuente primaria para la generación e incorporación de nuevos profesionistas, profesores e investigadores en biotecnología y en disciplinas afines, que se requieren para la consolidación y el crecimiento de áreas importantes y de diferentes instituciones en el país.

La biotecnología es uno de los campos interdisciplinarios que por su potencial impacto para el desarrollo económico del país, es reconocido como prioritario en el Programa Especial de Ciencia y Tecnología. Para capitalizar el potencial de la biotecnología es fundamental incrementar y fortalecer la capacidad nacional de formación de recursos humanos especializados en biotecnología y áreas afines. Este importante objetivo sólo se podrá lograr si se establece un programa a mediano y largo plazo para consolidar las instituciones de investigación que trabajan en biotecnología en las diferentes regiones del país, así como la creación de nuevos grupos y centros de investigación que permitan la formación de recursos humanos en las áreas de la biotecnología que aún no se cultivan en el país.

También es importante señalar que se deben establecer las condiciones necesarias para que se desarrollen programas más ambiciosos de investigación y desarrollo en la industria nacional. Por lo anterior, es altamente deseable la consolidación y creación de centros de investigación dentro de las empresas. El vínculo con estos centros permitiría formar recursos humanos destinados a la industria en áreas específicas, donde incluso los estudiantes de posgrado de diferentes instituciones del país podrían realizar sus proyectos de investigación, orientados a los problemas y necesidades de la industria. Es también importante explorar la posibilidad de incubar pequeños grupos de investigación de las empresas en instituciones académicas. Esta modalidad existe en Francia y otros países. Una modalidad también interesante es encontrar la posibilidad de que la industria patrocine la realización de

tesis de doctorado en proyectos en colaboración con instituciones académicas, pero considerando los aspectos de la confidencialidad y la publicación de resultados.

De no tomarse las medidas adecuadas para fomentar la biotecnología en México y en particular las aplicaciones

biotecnológicas que se prevé generarán los proyectos de genómica funcional, existe el grave riesgo de que nuestro país pierda la posibilidad de participar en la apropiación de los derechos de explotación de las aplicaciones derivadas de la gran riqueza de nuestra biodiversidad.

3.4 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PROGRAMAS DE FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS EN BIOTECNOLOGÍA Y DISCIPLINAS AFINES DEL PAÍS

Actualmente en el país existe un elevado número de programas a nivel licenciatura (aproximadamente 7000 y de éstos cerca de 400 están relacionadas con la biotecnología), en las áreas de agronomía, química, alimentos, ingeniería bioquímica, medicina y biología (ANUIES, 2003, <http://www.anui.es.mx>), cuyos egresados son la principal fuente de estudiantes de los programas de posgrado de biotecnología y áreas afines. Aunque existen programas de licenciatura dirigidos a la formación de recursos humanos con énfasis en investigación, como son las licenciaturas en ciencias biomédicas y en ciencias genómicas de la UNAM, es importante señalar que para mejorar la calidad de los estudiantes que ingresan a los posgrados en biotecnología no se considera prioritario la creación de nuevos programas, sino consolidar y mejorar los existentes a través de incorporar cursos introductorios de biología molecular y de biotecnología, así como fortalecer los laboratorios y plantas piloto de apoyo a la docencia.

Respecto a los programas de posgrado, en estudio previo (Bolívar *et al*, 2002), se identificaron en forma inicial 100 programas de posgrado en el campo de la biotecnología y disciplinas afines: 58 de maestría y 42 de doctorado. Dicha información se obtuvo a partir de los datos publicados por la ANUIES y por el CONACyT en 1999. Cabe señalar que el Padrón de Excelencia del CONACyT apoyaba entonces 468 programas de posgrado (302 doctorados y 166 maestrías). La información señalada en los informes estadísticos de CONACyT, señalan que durante el trienio 1999-2001, se graduaron aproximadamente 3000 doctores en todas las áreas. De éstos, 27.4% corresponde a Ciencias Exactas y Naturales, 7.8% Ciencias Agropecuarias, 13.3% Ciencias de la Salud, y 13.1% Ingeniería y Tecnología.

En la actualidad, el CONACyT proporciona apoyo a 650 programas de posgrado (419 programas de maestría y 231 de doctorado). En el proceso de integración

de las bases de datos de entidades relacionadas con el campo de la biotecnología y disciplinas afines, se han identificado 144 posgrados relacionados con el campo de la biotecnología y disciplinas afines (83 programas de maestría y 61 de doctorado; Anexo 1); de éstos, 103 son reconocidos por el CONACyT, como se indica a continuación.

Es importante señalar que no todos los investigadores-profesores que participan en labores docentes y de formación de recursos humanos en estos 144 programas, dedican la mayor parte de su tiempo a labores en el área de la biotecnología. De hecho, hay varios de estos programas, como el de Investigación en Ciencias Biomédicas, donde la mayor parte de sus profesores-investigadores, laboran en líneas y proyectos de investigación en disciplinas afines y que sustentan la biotecnología, y que si bien tienen o pudieran tener relación con la biotecnología, no necesariamente la tienen de manera principal y durante todo el tiempo. Lo anterior es relevante para no confundir el número de académicos que participan en labores docentes y formación de recursos humanos en estos programas de posgrado (aproximadamente 2000, que son miembros del SNI), con el número de profesores-investigadores que sí desarrollan primariamente labores de investigación y desarrollo tecnológico en el área de la biotecnología (el cual es aproximadamente de 750, conforme a la información recabada de la base de datos de investigadores que se presenta como parte de este informe).

La Tabla 1 muestra un resumen de los programas de posgrado que se imparten en las diferentes entidades, clasificándose éstos como de "Biotecnología", cuando esta palabra aparece en el nombre del posgrado y/o las entidades que lo imparten están dedicadas principalmente a investigaciones en la materia. Los programas en disciplinas relacionadas, se identifican como "Afines a la Biotecnología".

Tabla 1. Programas de posgrado relacionados con la biotecnología

Nivel	Biotecnología		Afines a la biotec.		Total
	Padrón del Conacyt	No incluidos en el padrón de Conacyt	Padrón del Conacyt de Conacyt	No incluidos en el padrón	
Maestría	25	15	28	15	83
Doctorado	19	8	27	7	61

De los 83 programas de Maestría, ocho son impartidos en 22 entidades (tres de estos programas son compartidos por ocho entidades de la UNAM). En cuanto a los doctorados, 41 entidades son sede de once programas (16 entidades de la UNAM imparten tres de estos programas). En el anexo I se muestra el listado de los 144 programas y las disciplinas afines en las que se forman los nuevos recursos humanos y las instituciones que los imparten.

El CONACYT, con base en lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo, Programa Nacional de Educación, 2001-2006, Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006, Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica y demás ordenamientos, estableció las bases para ampliar el apoyo para reconocer los programas de posgrado de buena calidad. Para lo anterior, convocó a las instituciones de educación para que sometieran a evaluación sus programas de posgrado en el período. Los programas de posgrado fueron evaluados dentro de las siguientes categorías:

1) Programas Integrales de Fortalecimiento del Posgrado “PIFOP”, para apoyar a las instituciones que tengan como objetivo mejorar la calidad de los posgrados que imparten, para consolidarlos en el período 2001-2006.

2) Padrón Nacional de Posgrado “PNP”, el cual se integra con los posgrados que han alcanzado un desempeño extraordinario en la formación de recursos humanos. Los posgrados registrados dentro de este padrón son los clasificados como: a) Competente a nivel internacional “PNP-Comp. Int.”, que son los programas que satisfacen y superan, inclusive, todos los requisitos establecidos en los indicadores solicitados para el registro (uno de estos criterios es que las entidades cuenten con profesores de reconocimiento internacional —SNI II o III—); b) Alto Nivel “PNP-AN”, son los que cumplen con los requisitos para formar parte del Padrón, pero que no alcanzan perfil de competitividad internacional.

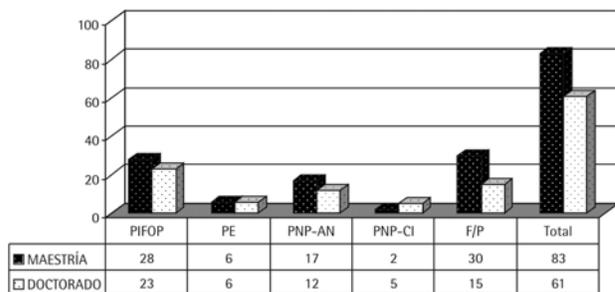
3) Padrón de Excelencia “PE”, el cual se integra con los programas condicionados con observaciones o con carácter de emergente con registro vigente en el Padrón de Pro-

gramas de Posgrado de Excelencia del CONACYT, que conservarán su registro durante el tiempo estipulado en la convocatoria bajo la cual fueron dictaminados.

Como se muestra en la figura 1, de los 83 programas de posgrado a nivel de maestría identificados en el campo de la biotecnología y disciplinas afines, 53 fueron aprobados por el CONACYT, y de éstos dos clasificados como Competentes a Nivel Internacional. En cuanto a los 46 programas a nivel doctorado clasificados dentro de los Programas del CONACYT, sólo cinco fueron clasificados en la categoría de Competencia a Nivel Internacional.

Los programas incluidos en el Padrón Nacional de Posgrado son en su mayoría impartidos en entidades consolidadas y que han sido consideradas en los niveles con participación alta y media en el campo de la biotecnología (Bolívar *et al.*, 2002); lo que no necesariamente ocurre con los programas clasificados en el PIFOP.

De las cerca de 140 entidades mencionadas por algunas de las fuentes consultadas en el proyecto de bases de datos, 109 se han identificado como entidades que realizan investigación de manera relevante y que imparten posgrados en biotecnología y en disciplinas afines. De és-



PIFOP = Programa Integral de Fomento al Posgrado
 PE= Padrón de Excelencia
 PNP= Programa Nacional de Posgrado (AN = Alto Nivel; CI= Competencia Internacional)
 F/P= Fuera de los padrones del CONACYT

Figura 1. Programas de posgrado en el campo de la biotecnología y en disciplinas afines dentro de los padrones del CONACYT.

tas, sólo 21 de ellas se considera que realmente tienen grupos consolidados y concentran cerca del 60% de los aproximadamente 750 investigadores adscritos al Sistema Nacional de Investigadores, que laboran principalmente en proyectos biotecnológicos. Es importante insistir nuevamente que el número de investigadores que laboran en disciplinas afines a la biotecnología (áreas 2, 3 y 6 del SNI) y que participan en estos posgrados de biotecnología y disciplinas afines es superior a 2000 adscritos al SNI y que sólo poco más de la tercera parte dedica principalmente su tiempo a la biotecnología. También, es importante resaltar que en estos programas docentes, existe una fracción importante de profesores-investigadores que no son miembros del SNI.

En cuanto al número de alumnos titulados en los diferentes programas, el análisis de los datos disponibles muestra gran variación. Los números varían en una misma entidad de año a año, de entidad a entidad, y en los casos en los que los programas tienen como una de sus especialidades algún campo de la biotecnología, también se requiere de análisis caso por caso, para identificar a los alumnos formados en ese campo. Considerando todas estas limitantes, se llevó a cabo una estimación sobre todos los egresados de estos programas, encontrándose que aproximadamente se gradúan anualmente, en promedio, 400 maestros y 100 doctores en el país, en estos programas de posgrados, con temas de tesis en el campo de la biotecnología. Todos los egresados de estos programas a nivel de doctorado, podrían dedicarse a la investigación y a la docencia en biotecnología; sin embargo esto cierta-

mente no ocurrirá de esa manera y solamente una fracción será finalmente contratada. El tamaño de esta fracción dependerá de las plazas disponibles, los estímulos y prestaciones que se ofrezcan a los futuros investigadores-profesores, y a la demanda por parte de la industria y del gobierno.

También es importante fortalecer los programas de repatriación de los estudiantes de maestría y doctorado que se están formando en el extranjero, asegurando una infraestructura mínima que sea atractiva para asegurar su regreso y permitirles un más rápido desarrollo como investigadores independientes.

Finalmente, es importante señalar que se realizó una encuesta de opinión a los investigadores registrados en el área de la biotecnología en el SNI de las diferentes entidades, con el objeto de que señalaran los elementos necesarios para mejorar la formación de recursos humanos y la infraestructura en biotecnología. Este cuestionario de 10 preguntas, fue contestado por 7% de los 660 investigadores/profesores a los que se les envió correo electrónico. La respuesta de estos cuestionarios y la opinión expresada por los directivos de las entidades visitadas indican que, en general, hay limitaciones para formar un mayor número de estudiantes de posgrado y de mejor calidad, dentro de las cuales se destacan: la falta de espacio, infraestructura obsoleta, falta de plazas para investigadores/profesores jóvenes que participen en la formación de recursos humanos y que puedan ser integrados a la plantilla del personal académico, carencia de recursos para la investigación, desarrollo limitado de ciertas áreas estratégicas, etc.

3.5 ACCIONES PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD Y LA CALIDAD DE FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

- Del diagnóstico anterior se deduce que, para incrementar nuestra capacidad de investigación y formación de recursos humanos y la calidad de los mismos, es fundamental consolidar los programas de posgrado existentes en biotecnología y disciplinas afines con cierto grado de desarrollo, a través de incrementar y fortalecer la plantilla de profesores-investigadores y al menos mantener la de aquellos programas que ya se consideran consolidados, para que no se deterioren.

Es también fundamental tomar en cuenta que la formación de recursos humanos en biotecnología y en disciplinas afines, debe contemplar de manera institucional,

los estudios de posdoctorado. En este sentido, es indispensable contar con las becas y apoyos adecuados para que los doctores recién graduados de los posgrados nacionales puedan realizar estudios de posdoctorado, tanto en instituciones nacionales como internacionales. Asimismo, es necesario que aquellas instituciones que no tienen establecida la figura del posdoctorado la implementen.

- Uno de los grandes retos para poder captar a los recursos humanos especialistas en biotecnología que actualmente se forman tanto en los posgrados nacionales como en el extranjero, es crear las plazas necesarias y la infraestructura adecuadas para que los jóvenes investigadores

puedan desarrollar sus actividades en condiciones favorables. Desgraciadamente, en años recientes, la contratación de nuevos investigadores en muchas instituciones no ha podido llevarse a cabo de manera adecuada, por carecer muchas de ellas de las plazas, o contar con números reducidos, y también por no contar con la infraestructura de apoyo necesaria. Este reto se magnifica por el hecho de que en la mayoría de las dependencias de educación superior e investigación públicas no existe una política de jubilación adecuada que permita se liberen espacios para el ingreso de nuevos investigadores. Por otro lado, el sector industrial de alta tecnología ha mostrado una fuerte contracción en los últimos años.

- Se insiste nuevamente en que para poder consolidar los posgrados en biotecnología y disciplinas afines, así como la investigación en las entidades menos desarrolladas y con una menor participación en el área de la biotecnología, resulta imprescindible incrementar el número de investigadores con doctorado y miembros del SNI en los programas de posgrado y en las entidades participantes. Existen aproximadamente 750 investigadores en el SNI a nivel nacional, que desarrollan primariamente labores de

investigación y desarrollo tecnológico en biotecnología. Es razonable esperar que para incrementar la masa crítica de investigadores en esta área, se deben contratar a los egresados de doctorado en biotecnología para este propósito. En el escenario deseable de poder incorporar a los aproximadamente 100 egresados de doctorado que se gradúan cada año en el área de la biotecnología, permitiría un crecimiento aproximado del 12% en esta área en los próximos años (ver propuesta Tabla 2). Aunque este panorama pareciera muy atractivo, y asumiendo que se generan las condiciones adecuadas de infraestructura en el país para absorber a todos los graduados, el ritmo de crecimiento decrecería con el paso de los años. Por esta razón es muy importante consolidar y aumentar la formación de recursos humanos en biotecnología, poniendo también especial énfasis en mejorar la calidad de los egresados, de tal forma que la gran mayoría de ellos se conviertan en investigadores independientes que tengan una buena probabilidad de desarrollar una carrera exitosa a la brevedad. También es importante incrementar la formación de doctores en algunas áreas particulares de la biotecnología que se identifican como de gran importancia para el desarro-

Tabla 2. Una propuesta de contratación de investigadores para avanzar en la consolidación de la investigación y de los programas de formación de recursos humanos en biotecnología en el país, en los próximos seis años. En la primera columna se muestran las instituciones en las que se contratarían a los profesores-investigadores especialistas en biotecnología. En la segunda columna se muestra la distribución del total de egresados, buscando una repartición balanceada, mientras que en la última columna se muestra una distribución en donde se pretende consolidar ciertas áreas y ciertas entidades de segundo nivel de manera preferencial

<i>Institución</i>	<i>Número de investigadores a contratar en el escenario de incorporar el 100% de los egresados</i>	<i>Número de investigadores a contratar en el escenario de incorporar el 100% de los egresados</i>
Universidades estatales (8-10 investigadores/universidad promedio)	250	150
Institutos tecnológicos (8-10 investigadores/instituto)	20	40
UNAM	25	25
INIFAP	25	40
ITAS	10	15
CINVESTAV	20	30
Colegio de Postgraduados	10	15
Chapingo	10	20
Universidad Antonio Narro	10	15
IPN	15	20
Centros CONACyT	25	35
Sector Salud	30	40
UAM	10	15
Iniciativa privada*	20	20
Nuevos institutos de investigación	100	100
Universidades privadas	20	20
Total	600	600

*Se contempla que además de las empresas biotecnológicas existentes, en los próximos seis años, se creen al menos seis empresas nuevas.

llo del país (como la marina o la pecuaria), y en donde los posgrados orientados a estos sectores son incipientes.

Es igualmente relevante señalar que debe promoverse la incorporación de algunos de estos recursos humanos a la industria a través de programas de estímulo y fortalecimiento de la planta de investigadores de los centros de investigación de la iniciativa privada, incluyendo la incubación y la creación de nuevas empresas.

- El ingreso paulatino de nuevos investigadores, con apoyos adecuados y un aumento en la eficiencia terminal, podría contribuir a disminuir el déficit de investigadores en biotecnología a nivel nacional, a través de incrementar la formación de doctores en ciencias en biotecnología y disciplinas afines. Además, es importante tomar en cuenta que este déficit puede reducirse aún más en la medida en que los estudiantes mexicanos que realizan sus estudios de posgrado en programas en el extranjero, puedan regresar y reincorporarse en instituciones nacionales siempre y cuando se les ofrezcan condiciones adecuadas y competitivas. En un escenario más optimista se podrían generar las condiciones para repatriar investigadores mexicanos consolidados que trabajan actualmente fuera del país.

- En la actualidad, un porcentaje importante de graduados de doctorado concluye el posgrado con una productividad que los acredita como “Candidatos a Investigador Nacional” dentro del SNI. Las políticas de contratación de nuevos investigadores asociados se han ido haciendo cada vez más estrictas, de tal suerte que en muchos de los casos las contrataciones a las que se hace referencia en este planteamiento, caerían dentro del esquema de una estancia posdoctoral. Esta podría ser una primera etapa en la que podrían incluirse estancias en empresas para desarrollar proyectos de investigación aplicada que permitiese a la industria percatarse del potencial que representa la biotecnología moderna para su empresa. Cuando sea necesario, las estancias podrán estar coordinadas con instituciones académicas, con el fin de contar con el apoyo de infraestructura necesario.

- Otra de las acciones para fortalecer los posgrados sería consolidar los cuerpos colegiados que conducen los posgrados, a través de incorporar a los tutores/profesores/investigadores de mejor nivel académico posible. Buscar que el Coordinador de esta instancia sea también un académico de gran liderazgo. Es recomendable establecer políticas de conducción académica en donde se propicie la mayor y mejor participación posible de los académicos y alumnos representantes, buscando alcanzar las decisiones por consenso tras discusión argumentados con fundamentos académicos.

- Asimismo, resulta fundamental también consolidar los cuerpos tutorales que conducen los posgrados buscando la participación de académicos distinguidos de diferentes disciplinas afines y de diferentes instituciones. Los posgrados deben buscar incorporar y consolidar la figura de Comité Tutorial, como el espacio compartido entre el alumno, su tutor principal y un grupo de dos o tres tutores adicionales cuya función es el análisis crítico, constructivo y permanente del avance del proyecto de investigación del alumno. En varias instituciones donde existe la figura de Comité Tutorial, se ha visto que ha propiciado también la colaboración más estrecha, en muchas ocasiones, entre los tutores miembros y también permite poner a disposición del alumno y su proyecto, infraestructura de otros laboratorios e instituciones.

- Se debe también propiciar la flexibilización de los planes de estudio de los posgrados buscando por un lado, que los estudiantes puedan diseñar un plan de estudios individualizado y flexible, bajo la dirección conjunta de su tutor y su comité tutorial. Por otro lado, buscar en este esfuerzo una visión interdisciplinaria de los planes de estudio generales e individuales.

- Una vez habiendo avanzado en el fortalecimiento de los programas de posgrado en biotecnología y disciplinas afines (lo cual también contempla la creación de nuevos centros de investigación y la consolidación de instituciones del segundo y tercer grupos en biotecnología; ver documento sobre infraestructura y otras acciones que se contemplan más adelante, como las estrategias para compartir mejor los recursos), se estima que se podría hasta duplicar en pocos años, nuestra capacidad de formación de recursos humanos en biotecnología y disciplinas afines y además, incrementar la proporción de doctores con respecto al número de maestros que estamos graduando.

- Es relevante insistir que la industria mexicana debe abrir también nuevos espacios de investigación y desarrollo en biotecnología, y por ello debe conocer esta capacidad nacional para la formación de especialistas en biotecnología y disciplinas afines, para poder visualizar la fuente de sus nuevos investigadores y técnicos y por ello planear mejor su desarrollo.

- Debido a que fuera de la Ciudad de México la densidad de posgrados en el área de la biotecnología y disciplinas afines es baja y frecuentemente se tiene que viajar distancias considerables para asistir a cursos, seminarios o tener acceso a equipamiento especializado, es altamente deseable que se establezca una “red de posgrados en biotecnología” (comentario que han hecho algunos de los directivos de las entidades visitadas) y de ser factible un

“posgrado nacional en biotecnología” (como se sugirió en la encuesta sobre posgrado realizada a investigadores del SNI), compartido entre diferentes instituciones. Algunos de los objetivos de esta red serían los de impartir cursos comunes y seminarios a los posgrados vía teleconferencias, facilitar la movilidad de investigadores y estudiantes para realizar parte o la totalidad de sus proyectos de investigación en otros espacios, propiciar la formación de comités tutorales de posgrado en los cuales, por reglamento, debiera haber miembros de otras entidades, impartir cursos teórico-prácticos para la enseñanza de metodologías novedosas, establecimiento de facilidades centralizadas que permitan compartir equipos costosos entre diferentes instituciones, participar en la elaboración conjunta de material docente y divulgación en el área de la biotecnología, buscar compartir los profesores invitados de manera más eficiente, etc.

La UNAM está dando pasos en este sentido, al emitir el 3 de octubre 2002, en su Gaceta, el Acuerdo del Rector sobre Programas de Posgrado Compartidos, en donde establece la posible participación de esta institución en programas compartidos con otras instituciones de educación superior del país y del extranjero, como programas en sede externa, posgrados externos con colaboración de la UNAM, programas conjuntos y programas propios con participación externa. Además, esta institución ya tiene desde hace años establecido un esfuerzo para compartir programas de posgrado entre varias de sus entidades.

En esta tendencia también participan otras instituciones que ya cuentan con programas compartidos, como el Programa Regional del Noreste para el Doctorado en Biotecnología, impartido en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, el Instituto Tecnológico de Sonora, Universidad Autónoma de Sinaloa y la Universidad de Occidente; o el Doctorado en Ciencia de los Alimentos (Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República «PROPAC») que tiene como instituciones participantes afiliadas al CINEVESTAV-I, Instituto Tecnológico de Celaya, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Universidad de Guanajuato, Universidad Autónoma de Querétaro, Universidad Autónoma de San Luis Potosí y a la Facultad de Estudios Superiores -Cuautitlán / UNAM.

- Sería también conveniente explorar la posibilidad de establecer programas de posgrado compartidos con instituciones extranjeras de prestigio como son la Universidad de California, el Instituto Tecnológico de Massachusetts, el sistema de Institutos Max Planck entre otros, que son líderes a nivel mundial en el campo de la biotecnología.

La experiencia del programa Sócrates/Erasmus en Europa, muestra ejemplo de este tipo de programas, donde participan 30 países del área, y que inició con el movimiento de los estudiantes en 1987. De 1987 a 2000, 750,000 estudiantes han realizado estancias en más de 1,800 universidades (<http://europa.eu.int/comm/education/erasmus/what.html>).

Otro interesante esquema de formación de recursos humanos es el que propone el programa ARIES que promueven el Gobierno Francés (CNRS) y el CONACyT, en cuyo marco se asegura la formación de doctores para la industria, involucrando a dos instituciones académicas y dos industrias, una de cada país.

- Otra propuesta a considerarse es el establecimiento de “laboratorios CONACyT” en algunas de las instituciones que permitan recibir investigadores y estudiantes de posgrado sin tener que pagar cuotas de laboratorio (Bench Fees), tener acceso a servicios al mismo costo que los grupos adscritos a la Institución correspondiente y que permita catalizar el establecimiento de un mayor número de proyectos de colaboración. Una propuesta de este tipo está siendo explorada entre el CONACyT y el Centro de Ciencias Genómicas de la Universidad de California en Riverside.

- Finalmente, la fuga de cerebros al extranjero representa un problema importante que debemos atender mejorando las condiciones de trabajo y los ingresos económicos de los investigadores; sin embargo es más preocupante aún la pérdida de jóvenes investigadores que exitosamente terminan sus estudios de posgrado, pero abandonan la carrera científica porque no encuentran espacios adecuados donde desarrollar su labor de investigación. Por lo que se considera prioritario consolidar los centros públicos de investigación y las áreas de investigación y desarrollo de la iniciativa privada.

3.6 ÁREAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO QUE DEBEN DESARROLLARSE Y CONSOLIDARSE

Debido a la necesidad de desarrollo científico y tecnológico, al surgimiento de áreas novedosas y a la gran oportunidad que representa la enorme diversidad biológica existente en nuestro país, es apremiante que se establezcan y consoliden, programas de posgrado y líneas de investigación (y en algunos casos nuevos centros), en las siguientes áreas de la biotecnología y áreas de apoyo:

- 1) Biotecnología pecuaria
- 2) Biotecnología marina
- 3) Genómica y proteómica funcional
- 4) Biotecnología forestal
- 5) Acceso y potenciamiento de la biodiversidad; biocatálisis, ingeniería celular y nuevos bioprocesos.
- 6) Bioseguridad y biotecnología
- 7) Biotecnología agroecológica
- 8) Biotecnología ambiental
- 9) Biorremediación
- 10) Biotecnología médica y farmacéutica
- 11) Información biológica (bioinformática); clasificación, comparación y diagnóstico

Algunas de estas áreas como son la biotecnología pecuaria, forestal y marina son prácticamente inexistentes en el país. Por ejemplo, no existe la capacidad de transgénesis o clonación de animales, lo cual nos pone en

una enorme desventaja con respecto a otros países. Asimismo, el aprovechamiento respetuoso de la biodiversidad ofrece un nicho importante en cuanto a descubrimiento y caracterización de nuevas especies, especialmente de microorganismos; marcaje y el monitoreo de ejemplares, especialmente de acuerdo con los requerimientos del comercio internacional, etc.

Si bien hasta ahora la creación de Centros de investigación ha obedecido un criterio basado fundamentalmente en el carácter multidisciplinario de la Biotecnología, quizás es el momento de explorar con mayor profundidad la posibilidad de crear centros ubicados de manera específica dentro de la industria, del campo o de otro sector productivo. Estos podrían tener un esquema mixto de financiamiento, es decir, que podrían estar apoyados tanto por el Gobierno Federal o de los Estados y la o las empresas o de agencias internacionales. Es interesante constatar que este tipo de Centros existen en el extranjero en áreas tales como la industria láctea, los biopolímeros, la industria cervecera, diversos sectores agrícolas (el caso del CIMMYT en México), etc., y bien podría explorarse en sectores tales como el del tequila, el sector salud o el marino entre otros. En el documento anexo sobre infraestructura se profundiza sobre este asunto.

3.7 RECOMENDACIONES PARA MEJORAR LA CALIDAD E INCREMENTAR LA CAPACIDAD NACIONAL DE FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS EN BIOTECNOLOGÍA Y DISCIPLINAS AFINES

1) Mejorar las condiciones salariales y de trabajo en las entidades de enseñanza superior y de investigación de las diferentes instituciones del país, para hacer más atractiva la carrera científica a los mejores estudiantes de licenciatura y posgrado del país.

2) Consolidar y fortalecer los programas de posgrado de formación de recursos humanos en biotecnología y disciplinas afines, a través de:

- Incrementar la participación de más y mejores investigadores/tutores en los posgrados, a través de las acciones comentadas para hacer más atractiva la carrera académica.
- Consolidar los cuerpos colegiados que conducen los posgrados, a través de incorporar a los tutores/profesores/investigadores de mejor nivel académico posible. Buscar

que el Coordinador de esta instancia sea también un académico de gran liderazgo. Es recomendable establecer políticas de conducción académica en donde se propicie la mayor y mejor participación posible de los académicos y alumnos representantes, buscando alcanzar las decisiones por consenso tras discusión argumentados con fundamentos académicos.

- Consolidar los cuerpos tutorales que conducen los posgrados buscando la participación de académicos distinguidos de diferentes disciplinas afines y de diferentes instituciones. Los posgrados deben buscar incorporar y consolidar la figura de Comité Tutorial, como el espacio compartido entre el alumno, su tutor principal y un grupo de dos o tres tutores adicionales cuya función es el

análisis crítico, constructivo y permanente del avance del proyecto de investigación del alumno.

- Homogenizar los criterios de calidad entre los diferentes programas de posgrado.

- Definir los alcances de los programas de posgrado (duración máxima, requerimiento de publicaciones, etc.), buscando contribuir al avance de los mismos.

- Propiciar la flexibilización de los planes de estudio de los posgrados buscando por un lado, que los estudiantes puedan diseñar un plan de estudios individualizado y flexible, bajo la dirección conjunta de su tutor y su comité tutorial. Por otro lado, buscar en este esfuerzo una visión interdisciplinaria de los planes de estudio generales e individuales.

- Propiciar la vinculación y la colaboración entre las diferentes entidades que colaboran en biotecnología, a través de buscar la participación compartida de profesores/investigadores/tutores en los programas de posgrado existentes y que podrían integrar la Red Nacional de Posgrados.

- Propiciar la organización de una Red Nacional de Posgrados en Biotecnología y Disciplinas Afines con el propósito de consolidar los posgrados existentes a través de proponer los mecanismos que permitan implementar las recomendaciones anteriores y como estrategia e instancia de vinculación para el desarrollo de proyectos de investigación (básica y aplicada) entre varias instituciones. En este sentido habría que proponer la firma de un convenio entre las diferentes instituciones participantes para este propósito de establecer la Red de Posgrados en Biotecnología y Disciplinas Afines.

3) Consolidar e incrementar los recursos humanos, en general en la biotecnología y disciplinas afines y en particular en áreas estratégicas y entidades de nivel intermedio, y contender con el problema del envejecimiento del Sistema Nacional de Investigadores, a través de la creación de nuevas plazas (un mínimo de 600 nuevas plazas/6 años investigador-profesor), y de la infraestructura física mínima para que cada posgrado tenga calidad y eficiencia. Posgrados con insuficientes investigadores y de bajo nivel, sin doctorado, son inadecuados y poco productivos.

4) Establecer mecanismos efectivos que permitan la movilidad de investigadores/profesores de una institución a otra, especialmente del centro del país a los estados, sin deterioro de las prestaciones salariales y garantizando la infraestructura de trabajo.

5) Trabajar en el desarrollo de un esquema de jubilación adecuado y honorable, que permita la renovación del sistema y la recuperación de plazas para la incorporación de nuevos recursos humanos.

6) Desarrollar una estrategia para la creación de “plazas o posiciones o estancias de posdoctorado en México y el extranjero”, tanto en instituciones académicas como industriales, que permitan un ingreso más eficiente y efectivo de los investigadores a las instituciones.

7) Impulsar un sistema nacional de plazas posdoctorales que permita una más rápida consolidación de los grupos de investigación y permita una mejor atención y asesoría a los estudiantes de maestría y doctorado.

8) Desarrollar las estrategias y los compromisos para establecer redes de colaboración entre diferentes instituciones con el objetivo de compartir recursos humanos, equipamiento y experiencias.

9) Propiciar el conocimiento por parte de la industria nacional de los esfuerzos de investigación y desarrollo tecnológico, así como de formación de recursos humanos, que llevan a cabo las instituciones nacionales de investigación y enseñanza superior, con el fin de abrir nuevos espacios de investigación y desarrollo en la industria.

10) Crear y fortalecer polos de desarrollo científico y tecnológico conjuntamente con la industria fuera de la ciudad de México, en diferentes regiones del país.

11) Fortalecer y desarrollar las áreas estratégicas en biotecnología y en las que hay poco desarrollo señaladas en el documento. Al mismo tiempo, definir aquellas en las que un esfuerzo conjunto entre academia, gobierno y sectores productivos, puede llevar en el corto plazo a consolidar un sector productivo, al mismo tiempo que se fortalece su sustento científico y tecnológico.

12) Fortalecer al Comité de Biotecnología como organismo asesor para coordinar los esfuerzos de las diferentes instancias involucradas (SEP, CONACyT, universidades y centros de investigación, SAGARPA, SEMARNAT, Secretaría de Salud, AMC, etc.).

Para lograr muchas de las metas propuestas resultaría conveniente establecer un Comité de posgrado y una red de posgrados entre las entidades participantes, que trabaje y desarrolle, conjuntamente con el CONACyT, algunas de estas propuestas, para llegar a establecer los mecanismos, las acciones y los compromisos necesarios que permitieran implementarlas.

3.8 ANEXOS

Anexo I. Licenciaturas y Posgrados en Biotecnología y Disciplinas Afines. Agosto, 2003
(señalados en negritas en el título de los programas)

No se incluyen las dependencias que solamente imparten programas de licenciatura. El conjunto de todas éstas se presenta en la base de datos correspondiente.

<i>Depende de</i>	<i>Entidad</i>	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i>
	Universidad Juárez del Estado de Tabasco	PIFOP Maestría en Ciencias Básicas Biomédicas
<i>Depende de</i> Institución Privada	<i>Entidad</i> Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> Maestría en Biotecnología con especialidad en Tecnología Enzimática y Agrobiotecnología (BIOTEC)
Institución Privada	Fundación Clínica Médica Sur	Los programas no aparecen en jun 2002 en pag.web. Maestría en Ciencias Biomédicas (REL. BIOTEC.) Doctorado en Ciencias Biomédicas (REL. BIOTEC.)
Institución Privada	Universidad de las Américas Puebla (UDLAP)	Licenciatura en Ciencias Farmacéuticas (REL. BIOTEC.) Maestría en Biotecnología (Escuela de Ciencias-Dpto. de Química y Biología) (BIOTEC) PNP-AN Maestría en Ciencias de Alimentos (Dpto. de Ing. Quím. Y Alimentos) (REL. BIOTEC.) Maestría en Biomédicina Clínica (UDLA y Labs. Clínicos)
<i>Depende de</i> Instituto Politécnico Nacional (IPN)	<i>Entidad</i> Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB/IPN)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> Licenciaturas: Ingeniería en Sistemas Ambientales (REL. BIOTEC.), Ingeniería Bioquímica (BIOTEC), Químico Bacteriólogo Parasitólogo (REL. BIOTEC.), Químico Farmacéutico Industrial (REL. BIOTEC.) PIFOP Maestría y PIFOP Doctorado en Ciencias (Biomedicina y Biotecnología) PIFOP Maestría y PIFOP Doctorado en Ciencias Químico Biológicas (REL. BIOTEC.) PE Maestría y PIFOP Doctorado en Ciencias con Especialidad en Alimentos (REL. BIOTEC.) PIFOP Maestría y PIFOP Doctorado en Inmunología e Inmunoparasitología (REL. BIOTEC.) PIFOP Maestría en Ciencias con Especialidad en Farmacología (REL. BIOTEC.)
Instituto Politécnico Nacional (IPN)	Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, del IPN (CICIMAR/IPN)	PIFOP Maestría en Manejo de Recursos Marinos PIFOP Doctorado en Ciencias Marinas
Instituto Politécnico Nacional (IPN)	Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CEPROBI/ IPN)	PIFOP Maestría en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos (BIOTEC)
Instituto Politécnico Nacional (IPN)	Centro de Biotecnología Genómica (CBG/IPN)	Especialización, Maestría y Doctorado en Ciencias, con especialidad en Biotecnología Genómica y subespecialidades Animal, Vegetal y Ambiental
<i>Depende de</i> Instituto Tecnológico	<i>Entidad</i> Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> Programa Regional del Noreste para el Doctorado en Biotecnología (Universidad Autónoma de Baja California Sur, del Instituto Tecnológico de Sonora, Universidad Autónoma de Sinaloa y Universidad de Occidente) (BIOTEC)

Nota: REL. BIOTEC: Relacionado con biotecnología; BIOTEC: de biotecnología

Anexo I. (Continúa)

<i>Depende de</i>	<i>Entidad</i>	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i>
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)	Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas (COLPOS)	PNP-AN Maestría y PNP-COMP.INT. Doctorado en Recursos Genéticos y Productividad con especialidades en: Fisiología Vegetal, Fruticultura, Ganadería, Genética y en Producción de Semillas (Instituto de Recursos Genéticos y Productividad) (REL. BIOTEC.) PNP-AN Maestría y PNP-AN Doctorado en Ciencias en Fitosanidad con Especialidades en Fitopatología; Entomología y Acarología. (Instituto de Fitosanidad)(REL. BIOTEC.)
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)	Universidad Autónoma de Chapingo (UACHapingo)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> Licenciatura en Ingeniería Agroindustrial (Dpto. de Ingeniería Agroindustrial, Campus central) (REL. BIOTEC.) PIFOP Maestría y PIFOP Doctorado en Horticultura (REL. BIOTEC.)
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)	Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN)	Licenciatura en Ingeniería en Agrobiología (Campus Saltillo) (REL. BIOTEC.) PE Maestría y PE Doctorado en Fitomejoramiento (División de Agronomía) (REL. BIOTEC.) Doctorado Interinstitucional en Ciencias Agrícolas y Forestales (PICAF) Universidad de Colima, U. A. Ags., U. A. Antonio Narro, U. A. de Nayarit, UDG y U. Michoacana de San Nicolás de Hgo. (http://posgrado.uaa.mx) (REL. BIOTEC.)
Secretaría de Educación Pública (SEP)	Instituto Tecnológico de Oaxaca (DGIT)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> PIFOP Maestría en Ciencias en Ingeniería Bioquímica (BIOTEC)
Secretaría de Educación Pública (SEP)	Instituto Tecnológico de Durango (DGIT)	PIFOP Maestría en Ciencias en Ingeniería Bioquímica con Especialidades en: Alimentos y Biotecnología Industrial (BIOTEC)
Secretaría de Educación Pública (SEP)	Instituto Tecnológico de Tepic (DGIT)	Licenciatura en Ingeniería Bioquímica (BIOTEC) PIFOP Maestría en Ciencias en Alimentos (REL. BIOTEC.)
Secretaría de Educación Pública (SEP)	Instituto Tecnológico de Veracruz (DGIT)	Licenciatura en Ing. Bioquímica (BIOTEC) PIFOP Maestría en Ingeniería Bioquímica con especialidades en Ciencias en Alimentos y en Biotecnología (BIOTEC) PIFOP Doctorado en Ciencias con especialización en Ciencias en Alimentos (REL. BIOTEC.)
Secretaría de Educación Pública (SEP)	Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez (DGIT)	Maestría en Biotecnología (BIOTEC) en Alimentos (BIOTEC)
Secretaría de Educación Pública (SEP)	Instituto Tecnológico de Celaya (DGIT)	Licenciatura en Ingeniería Bioquímica con especialidad en Biotecnología y con especialidad en Alimentos (BIOTEC) PIFOP Maestría en Ciencias en Ingeniería Bioquímica con Especialidades en Biotecnología (BIOTEC) PNP-AN Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos (Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República "PROPAC"; Instituciones Participantes Afiliadas: CINVESTAV-I, ITC, UAA, U. De Guanajuato, UAQ, UASLP, FES-C / UNAM.)(REL.BIOTEC.) PNP-AN Doctorado en Ciencia de los Alimentos (Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República "PROPAC"; Instituciones Participantes Afiliadas: CINVESTAV-I, ITC, UAA, U. De Guanajuato, UAQ, UASLP, FES-C/UNAM) (REL. BIOTEC.)

Anexo I. (Continúa)

Secretaría de Educación Pública (SEP)	Instituto Tecnológico de Mérida (DGIT)	Licenciatura en Ingeniería Bioquímica (BIOTEC) Maestría y Doctorado en Ciencias Ingeniería Bioquímica (BIOTEC).
Secretaría de Educación Pública (SEP)	Instituto Tecnológico Agropecuario 21 de Ciudad Obregón (ITA21/DGETA)	Licenciatura en Ingeniería en Biotecnología (BIOTEC) Doctorado en Biotecnología (BIOTEC)
Secretaría de Educación Pública (SEP)	Instituto Tecnológico Agropecuario 20 de El Llano, de Aguascalientes (ITA20/DGETA)	Licenciatura: Agronomía (REL.BIOTEC.) Maestría en Ciencias en Biotecnología Agropecuaria (BIOTEC)
Secretaría de Educación Pública (SEP)	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Unidad Irapuato (CINVESTAV-I)	PNP-AN Maestría y PNP-AN Doctorado en Ciencias con Especialidad en Biotecnología de Plantas (BIOTEC) PNP-AN Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos (Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República "PROPAC"; Instituciones Participantes Afiliadas: CINVESTAV-I, ITC, UAA, U. De Guanajuato, UAQ, UASLP, FES-C/ UNAM.)(REL.BIOTEC.) PNP-AN Doctorado en Ciencia de los Alimentos (Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República "PROPAC"; Instituciones Participantes Afiliadas: CINVESTAV-I, ITC, UAA, U. De Guanajuato, UAQ, UASLP, FES-C/UNAM) (REL. BIOTEC.)
Secretaría de Educación Pública (SEP)	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Unidad D.F. (CINVESTAV-D.F.)	PE Maestría y PE Doctorado en Ciencias con especialidad en Biotecnología (Dpto. de Biotecnología y Bioingeniería) (BIOTEC) PIFOP Maestría y PIFOP Doctorado en Biomedicina Molecular con especialidades en Medicina y en Salud Pública (Dpto. de Biomedicina Molecular) (BIOTEC) PNP-AN Maestría y PNP-AN Doctorado en Biología Celular (Dpto. Biología Celular) (REL. BIOTEC) PNP-COMP.INTERNAL. Maestría y PNP-COMP.INTERNAL. Doctorado en Genética y Biología Molecular (Dpto. de Genética y Biología Molecular)(BIOTEC) PE Maestría y PE Doctorado Bioquímica (Dpto. de Bioquímica)(REL. BIOTEC.) PE Maestría y PNP-COMP.INT. Doctorado en Ciencias con especialidades en Fisiología Celular y Molecular; Neurobiología Celular y Molecular; Fisiología Médica y Experimental (Dpto. Fisiología, Biofísica y Neurociencias) (REL. BIOTEC.) PNP-AN Maestría y PIFOP Doctorado en Ciencias en Toxicología (Dpto. de Toxicología) (REL. BIOTEC.)
Secretaría de Educación Pública (SEP)	Instituto Tecnológico Agropecuario 23 de Xoxocotlán, Oaxaca (ITA23/DGETA)	PIFOP Maestría en Ciencias en Productividad de Agroecosistemas (REL.BIOTEC.)
<i>Depende de</i>	<i>Entidad</i>	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i>
Secretaría de Salud (SSA)	Instituto Nacional de Salud Pública (INSP / SSA)	PNP-AN Maestría en Ciencias de la Salud Pública con especialidades en Epidemiología, Sistemas de la Salud, Salud Reproductiva, Salud Ambiental, Economía de la Salud, Salud Ocupacional, Nutrición, Enfermedades Transmitidas por Vector, Bioestadística, Enfermedades Infecciosas (esta última coordinada por el CISEI) (REL. BIOTEC.) PNP-AN Doctorado en Ciencias en Salud Pública con especialidades en Epidemiología, Sistemas de la Salud, Enfermedades Infecciosas (esta última coordinado por el CISEI)

Anexo I. (Continúa)

<i>Depende de</i>	<i>Entidad</i>	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i>
SEP-CONACyT	Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño en el Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ)	PIFOP Maestría y PIFOP Doctorado Interinstitucional en Ciencias y Tecnología con orientaciones: Biotecnología Vegetal, Microbiología y Fermentaciones e Ingeniería Alimentaria (Dpto. de Ingeniería Química de la Universidad de Guadalajara y CIATEJ) (BIOTEC) Egresados al año Maestros 4 en 1998 y 10 en 1999; doctores 1 en 1998 y 1 en 1999 (CIATEJ, 1999)
SEP-CONACyT	Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY)	PIFOP Maestría y PIFOP Doctorado en Ciencias y Biotecnología de Plantas (BIOTEC)
SEP-CONACyT	Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT)	PIFOP Maestría y PIFOP Doctorado en Biología Molecular
SEP-CONACyT	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C. (CICESE) (BIOTEC)	PIFOP Maestría y PIFOP Doctorado en Ciencias con especialidades en Acuicultura y en Biotecnología Marina
SEP-CONACyT	Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD)	PNP-AN Maestría y PE-Doctorado en Ciencias con 14 áreas terminales (una es Biotecnología de organismos marinos)
SEP-CONACyT	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR)	PNP-AN Maestría en Ciencias en el Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales con especialidades en: Acuicultura, Biotecnología, Ecología de Zonas Áridas, Biología y Pesquerías (REL. BIOTEC) PE Doctorado en Ciencias en el Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales con especialidades en: Acuicultura, Biotecnología, Patología Marina, Manejo de Recursos, Ecología,
SEP-CONACyT	El Colegio de la Frontera Sur Subsede Tapachula (ECOSUR)	PIFOP Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural con especialidades en: Conservación de la Biodiversidad; Desarrollo Productivo Rural; Salud y Desarrollo Comunitario, y en Entomología Tropical (REL. BIOTEC.) PIFOP Doctorado en Ecología y Desarrollo Sustentable Especialidades en: Conservación de la Biodiversidad; Agroecología y Manejo de Plagas, y en Población, Ambiente y Desarrollo Rural (REL. BIOTEC.)
SEP-CONACyT	Instituto de Ecología A.C. (I. de E.)	Maestría y PIFOP Doctorado en Ecología y Manejo de Recursos Naturales (REL. BIOTEC.)
<i>Depende de</i> Universidad del Occidente Campus los Mochis	<i>Entidad</i> Universidad del Occidente Campus los Mochis (UO)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> Programa Regional del Noreste para el Doctorado en Biotecnología (Universidad Autónoma de Baja California Sur, del Instituto Tecnológico de Sonora, Universidad Autónoma de Sinaloa y Universidad de Occidente) (BIOTEC.)
<i>Depende de</i> Universidad Autónoma	<i>Entidad</i> Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> PIFOP Maestría y Doctorado en Ciencias (Microbiología) con especialidades en Bioquímica y Genética Microbiana; Microbiología Médica, y Microbiología del Suelo (BIOTEC) PIFOP Maestría y PIFOP Doctorado en Ciencias Ambientales (Instituto de Ciencias) (REL. BIOTEC.) PNP-AN Maestría y PIFOP Doctorado en Ciencias Químicas (Área de Bioquímica y Biología Molecular)
Universidad Autónoma	Universidad Autónoma de Campeche (UACAM)	Maestría en Ciencias en Microbiología

Anexo I. (Continúa)

<i>Depende de</i> Universidad Autónoma de Aguascalientes	<i>Entidad</i> Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA)	<p><i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i></p> <p>Licenciatura en Bioquímica (Centro de Ciencias Agropecuarias) (BIOTEC.)</p> <p>Maestría en Manejo de Agroecosistemas y Recursos Naturales con Especialidad en Calidad de Leche y con especialidad en Producción Bovina. (Centro de Ciencias Agropecuarias) (REL. BIOTEC.)</p> <p>PIFOP Maestría en Ciencias con especialidades en Biotecnología Vegetal y Toxicología (Centro de Ciencias Básicas) (BIOTEC)</p> <p>Maestría en Bioética (Centro de Ciencias Biomédicas) (BIOTEC)</p> <p>Doctorado Interinstitucional en Ciencias Agrícolas y Forestales (PICAF) Universidad de Colima, U. A. Ags., U. A. Antonio Narro, U. A. de Nayarit, UDG y U. Michoacana de San Nicolás de Hgo. (http://posgrado.uaa.mx) (REL. BIOTEC.)</p> <p>Doctorado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias (PICP) Universidad de Colima, U. A. Ags., U. A. de Nayarit y UDG (http://posgrado.uaa.mx) (REL. BIOTEC.)</p> <p>PNP-AN Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos (Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República «PROPAC»; Instituciones Participantes Afiliadas: CINVESTAV-I, ITC, UAA, U. De Guanajuato, UAQ, UASLP, FES-C / UNAM.) (REL. BIOTEC.)</p> <p>PNP-AN Doctorado en Ciencia de los Alimentos (Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República «PROPAC»; Instituciones Participantes Afiliadas: CINVESTAV-I, ITC, UAA, U. De Guanajuato, UAQ, UASLP, FES-C / UNAM) (REL. BIOTEC.)</p>
<i>Depende de</i> Universidad Autónoma de Baja California	<i>Entidad</i> Universidad Autónoma de Baja California (UABC)	<p><i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i></p> <p>PNP Maestría y PNP Doctorado en Ciencias en Oceanografía Costera (Facultad de Ciencias Marinas e Instituto de Investigaciones Oceanológicas) (REL. BIOTEC.)</p>
<i>Depende de</i> Universidad Autónoma de Baja California Sur	<i>Entidad</i> Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS)	<p><i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i></p> <p>Programa Regional de Posgrado: Maestría en Acuicultura (REL. BIOTEC.) (UABCS, DICTUS-UNISON)</p> <p>Programa Regional del Noreste para el Doctorado en Biotecnología (Universidad Autónoma de Baja California Sur, del Instituto Tecnológico de Sonora, Universidad Autónoma de Sinaloa y Universidad de Occidente)</p>
<i>Depende de</i> Universidad Autónoma de Chiapas	<i>Entidad</i> Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH)	<p><i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i></p> <p>Licenciatura: Ingeniero Biotecnólogo (BIOTEC)</p> <p>Maestría en Biotecnología (BIOTEC)</p>
<i>Depende de</i> Universidad Autónoma de Chihuahua	<i>Entidad</i> Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH)	<p><i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i></p> <p>Licenciatura en Ingeniería Química (Alimentos, Ambiental, Agroindustrial), Fac. de Ciencias Químicas (REL. BIOTEC.)</p> <p>PIFOP Maestría en Ciencias en Biotecnología (BIOTEC)</p> <p>PIFOP Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos</p>

Anexo I. (Continúa)

<i>Depende de</i> Universidad Autónoma de Coahuila	<i>Entidad</i> Universidad Autónoma de Coahuila (UAC)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> PIFOP Maestría en Biotecnología Opción: Ciencia y Biotecnología de Enzimas (BIOTEC)
<i>Depende de</i> Universidad Autónoma de Guadalajara	<i>Entidad</i> Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> Licenciaturas en: Químico Farmacéutico Biólogo (REL. BIOTEC.) Ingeniero en Alimentos (REL. BIOTEC.) Ingeniero Agrícola (Bioquímica, genética general, control biológico, macro y micropropagación, entre otras materias) (REL. BIOTEC.) Maestría en Control Biológico (BIOTEC)
<i>Depende de</i> Universidad Autónoma de Nayarit	<i>Entidad</i> Universidad Autónoma de Nayarit (UAN)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> Doctorado Interinstitucional en Ciencias Agrícolas y Forestales (PICAF) Universidad de Colima, U. A. Ags., U. A. Antonio Narro, U. A. de Nayarit, UDG y U. Michoacana de San Nicolás de Hgo. (http://posgrado.uaa.mx) (REL. BIOTEC.) Doctorado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias (PICP) Universidad de Colima, U. A. Ags., U. A. de Nayarit y UDG (http://posgrado.uaa.mx) (REL. BIOTEC.)
<i>Depende de</i> Universidad Autónoma de Nuevo León	<i>Entidad</i> Facultad de Agronomía (FA / UANL)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> Maestría en Producción Agrícola (REL. BIOTEC.) (REL. BIOTEC.) (REL. BIOTEC.) Doctorado en Ciencias Agrícolas (REL. BIOTEC.)
Universidad Autónoma de Nuevo León	Facultad de Ciencias Biológicas (FCB / UANL)	Licenciatura: Químico Bacteriólogo Parasitólogo PNP-AN Maestría en Ciencias con Especialidades en Microbiología e Inmunología (BIOTEC) PNP-AN Doctorado en Ciencias con Especialidad en Biotecnología (BIOTEC) PNP-AN Doctorado en Microbiología (BIOTEC) PIFOP Doctorado en Ciencias Biológicas
Universidad Autónoma de Nuevo León	Facultad de Medicina (FM / UANL)	Licenciatura: Químico Clínico Biólogo (REL. BIOTEC.) PE Maestría en Ciencias con especialidades en Biología Molecular e Ingeniería Genética, Inmunología (BIOTEC) PNP-AN Doctorado en Ciencias con especialidad en Biología Molecular e Ingeniería Genética, Inmunología, Farmacología y Toxicología, Morfología, Microbiología
Universidad Autónoma de Nuevo León	Facultad de Ciencias Químicas (FCQ / UANL)	Licenciatura: Químico Farmacéutico Biólogo (REL. BIOTEC.) Especialidad en Microbiología Industrial (BIOTEC) Maestría en Microbiología Industrial (BIOTEC)
<i>Depende de</i> Universidad Autónoma de Querétaro	<i>Entidad</i> Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> PNP-AN Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos (Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República «PROPAC»; Instituciones Participantes Afiliadas: CINVESTAV-I, ITC, UAA, U. De Guanajuato, UAQ, UASLP, FES-C / UNAM.) (REL. BIOTEC.)

Anexo I. (Continúa)

<i>Depende de</i> Universidad Autónoma de San Luis Potosí	<i>Entidad</i> Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASP)	PNP-AN Doctorado en Ciencia de los Alimentos (Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República «PROPAC»; Instituciones Participantes Afiliadas: CINVESTAV-I, ITC, UAA, U. De Guanajuato, <i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> PNP-AN Maestría y PIFOP Doctorado en Ciencias Biomédicas Básicas (Fac. de Medicina) (REL. BIOTEC.) Maestría en Biología Celular (Fac. de Medicina) (REL. BIOTEC.) PNP-AN Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos (Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República «PROPAC»; Instituciones Participantes Afiliadas: CINVESTAV-I, ITC, UAA, U. De Guanajuato, UAQ, UASLP, FES-C / UNAM.)(REL.BIOTEC.) PNP-AN Doctorado en Ciencia de los Alimentos (Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República «PROPAC»; Instituciones Participantes Afiliadas: CINVESTAV-I, ITC, UAA, U. De Guanajuato,
<i>Depende de</i> Universidad Autónoma de Sinaloa	<i>Entidad</i> Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> Licenciaturas: Ingeniería Bioquímica (BIOTEC) Química Farmacéutica Biológica (REL. BIOTEC.) Especialidad en Bioquímica (Fac. Cs. Quim. Biológicas) (BIOTEC) Especialidad en Ingeniería Ambiental (Esc. De Biología - Fac. de Ingeniería) (REL. BIOTEC.) PIFOP Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos (REL.BIOTEC.) Programa Regional del Noreste para el Doctorado en Biotecnología (Universidad Autónoma de Baja California Sur, del Instituto Tecnológico de Sonora, Universidad Autónoma de Sinaloa-Fac. de Cs. Quím. Biológicas y Universidad de Occidente) (BIOTEC)
<i>Depende de</i> Universidad Autónoma de Tamaulipas	<i>Entidad</i> Universidad Autónoma de Tamaulipas (UATAMPS)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo (UAM Reynosa-Aztlán) (REL. BIOTEC.) Maestría y PIFOP Doctorado en Ciencias Agropecuarias con especializaciones en Genética Animal y Fitomejoramiento (Fac. de Agronomía) (REL. BIOTEC.)
<i>Depende de</i> Universidad Autónoma del Estado de México	<i>Entidad</i> Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> Maestría y Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (Facultad de Ciencias Agrícolas, Facultad de Ciencias, Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia y -solo Maestría el Centro de Investigaciones en Ciencias Agropecuarias-) Maestría en Fitomejoramiento (Facultad de Ciencias Agrícolas) (REL. BIOTEC.)
<i>Depende de</i> Universidad Autónoma del Estado de Morelos	<i>Entidad</i> Centro de Investigación en Biotecnología (CEIB / UAEM)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> PIFOP Maestría y Doctorado en Biotecnología

Anexo I. (Continúa)

<i>Depende de</i>	<i>Entidad</i>	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i>
Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa	Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa (UAM-I)	Licenciaturas en: Ingeniería Bioquímica Industrial (BIOTEC) Ingeniería de los Alimentos (REL. BIOTEC.) Especialización en Biotecnología (BIOTEC) PIFOP Maestría y PIFOP Doctorado en Biotecnología (BIOTEC) Doctorado en Ciencias Biológicas , inició en 1998 (en colaboración con U. De Liverpool y UAM-I) con especialidad en Biología Molecular e Inmunología (REL. BIOTEC.)
Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco	Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco (UAM-X)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> Doctorado en Ciencias Biológicas , inició en 1998 (en colaboración con U. De Liverpool y UAM-I) con especialidad en Biología Molecular e Inmunología (REL. BIOTEC.)
Universidad de Colima	Universidad de Colima (UCOL)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo (Fac. de Cs. Químicas) (REL. BIOTEC.) PIFOP Maestría y PIFOP Doctorado en Ciencias, área Biotecnología (Pag. Web. Fac. de Ciencias Biológicas y Agropecuarias) (BIOTEC) Doctorado Interinstitucional en Ciencias Agrícolas y Forestales (PICAF) Universidad de Colima, U. A. Ags., U. A. Antonio Narro, U. A. de Nayarit, UDG y U. Michoacana de San Nicolás de Hgo
Universidad de Guadalajara	Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería (CUCEI / UDG)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> Licenciatura: Químico Farmacobiólogo con orientación en Biotecnología (BIOTEC) PE Maestría y PE Doctorado en Procesos Biotecnológicos con especialidades en Ingeniería de Alimentos, Biotecnología Vegetal, Microbiología y Fermentaciones Industriales (BIOTEC) Maestría en Ciencias de los Alimentos (REL. BIOTEC.)
Universidad de Guadalajara	Centro Universitario de Ciencias Biológicas Agropecuarias (CUCBA / UDG)	Maestría y Doctorado en Ciencias Agrícolas (Algunas de las materias son: diseño genético, genética cuantitativa, genética molecular vegetal, cultivo de tejidos, ingeniería genética aplicada a vegetales, genética de conservación de recursos fitogenéticos y microbiología agrícola) (REL. BIOTEC.) Doctorado Interinstitucional en Ciencias Agrícolas y Forestales (PICAF)(Compartido Universidad de Colima, U. A. Ags., U. A. Antonio Narro, U. A. de Nayarit, UDG y U. Michoacana de San Nicolás de Hgo. (http://posgrado.uaa.mx)) (REL. BIOTEC.)
Universidad de Guadalajara	Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS / UDG)	PE Maestría y PIFOP Doctorado en Biol. Molecular en Medicina (BIOTEC) Maestría y PNP-AN Doctorado en Genética Humana (BIOTEC) Maestría y PIFOP Doctorado en Ciencias Biomédicas con especialidades en Inmunología y Neurociencias (REL. BIOTEC.)

Anexo I. (Continúa)

<i>Depende de</i> Universidad de Guanajuato	<i>Entidad</i> Universidad de Guanajuato (UGTO)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> Licenciatura: Químico Farmacéutico Biólogo PNP-AN Maestría y PNP-AN Doctorado en Ciencias (Biología) (REL. BIOTEC.) PNP-AN Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos (Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República "PROPAC"; Instituciones Participantes Afiliadas: CINVESTAV-I, ITC, UAA, U. De Guanajuato, UAQ, UASLP, FES-C / UNAM.) (REL. BIOTEC.) PNP-AN Doctorado en Ciencia de los Alimentos (Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República "PROPAC"; Instituciones Participantes Afiliadas: CINVESTAV-I, ITC, UAA, U. De Guanajuato, UAQ, UASLP, FES-C / UNAM) (REL. BIOTEC.)
<i>Depende de</i> Universidad de Sonora	<i>Entidad</i> Universidad de Sonora (UNISON)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> Licenciatura: Químico Biólogo con especialidad en Alimentos (Div. Cs. Biológicas y de la Salud) (REL. BIOTEC.) Especialización en Biotecnología (Dpto. Ing. Quím. Y Metalurgia) (BIOTEC) Programa Regional de Posgrado: Maestría en Acuicultura (REL. BIOTEC.) (UABCS, DICTUS-UNISON)
<i>Depende de</i> Universidad del Ejército y Fuerza Aérea	<i>Entidad</i> Universidad del Ejército y Fuerza Aérea (UEFA)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> Maestría y Doctorado en Ciencias Biomédicas con especialidad en Biología Molecular, Farmacología, Fisiología (Para Militares y Civiles) (BIOTEC)
<i>Depende de</i> Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	<i>Entidad</i> Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> Doctorado Interinstitucional en Ciencias Agrícolas y Forestales (PICAF) Universidad de Colima, U. A. Ags., U. A. Antonio Narro, U. A. de Nayarit, UDG y U. Michoacana de San Nicolás de Hgo. (http://posgrado.uaa.mx) (REL. BIOTEC.)
<i>Depende de</i> Universidad Nacional Autónoma de México	<i>Entidad</i> Instituto de Ecología (IE / UNAM)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> PNP-COMP. INT. Doctorado en Ciencias Biomédicas (Compartido CIFN/UNAM, FM/UNAM, FMVYZ/UNAM, IE/UNAM, IFC/UNAM, IIB/UNAM, IN/UNAM, IQ/UNAM) (BIOTEC)
<i>Depende de</i> Universidad Nacional Autónoma de México	<i>Entidad</i> Facultad de Ciencias (FC / UNAM)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> PNP-AN Maestría en Ciencias Biológicas con Especialidades en Biol. Ambiental, Biología Experimental, Y Sistemática (compartido FC, IB, IE, IGI, FES-I, FES-Z, UNAM) (Rel. Bistec.) PNP-AN Doctorado en Ciencias compartido FC, IB, IE, FES-I, FES-Z, IGI/UNAM) (Rel. Biotec.).
<i>Depende de</i> Universidad Nacional Autónoma de México	<i>Entidad</i> Instituto de Biología (IB/UNAM)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> PNP-AN Maestría en Ciencias Biológicas con Especialidades en Biol. Ambiental, Biología Experimental, Y Sistemática (compartido FC, IB, IE, IGI, FES-I, FES-Z, UNAM) (Rel. Bistec.) PNP-AN Doctorado en Ciencias compartido FC, IB, IE, FES-I, FES-Z, IGI/UNAM) (Rel. Biotec.).

Anexo I. (Continúa)

<i>Depende de</i>	<i>Entidad</i>	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i>
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	Facultad de Química (FQ / UNAM)	Licenciaturas en: Química Farmacéutico Biológica (REL. BIOTEC.) Química de Alimentos (REL. BIOTEC.) PNP-COMP.INT. Maestría y PNP-COMP.INT. Doctorado en Ciencias Bioquímicas (Compartido IBT/UNAM y FQ/UNAM) (BIOTEC) PIFOP Maestría y PIFOP Doctorado en Ingeniería con Campo del Conocimiento Ambiental (Compartido II/UNAM, FQ/UNAM, FI/UNAM, CI/UNAM, CIE/UNAM) (BIOTEC)
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	Instituto de Química (IQ / UNAM)	PNP-COMP. INT. Doctorado en Ciencias Biomédicas (Compartido CIFN/UNAM, FM/UNAM, FMVYZ/UNAM, IE/UNAM, IFC/UNAM, IIB/UNAM, IN/UNAM, IQ/UNAM) (BIOTEC)
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB / UNAM)	Licenciatura en Investigación Biomédica Básica (BIOTEC) Temporalmente adscrito a FM / UNAM PNP-COMP. INT. Doctorado en Ciencias Biomédicas (Compartido CIFN/UNAM, FM/UNAM, FMVYZ/UNAM, IE/UNAM, IFC/UNAM, IIB/UNAM, IN/UNAM, IQ/UNAM) (BIOTEC)
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	Instituto de Ingeniería (II / UNAM)	PIFOP Maestría y PIFOP Doctorado en Ingeniería con Campo del Conocimiento Ambiental (Compartido II/UNAM, FQ/UNAM, FI/UNAM, CI/UNAM, CIE/UNAM) (BIOTEC)
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	Instituto de Biotecnología (IBT / UNAM)	PNP-COMP.INT. Maestría y PNP-COMP.INT. Doctorado en Ciencias Bioquímicas (Compartido IBT/UNAM y FQ/UNAM) (BIOTEC)
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVyZ / UNAM)	PNP-COMP. INT. Doctorado en Ciencias Biomédicas (Compartido CIFN/UNAM, FM/UNAM, FMVYZ/UNAM, IE/UNAM, IFC/UNAM, IIB/UNAM, IN/UNAM, IQ/UNAM) (BIOTEC)
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	Facultad de Medicina (FM / UNAM)	Licenciatura en Investigación Biomédica Básica (BIOTEC) Temporalmente adscrito a FM / UNAM PNP-COMP. INT. Doctorado en Ciencias Biomédicas (Compartido CIFN/UNAM, FM/UNAM, FMVYZ/UNAM, IE/UNAM, IFC/UNAM, IIB/UNAM, IN/UNAM, IQ/UNAM) (BIOTEC)
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FES-I/UNAM)	PNP-AN Maestría en Ciencias Biológicas con Especialidades en Biol. Ambiental, Biología Experimental, Y Sistemática (compartido FC, IB, IE, IGI, FES-I, FES-Z, UNAM) (Rel. Bistec.) PNP-AN Doctorado en Ciencias compartido FC, IB, IE, FES-I, FES-Z, IGI/UNAM) (Rel. Biotec.).
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (FES-Z / UNAM)	Licenciaturas: Química Farmacéutica Biológica (REL. BIOTEC.)
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FES-C / UNAM)	Licenciaturas en Químico Farmacéutico Biólogo (BIOTEC) , Ingeniería de Alimentos (REL. BIOTEC.) Maestría y Doctorado en Ciencias Bioquímicas Pag. http://www.cuautitlan2.unam.mx/posgrado.htm No menciona otras dependencias UNAM, con áreas de Investigación en: Patógenos del tracto respiratorio; Patógenos del tracto digestivo; Inmunología aplicada a problemas clínicos, bacterianos, parasitarios y virales. (REL. BIOTEC.)

Anexo I. (Continúa)

		PNP-AN Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos (Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República "PROPAC"; Instituciones Participantes Afiliadas: CINVESTAV-I, ITC, UAA, U. De Guanajuato, UAQ, UASLP, FES-C / UNAM)(REL.BIOTEC.)
		PNP-AN Doctorado en Ciencia de los Alimentos (Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República "PROPAC"; Instituciones Participantes Afiliadas: CINVESTAV-I, ITC, UAA, U. De Guanajuato, UAQ, UASLP, FES-C / UNAM) (REL. BIOTEC.)
		PNP-AN Maestría en Ciencias Biológicas con Especialidades en Biol. Ambiental, Biología Experimental, Y Sistemática (compartido FC, IB, IE, IGI, FES-I, FES-Z, UNAM) (Rel. Bistec.)
		PNP-AN Doctorado en Ciencias compartido FC, IB, IE, FES-I, FES-Z, IGI/UNAM) (Rel. Biotec.).
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	Instituto de Neurobiología (IN / UNAM)	PNP-COMP. INT.Doctorado en Ciencias Biomédicas (Compartido CIFN/UNAM, FM/UNAM, FMVYZ/UNAM, IE/UNAM, IFC/UNAM, IIB/UNAM, IN/UNAM, IQ/UNAM) (BIOTEC)
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno (CIFN / UNAM)	PNP-COMP. INT. Doctorado en Ciencias Biomédicas (Compartido CIFN/UNAM, FM/UNAM, FMVYZ/UNAM, IE/UNAM, IFC/UNAM, IIB/UNAM, IN/UNAM, IQ/UNAM) (BIOTEC)
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	Instituto de Fisiología Celular (IFC / UNAM)	PNP-COMP. INT.Doctorado en Ciencias Biomédicas (Compartido CIFN/UNAM, FM/UNAM, FMVYZ/UNAM, IE/UNAM, IFC/UNAM, IIB/UNAM, IN/UNAM, IQ/UNAM) (BIOTEC)
<i>Depende de</i> Universidad Veracruzana	<i>Entidad</i> Universidad Veracruzana (UV)	<i>Posgrados (*P.P. Exc. del CONACyT)</i> Maestría en Ciencias Químico Biológicas

4

**RECOMENDACIONES PARA EL DESARROLLO Y CONSOLIDACIÓN
DE INFRAESTRUCTURA EN BIOTECNOLOGÍA**

4.1 RESUMEN EJECUTIVO

EL CRECIMIENTO DE LA CAPACIDAD DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA del país requiere, además de la expansión de las instituciones existentes, conforme su propia dinámica y capacidad, de un esfuerzo concertado, basado en el conocimiento de las capacidades existentes y conforme las necesidades estratégicas que se detecten. El triple objetivo de este análisis es detectar lo existente, definir criterios de pertinencia y sugerir modalidades de crecimiento concertado para la infraestructura de biotecnología en México.

En la organización actual de las instituciones de investigación en el área, se detecta una tendencia a optimizar el uso de equipo mayor a través de laboratorios o unidades centrales, aunque sus formas de operación distan aún de ser plenamente satisfactorias. Así, existen ya plantas piloto, redes de colaboración y laboratorios y unidades de apoyo técnico en diversas instituciones, cuya vocación es la de dar servicios de alcance regional y/o nacional, pero que requieren mayor planeación y consolidación.

Utilizando la información recabada y la aportada directamente por los miembros del Comité, se configuró una lista de propuestas existentes para la creación de redes, laboratorios y nuevos centros, y se estableció una priorización preliminar sobre la pertinencia de su impulso. Se observa que, en las áreas Agrícola, Ambiental y de Salud, existe un importante grado de consolidación, mientras que el desarrollo de la biotecnología en las áreas marina, acuícola, pecuaria y forestal, es incipiente.

Para definir prioridades, se logró un consenso alrededor de tres criterios básicos: la existencia de masa crítica

de investigadores (o un plan concreto para lograrla), la existencia de condiciones institucionales estables y adecuadas, y la pertinencia de las iniciativas (por su temática, por su vinculación, por su situación geográfica, etc). También se sugieren mecanismos competitivos y con garantías de largo plazo para el planteamiento y selección de apoyos a la creación de nuevos centros y/o laboratorios. Asimismo, se sugiere continuar con los apoyos competitivos tradicionales para el refuerzo de la infraestructura institucional.

Se detectaron y categorizaron alrededor de 25 iniciativas distintas para la creación de redes, laboratorios y centros en diversas áreas de la biotecnología, con una distribución regional que abarcó varios estados de la república. Lo anterior se traduce en una capacidad de crecimiento del área, con base en propuestas sólidas y pertinentes, superior al 10% anual, lo que claramente ha rebasado la tasa de financiamiento disponible. Consideramos ineludible plantear la creación de más de un centro nuevo por año, con financiamiento mayoritario gubernamental, y la creación de, al menos, 100 nuevas plazas por año para el sector.

Existen propuestas concretas y maduras de centros, laboratorios y redes que pudieran ser apoyados de manera inmediata, así como otros susceptibles de impulsarse a mediano plazo, y es claro que podría contarse con dos o más propuestas muy sólidas por año para cada una de estas modalidades, iniciando por las áreas más desarrolladas y continuando por el de áreas rezagadas, con base en planes previamente concertados.

4.2 OBJETIVO

Identificar la infraestructura de equipamiento importante existente en el área de la biotecnología en el país, señalando qué reglas hay para su uso y elaborar una propuesta de cómo optimizar este uso.

Con base en las tendencias internacionales y las necesidades nacionales, señalar las áreas y acciones en donde es estratégico invertir y en dónde habría que concertar esfuerzos para el desarrollo de infraestructura de apoyo nacional.

Establecer, partiendo de los elementos anteriores, una relación de instituciones que debieran consolidarse y de nuevos centros estratégicos y laboratorios nacionales o de

referencia que habría que crear y equipar, proponiendo prioridades respecto a su pertinencia y los plazos para su implementación.

4.3 INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La capacidad de formación de personal altamente calificado en el área de la biotecnología y disciplinas afines sobrepasa en este momento la velocidad con la cual se está creando y equipando nueva infraestructura física. Esto genera la pérdida de jóvenes investigadores que terminan exitosamente sus estudios de doctorado, pero que no encuentran los espacios ni las condiciones adecuadas para su desarrollo en el país y que por lo tanto emigran al extranjero, o bien, se dedican a ocupaciones diferentes a la investigación científica.

El modelo que prevalece para el crecimiento de la ciencia en el país (a juzgar por las plazas nuevas asignadas), parece estar privilegiando la incorporación atomizada del personal formado a las instituciones más rezagadas, sin que éstas tengan en su mayoría una posibilidad adecuada de apoyo. Este modelo no es atractivo para los investigadores jóvenes más destacados, ni es eficiente para maximizar el impacto del personal formado. Es indispensable así, invertir de manera concertada en infraestructura para fomentar la creación de nuevos grupos, que permita la generación de productos científicos y tecnológicos de

impacto para la sociedad de las instituciones que aún no han alcanzado una masa crítica adecuada pero, también, en la creación de nuevos centros e institutos de investigación en áreas estratégicas, con financiamiento y normatividad que garanticen su viabilidad. Se requieren planes de mediano y largo plazo, concertados entre varias instituciones, que permitan a los participantes la oportunidad de organizarse y agruparse en áreas predefinidas. Este esfuerzo de crecimiento 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.

Por otro lado, es necesario conocer la infraestructura relevante con la que se cuenta en el país y se requiere también plantear las ventajas y desventajas, así como las estrategias que se necesitan para organizar de manera concertada los esfuerzos para desarrollar infraestructura que pueda compartirse a través de redes entre varios grupos e instituciones, en diferentes áreas de la biotecnología y disciplinas afines.

4.4 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

Como resultado de la encuesta que se llevó a cabo en las instituciones principales del país en el área de la biotecnología, se identificó la infraestructura de equipo mayor existente.

El esfuerzo para optimizar el uso y modernizar el equipo mayor con el que cuentan es una constante en las diferentes instituciones encuestadas. Cabe señalar que muchos de los equipos utilizados en el campo de la biotecnología y disciplinas afines se vuelven obsoletos rápidamente, lo cual dificulta la modernización y competitividad de las instituciones.

Tomando en cuenta las observaciones anteriores, varias de las entidades visitadas, particularmente las más

consolidadas, han establecido como la principal estrategia para la optimización del uso de su equipo mayor la formación de unidades de apoyo técnico.

UNIDADES DE APOYO TÉCNICO

Las instituciones ubican sus equipos de acuerdo con las necesidades de sus proyectos en los diferentes laboratorios. Sin embargo, algunas cuentan con unidades centrales de apoyo técnico, mediante las cuales dan servicio a varios laboratorios, incluso a entidades externas. Entre estas Unidades podemos señalar como ejemplo:

- La Unidad de Microarreglos de DNA de la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM (localizada en el Instituto de Fisiología), la cual también da servicio a usuarios externos a la Universidad.

- El Laboratorio Universitario de Estructura de Proteínas en el Instituto de Química de la UNAM, integrado con el esfuerzo de varias dependencias universitarias que ubicaron equipo mayor en este espacio, y el cual presta sus servicios a entidades externas.

- La Coordinación General de Servicios Experimentales del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Unidad D.F. (CINVESTAV-D.F.) que es un área central en la que se han localizado algunos de los equipos mayores para dar servicio a todo el Centro y algunos ya dan servicio externo. Esta Coordinación cuenta con laboratorios centrales para análisis de ácidos nucleicos, bioterio, citometría de flujo, colección nacional de cepas microbianas, microscopía confocal y electrónica.

- La Unidad de Microscopía Electrónica que la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa (UAM-I) comparte con el Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental del Instituto Nacional de Ecología (INE).

- Otras unidades de este tipo, fundamentalmente para servicio interno, existen también en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología (UPIBI), el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, del IPN (CICATA/IPN), la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB/IPN); y el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INNSZ). Similarmente, el Instituto de Biotecnología de la UNAM (IBT/UNAM), incluye en su estructura organizacional las Unidades de Apoyo, donde se concentra mucho del equipo de uso común.

- El Laboratorio de Alta Tecnología Genómica que se está integrando entre el Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno/UNAM (CIFN) y el IBt, que cuenta con tres equipos de secuenciación de DNA (96 capilares) y equipo de cómputo para el manejo de las bases de datos en genómica, localizadas en las dos instituciones. Se analiza en este ejemplo la pertinencia de organizar una unidad virtual de genómica en toda la UNAM integrando el esfuerzo de otras dependencias universitarias, en particular los Institutos de Fisiología Celular e Investigaciones Biomédicas.

Estas unidades de apoyo técnico son operadas por investigadores y técnicos especializados, y algunas cuentan con un comité de apoyo técnico, en el que participan investigadores interesados en su funcionamiento, y el cual

es responsable de definir las políticas de operación. En algunos casos el responsable de las unidades es un investigador.

Entre los problemas identificados en la encuesta realizada a diversas instituciones para la operación de equipo mayor, se puede citar la falta de personal especializado adscrito permanentemente al manejo de los equipos; la insuficiencia de recursos económicos y/o proyectos que justifiquen el destinar recursos para mantenimiento y operación de algunos equipos grandes. Por estos problemas, algunas entidades han optado por reubicar sus equipos en laboratorios que los utilizan de manera importante, o en otras dependencias. Otra problemática relevante mencionada en el manejo de las unidades, es la inexistencia de reglamentos adecuados y/o políticas de uso que contribuyan a garantizar los servicios que se proporcionan a los usuarios, de manera equitativa.

De igual manera, los miembros del Comité de Biotecnología, con base en la experiencia del funcionamiento de unidades existentes en sus propias instituciones opinaron que, para el buen funcionamiento de equipo mayor en diferentes áreas de la biotecnología moderna, es fundamental contar con técnicos altamente especializados (idealmente con doctorado) para encargarse del funcionamiento y del mantenimiento de los diferentes equipos mayores, así como tener espacios e instalaciones adecuadas (no improvisadas) que ofrezcan las condiciones ideales (temperatura controlada, conexiones varias, ambientes libres de polvo, estabilidad de las bases, humedad y luz regulada, etc.) para la buena operación de los instrumentos.

PLANTAS PILOTO

Otro tipo de infraestructura mayor en el campo de la biotecnología, imprescindible para la transformación del conocimiento científico en tecnologías, son las plantas piloto. En las diferentes entidades visitadas, las plantas piloto cuentan con infraestructura (que, como en otras áreas, se está volviendo obsoleta rápidamente), que puede ser mejor aprovechada. La subutilización de estas instalaciones depende en buena medida de que se hagan o no trabajos de maquila de manera regular. Este tipo de trabajo, aunque permite aprovechar más los equipos instalados, tiene el inconveniente de limitar su potencial como elemento de desarrollo tecnológico. En general, las plantas se han equipado de acuerdo con las necesidades de los investigadores que han desarrollado estudios de escalamiento. Cabe señalar que en la encuesta realizada a investiga-

dores en el SNI, citan como una necesidad la existencia de plantas piloto que permitan el escalamiento de procesos. En resonancia con esta inquietud, varios miembros del Comité de Biotecnología proponen articular la gestión de las plantas piloto y grupos de bioingeniería en distintas especialidades de la biotecnología, para que tengan distribución y alcance nacionales (ver adelante).

Aunque no se han puesto en práctica, o sólo de manera muy incipiente, los resultados de la encuesta a investigadores del SNI y a diversas instituciones, sugieren, como posibles mecanismos para optimizar el uso de equipo mayor, el establecimiento de redes de colaboración y de unidades de apoyo técnico regionales o nacionales.

REDES DE COLABORACIÓN

Los investigadores del campo proponen el establecimiento de redes en el campo de la biotecnología y áreas afines, tales como la Red Mexicana de Biotecnología Agrícola, la de plantas piloto ya mencionada, la de biocontrol, la de alta tecnología en genómica, entre otras (ver adelante). Como elemento importante para el funcionamiento de las redes, se considera necesario poder contar con bases de datos en las que se incluyan las actividades de investigación desarrolladas por las diferentes instituciones y a través de las cuales se haga del conocimiento de la comunidad la localización y oferta de servicios de unidades de apoyo técnico y/o de servicios con equipo especializado. Las ba-

ses de datos que se están estructurando, son una herramienta que puede apoyar estas actividades. El apoyo del CONACyT para este esfuerzo del establecimiento de redes se considera muy importante.

UNIDADES DE APOYO TÉCNICO REGIONALES O NACIONALES

Los investigadores en el área manifestaron también la necesidad de establecer laboratorios regionales o nacionales donde pudieran estar accesibles equipos mayores de alto costo y de alto recambio, que proporcionen servicio técnico externo a los proyectos que lo requieran. Ejemplo de este tipo de unidad podría ser el Laboratorio de Alta Tecnología en Ciencia Genómica, que está en proceso de ser integrado por la UNAM en el campus Cuernavaca, y que pudiera también incluir otros institutos de la UNAM, en el cual estarían accesibles, inicialmente al menos con alcance regional y posteriormente posiblemente nacional, instalaciones y equipos para secuenciación de DNA a gran escala, estudios de proteómica, así como bases de datos relacionados con genomas y proteomas.

Los laboratorios regionales y/o nacionales pudieran ser aprovechados también para que los estudiantes de una “red de posgrado en biotecnología” o de un “posgrado nacional de biotecnología” (ver documento sobre recursos humanos) pudieran tener acceso a equipamiento especializado durante su formación.

4.5 ÁREAS DE LA BIOTECNOLOGÍA A DESARROLLAR

Con base en:

- a) Los resultados de la encuesta aplicada a investigadores del SNI
- b) Los resultados de la encuesta aplicada *in situ* a instituciones
- c) Las propuestas de los miembros del Comité de Biotecnología
- d) Las propuestas de los miembros del Subcomité de Infraestructura

se configuró una lista de propuestas de posibles nuevos Centros y Laboratorios Nacionales en diferentes sectores, así como de instituciones a consolidarse. Posteriormente se revisó la lista de propuestas, en función de:

- a) Los criterios definidos para la creación de nuevos centros en el país (ver adelante)
- b) Las necesidades nacionales y las tendencias internacionales para la creación y filosofía de operación de infraestructura en el área de la biotecnología.

El análisis realizado indica que la biotecnología en las áreas agrícola, ambiental y de salud ha alcanzado ya un desarrollo mediano en nuestro país, el cual hace falta consolidar y complementar con la creación de nuevos centros de investigación. Los recursos humanos en estas tres áreas (particularmente en las de salud y agrícola) parecen haber alcanzado una masa crítica razonable para poder desarrollarse rápidamente en los próximos años. Por otro lado,

los recursos humanos existentes y el desarrollo de la biotecnología en las áreas marina, acuícola, pecuaria y forestal, es incipiente.

Todas las áreas de la biotecnología descritas anteriormente son importantes, y su desarrollo debe ser considerado estratégico para el país. Sin embargo, por su grado de madurez, se recomienda concentrar el esfuerzo y los recursos disponibles a corto y mediano plazo al desarrollo

y consolidación de la biotecnología en las áreas agrícola, ambiental y de salud, mientras que en la biotecnología marina, la acuicultura, la biotecnología pecuaria y la forestal se recomienda reforzar los programas docentes de formación de recursos humanos de alta calidad de manera concertada entre varias instituciones, para poder impulsar su desarrollo a futuro.

4.6 CRITERIOS PARA LA CREACIÓN DE NUEVOS CENTROS Y PARA LA CONSOLIDACIÓN DE LOS YA EXISTENTES

1. Que exista una masa crítica de investigadores. (Aunque se consideró también que aún sin la masa crítica de investigadores, el tema puede ser lo suficientemente relevante para impulsar la creación de centros/laboratorios que incluyan dentro de sus planes un programa explícito de formación de recursos humano y la calendarización adecuada de las inversiones).

2. Que haya condiciones institucionales que garanticen su funcionamiento (es decir, en términos estatutarios, de la estabilidad de las fuentes de financiamiento endógenas y/o exógenas, de la política probada de la Institución y el Estado de la República albergante, etc.)

3. Que la creación del Centro-Laboratorio sea pertinente. A la pertinencia contribuyen diferentes aspectos, tales como: a) la temática (en donde se ha manifestado interés por áreas como la marina, pecuaria, genómica, ceparios, bancos de germoplasma, vacunas, diagnóstico de patógenos, ambiental y farmacéutica); b) la vinculación con la industria; c) la distribución regional; d) la

vinculación con la comunidad de su campo; d) la asociación cercana de los centros a programas que involucren metodologías más convencionales; entre otras.

En el caso de los centros ya existentes, es claro que todos requieren consolidación, misma que debe asegurarse mediante mecanismos convencionales de oferta de recursos competitivos. Se sugiere, sin embargo, emprender acciones para consolidar, de manera específica, a aquellas entidades que cumplan con los criterios mencionados arriba y cuyo impulso tenga particular valor estratégico para la biotecnología nacional. Se puede citar, por ejemplo, a entidades del segundo y tercer grupos detectadas a partir de las visitas de campo realizadas que tienen experiencia en el trabajo con empresas y/o con otras entidades de su entorno, y que a través de los apoyos obtenidos de los programas regionales que tenía el CONACyT, pudieron vincularse con empresas, orientando sus esfuerzos a la solución de problemas específicos.

4.7 MECANISMOS DE CREACIÓN

Se propone como estrategia para la selección de algunos de los centros y/o laboratorios nacionales a crearse, establecer un mecanismo competitivo, con plazos o etapas. Se podrían seleccionar los centros a través de convocatorias que ofrezcan el financiamiento periódicamente (por ejemplo, de uno o dos centros/laboratorios nacionales cada año). En respuesta a estas convocatorias los grupos e instituciones proponentes debieran justificar el tema, el personal que lo integraría, el lugar donde se instalaría, las

colaboraciones relevantes, fuentes adicionales de financiamiento, etc. Se sugiere que haya una asignación de recursos iniciales lo suficientemente amplia como para poder planear el centro/laboratorio de manera profesional.

Se consideró también adecuado el que en algunos casos pudiera haber la asignación de fondos especiales por invitación, por ejemplo, cuando se trate de generar centros, laboratorios o redes que tengan un componente importante de regionalidad.

Se sugiere que el Comité de Biotecnología tenga un papel asesor de las instancias pertinentes (CONACYT, SEP, SAGARPA, etc.) para la selección y creación de los nuevos centros, así como para la consolidación especial de algunos ya existentes.

Debe destacarse (como ya se mencionó arriba) que, en muchos casos, las iniciativas podrían caber en un esquema competitivo tradicional para el refuerzo general de infraestructura científica. Consideramos importante definir estrategias y criterios para procesar ambos tipos de esquemas en el ámbito de la biotecnología.

4.8 INSTITUCIONES A CONSOLIDAR Y NUEVOS CENTROS O LABORATORIOS NACIONALES A CREAR PARA EL DESARROLLO DE LA BIOTECNOLOGÍA EN MÉXICO

En la Tabla 1 se presentan las iniciativas más relevantes de las que se ha tenido conocimiento a través de los diversos medios ya señalados. En la última sección de este documento se incluyen descripciones resumidas sobre las características más sobresalientes de cada iniciativa, especialmente las que atañen a los criterios acordados para

proponer prioridades de apoyo. El resultado del análisis comparativo se presenta en forma diagramática (Fig. 1 y 2) y se desglosa en la sección de conclusiones.

Vale la pena aclarar que esta información refleja una circunstancia de naturaleza muy dinámica, por lo que debe considerarse siempre parcial. Es claro para este Comité

Tabla 1. Iniciativas para la consolidación o creación de nuevos centros y redes.

Area	Iniciativa/Proponente(s) Principal(es)	Tipo
Agrícola	Centro Nacional de Investigación en Biotecnología (INIFAP-Celaya)/INIFAP	Centro a consolidar
Agrícola	Red Mexicana de Biotecnología Agrícola (REMBIA)/Múltiples	Red a consolidar
Varias	Nuevas Unidades de Biotecnología, a partir del CICY/CICY	Nuevos centros propuestos
Agrícola	Centro Nacional de Biotecnología Agroecológica/UNAM, INIFAP, INE	Nuevo centro propuesto
Agrícola	Centro de Diagnóstico Genético y Sanitario Vegetal/ CONABIO, INE, UNAM	Nuevo Laboratorio Nacional propuesto
Agrícola (y otras)	Red Mexicana de Biocontrol (REMBIO)/CIAD, UNAM, CINVESTAV, C. Postgraduados	Nueva red propuesta
Agrícola (y otras)	Red Nacional de Colecciones y Bancos de Materiales Biológicos (RNCYBMB)/CINVESTAV, CIMMYT	Nueva Red propuesta
Ambiental	Red de Aplicaciones Biotecnológicas al Tratamiento de la contaminación (RABTC) /UAM-I, UNAM-II, otros.	Nueva red propuesta
Ambiental (Agrícola)	Centro de Biotecnología Ambiental y Ecología Molecular/ UNAM	Nuevo centro propuesto
Ambiental	Centro Fronterizo de Biotecnología	Nuevo centro a proponerse
Salud	Centro de Biotecnología Médica y Farmacéutica/UNAM	Nuevo centro propuesto
Salud	Instituto Nacional de Medicina Genómica (INMEGEN)/Consorcio	Nuevo centro propuesto
Varios	Institutos de Investigación en la UANL (Instituto de Biotecnología, en construcción del edificio y en proceso de estructuración y análisis. Centros de Cancerología, Biodiversidad, e Inmunología Pecuaria. Centro de Medicina Molecular y Biotecnología –en remodelación de instalaciones y reorganización del personal académico–)	Nuevos Centros propuestos, en diferentes etapas de creación.
Salud	Centro Virtual de Investigación, Desarrollo y Evaluación de Vacunas/UNAM, CINVESTAV, IMSS	Nueva red propuesta
Salud	Centro Interdisciplinario para el Estudio de Enfermedades Emergentes y Re-emergentes/CINVESTAV, UADY, Silanes	Nueva red-centro propuesto
Salud	Normoteca para el funcionamiento de Laboratorios de Investigación Biomédica, con base en análisis preliminar del CIBO/IMSS	Nueva red/laboratorio
Pecuaria (otras)	Centro de Biotecnología Genómica/IPN, UANL	Centro a consolidar
Marina	Centro de Biotecnología Marina/UNAM	Nuevo centro propuesto
Varios	Red/Asociación Civil de Plantas Piloto para Bioprocesos/UNAM, CINVESTAV	Nueva red
Varios	Centro Nacional de Vinculación/UAM-I	Nuevo centro a proponer
Varios	Laboratorio de Alta Tecnología Genómica/UNAM, otros	Laboratorio nacional a consolidar

que podrían presentarse, en todo momento, nuevas iniciativas interesantes. En términos generales se observa la tendencia a incorporar al desarrollo de las disciplinas las metodologías más modernas, especialmente las llamadas de tipo post-genómico. Estos elementos de moderniza-

ción podrían ser impulsados por el CONACyT de manera inmediata a través de apoyo a las redes de colaboraciones entre las instituciones que las cultivan, y de proyectos detonadores en estas áreas.

4.9 CONCLUSIONES GENERALES

Para los miembros de este subcomité, el ejercicio de identificación y análisis de la infraestructura humana y material existente en México en el área de la biotecnología aporta una visión que indudablemente contiene elementos que eran anticipables, pero confirma y sustenta varios elementos clave en relación con el futuro desarrollo del campo.

- Existe un conjunto de instituciones suficientemente bien desarrolladas y un contingente de recursos humanos bien capacitados (762 investigadores en el SNI trabajando principalmente en biotecnología) que, aunque sea muy pequeño en proporción al país, de acuerdo con los estándares internacionales, constituye una base propositiva, capaz de generar iniciativas de nuevas áreas y nuevas entidades en número importante. Mas aún, es claro que, en los últimos años, la capacidad de propuesta de iniciativas muy sólidas y fundamentadas ha rebasado la posibilidad de conseguir los apoyos respectivos.

- Asimismo, con base en los resultados del subcomité de recursos humanos, es claro que la velocidad a la que los biotecnólogos mexicanos pueden crecer es probablemente superior al 10% anual, aún sin aplicar ninguna medida para mejorar la captación y eficiencia terminal, y sin incursionar en nuevas opciones de capacitación. En este sentido, y tomando en cuenta que la participación gubernamental actual en esta actividad es claramente mayoritaria, la comunidad biotecnológica espera y propone que el propio Gobierno (probablemente con participación mayor de los niveles estatal y municipal de la que han tenido hasta ahora) asuma una parte también mayoritaria de la creación de infraestructura para asimilar y aprovechar estos recursos humanos. De manera muy sencilla, es ineludible concluir que debieran crearse al menos 100 plazas nuevas anuales en este campo y que la participación del sector público tendría que iniciar siendo mayoritaria. En este mismo orden de ideas, la infraestructura (edificios y equipos) necesaria para incorporar estos recursos humanos tendría un costo anual de varios cientos de millones de pesos y, al menos una parte de éstos, tendrían que de-

dicarse a la creación de nuevas entidades, no solamente al reforzamiento de las ya existentes. Por lo tanto, creemos que es válido plantear la creación de más de un centro de investigación nuevo cada año.

- Dado lo reducido de la participación empresarial en investigación y desarrollo en biotecnología, y no obstante la inclusión de representantes de este sector en este Comité, ha sido difícil concebir o conocer detalles sobre propuestas concretas de nuevos centros o laboratorios que incorporen participación del sector privado empresarial. Esto no quiere decir que no existan (por ejemplo, el modelo de desarrollo para el Centro de Biotecnología Médica y Farmacéutica incluye un componente empresarial sustantivo), ni que no sea importante promoverlos. Cabe destacar que, en el marco del nuevo programa AVANCE del CONACyT se está trabajando ya, al menos, una iniciativa de nueva empresa biotecnológica.

- De las más de veinte iniciativas concretas identificadas por el subcomité, es claro que hay algunas más desarrolladas que otras, que los costos para su implementación varían también ampliamente y, por supuesto, que la pertinencia de su creación puede ser discutida. Tomando en consideración los criterios expresados en la segunda sección de este documento, se pueden identificar algunas iniciativas que debieran ser promovidas y apoyadas de inmediato, entre las que destacan, entre los nuevos centros, el INMEGEN (Medicina Genómica) y el CBMyF (Médica y Farmacéutica). También destacan por su importancia el Laboratorio de Alta Tecnología Genómica de la UNAM y la consolidación y creación de varias redes, tales como la ambiental, la de biotecnología agrícola y la agrocológica, y la de biocontrol, entre otras, así como la propuesta a mediano plazo de otros laboratorios de referencia nacionales. Vale la pena destacar que la constitución de redes con financiamiento adecuado por el CONACyT y metas específicas, es una manera eficiente de optimizar recursos y lograr consensos para nuevas iniciativas de infraestructura.

- En el mediano plazo, existen un buen número de iniciativas adicionales que pueden solidificarse y concretarse muy adecuadamente, especialmente si se promueve su gestión de manera profesional y con el incentivo de que existe buena posibilidad de que sean apoyadas (por ejemplo, al ver que se apoyan las primeras iniciativas en el corto plazo). Es indudable que también podrían surgir nuevas iniciativas en el futuro, y es enteramente realista pensar en concretar dos o más propuestas muy sólidas cada año de manera continua hacia el futuro.

- Es muy importante destacar que el apoyo a la infraestructura de las entidades ya existentes debe darse de ma-

nera simultánea, pero por medio de los mecanismos establecidos de competencia por recursos y su asignación por comités técnicos. Habría que considerar, sin embargo, un programa especial para consolidar a las “entidades del segundo grupo” (en cuanto a su grado de consolidación de la biotecnología), tal vez de manera similar a como se han apoyado los posgrados no consolidados para lograr su desarrollo. Este programa requeriría un estudio especial y un conjunto de criterios específicos para optimizar sus efectos.

4.10 RECOMENDACIONES

Considerando los resultados y conclusiones de este análisis, se recomienda tomar acciones para implementar los siguientes puntos:

1. Crear al menos 100 plazas al año para contratar investigadores en el área de la biotecnología.
2. Promover la creación de uno o dos laboratorios nacionales o centros de investigación nuevos cada año.
3. Establecer programas de apoyo a infraestructura para consolidar a los centros de investigación y laboratorios regionales/nacionales ya existentes.
4. Iniciar programas, por invitación, para consolidar algunas de las entidades de segundo nivel identificadas.
5. Apoyar de inmediato la creación de centros de investigación y laboratorios nacionales/regionales nuevos, o

que recién inician, que cumplen cabalmente con los criterios de selección establecidos.

6. Catalizar y apoyar la creación de redes de investigación, así como consolidar las ya existentes.

7. Promover la creación de empresas de base biotecnológica.

8. Impulsar la creación de centros de investigación dentro de las empresas ya existentes.

Las acciones necesarias para implementar las recomendaciones mencionadas se podrían establecer con la asesoría del Comité de Biotecnología, y como parte de las funciones de la Red Nacional de Biotecnología propuesta.

4.11 DESCRIPCIÓN DE LAS INICIATIVAS

BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA (INIFAP-CELAYA) (**CENTRO A CONSOLIDARSE**)

El INIFAP hizo un planteamiento para la creación de este Centro en el 2002 y han avanzado en la propuesta, con el equipamiento inicial en un edificio ocupado ya por 10 investigadores (cuatro grupos de trabajo) que desarrollan las siguientes líneas de investigación: Marcadores moleculares, Tecnología de alimentos, Transferencia

genética y de Diagnóstico molecular fitosanitario. Las actividades de este Centro son en esencia la generación de desarrollos tecnológicos.

El equipo recientemente adquirido es un secuenciador de DNA, un termociclador en tiempo real y un equipo de microarreglos. En el edificio ocupado por este Centro se cuenta con oficinas para los 10 investigadores y para 21 estudiantes. Los patrocinadores de este esfuerzo fueron el Patronato para el Apoyo y Fomento de la Investigación Agropecuaria y Forestal en el Estado de Guanajuato, INIFAP y el CONACyT. Actualmente esperan la respuesta

de una solicitud de apoyo hecha a la Agencia Española de Cooperación Internacional.

Su meta es incorporar siete investigadores en 2005 y contar con un total de 25 investigadores en 2007. El Centro cuenta con el apoyo de investigadores ubicados en seis unidades foráneas.

**RED MEXICANA DE BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA (REMBA)
(RED A CONSOLIDAR)**

La Red surgió como una necesidad de aprovechar la infraestructura y recursos humanos de los diferentes grupos de investigación en biotecnología agrícola. Se integró en 1999 con la participación del CICY, CINVESTAV-I, UNAM (IBT e IE), U.A.Chap., CP, INIFAP (Programa de Biotecnología con sede en la Unidad de Biotecnología del Campo Experimental Bajío y sus Unidades Foráneas), CIATEJ, CIBS/IMSS, ENCB y el CIBNOR.

La Red estableció en sus estatutos, entre otras, las siguientes funciones: establecimiento de un banco de información, el fortalecimiento de grupos de investigación, la promoción de programas de financiamiento para becas de intercambio entre los laboratorios, favorecer la cooperación científico técnica entre instituciones participantes y con la industria, participar con entidades gubernamentales en la integración de grupos de investigación para la solución de problemas específicos, promover la conservación de recursos fitosanitarios.

Las instituciones que integran la Red, son de las más experimentadas en el país y están localizadas en diferentes regiones geográficas, lo que puede contribuir a que sean focos alrededor de los cuales se consoliden otras instituciones.

**NUEVAS UNIDADES DE BIOTECNOLOGÍA, A PARTIR DEL CICY
(NUEVOS CENTROS PROPUESTOS)**

El Gobernador del Estado de Michoacán solicitó al Director del CONACyT la creación de un centro de biotecnología para apoyo al sector agrícola. Se estructuró un documento inicial revisado por el Órgano de Gobierno del CICY. Actualmente se está desarrollando el documento del plan de negocios para ser presentado a los interesados, previa sanción del propio Órgano de Gobierno (finales de marzo del 2003).

La principal área de investigación del centro es la biotecnología vegetal, orientada a la clonación de cultivos agrícolas libres de patógenos y de virus.

El gobierno del estado propone la asignación de un terreno como apoyo para la creación de este Centro. Se requiere del apoyo para la construcción del edificio (18 millones de pesos), además de recursos para el equipamiento y para plazas. El CICY aportará parte de la infraestructura, el *know how* y personal.

La propuesta de la necesidad de establecer un centro nuevo de la ENCB/IPN apunta en el mismo sentido de dar apoyo a agricultores para la generación de cultivos libres de plagas.

El Gobernador de Quintana Roo solicitó por escrito al Director del CONACyT el establecimiento de un centro de investigación en el estado, particularmente para contener con problemas de contaminación ambiental. Se elaboró un documento inicial revisado por el Órgano de Gobierno del CICY. Actualmente se está estructurando el documento del plan de negocios para ser presentado a los interesados a finales de marzo del 2003.

Las principales áreas temáticas de investigación del centro son biotecnología ambiental, biotecnología vegetal, conservación de la biodiversidad vegetal, biomateriales y el reciclado de polímeros.

El Gobierno del Estado propone apoyar la creación de este centro, reasignando un edificio. El CICY aportará algunos recursos humanos y el apoyo (con la colaboración de investigadores expertos en el área, S. Revah y E. Olguín), para la integración de un grupo de investigadores; se pondrá que el CONACyT apoye con el equipamiento y la creación de plazas para los investigadores.

**CENTRO NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA AGROECOLÓGICA (CENBAE)
(NUEVO CENTRO A PROPONERSE, INICIA COMO "RED")**

Para esta iniciativa, lo que se pretendería es integrar un grupo multidisciplinario en el que haya un acercamiento entre ecólogos, agroecólogos y biotecnólogos (básicos y aplicados) que desarrollen líneas de investigación integral, desde el estudio de impactos ambientales (riesgos de liberación de OGM's), hasta la generación de tecnologías agrícolas y/o ambientales. Cabe señalar que existe, además una similitud con objetivos del Centro de Biotecnología Ambiental y Ecología Microbiana (CIFN-IBT-UNAM), consignado en este mismo documento. En la propuesta de nuevos centros, el Instituto de Ecología de la UNAM (IE/UNAM), sugirió la creación de un centro para el análisis de OGM's, que podría llevarse de inicio en una institución anfitriona como el mismo IE/UNAM, pero se considera importante la participación de entidades guber-

namentales en este Centro, como la de SEMARNAT (INE); además de instituciones de investigación en el campo de la Ecología (Instituto de Ecología, A.C.). Existe un grupo numeroso de investigadores-profesores de estas instituciones que participarían en este esfuerzo.

Cabe mencionar que hay varias instituciones que realizan, desde hace años, algunas de las actividades que se proponen para el CENBAE, como la CONABIO y el INE, y algunos laboratorios en centros como el INIFAP, CINVESTAV, ENEP-IZTACALA, la UACH el Instituto de Ecología A.C., Centro de Investigación Biomédica del Sur (CIBS/IMSS) y ECOSUR.

En la primera etapa de su desarrollo, el CENBAE no necesitará la construcción de infraestructura propia. La participación de varias instituciones permitirá apoyarse en las instalaciones y facilidades de cada una de ellas; sin embargo, para no distraer ni aumentar el trabajo de investigación de cada institución participante, será necesario asegurar un apoyo financiero básico que pueda ser complementado por cada institución para desarrollar las primeras líneas de investigación específicas del CENBAE (por ejemplo monitoreo de organismos transgénicos en el ambiente). La expectativa sería lograr, en una etapa posterior, un acuerdo entre los participantes para lograr propuestas ambiciosas para el desarrollo de tecnología agrícola que conjunte elementos de modernidad, pertinencia cultural y seguridad ambiental.

**CENTRO DE DIAGNÓSTICO GENÉTICO (TRANSGENES)
Y SANITARIO VEGETAL
(NUEVO LABORATORIO A PROPONERSE)**

El Comité de Biotecnología y los investigadores encuestados consideran necesaria una entidad con capacidad para análisis y asesoría en la materia, ligada a una unidad de investigación. Este centro podría gestarse dentro de una institución anfitriona, como el Instituto de Ecología (IE/UNAM) o el nuevo Centro Nacional de Biotecnología Agroecológica descrito anteriormente. Se plantea como una de las necesidades del país el establecimiento de un laboratorio de evaluación de riesgo de liberación de OGM's, que podría ser ubicado en el IE/UNAM.

La propuesta considera que CONABIO, INE y las secretarías de estado se verían beneficiadas con la existencia de este centro por poder contar con expertos que le puedan asesorar en la materia. Los institutos de investigación se verían también beneficiados al contar con una instancia autorizada para evaluar los OGM's y el riesgo de li-

beración de los mismos que estuvieran interesados en probar en el campo.

**RED MEXICANA DE BIOCONTROL (REMBIO)
(NUEVA RED PROPUESTA)**

Biocontrol es la aplicación de sistemas biológicos y/o sustancias naturales para el control de insectos plaga, de microorganismos que causan enfermedades en las plantas, de microbios que ocasionan la pudrición de frutas y hortalizas, de parásitos externos en el ganado y en tecnología de alimentos, para controlar la poblaciones de bacterias enteropatógenas.

En México existen diversos grupos de investigación y programas de posgrado, distribuidos a lo largo de su territorio, que abarcan todo el espectro de las investigaciones involucradas en biocontrol, desde el aislamiento de agentes y sustancias para el control biológico, el desarrollo de tecnologías de proceso para la producción masiva de estos agentes, hasta los bioensayos y pruebas de campo; pero falta una estructura que permita relacionar a estos grupos. Dichos grupos están en el CIAD A.C., CINVESTAV-IPN, Colegio de Postgraduados, INIFAP, Institutos Tecnológicos, UAM, UNAM y en varias universidades estatales; por lo que en México existe una masa crítica de investigadores, que podrían integrarse en una red, para intercambiar información y experiencias, colaborar en programas de posgrado mediante la realización de estancias de estudiantes e investigadores y en cursos de educación abierta, así como realizar proyectos de investigación e investigación y desarrollo apoyados por distintas agencias financieras, asociaciones de productores y empresarios. Todo lo anterior con el propósito de fomentar el biocontrol en nuestro país, aprovechando la diversidad biológica para fomentar prácticas agropecuarias y forestales sustentables, además de productos agropecuarios y alimentos inocuos para preservar la salud de los mexicanos y cumplir con las normas para su exportación.

Por tener experiencia de más de dos décadas en investigación y aplicación de biocontrol e investigación y desarrollo, así como en la implementación de prácticas de biocontrol con los productores, el Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo A.C. (CIAD A.C.) sería la institución albergante, lo que garantiza su funcionamiento. Asimismo, el CIAD por su carácter de Asociación Civil tiene personalidad jurídica y patrimonio propios y su director general resuelve lo relativo a la vinculación, por lo que jurídicamente también hay condiciones institucionales que garantizan el funcionamiento de la Red.

RED NACIONAL DE COLECCIONES Y BANCOS DE MATERIALES
BIOLÓGICOS (RNCYBMB)
(NUEVA RED PROPUESTA)

En México, si bien no existe un centro oficial cuya misión sea adquirir, autenticar, preservar, desarrollar y distribuir materiales biológicos, existen en diversas instituciones colecciones de microorganismos y bancos de germoplasma que realizan en mayor o menor medida estas funciones. Estas colecciones han prevaecido por más de una década, lo que indica que en algunas instituciones hay condiciones que garantizan su funcionamiento. Dado que México es un país megadiverso y que esta megadiversidad es una fuente de riqueza importante de genes para diversas aplicaciones en biotecnología, se propone la creación de una red nacional de colecciones de materiales biológicos que aproveche la infraestructura y colecciones existentes, para que se organicen a fin de poder contar en el futuro con una red oficial de centros de recursos biológicos.

BIOTECNOLOGIA AMBIENTAL

RED DE APLICACIONES BIOTECNOLÓGICAS AL TRATAMIENTO
DE LA CONTAMINACIÓN
(RED A PROPONER)

En forma inicial se propone la integración de una red, con algunas de las entidades de mayor consolidación en el campo de la biotecnología ambiental: Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa (UAM-I), Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (II / UNAM) y el Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Unidad D.F. (CINVESTAV-D.F.). Estos grupos pueden ser el elemento central al cual se sumen otros grupos que desarrollan actividades en este sector como son el Instituto de Ecología A.C. (I. de E.), Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB/IPN), Centro de Investigación en Biotecnología (CEIB/UAEM), Facultad de Química (FQ/UNAM), Instituto de Biotecnología (IBT/UNAM), Universidad Autónoma de Coahuila, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), entre otros.

Tanto la UAM-I, II/UNAM y el CINVESTAV-D.F. son instituciones sólidas y los grupos que trabajan en el área ambiental, cuentan con el reconocimiento institucional y nacional. El grupo de Biotecnología Ambiental de la UAM-I está integrado por 10 investigadores,

30 estudiantes de posgrado, cinco laboratorios y más de tres millones de pesos en convenios y contratos con el gobierno e industria. Por otro lado, el Instituto de Ingeniería de la UNAM (II/UNAM) es una dependencia reconocida por experiencia en la investigación y desarrollo tecnológico en el área ambiental y en la transferencia de algunas de las tecnologías desarrolladas; además de contar con la capacidad para dar opiniones técnicas sobre productos y/o procesos en esta materia. El número de investigadores y técnicos académicos de esta dependencia que podrían sumarse a la red es alrededor de 12, además de unos 20 estudiantes de posgrado. Por el lado el CINVESTAV-D.F. se cuenta con varios grupos de investigación en temas relacionados con el tratamiento de contaminantes.

Así, destaca en esta propuesta la experiencia de los grupos y la capacidad probada de vinculación con la industria (asesoría, desarrollo y transferencia de tecnología, etc.), en un área de mucho interés por los grandes retos y rezagos que en ella concurren.

Sería importante definir la especialización y complementación de dichos laboratorios para optimizar el uso de sus recursos; así como apoyar y fomentar una mayor cooperación y coordinación de estos grupos. Para esto se propone crear (reforzar) un mecanismo que permita organizar la información sobre las investigaciones realizadas en la materia, definir los intereses y las competencias científicas y tecnológicas de cada institución así como informar, generar y coordinar reuniones entre los diferentes grupos (similar a REMBA).

Sería muy adecuado lograr que el CONACyT creara un Fondo de Investigación para el Desarrollo de Biotecnologías Ambientales (tres años, renovables), el cual se aplicaría para financiar propuestas de los diferentes integrantes de la red, en un esquema de coordinación y cooperación entre grupos. Existe un ejemplo muy exitoso en Brasil, sobre una temática diferente, pero relacionada (Saneamiento Básico), llamado PROSAB.

CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL Y ECOLOGÍA MOLECULAR
(NUEVO CENTRO PROPUESTO)

Se está estructurando el estudio de factibilidad para la creación del Centro, que en principio cuenta con una masa crítica de investigadores: 12 investigadores titulares (10 de ellos miembros del SNI), cinco investigadores asociados (cuatro en el SNI), una investigadora del CINVESTAV y dos de CONABIO, formando 11 grupos de investigación.

Existe el interés del Gobierno del Estado de Morelos en la creación del Centro y se analizaría la posibilidad de contar con terrenos para dicho fin. Se estima una inversión de 10 millones de dólares para su construcción y equipamiento.

Las áreas de investigación que se propone desarrollar en el nuevo Centro son biorremediación, bioprocesos y microbiología ambiental, manejo de recursos naturales, ecología molecular y estudios de los recursos genéticos de México. Específica e inicialmente se han planteado como áreas de investigación la degradación de compuestos recalcitrantes; la genética molecular de microorganismos de interés industrial, la biorremediación de suelos, el control biológico con toxinas de *Bacillus thuringiensis*, los biofertilizantes y la ecología molecular de bacterias.

Entre estas áreas de investigación se detectan algunas coincidencias con objetivos planteados para el Centro Nacional de Biotecnología Agroecológica, con la fortaleza de contar con una masa crítica de investigadores en diversas áreas (biotecnología, biología molecular, ecología, etc.). Los investigadores proponentes del centro cuentan con apoyo para el desarrollo de sus proyectos actuales de fuentes diversas como la Secretaría de Desarrollo Ambiental del Gobierno del Estado de Morelos (de recursos de FAO), Gobierno de Bélgica, PEMEX, la NASA, CONABIO, etc. Además de que existe interés de la SEMARNAT en este Centro.

Asimismo, se tiene la posibilidad de colaborar con instituciones externas a la UNAM, como el CEIB/UAEM, IMP, CICY, Instituto de Ecología, A.C. y se consolidarían relaciones con las dependencias de la UNAM (IBT, CIFN). apoyándose en las unidades de estas entidades tales como el Programa de Ciencias Genómicas y Bioinformática (IBT-CIFN/UNAM).

**CENTRO FRONTERIZO DE BIOTECNOLOGÍA
(NUEVO CENTRO A PROPONERSE)**

La idea surge de la identificación de una gran necesidad de desarrollar capacidades de investigación de alta calidad en la frontera. Como primera opción se detecta Tijuana, B.C., en donde hay una gran oportunidad de proyectos y cuenta con la vecindad del corredor de biotecnología de San Diego que es uno de los más dinámicos en E.U. Aunque la idea inicial es el desarrollo del área ambiental, se puede pensar en el desarrollo de otros grupos en el futuro.

En forma inicial podría contar con un grupo de 8-10 doctores en biotecnología e ingeniería. Estos investigado-

res podrían provenir de los grupos y egresados de universidades ya establecidas (UAM-I; II, FQ, IBT/UNAM; CINVESTAV-, CICESE) y se podría buscar la repatriación de investigadores mexicanos recién egresados o ya establecidos. Es importante buscar la asociación con las universidades locales como la Universidad Autónoma de Baja California o el Instituto Tecnológico para la formación de recursos humanos.

Si bien aún no existe una primera propuesta institucional, ésta sería una iniciativa que podría ser apoyada por las instituciones proponentes.

La pertinencia de esta propuesta surge de: 1) Necesidad por atender los problemas de contaminación de la zona fronteriza derivados del alto incremento poblacional por el desarrollo explosivo de la industria maquiladora. 2) Es un tema de interés bilateral por los problemas de la contaminación transfronteriza. Se podrían atraer recursos de Estados Unidos. 3) Se podría aprovechar, por la cercanía, la infraestructura de instituciones de Estados Unidos (U. de California, etc.). 4) Necesidad de impulsar las capacidades de investigación en la frontera.

BIOTECNOLOGIA EN SALUD

**CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA MÉDICA Y FARMACÉUTICA
(NUEVO CENTRO PROPUESTO)**

Cuenta con una masa crítica de 10 grupos de investigación que se integrarían al Centro, provenientes de la UNAM (IBT, IFC), formados por 16 investigadores titulares (14 en el SNI), ocho investigadores asociados (cuatro en el SNI), 16 técnicos, 14 estudiantes de doctorado, 14 de maestría y cinco de licenciatura.

Este grupo de investigación cuenta con experiencia en el desarrollo de proyectos de investigación aplicada y en el establecimiento de convenios de colaboración con empresas; así como en la transferencia de tecnología. De igual manera, realizan actividades de colaboración con instituciones a nivel nacional e internacional.

La propuesta para la organización académica de este centro es a través del establecimiento de cuatro departamentos de investigación: anticuerpos y proteínas recombinantes; ligandos naturales; señalización celular y bioestructura. Apoyando a estos departamentos, estarían cinco unidades de apoyo.

Entre las áreas de investigación que se abordarían se encuentran: aislamiento, caracterización y producción de anticuerpos policlonales, monoclonales y recombinantes

con fines diagnósticos y terapéuticos; estudio de repertorios inmunes, aislamiento y caracterización de toxinas; mecanismos de señalización celular de citocinas y ligandos naturales; producción de proteínas inmunizantes y terapéuticas recombinantes; desarrollo de terapias celulares y génicas; ligandos naturales con potencial terapéutico; estudios preclínicos de anticuerpos y proteínas recombinantes.

La propuesta contempla la creación en forma asociada, pero autónoma, de una planta GMP de bioprocesos médico farmacéuticos (*Centro de Investigación y Desarrollo de Bioprocesos*), para la caracterización de macromoléculas biológicas y desarrollo de técnicas analíticas, caracterización de líneas celulares y cepas microbianas, manufactura de macromoléculas, generación de cepas o líneas celulares recombinantes, para la producción de proteínas recombinantes, desarrollo de etapas particulares de bioprocesos para la integración de paquetes tecnológicos, entre las actividades más importantes.

Existe el interés del Gobierno del Estado de Morelos en la creación del Centro y se analizaría la posibilidad de contar con terrenos para dicho fin. Costo estimado: 10 millones de dólares, incluyendo los recursos necesarios para la planta de bioprocesos farmacéuticos.

**INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA GENÓMICA-INMEGEN
(NUEVO CENTRO PROPUESTO)**

La misión del INMEGEN es generar y aplicar el conocimiento derivado del genoma humano para mejorar la salud de los mexicanos, mediante el diseño de intervenciones de prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades comunes. Impulsar la formación de recursos humanos de alto nivel, la innovación tecnológica y la divulgación del conocimiento sobre medicina genómica.

El INMEGEN ha sido propuesto por un consorcio compuesto por la Secretaría de Salud, la UNAM, la Fundación Mexicana para la Salud y por el CONACyT, por lo que cuenta con una excelente solidez institucional. Los recursos humanos comprometidos para trabajar en el INMEGEN hasta ahora son escasos, sin embargo, como parte de este proyecto tienen ya en funcionamiento un esquema activo de reclutamiento de investigadores, que se prevé tendrá una respuesta importante, dada la relevancia del tema y la solidez de la iniciativa. La creación del Instituto es pertinente con base en la importancia de desarrollar la Medicina Genómica en México y al objetivo del Instituto de vincular horizontalmente instituciones

públicas y privadas tanto nacionales como extranjeras, para desarrollar esta área de manera integral en el país.

**NUEVOS INSTITUTOS DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE NUEVO LEÓN
(NUEVOS CENTROS PROPUESTOS EN VARIAS MODALIDADES)**

Como parte de un proceso de planeación y con relación al fortalecimiento de su infraestructura, la UANL está en proceso de análisis y creación de nuevas entidades de investigación, particularmente en el campo de disciplinas relacionadas con la biotecnología: el Instituto de Biotecnología (en construcción del edificio), Instituto de Cancerología, Instituto de Biodiversidad, derivados de las actividades desarrolladas en la Facultad de Ciencias Biológicas; Instituto de Inmunoparasitología Pecuaria (en proceso de análisis en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia); un Instituto en el área agropecuaria, a partir de la Facultad de Agronomía; el Instituto de Medicina Molecular y Biotecnología (en remodelación de instalaciones actuales de la Facultad de Medicina y reorganización de las labores académicas).

La Universidad Autónoma de Nuevo León ofrece la solidez institucional adecuada para apoyar el desarrollo de las entidades propuestas. Es claro, también, que se pretende consolidar áreas prioritarias de aplicación de los avances de la biotecnología. En razón a que no se dispone de información detallada al respecto de la mayor parte de estas ambiciosas iniciativas, tal como la relativa a cuántos investigadores se considera incorporar al Institutos propuestos en su fase final de desarrollo, los planes para reclutarlos, la participación de diversos actores en su financiamiento, etc., no se propone aún una priorización individualizada para ellas.

**CENTRO VIRTUAL DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO
Y EVALUACIÓN DE VACUNAS
(NUEVA RED PROPUESTA)**

Las enfermedades infecciosas tienen aún una elevada prevalencia en nuestro país, con altos costos asociados a las mismas, por lo que el desarrollo de vacunas se ha identificado como un proyecto de alta prioridad en salud pública. Esta observación, en conjunto con el hecho de que existen en el país varios grupos trabajando en el diseño y elaboración de vacunas para prevenir enfermedades prioritarias en México, en instituciones como la UNAM,

CINVESTAV, IMSS y los Institutos Nacionales de Salud, sirve como base para la propuesta de un Centro Virtual de Vacunas.

Este Centro, el cual funcionaría inicialmente como red, consistiría en el plazo inmediato de las instalaciones ya existentes, de los investigadores que trabajan estos campos en las diversas instituciones mencionadas, todas de probada tradición en la investigación. En un futuro se podría considerar la conveniencia de establecer un Centro físico independiente con representación de las instituciones participantes. No se cuenta todavía con una propuesta formal para establecer esta red.

**CENTRO INTERDISCIPLINARIO PARA EL ESTUDIO DE ENFERMEDADES
EMERGENTES Y RE-EMERGENTES
(NUEVA RED PROPUESTA)**

Este Centro se propone inicialmente como una red que tiene el objetivo de abordar de manera interdisciplinaria e integral los problemas complejos que representan las enfermedades emergentes y re-emergentes, tomando como modelo inicial al dengue, para extenderse en el futuro a otras enfermedades. A mediano plazo pudiera convertirse en un centro físico independiente

La propuesta es coordinada por el CINVESTAV-DF, aunque también participan investigadores del INDRE, del Centro de Investigaciones Regionales Hideyo Noguchi de la UADY, del Centro de Investigación sobre Enfermedades Infecciosas/INSP, y de los Laboratorios Silanes. Los recursos humanos necesarios para iniciar la red son suficientes y de calidad, y están asociados a posgrados que garantizan la formación de nuevos recursos humanos para la consolidación de la red y eventual centro a mediano plazo. El tema de la propuesta recae dentro de un área importante de la biotecnología, incluye a investigadores de provincia y propone vínculos con empresas.

**NORMOTECA PARA EL ESTABLECIMIENTO Y OPERACIÓN DE
LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA
(NUEVA RED/LABORATORIO)**

Este es un planteamiento del Centro de Investigación Biomédica de Occidente, en un intento para lograr el desarrollo de una normatividad identificada como necesaria en la operación de algunos tipos de laboratorios de investigación biomédica. La iniciativa podría canalizarse a través de la creación de una red de participantes que

definieran los aspectos de normatividad pertinentes a esta actividad.

BIOTECNOLOGÍA PECUARIA

**CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA GENÓMICA (IPN-REYNOSA)
(CENTRO A CONSOLIDARSE)**

El Centro fue originalmente establecido en el año 2000 con el propósito de desarrollar tecnología y transferirla al sector pecuario; sin embargo, su orientación ha ido cambiando, y actualmente realiza investigación en biotecnología animal, vegetal, industrial, acuícola y ambiental. El Centro cuenta con un programa de Maestría en Ciencias, con especialidad en biotecnología genómica y subespecialidades animal, vegetal y ambiental. El Centro cuenta con siete investigadores con grado de doctor, alrededor de los cuales se están estructurando los grupos de investigación; y está en proceso de reclutar nuevos investigadores; asimismo, tiene en construcción nuevos espacios para laboratorios y áreas comunes.

Dada su importancia, existe el interés en algunos miembros del comité de impulsar la biotecnología pecuaria, y se ha mencionado que sería conveniente proponer un nuevo Centro de Biotecnología Pecuaria, así como un Centro de Diagnóstico Sanitario de productos pecuarios. Dada su vocación original, el comité considera que el Centro de Biotecnología Genómica (IPN-REYNOSA) podría desarrollar estas actividades, a través de consolidar su línea de investigación en biotecnología pecuaria y de establecer una nueva línea de diagnóstico sanitario. Estas acciones ayudarían al CBG a aumentar el número de investigadores para alcanzar una masa crítica adecuada de personal calificado que permitan consolidar la calidad de su investigación y la formación de recursos humanos en el área. Hasta ahora no hay una propuesta específica en esta dirección.

BIOTECNOLOGÍA MARINA

**CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA MARINA
(NUEVO CENTRO PROPUESTO)**

La biotecnología marina puede contribuir a dar respuesta a las demandas de la población, ya que a través de su aplicación será posible potenciar el uso de los recursos marinos para la producción de alimentos, fármacos, energía y otros productos útiles para la industria, así como para

prevenir y solucionar los crecientes problemas de contaminación en los ambientes marinos.

La Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM ha tenido la intención de promover un centro nuevo sobre biotecnología marina.

Las principales áreas que se propone de forma inicial que atienda este centro son: productos bioactivos marinos, organismos transgénicos y acuicultura, microbiología y biotecnología ambiental. La propuesta inicial contempla la integración de tres departamentos para el desarrollo de las áreas mencionadas. Adicionalmente, se contempla la creación de las unidades de biodiversidad, acuicultura, bioterio, microscopía electrónica, la unidad técnica de gestión y transferencia de tecnología, servicios de cómputo, la unidad de apoyo a la docencia y formación de recursos humanos, y una biblioteca.

La iniciativa para este centro se apoyaba en la cesión de terrenos en el Estado de Veracruz y el interés preliminar de la Universidad Autónoma de Veracruz por participar. La propuesta se manejó ya entre las posibilidades para el Subsistema de la Investigación Científica de la UNAM, pero no ha prosperado por estar poco desarrollada (los recursos humanos no han sido bien identificados) y por competir con otras varias iniciativas en ese subsistema.

VARIOS

RED/ASOCIACIÓN CIVIL DE PLANTAS PILOTO PARA BIOPROCESOS (NUEVA RED)

En biotecnología, al igual que en otras disciplinas, las plantas piloto son indispensables para transformar los descubrimientos científicos en tecnologías. Estas plantas son laboratorios de investigación y desarrollo en los que se realiza investigación en ingeniería de bioprocesos en las tres principales etapas que integran un proceso biológico (operaciones unitarias previas al biorreactor, el biorreactor y las operaciones de recuperación, concentración y purificación de productos). Además, se realiza la investigación necesaria para poder llevar a cabo el análisis de alternativas de cada una de las operaciones unitarias del proceso en estudio para hacer la síntesis del proceso y su escalamiento. En estas unidades también se fabrican temporalmente productos para tramitar registros, hacer pruebas de campo y estudios clínicos en sus distintos niveles, e incluso para la introducción del producto en el mercado.

En biotecnología, dependiendo de la especialidad, dichas plantas deben de satisfacer distintas normas, por lo

que un esquema a seguir podría ser el de plantas piloto de propósito múltiple para cada área de la biotecnología, por ejemplo farmacéutica, veterinaria, agrícola, alimentaria, ambiental, etc.

En México existen tres plantas piloto con biorreactores de más de 300 litros de volumen nominal, y equipo de recuperación, concentración y purificación (CINVESTAV-IPN, Instituto de Biotecnología-UNAM e Instituto de Investigaciones Biomédicas-UNAM). Las tres plantas han tenido proyectos de investigación y desarrollo con el sector productivo, han apoyado a grupos de investigación, han proporcionado servicios y han formado recursos humanos a niveles de licenciatura y posgrado. Sin embargo, han tenido muchos problemas por sus necesidades de operación durante 24 horas diarias por varios días, por la escala de operación, por sus requerimientos de agilidad administrativa y por las huelgas de estudiantes, personal administrativo, etc. La experiencia ha demostrado que para que estas unidades sean eficientes en cuanto a su vinculación con el sector productivo y a la generación de ingresos propios, es necesario un esquema jurídico-administrativo distinto al de las instituciones de educación superior.

Para poder aprovechar la masa crítica de investigadores en ingeniería de bioprocesos que ciertamente existe en el país, así como para potenciar el aprovechamiento de la infraestructura básica con la que se cuenta, se requiere tomar en cuenta la diversidad de visiones y propuestas que los principales involucrados han hecho hasta ahora (por ejemplo, la creación de una Unidad de Ingeniería de Bioprocesos basada en la del Instituto de Biotecnología de la UNAM; o el establecimiento de una red nacional de plantas piloto).

CENTRO NACIONAL DE VINCULACIÓN (NUEVO CENTRO A PROPONER)

Existen en el país aproximadamente 140 entidades desarrollando actividades relacionadas con la biotecnología, varias de ellas con alguna experiencia en la vinculación con la industria e incluso con productos en el mercado. En ellas se han identificado alrededor de 750 investigadores en el SNI. Los productos potenciales generados por los grupos del campo podrían potenciarse en la medida de que cuenten con el apoyo especializado para la coordinación e integración de equipos de trabajo para la generación de nuevas tecnologías considerando aspectos técnicos, económicos, legales, etc. La creación de un Centro de esta naturaleza es una necesidad manifestada por investigadores en el campo, quienes en algunos casos no tienen desa-

rrillos en aplicación por la falta de apoyo para negociar. De acuerdo con la sugerencia, la UAM-I podría ser la sede de este Centro, aportando la experiencia de sus investigadores en esta área. No existe todavía una propuesta formal.

LABORATORIO DE ALTA TECNOLOGÍA GENÓMICA
(LABORATORIO A CONSOLIDAR)

El objetivo de este laboratorio es implementar eficientemente las metodologías para la secuenciación a gran escala de DNA, la determinación de transcriptomas y la caracterización de proteomas. Se pretende proveer servicio al menos a nivel regional y potencialmente a nivel nacional. El establecimiento de este laboratorio ha sido ya iniciado con recursos semilla por parte de la UNAM, para

establecerlo en la ciudad de Cuernavaca. Sin embargo, la propuesta es que éste sea un laboratorio bajo la responsabilidad de un consorcio de diferentes participantes, que pudieran incluir instituciones educativas, empresas y gobierno. Cabe señalar que muchos de los equipos utilizados en el campo de la biotecnología y disciplinas afines se vuelven obsoletos rápidamente, lo cual dificulta la modernización y competitividad de las instituciones, por lo cual, es particularmente pertinente crear algunos laboratorios nacionales o centrales para la óptima implementación y utilización de determinadas metodologías. El Laboratorio de Alta Tecnología forma parte de un programa especial para el impulso de las ciencias genómicas en la UNAM, mismo que también incluye la creación de un nodo de Bioinformática, y de una licenciatura en Ciencias Genómicas, todo ello en el Campus de Cuernavaca de la UNAM.

5

COMUNICACIÓN SOCIAL EN BIOTECNOLOGÍA

5.1 RESUMEN EJECUTIVO

SI BIEN LA BIOTECNOLOGÍA SE ESTÁ VOLVIENDO FAMOSA, TAL parece que muy pocos entre el público en general entienden los conceptos básicos detrás de esta tan revolucionaria y a veces controvertida tecnología. No es de extrañarse entonces que la biotecnología sea un tema que ha sido muy fácil de tergiversar, sobre el que se han difundido muchos miedos infundados y verdades a medias, que han confundido al público. Es evidente que la Sociedad requiere de información confiable, balanceada y con bases científicas pero que sea accesible al gran público. Para cumplir con el objetivo de definir una estrategia nacional de comunicación social sobre biotecnología, se llevaron a cabo las siguientes acciones, que han derivado en los resultados que también se resumen a continuación:

1. Creación de un centro virtual de información en la Agencia de Noticias de la Academia Mexicana de Ciencias. Se decidió iniciar este esfuerzo en la AMC debido principalmente a su reconocido prestigio y credibilidad, y facilidad operativa.

2. Generación de secciones de 'Biotecnología y Sociedad' en páginas institucionales que formaran una red. Se ha invitado a participar en esta iniciativa a diversas instituciones de investigación y a la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería.

3. Incorporación de documentos en el centro virtual y a la red. Actualmente, la sección de "Biotecnología y Sociedad" cuenta fundamentalmente con el apartado "Biblioteca de Biotecnología", en donde se presentan las reseñas de varios libros de divulgación. Se han difundido también eventos y actividades de relevancia actual en biotecnología, por ejemplo, los fundamentos de la iniciativa de la ley de bioseguridad.

4. Elaboración de material de difusión impreso sobre el Centro virtual y material de difusión sobre la biotecnología. El Centro virtual ha sido promocionado a través de un tríptico impreso que ha sido distribuido en forma limitada en algunos eventos. Asimismo, se elaboró un folleto de difusión sobre biotecnología y en donde se resumen algunas de las fortalezas de la biotecnología mexicana y se invita al público a informarse objetiva y balanceadamente al respecto. Este folleto (10,000 ejemplares) será distribuido principalmente entre profesores y alumnos del nivel medio superior en varios estados de la República.

5. Elaboración de un libro sobre fundamentos y casos exitosos de la biotecnología, el cual está en sus fases finales de elaboración y en donde participan varios de los miembros del Comité.

El seguimiento de estas acciones así como su impacto final en la Sociedad dependerá en buena medida de que se aseguren recursos que permitan:

1. Consolidar el centro virtual de información mediante la firma de convenios específicos entre la AMC, la SMBB, instituciones académicas y el CONACyT.

2. Difundir ampliamente éste centro virtual a través de una campaña a nivel nacional que involucre la distribución masiva del folleto elaborado y otras formas de publicidad.

3. Profesionalizar las actividades de divulgación mediante la contratación de al menos tres personas que se dedican al mantenimiento y desarrollo del Centro virtual.

4. Promover, a través del Centro virtual, que se lleven a cabo otras actividades de divulgación/discusión pública de temas actuales de biotecnología, principalmente para profesores de disciplinas científicas, periodistas, divulgadores, etc.

5.2 OBJETIVO

Elaborar una propuesta en la que se defina una estrategia general para la comunicación social de la biotecnología, en la que se busque comunicar de manera balanceada y con sustento científico, a la sociedad y a los cuerpos legis-

lativos, de los beneficios y los posibles riesgos del uso de la biotecnología, así como de las consecuencias de no aprovechar la biotecnología para la solución de problemas nacionales.

5.3 INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

No hay duda de que el DNA y la biotecnología se han vuelto famosos. Esta revolución tecnológica ya está presente en nuestra vida cotidiana. Aparece en revistas populares y constituye la portada de revistas de prestigio. Está en revistas de divulgación científica e incluso ilustra las portadas de las revistas que regalan en los aviones. Los biotecnólogos más destacados aparecen en revistas de negocios y son motivo de reportajes en los periódicos. La oveja *Dolly* fue una estrella periodística y el desciframiento del genoma humano, no sólo aparece en la portada de las revistas científicas más importantes del mundo, sino que es noticia de primera plana en los diarios. Sin embargo, no hay que olvidar que la biotecnología ha sido una aliada de la especie humana desde tiempos inmemoriales y gracias a la cual ha sido posible el desarrollo de productos como los antibióticos, las vacunas, los alimentos fermentados, entre muchos otros y cuyas metodologías han permitido el tratamiento de efluentes industriales y urbanos. Todo ello mucho tiempo antes de que la palabra “transgénico” llamara nuestra atención.

Sin embargo, en este alud de información, es posible que el público perciba principalmente los riesgos, ya que - en general- son los riesgos los que más atención reciben de los medios masivos de comunicación. Si bien la biotecnología se está volviendo famosa, tal parece que muy pocos entre el público en general comprenden los conceptos básicos detrás de esta tan avanzada y a veces controvertida revolución tecnológica. No es de extrañarse entonces que la biotecnología sea un tema que ha sido muy fácil de distorsionar, sobre el que se han difundido muchos miedos infundados y verdades a medias, que han confundido al público. Es evidente que la Sociedad requiere de información confiable, balanceada y con bases científicas pero que sea accesible al gran público. Esta información resultará crucial para que nuestra Sociedad en su conjunto (y en particular los legisladores y los consumidores), tome las decisiones en relación a la biotecnología, con pleno conocimiento de causa y basadas en información científica incuestionable. El ciudadano y el consumidor deben estar muy alertas y no dejarse manipular ni confundir por el amarillismo, la conveniencia comercial o las posiciones consignatarias que privilegian la percepción sobre la verdad. Es fundamental que la Sociedad en su conjunto se haga copartícipe de esta revolución científico-tecnológica, quizás la de mayor envergadura y trascendencia que haya desarrollado la humanidad.

Como se ha señalado, la biotecnología es estratégica para México y contamos con capacidad científica y tecnológica para capitalizar las numerosas ventajas que esta tecnología ofrece, así como para medir y manejar cuidadosamente los posibles riesgos inherentes a ella. Como Sociedad tenemos el gran reto de plantear los logros y potencial de la biotecnología incluyendo sus perspectivas ética, social y humana, así como fomentar un debate razonado de las implicaciones de la biotecnología moderna, proporcionando información accesible sobre los principios básicos y avances de esta revolucionaria tecnología. El ciudadano común estará cada vez más cercano a la biotecnología y sus aplicaciones y tiene derecho a estar informado con la mayor de las objetividades.

A partir de la publicación del libro *Biotecnología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI: Retos y oportunidades* (Bolívar et al, 2002) se plantearon una serie de nuevos objetivos para dar seguimiento a varias recomendaciones de este documento y en particular, a las expresadas en el Cap. 5 “Percepción pública de la biotecnología” (Galindo y Gálvez, 2002) que enfatizaba sobre la necesidad de aprovechar y abrir espacios para la difusión de conocimientos, procedimientos e impactos de la biotecnología. Para ello, se constituyó un sub-comité de comunicación social para elaborar propuestas específicas, las estrategias respectivas y llevar algunas acciones piloto en torno a los aspectos detectados como más importantes.

En el documento inicial para preparar la actividad de la subcomisión, se consideraba el siguiente objetivo general: “*Profesionalizar la discusión, la comunicación y el análisis de la bioseguridad, la bioética y la bioprospección por parte de la sociedad mexicana*”.

En el primer documento elaborado por el grupo de trabajo para abordar esta tarea, se incluyó como resumen ejecutivo, la siguiente propuesta general:

Se elaborará una propuesta que, por iniciativa del Comité Consultivo en Biotecnología, permita agilizar procesos de comunicación de la ciencia y la técnica para el mejor entendimiento y apreciación de la biotecnología. El objetivo se refiere a una participación mas activa de sectores académicos en investigación, docencia y divulgación cultural, para utilizar medios convencionales y novedosos de comunicación y lograr una participación mas amplia de otros sectores en el conocimiento, análisis y discusión de conceptos y contextos en este respecto. La estrategia princi-

pal se refiere a la definición, establecimiento y articulación de instancias que tendrán a su cargo las labores fundamentales de este proceso de comunicación. Se esperan resultados en cuanto a la aparición facilitada de manifestaciones e instrumentos que hagan más accesibles a nivel educativo, productivo y cultural, varios aspectos relativos de la biotecnología (especialmente prácticas y enfoques como la bioprospección, la bioseguridad y la bioética).

Esta propuesta fue desarrollada, depurada y presentada en una forma más sucinta en diversas reuniones de la sub-comisión y del Comité en pleno. La labor de la sub-comisión ha sido poner en contexto y llevar a cabo algunas de las acciones para establecer políticas institucionales y coordinadas de difusión que contribuyan a proporcionar información a diferentes sectores con el fin de mejorar el nivel de discusión en el debate actual sobre las aplicaciones de la biotecnología moderna.

5.4 ESTADO DEL ARTE

El estado del arte en lo que se refiere a la percepción pública de la biotecnología en México no ha variado importantemente respecto a lo que se consignó en el estudio previo (Galindo y Gálvez, 2002). Sin embargo, vale la pena comentar algunos elementos nuevos respecto a experiencias de percepción/divulgación que se han llevado a cabo en nuestro país:

a) Una encuesta sobre percepción pública de la biotecnología (en la población adulta) de México, comisionada por el *Council for Biotechnology Information* (2002) indicó lo siguiente:

— Aproximadamente el 50 % de los mexicanos entrevistados están familiarizados con los términos “biotecnología” y “cultivos transgénicos”.

— Aunque sólo el 13 % de los encuestados indicó haber oído o leído algo sobre biotecnología en los medios masivos de comunicación, la mayoría (54 %) percibió esta información como negativa.

— El 39 % de los entrevistados está de acuerdo con los beneficios potenciales de la biotecnología.

— El 45 % de los encuestados considera que los alimentos GM son menos seguros que otros tipos de alimentos.

— En general, la información y la “conciencia” acerca de la biotecnología es menor en México que en EUA y Canadá pero su percepción negativa es mayor.

— No hay diferencias importantes de percepción entre la población en general, líderes de opinión, muestra urbana y muestra rural.

— Los académicos, médicos y maestros son la fuente de información más creíble para el público.

b) El libro *Biotecnología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI: Retos y oportunidades*, editado originalmente por el CONACyT en el 2001, ya se encuentra comercialmente disponible (editado por el Fondo de Cultura Económica).

c) La organización de varios eventos en donde se llevaron a cabo acciones de divulgación y de discusión sobre las implicaciones de la biotecnología, destacando:

- La exposición “Alimentos transgénicos” inaugurada en *Universum* en julio de 2002, y que ha servido como una presentación en un ambiente museográfico, de varios elementos generales y locales para el conocimiento, reflexión y apreciación del desarrollo de la biotecnología en México.

- El Foro *Éxitos y Perspectivas de la Biotecnología en México* (organizado por la AMC, SMBB, CANACINTRA y el CONACyT, en octubre de 2002). Cabe resaltar que en este evento se distribuyeron trípticos alusivos al sitio de la Agencia de Noticias de la AMC, el cual registró un incremento relativamente importante en el número convencional histórico de visitas virtuales.

- El Foro *Alimentos transgénicos: un problema y una solución desde la interdisciplina*, llevado a cabo del 26 al 28 de Noviembre de 2002 en Cd. Universitaria, en donde se presentaron parte de los enfoques y acciones generales obtenidas de este proyecto. La primera impresión después de este evento, es que la exposición y discusión abiertas sobre estos temas, aún con importantes limitaciones, permite que el ambiente sea menos polarizado.

d) La aparición de nuevos libros de divulgación sobre temas muy actuales de la biotecnología, destacando el de *Alimentos Transgénicos* y el de *El Genoma Humano*, ambos publicados por DNA Editores-CONACULTA.

e) La intensificación del cabildeo a nivel del poder legislativo y también del ejecutivo y presencia en la prensa por parte de ONGs (principalmente *Greenpeace*) y la industria agrobiotecnológica multinacional (a través de *AgroBIO México*). Cabe destacar la presencia cada vez mayor del sector académico (principalmente a través de la *Academia Mexicana de Ciencias*).

Recientemente, y como resultado de un análisis detallado y un cabildeo muy intenso a lo largo de varios meses, de diferentes grupos y sectores, incluyendo el

académico, la Cámara de Senadores aprobó la Ley de Bioseguridad para el Manejo de OGMs, la cual fue enviada a la Cámara de Diputados.

5.5 METODOLOGÍA

A partir del análisis de las recomendaciones y de su correspondencia con los objetivos específicos de este proyecto, se discutieron distintas alternativas, definiciones y contextos para determinar la materia de trabajo en comunicación de la biotecnología. En principio fueron consideradas las que a continuación se mencionan:

- Principios y estrategias de la comunicación social de la ciencia y la tecnología
- Mecanismos de evaluación continua de la percepción pública

- Apoyo a programas educativos formales y no-formales en la materia
- Investigación participativa desde o con entidades públicas, empresas privadas y organizaciones no-gubernamentales
- Aprovechamiento de recursos informáticos (institucionales) enlazados y/o compartidos
- Elaboración/ promoción de medios impresos accesibles
- Producción/ difusión de materiales audiovisuales actualizados

5.6 MARCO DE REFERENCIA, HIPÓTESIS CENTRAL Y MODELO OPERATIVO

Se concibió un marco de referencia que incluyera los componentes principales del sistema de comunicación y que se derivara de algunas de las aseveraciones del proyecto original, a modo de justificar los objetivos y el modo de operación. En este sentido se incluyeron aseveraciones tales como:

- La biotecnología está relacionada con (la satisfacción de) necesidades primarias de la humanidad: alimentación, salud y uso diverso de recursos naturales.
- Su desarrollo se manifiesta en la generación de conceptos e capacidades técnicas concretas para alterar los componentes más esenciales de la naturaleza en beneficio de la sociedad.

La percepción pública de la biotecnología en México se refiere a opiniones sobre su impacto (productivo, educativo y cultural) en distintos sectores o ámbitos. Existen ámbitos especiales de impacto que pueden ser categorizados a fin de ser monitoreados más directamente a nivel público y son los relativos a:

- a. Inocuidad alimentaria, en salud pública y ambiental: Bioseguridad
- b. Aspectos morales, jurídicos y socioculturales: Bioética
- c. Repercusiones económicas, tecnológicas y políticas: Bioprospección

La hipótesis de trabajo se manejó como la posibilidad de ‘profesionalizar la discusión...’, a través de estrategias específicas, utilizando indicadores sencillos y confiables. Esta idea puede resumirse como sigue:

Si la biotecnología en México ha mostrado un crecimiento aún limitado, beneficios potenciales inexplorados, riesgos desconocidos o sobrestimados, parcialmente como resultado de una comunicación deficiente entre los distintos sectores involucrados, entonces, para establecer una política de comunicación (que permita alcanzar los objetivos del proyecto), es importante considerar la modificación –en cantidad y calidad–, de los contenidos del flujo de información entre los distintos sectores.

Por simplificación, los elementos considerados para el modelo operativo, incluyen:

1. Los objetos del flujo informativo: sus disciplinas constituyentes, los conocimientos fundamentales en la materia, información sobre los procedimientos e instrumentos y de los productos tecnológicos, datos sobre políticas y tendencias de desarrollo, y la normatividad actual.
2. Los sujetos de la comunicación: los actores sociales, comprendidos en cuatro sectores generales: el académico (investigación y docencia), el productivo (rurales e industriales) y los usuarios (como individuos y organizaciones),

además del gobierno englobando a sus órganos legislativos y reguladores. En este punto, se consideró determinar y/o aprovechar los recursos y elementos esenciales (o usuales) para la toma de decisiones en cada uno de ellos.

Los ámbitos de interacción e impacto se establecieron de forma inicial- como los siguientes:

- ámbito educativo (interacción académico-usuarios)
- ámbito de desarrollo tecnológico (interacción académico-productivo)
- ámbito de comercialización (interacción productivo-usuarios)
- ámbito regulatorio (interacción gobierno y los otros tres).

Este proyecto tiene entonces el reto de transformar la actual o eventual indiferencia, complacencia o polarización al respecto de la biotecnología en México, en (por lo menos) un diálogo formal, documentado, plural y atractivo en el espacio de los distintos ámbitos referidos antes. El punto de arranque es la iniciativa del sector académico para promover, impulsar y dinamizar este flujo informativo a partir de información oportuna, confiable y completa a través de distintos medios de comunicación, y en los ámbitos de su competencia.

Finalmente, es importante resaltar también que los resultados deben referirse a indicadores evaluables asociados con una toma de conciencia social y el surgimiento de una política nacional orientada al establecimiento de metas y mecanismos generales:

En **Bioseguridad**, como un apoyo significativo hacia la integración de la investigación y aplicación de tecnologías seguras a nivel de sanidad pública, desarrollo agroalimentario y gestión ambiental.

En **Bioética**, como una articulación y utilización de un marco jurídico y regulatorio definido, que garantice que la aplicación de las técnicas de diagnóstico y terapéuticas (entre otras), respete la dignidad y derechos de las personas, considerando la privacidad biológica.

En **Bioprospección**, como acuerdos explícitos en los que la exploración y el aprovechamiento de los recursos genéticos del país, ocurra de modo sustentable, es decir, incluyendo condiciones o prácticas que mantengan el equilibrio ecológico a la par de asegurar una rentabilidad económica y una distribución equitativa de beneficios a todos los involucrados.

5.7 FINES ESPERADOS

Como se estableció en el convenio con el CONACyT, el compromiso consistió en la elaboración de una propuesta en la que se definiera una estrategia general o nacional de comunicación social sobre Biotecnología, para comuni-

car de una manera balanceada, a la sociedad y a los cuerpos legislativos, de los beneficios y los posibles riesgos del uso y del posible desaprovechamiento de la biotecnología moderna.

5.8 ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Para cumplir con los objetivos específicos planteados, este sub-comité decidió llevar a cabo las siguientes acciones:

1. Creación de un centro virtual de información
2. Generación de secciones de 'Biotecnología y Sociedad' en páginas institucionales que formaran una red
3. Incorporación de documentos (libros, pronunciamientos, etc.) en el centro virtual y a la red
4. Elaboración de material de difusión impreso sobre la iniciativa y material de difusión sobre la biotecnología
5. Elaboración de un libro sobre fundamentos y casos exitosos de la biotecnología

A continuación se describen las actividades y logros de cada una de ellas:

1. Establecer un sitio de Internet dinámico para reunir este material, recomendarlo y hacerlo accesible tanto a los medios de comunicación, a las instancias del poder legislativo (comisiones) y del ejecutivo (secretarías), a la academia misma, así como al resto de los sectores educativos, productivos y a la población en general.

Para esta tarea, el Comité decidió iniciar este esfuerzo en el seno de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), principalmente debido a su reconocido prestigio y credi-

bilidad y a que la AMC tiene una considerable experiencia en la divulgación científica y cuenta con una Agencia de Noticias. Por ello se gestionó con las autoridades de la AMC y con los responsables técnicos de su Agencia de Noticias, que esta organización pudiera servir como base inicial en este proyecto. Se elaboró una mecánica de comunicación entre los operadores particulares de los diversos sitios-fuente.

Se obtuvo una colaboración muy productiva con la Agencia de Noticias de la AMC para lanzar la liga específica del campo disciplinario. Ésta se integró con tres secciones iniciales. Actualmente, la sección de “Biotecnología y Sociedad” cuenta fundamentalmente con el apartado “Biblioteca de Biotecnología”, en donde al día de hoy se presentan las reseñas de nueve libros de divulgación.

Por otra parte, se elaboraron borradores sobre las propuestas de mecanismos de generación y acceso a los reportes de investigación y desarrollo de las instituciones participantes. Asimismo, se planteó establecer un archivo virtual (acumulativo e indexado) sobre las noticias y los temas de relevancia dentro del sitio de la AMC; no obstante, es necesario resolver antes varios problemas operativos para proseguir con esta tarea.

2. Integrar una red, fundamentalmente académica, para obtener información sobre investigación científica y desarrollo tecnológico sobre biotecnología en México.

Para esta actividad, se planteó recurrir a algunas instituciones definidas como ‘nodos’ iniciales del proyecto, haciéndoles una invitación a través de sus autoridades y personal operativo (*webmasters*), para reunir información sobre sus áreas de especialidad; para definir un espacio de consulta tipo divulgación (las secciones/ligas de ‘Biotecnología y Sociedad’ en sus páginas web institucionales) y para hacer entregas periódicas de información a un centro de acopio informático.

Se enviaron invitaciones a quienes se consideró podrían ser instituciones iniciadoras de una “Red Mexicana de Información en Biotecnología”. La respuesta ha sido muy limitada y la participación real aún más escasa, ya que, con la excepción del IBT-UNAM quien ya inició la reestructuración de su sección de “Biotecnología y Sociedad” en su página de Internet (ver www.ibt.unam.mx) no se han obtenido otras respuestas ni la generación de secciones/ligas dedicadas a este fin. Se seguirá insistiendo en este proyecto buscando hablar directamente con los Directores o responsables de estas instituciones. Por otro lado, se consideró que a través de organizaciones gremiales de la

biotecnología, principalmente la más activa de ellas, la *Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería* (SMBB) se podría tener más éxito. Se invitó a la Mesa Directiva Nacional de esta Sociedad, quien a su vez invitó a sus Delegaciones Regionales y varias de ellas han manifestado interés en participar en esta iniciativa.

3. Consolidar un núcleo académico interinstitucional que tuviera capacidad de consulta y decisión sobre la organización de contenidos en este sitio.

Tras el tercer objetivo, se contemplaba que el seguimiento y evaluación inicial de la organización y contenidos del sitio, podrían ser ejercidos por el sub-comité de comunicación social. La experiencia indicó que esto sería poco ágil y que la responsabilidad debería recaer en un grupo pequeño de profesionales, especializados en la comunicación de la biotecnología.

4. Elaboración de material de difusión impreso sobre la iniciativa y sobre biotecnología.

El sitio en la página de la Agencia de Noticias de la AMC ha sido promocionado a través de un tríptico impreso que ha sido distribuido en forma limitada en algunos eventos, así como por medio de un comentario editorial en la revista *¿Cómo ves?* (Año 4, Num. 48, p. 35, 2002) y en la revista *Ciencia y Desarrollo* (Vol. 29, No. 169, p. 32-33, Marzo/Abril 2003).

Asimismo, se elaboró un folleto de difusión sobre las ventajas y cuestionamientos de la biotecnología y en donde se resumen algunas de las fortalezas de la biotecnología mexicana y se invita al público a informarse objetiva y balanceadamente al respecto. Se hizo un tiraje inicial de 10,000 ejemplares, los cuales están siendo distribuidos principalmente entre profesores y alumnos del nivel medio superior en varios estados de la república, a través de los coordinadores estatales de las olimpiadas de química y de biología de la AMC, de las delegaciones de la SMBB y de contactos directos. Este boletín también se ha distribuido a nivel de las Cámaras de Senadores y Diputados del Congreso de la Unión.

La portada de ese folleto se publicó en encartes que aparecieron en la revista *El Faro* (Año 3, Num. 28, p. 15, Julio 3, 2003), la revista *Hypatia* (No. 8, Año 3, p. 5, Abril-Junio 2003) y el boletín *El Biotlahuica* (Año 9, No. 1, p. 15, Enero-Febrero 2003).

5. En cuanto a la elaboración del libro “Fundamentos y casos exitosos de la Biotecnología”, este documento está siendo elaborado por varios miembros del Comité. En el anexo se presenta el índice del libro.

5.9 CONCLUSIONES DE LAS EXPERIENCIAS PILOTO

- Un sitio como el que se gestó en la página de la Agencia de noticias de la AMC tendría buena acogida y sería particularmente útil en el enrarecido ambiente alrededor de los “transgénicos” que priva en la actualidad en nuestro país.
- Se requiere, además de la voluntad y tiempo de la comunidad biotecnológica nacional, recursos que permitan consolidar esta iniciativa.

5.10 RECOMENDACIONES

Con base en los resultados y consideraciones presentadas, se proponen las siguientes recomendaciones para avanzar en el propósito de desarrollar una estrategia adecuada para la comunicación social de la biotecnología.

1. Consolidar el Centro virtual de información. Se propone que la AMC firme un convenio con el CONACyT, la SMBB y con otras instituciones académicas con el fin de promover una participación más activa de éstas últimas en la generación de información para el sitio virtual. En este sentido se propone incorporar las nuevas publicaciones sobre biotecnología y bioseguridad y de disciplinas afines que se vayan generando, en este Centro virtual.

2. Difundir ampliamente este Centro virtual. Se propone, en función de la experiencia de la distribución piloto del folleto, su eventual adecuación y posterior distribución que permita la difusión masiva del sitio en la Agencia de Noticias de la AMC, principalmente entre profesores y alumnos de educación media superior. Se propone elaborar anuncios o convocatorias para varios medios impresos de mayor difusión (Gaceta UNAM, encartes institucionales, desplegados semanales de la AMC y circulares personalizadas dentro de los sistemas de administración escolar, por ejemplo en el CCH y la ENP de la UNAM).

3. Profesionalizar las actividades de divulgación. Se propone establecer un cuerpo de profesionales y el aseguramiento de sus recursos operativos para que las actividades de divulgación sobre biotecnología se lleven a cabo de una forma amplia, sistemática y persistente. Se estima que la forma idónea de operar sería con base en la *Academia Mexicana de Ciencias*, en donde se propone se contraten al menos tres personas que se dedicaran al mantenimiento y desarrollo del sitio específico de biotecnología y que fueran los enlaces directos con el CONACyT, la *Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería* y con otros posibles actores.

4. Promover, a través del núcleo que se establecería en la AMC y en colaboración con la SMBB, instituciones de investigación y el CONACyT, que se lleven a cabo **otras actividades de divulgación/discusión pública** de temas actuales de biotecnología, los cuales podrían incluir la organización de foros amplios de consulta y discusión nacionales (por cultivo, industria, sector de investigación, etc.), la organización de eventos de difusión de nivel regional e internacional (por especialidad, región, etc.), y la organización de talleres de capacitación (para maestros en disciplinas científicas, periodistas, divulgadores, etc.).

5.11 ANEXOS

Anexo 1. Libro Fundamentos y Casos Exitosos de la Biotecnología

Contenido

<p>Fundamentos de la Biotecnología</p> <ul style="list-style-type: none"> • Algunos acontecimientos relevantes en el desarrollo de la biotecnología • Introducción general • Capítulo I Moléculas informacionales en la célula viva: ácidos nucleicos y proteínas Francisco G. Bolívar Zapata • Capítulo II Ingeniería genética; las herramientas y los métodos para aislar, amplificar, caracterizar y manipular el DNA Francisco G. Bolívar Zapata • Capítulo III Ciencia genómica y proteómica. El genoma y el proteoma humano Francisco G. Bolívar Zapata • Capítulo IV Surgimiento de la Biotecnología moderna; microorganismos transgénicos y producción de proteínas heterólogas Francisco G. Bolívar Zapata 	<ul style="list-style-type: none"> • Capítulo V Manipulación genética de animales: transgénesis y clonación Hugo A. Barrera Saldaña • Capítulo VI Plantas transgénicas Luis Herrera-Estrella y Miguel Martínez • Capítulo VII Ingeniería de proteínas y evolución dirigida Xavier Soberón • Capítulo VIII Ingeniería celular (microbiana) Guillermo Gosset Lagard y Francisco G. Bolívar Zapata • Capítulo IX Ingeniería bioquímica Octavio Tonatiah Ramírez Reivich • Capítulo X Biotecnología y biodiversidad Jorge Soberón y Jordan Golubov • Capítulo XI Biotecnología agroecológica, biodiversidad y agricultura sustentable José Antonio Serratos Hernández • Bibliografía
---	--

Contenido detallado

<p>Capítulo I Moléculas informacionales en la célula viva: ácidos nucleicos y proteínas La célula viva: componentes y funciones. Los cromosomas son las estructuras celulares donde reside el material genético. La estructura del DNA. El DNA; su replicación y la síntesis de proteínas. Mutación; colinearidad entre el gene y su producto protéico. Las proteínas; estructura y función biológica. Regulación de la expresión genética. Caracterización de los procesos y de las herramientas celulares.</p>	<p>Técnicas para la generación y separación de fragmentos de DNA. Síntesis química de DNA. Métodos para determinar la secuencia de nucleótidos del DNA. Reacción en cadena de polimerasa o PCR. El vehículo molecular, herramienta fundamental para la clonación y expresión de genes. El diseño y construcción de sistemas de expresión de material genético para la producción de proteínas.</p>
<p>Capítulo II Ingeniería genética; las herramientas moleculares y los métodos para aislar, caracterizar y manipular el DNA La manipulación <i>in vitro</i> del material genético. Las herramientas celulares; enzimología de ácidos nucleicos.</p>	<p>Capítulo III Ciencia genómica, proteómica y bioinformática. El genoma y el proteoma humano Genes interrumpidos; síntesis y procesamiento de RNA. El genoma, el transcriptoma y el proteoma del organismo vivo. Las bases de datos de información genómica y proteómica. La bioinformática. Estudio de la expresión génica y los microarreglos.</p>

Contenido detallado (Continúa)

	El genoma y el proteoma humano. El uso e impacto de la información genómica en la salud; el inicio de la medicina molecular.	Plantas transgénicas resistentes a insectos. Plantas transgénicas con mayor tolerancia a factores ambientales. Las plantas como biorreactores. Producción de vacunas orales en plantas transgénicas. Uso comercial de plantas transgénicas. Algunos aspectos de bioseguridad relacionados a la siembra y consumo de alimentos transgénicos. Perspectivas y conclusiones.
Capítulo IV	Surgimiento de la biotecnología moderna; microorganismos transgénicos y producción de proteínas heterólogas El nacimiento de la biotecnología moderna. Producción de proteínas recombinantes para uso clínico; los primeros ejemplos. Vacunas y anticuerpos recombinantes. Animales y plantas transgénicas para la producción de proteínas humanas.	Capítulo VII Ingeniería de proteínas y evolución dirigida Las proteínas como las herramientas celulares. Biotatálisis y biotecnología moderna. Retos a resolver. Mitos y realidades. Enfoques: • la ingeniería de proteínas "clásica". • evolución dirigida. Ámbito de oportunidades.
Capítulo V	Manipulación genética de animales: transgénesis y clonación Diseño y construcción de los primeros animales transgénicos. Auge de la transgénesis. Metodología. Métodos físicos • Microinyección • Sonicación • Electroporación Métodos químicos • Fibras • Liposomas Métodos biológicos • Retrovirus, adenovirus o virus asociados • Vectores espermáticos • Células estaminales Animales transgénicos con fines de investigación básica y aplicada. Transgénesis con fines comerciales. Industria biotecnológica. Clonación animal. Métodos de clonación. • Disgregación celular • Transferencia nuclear Primeros ejemplos de clonación de animales. Aplicaciones de la clonación. Reescribiendo la historia natural.	Capítulo VIII Ingeniería Celular (microbiana) La producción de alimentos y bebidas por procesos de fermentación; el desarrollo de la biotecnología. Fisiología microbiana. • Transporte. • Metabolismo. • Regulación genética del metabolismo. La importancia del conocimiento del transcriptoma y el proteoma de la célula para la comprensión fina del metabolismo celular. El metaboloma. Análisis de flujos metabólicos. Análisis de control metabólico. La ingeniería celular y la bioingeniería de procesos. Estrategias generales de la ingeniería celular. Ingeniería celular para la producción de compuestos aromáticos en <i>E. coli</i> , primeros ejemplos. • Características generales de las vías de síntesis de compuestos aromáticos. • Modificación de componentes de la vía común de síntesis de compuestos aromáticos para incrementar el flujo de carbono hacia corismato. • Modificación del metabolismo central para evitar la pérdida de esqueletos de carbono hacia otras vías. • Cepas de <i>E. coli</i> productoras de fenilalanina.
Capítulo VI	Plantas transgénicas La importancia de las técnicas de fitomejoramiento para incrementar la producción agrícola. Métodos de transformación genética de plantas. El sistema de <i>Agrobacterium tumefaciens</i> . Biolística. Aplicaciones de la ingeniería genética de plantas. Mejoramiento de la composición y cualidades de semillas y frutos. Alteración de la vida de anaquel de frutos. Resistencia a virus, bacterias y hongos fitopatógenos.	Capítulo IX Ingeniería Bioquímica La misión de la ingeniería bioquímica. • Los orígenes de la ingeniería bioquímica y los bioprocesos. • La ingeniería bioquímica moderna. El cultivo de microorganismos, células y tejidos para la generación de productos. Entendiendo las características y requerimientos de la célula para producir metabolitos.

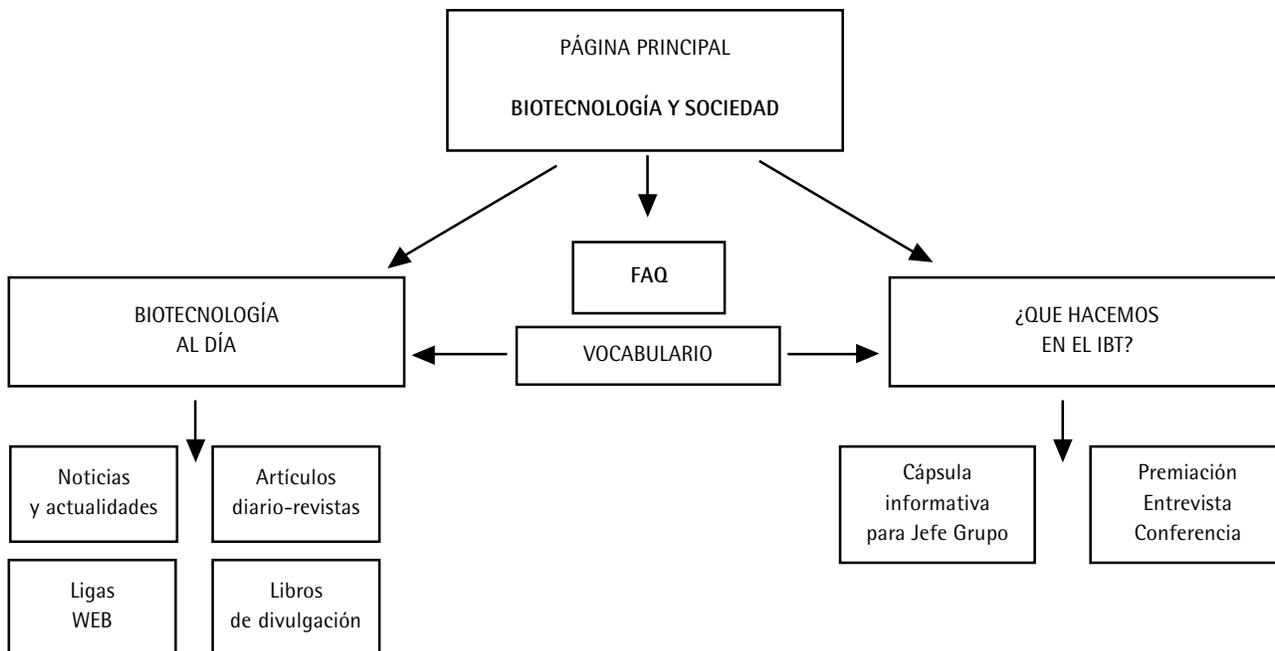
Contenido detallado (Continúa)

Capítulo X	<ul style="list-style-type: none">• Estequiometría del crecimiento celular y producción de metabolitos.• Cinética del crecimiento celular y producción de metabolitos. Funcionamiento y diseño de biorreactores: importancia del entorno celular. <ul style="list-style-type: none">• Fenómenos de transporte.• Modos de operación. El traslado del laboratorio a la industria. <ul style="list-style-type: none">• Escalamiento ascendente.• Escalamiento descendente. Instrumentación y control de bioprocesos.	<ul style="list-style-type: none">• Métodos de la biología molecular aplicados a la conservación y manejo de la biodiversidad• Posibles riesgos; la bioseguridad El potencial de la biotecnología y la biodiversidad <ul style="list-style-type: none">I. El potencial que la biodiversidad ofrece a la actividad biotecnológica como materia primaII. Las especies de México como fuente de materia primaIII. Acceso a los recursos genéticos
		Capítulo XI
		Biotecnología agroecológica, biodiversidad y agricultura sustentable
		Biotecnología y producción agrícola sustentable. Ecosistemas y agroecosistemas. Situación de los agroecosistemas en México. Agricultura sustentable y biotecnología agrícola.
		Bibliografía (de todos los capítulos).

Casos Exitosos

- La vacuna contra la hepatitis B: un éxito de la biotecnología. Carlos Arias Ortiz
 - La producción de hormonas del crecimiento por técnicas de ingeniería genética; su utilización en los sectores de la salud y pecuario. Hugo Barrera Saldaña, Iram P. Rodríguez Sánchez, Celia N. Sánchez Domínguez, Antonio A. Pérez Maya, Jorge A. Ascacio Martínez y Gerardo Padilla Rivas
 - La experiencia del Grupo Savia en el campo mexicano. Pedro Bosch Guha
 - Biocontrol de plagas agrícolas y enfermedades de las plantas. Eduardo Torres Sánchez, Héctor M. Cárdenas Cota y Ma. Mayra de la Torre Martínez
 - Peces transgénicos en acuicultura; el caso del supersalmón. Adolfo Gracia Gasca
 - Casos exitosos de la tecnología enzimática y la biocatálisis en México. Agustín López-Munguía Canales
 - Una experiencia en el desarrollo de tecnología biológica para el tratamiento de aguas residuales. Adalberto Loyola Robles
 - Mejoramiento de características y calidad alimentarias y nutraceuticas de plantas mediante biotecnología molecular; algunos ejemplos. Juan Alberto Osuna-Castro y Octavio Paredes-López
 - Biotecnología Farmacéutica Moderna en México: El caso de Probiomed S.A. de C. V. Octavio Tonatiuh Ramírez Reivich y Jaime Uribe de la Mora
 - El desarrollo de bioprocesos para el tratamiento de aire contaminado emitido por fuentes fijas. Sergio Revah Moiseev e Irmene Ortiz López
 - Desarrollo y aplicación del proceso biofermel: una tecnología para la alimentación de ganado. Gustavo Viniestra González
 - Las herramientas biotecnológicas para el diagnóstico de enfermedades de las plantas y para su mejoramiento genético. Irineo Torres-Pacheco, Mario Martín González Chavira y Ramón Gerardo Guevara González
-

DIAGRAMA PÁGINA ELECTRÓNICA IBT (COMITÉ DE DIVULGACIÓN)



Página principal: Se conserva la presentación actual en la portada del servidor.

Al acceder a **Biología y Sociedad** se despliega una página que contiene cuatro rubros con las siguientes características y contenidos:

BIOTECNOLOGIA AL DIA:

Contendrá noticias y actualidades que nos hagan llegar investigadores y estudiantes.

Artículos periodísticos y en revistas ya existentes (si son vigentes) y nuevos; legislación e información de interés.

Libros de Divulgación o de Texto

Ligas en WEB que nos sean recomendadas por el personal académico.

¿QUÉ HACEMOS EN EL IBT?:

Resúmenes de los proyectos y líneas de investigación que desarrollan los investigadores del Instituto. Esta Sección no repetirá el contenido de "NUESTRA GENTE", ya que serán documentos con lenguaje y contenido sencillo y accesible. Se podría actualizar y ampliar las "Cápsulas" ya existentes mediante una consulta con los jefes de grupo, vía Email. Podrá incluir una sección premiaciones, entrevistas, conferencias, etc.

VOCABULARIO:

Contendrá un glosario con los términos científicos y técnicos más usuales, los cuales también harán liga con los documentos. Este glosario se mantendrá lo más actualizado posible.

FAQ: Recopilación de preguntas y respuestas más comunes.

Anexo 3. Guía operativa para la comunicación entre los sitios www de asociaciones gremiales, instituciones de investigación, desarrollo y educación en biotecnología con la Agencia de Noticias de la AMC

1. Las diferentes instituciones podrán instalar o ampliar sus sitios de Internet con una sección llamada «Biotecnología y Sociedad», preferentemente en el primer nivel de su página electrónica.
2. En ella se pueden incluir notas y reportajes sobre avances y perspectivas de sus proyectos en sus áreas de especialidad, reseñas de artículos originales de su personal académico, de tesis de investigación y desarrollo, así como otras actividades y eventos que amplíen el conocimiento público de sus objetivos y logros.
3. En estos sitios se podrá tener también acceso a otros documentos de interés público de la propia institución, ligas a leyes y reglamentos, declaraciones oficiales, boletines de prensa, de modo que se amplie la cobertura interna y externa de esta información.
4. Se recomienda ampliamente incluir las ligas de internet o direcciones electrónicas en donde o con quienes ampliar la información, hacer consultas más específicas y establecer foros de discusión en los temas de especialidad.
5. Se solicitará a las instituciones, a través de un Comité o Consejo de Divulgación local y respectivos *webmaster*, que puedan enviar un paquete semanal, catorcenal o mensual a la Agencia de Noticias de la AMC, para que sea incluido como parte de las actualizaciones periódicas de este portal, en donde se darán los créditos y referencias pertinentes.
6. La Agencia de Noticias de la AMC podrá también solicitar a estos Comités o Consejos, contribuciones particulares sobre temas de actualidad en sus líneas de especialidad, para aprovechar momentos oportunos de análisis y discusión a nivel local, nacional o mundial.
7. La actualidad y precisión de la información será responsabilidad de la institución que aporta la información. El formato y presentación periodístico de textos o imágenes, será labor de la Agencia de Noticias que, por supuesto se podrá modificar de acuerdo con los comentarios y sugerencias de los participantes.
8. En principio, la *Comisión de Comunicación Social* del Comité de Biotecnología, diseñará las políticas generales en torno a esta liga informática y en el futuro cercano, alguna o el conjunto de las instancias involucradas, podrán participar en la organización de una entidad que pueda agilizar la información circulante, así como la estructura temática del acervo informativo, documental y de referencia electrónica.

Comisión de Comunicación Social
Comité de Biotecnología

6

**MARCO JURÍDICO EN BIOSEGURIDAD.
LA LEY DE BIOSEGURIDAD DE OGMs
APROBADA POR EL SENADO DE LA REPÚBLICA**

6.1 RESUMEN EJECUTIVO

EL MARCO JURÍDICO NACIONAL REQUIERE ACTUALIZARSE Y modernizarse en diferentes aspectos para propiciar el desarrollo de la biotecnología en México. Una de las áreas en donde este esfuerzo debe realizarse es en la de la bioseguridad para el uso y manejo seguros de organismos genéticamente modificados (OGMs) o transgénicos. Esta situación es de particular relevancia ya que el Senado de la República ratificó el Protocolo de Cartagena el 30 de abril de 2002, y entró en vigor el 11 de septiembre de 2003, después de haber sido ratificado por 50 países firmantes. Además también es importante recordar que el Congreso de la Unión aprobó en diciembre de 2001, una modificación al artículo 420 Ter del Código Penal Federal, la cual pudiera traer por consecuencia que cualquier individuo, si maneja, utiliza o transporta transgénicos, puede incurrir en la comisión de un delito y, por lo tanto, ser sujeto de un procedimiento penal.

La Academia Mexicana de Ciencias (AMC) y el CONACyT han sumado esfuerzos en su interés por concientizar al Poder Legislativo Federal sobre la importancia de contar con un marco jurídico adecuado en materia de Bioseguridad para el uso y manejo seguros de los OGMs. En este sentido, la AMC elaboró un documento titulado: “Bases y Recomendaciones para la Elaboración de una Ley Mexicana de Bioseguridad para el Manejo de OGMs”. Este documento incluye los razonamientos por los cuales la biotecnología es una palanca importante para el desarrollo del país, así como los argumentos que señalan que hay que contar con un marco jurídico que proteja la salud humana, la sanidad animal, vegetal y acuícola y el medio ambiente y la biodiversidad,

y que al mismo tiempo no obstruya el uso de la biotecnología en México. Este documento se entregó a las Comisiones de Ciencia y Tecnología del Senado y de la Cámara de Diputados. El Senador Rodimiro Amaya, Presidente de la Comisión de Ciencia y Tecnología, con base en este documento, solicitó el apoyo de la AMC y el CONACyT para la elaboración de una propuesta de Ley en la materia. La AMC y el CONACyT colaboraron en este propósito a lo largo de varios meses.

La propuesta de la iniciativa de Ley presentada al Senador Rodimiro Amaya, fue también discutida y enriquecida en el Senado en diversas Comisiones y ante varios Senadores; el resultado de este esfuerzo fructificó en la Iniciativa de Ley de Bioseguridad de OGMs que presentaron 18 Senadores de todos los partidos políticos el 12 de noviembre de 2002 ante el Pleno de esa Cámara. Como resultado de esta Iniciativa, se abrió inmediatamente un Foro de consulta por internet por espacio de casi tres meses mediante el cual se hicieron propuestas, comentarios y sugerencias de modificación, complemento y aclaración a la Iniciativa de Ley. Finalmente, tras un análisis muy amplio y minucioso de las participaciones de los diferentes sectores de la sociedad mexicana, principalmente legisladores, dependencias del Ejecutivo Federal, académicos, investigadores, ONGs y público en general, la Iniciativa sufrió importantes modificaciones que la mejoraron sustancialmente, y el 24 de abril de 2003 fue aprobada por Senadores de todos los partidos políticos, en el Pleno del Senado de la República. Inmediatamente fue remitida a la Cámara de Diputados.

6.2 OBJETIVOS

Análisis del marco jurídico nacional e internacional en bioseguridad. Propuesta de los principios y elementos que debe contener la Ley Mexicana de Bioseguridad para OGMs. Colaboración con la Comisión de Ciencia y Tec-

nología del Senado de la República para la elaboración, consenso y aprobación de la Iniciativa de Ley de Bioseguridad de OGMs.

6.3 INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El marco jurídico nacional requiere actualizarse y modernizarse en diferentes aspectos para propiciar el desarrollo de la biotecnología en México. Una de las áreas en donde este esfuerzo debe realizarse es en la de la bioseguridad para el uso y manejo seguros de organismos genéticamente modificados (OGMs) o transgénicos. Esta situación es de particular relevancia ya que el Senado de la República ratificó el Protocolo de Cartagena el 30 de abril de 2002, siendo un tratado internacional orientado principalmente al movimiento transfronterizo (importación y exportación) de OGMs y el cual entró en vigor el 11 de septiembre de 2003, después de haber sido ratificado por 50 países firmantes tanto del Convenio sobre la Diversidad Biológica como del Protocolo de Cartagena. Este tratado internacional establece instrumentos, mecanismos y aspectos generales relevantes, pero ciertamente no entra en el detalle de asuntos particulares que se requieren tomar en cuenta en la legislación nacional para el uso y manejo seguros de OGMs en México. Además también es importante recordar que el Congreso de la Unión aprobó en diciembre de 2001, una modificación al artículo 420 Ter del Código Penal Federal, la cual pudiera traer por consecuencia que cualquier individuo, si maneja, utiliza o transporta transgénicos, puede incurrir en la comisión de un delito y, por lo tanto, ser sujeto de un procedimiento penal. Por estas razones y lo complejo del tema, el esfuerzo del Comité de Biotecnología y los grupos de apoyo jurídico que participaron en este trabajo en el área del marco jurídico, se concentró en el asunto de la bioseguridad y la biotecnología y no se revisaron otros aspectos del marco jurídico nacional.

La Academia Mexicana de Ciencias (AMC) y el CONACyT han sumado esfuerzos en su interés por concientizar al Poder Legislativo Federal sobre la importancia de contar con un marco jurídico adecuado en materia de Bioseguridad para el uso y manejo seguros de los OGMs. En este sentido, la AMC a través de un Comité Interdisciplinario de más de 40 miembros y del cual formaron parte varios miembros del Comité de Biotecnología, elaboró un documento titulado: “Bases y Recomendaciones para la Elaboración de una Ley Mexicana de Bioseguridad para el Manejo de OGMs”. Este documento incluye los razonamientos por los cuales la biotecnología es una palanca importante para el desarrollo del país, así como los argumentos que señalan que hay que contar con un marco jurídico que proteja la salud

humana, la sanidad animal, vegetal y acuícola y el medio ambiente y la biodiversidad, y que al mismo tiempo no obstruya el uso de la biotecnología en México. Este documento se presentó en el Senado de la República en julio de 2002, y se entregó a las Comisiones de Ciencia y Tecnología del Senado y de la Cámara de Diputados. El Senador Rodimiro Amaya, Presidente de la Comisión de Ciencia y Tecnología, con base en este documento, solicitó el apoyo de la AMC y el CONACyT para la elaboración de una propuesta de Ley en la materia. La AMC y el CONACyT colaboraron en este propósito a lo largo de varios meses.

Es importante señalar que por parte de la AMC y el CONACyT participaron varios miembros del Comité de Biotecnología, para lograr este propósito. Este esfuerzo implicó inicialmente en julio de 2002, la elaboración de los artículos de la propuesta de Ley y su presentación ante las diferentes Secretarías de Estado (SSA, SEMARNAT, SAGARPA, SECON, SHCP), el CONACyT y la CIBIOGEM, con el propósito de lograr consensos y finalmente (después de más de cincuenta reuniones con diferentes grupos de estas Secretarías), se llegó a un articulado consensado que fue el que se entregó en octubre de 2002 al Senado de la República. Es fundamental reconocer aquí el esfuerzo de Roberto Ortega Lomelín y Jorge Espinosa Fernández, miembros del Comité de Biotecnología, y de su grupo de apoyo jurídico, sin los cuales hubiera sido imposible iniciar y avanzar en este propósito.

La propuesta de la iniciativa presentada al Senador Rodimiro Amaya, fue también explicada, discutida y enriquecida en el Senado en diversas Comisiones y ante varios Senadores; el resultado de este esfuerzo fructificó en la Iniciativa de Ley de Bioseguridad de OGMs que presentaron 18 Senadores de todos los partidos políticos el 12 de noviembre de 2002 ante el Pleno de esa Cámara.

Como resultado de esta Iniciativa, se abrió inmediatamente un Foro de consulta por internet por espacio de casi tres meses (del 12 de noviembre de 2002 al 7 de febrero de 2003), mediante el cual se hicieron propuestas, comentarios y sugerencias de modificación, complemento y aclaración a la Iniciativa de Ley. Finalmente, tras un análisis muy amplio y minucioso de las participaciones de los diferentes sectores de la sociedad mexicana, principalmente legisladores, dependencias del Ejecutivo Federal, académicos, investigadores, ONGs y público en general,

la Iniciativa sufrió importantes modificaciones que la mejoraron sustancialmente, y el 24 de abril de 2003 fue aprobada por Senadores de todos los partidos políticos, en el Pleno del Senado de la República (84 votos a favor, tres votos en contra y dos abstenciones). Inmediatamente fue remitida a la Cámara de Diputados, en donde se turnó a las Comisiones de Medio Ambiente y Recursos Naturales y de Agricultura y Ganadería, las cuales deberán analizar la Minuta remitida por la Cámara de Senadores y, en su caso, emitir el dictamen correspondiente.

En esta sección se presenta en el anexo el documento del Pronunciamiento de la AMC “Bases y recomendaciones para la elaboración de una Ley Mexicana de Bioseguridad para el manejo de OGMs”, sobre los principios y elementos que debe contemplar la Ley.

También se incluye el dictamen y el articulado de la Ley de Bioseguridad para OGMs aprobado por la Cámara de Senadores y finalmente, la versión estenográfica de la sesión del 26 de Abril del 2003 del Senado, donde se aprobó el dictamen y la Ley, y la instrucción para enviarla a la Cámara de Diputados.

En el anexo electrónico (incluido en el CD adjunto), se presenta el documento titulado “Marco jurídico nacio-

nal e internacional de la bioseguridad”, en el cual se presenta el análisis de los temas de la bioseguridad y la biotecnología en la legislación nacional e internacional. Asimismo, se incluyen dos artículos sobre la Ley escritos por Francisco Bolívar; uno publicado en la revista *Este País* en noviembre de 2002 y el otro en *Scientific American México* publicado en mayo de 2003.

Por otro lado, es relevante señalar también que el Comité de Biotecnología participó, a través de varios de sus miembros, en la elaboración de una modificación al artículo 420 Ter del Código Penal Federal (incluida en el anexo electrónico). Esta propuesta fue entregada al Senador Rodimiro Amaya quien después de algunas modificaciones la hizo suya. La propuesta de modificación al artículo mencionado fue presentada por el Senador Amaya en diferentes instancias y Comisiones del Senado de la República y se espera que se presente en el Pleno de esa Cámara una vez aprobada la Ley de Bioseguridad de OGMs en la Cámara de Diputados, ya que la nueva redacción del artículo 420 Ter refiere y remite expresamente a la legislación en bioseguridad. Se anexa también la Propuesta de Modificación al Artículo 420 Ter del Código Penal Federal.

6.4 ANEXOS.- MARCO JURÍDICO EN BIOSEGURIDAD

Anexo 1.

BASES Y RECOMENDACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE UNA LEY MEXICANA DE BIOSEGURIDAD DE ORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS

Documentos elaborado por la
Academia Mexicana de Ciencias

Julio 25 de 2002

ANTECEDENTES Y FUNDAMENTOS

IMPORTANCIA DE LA BIOTECNOLOGÍA COMO PALANCA DEL DESARROLLO

La biotecnología moderna es una de las áreas del conocimiento científico de más relevante evolución en las últimas décadas y que mayor impacto ha tenido en el desarrollo de diversos sectores (salud, agrícola, pecuario, medio ambiente, industrial, etc.). Sus aplicaciones involucran e inciden de manera simultánea y novedosa en estos sectores, y vienen alcanzando progresivamente una mayor variedad de acciones y de productos en ramos de actividad, todos ellos de gran importancia en la economía nacional e internacional, como lo son el farmacéutico, la producción y procesado de alimentos, la industria química y la remediación de ecosistemas, entre otros.

México, con cerca de 100 millones de habitantes, y con crecimiento previsible de 20 millones más en los próximos 20 años, enfrenta grandes retos para poder proporcionar a sus habitantes servicios y condiciones necesarios para una vida digna. Las demandas por alimentos seguros y nutritivos, medicamentos y servicios de salud modernos, por un medio ambiente no contaminado, por una industria con procesos limpios y productos competitivos y simultáneamente por el cuidado y uso sustentable de nuestra biodiversidad, representan retos extraordinarios para la sociedad mexicana que debemos enfrentar y resolver de manera concertada, inteligente y respetuosa con el medio ambiente. La biotecnología es una de las herramientas más poderosas con las que cuenta México para contender con muchos de estos retos nacionales.

BIOTECNOLOGÍA Y BIODIVERSIDAD COMO ÁREAS ESTRATÉGICAS

México es un país biológicamente megadiverso que debe desarrollar una visión diferente, propia y especializada de la biotecnología. La biotecnología moderna debe servir para el manejo y preservación de estos recursos, indispensables para el mantenimiento sustentable de los ecosistemas nacionales y globales. Por otro lado, el potencial de la biotecnología en un país megadiverso como México es muy vasto. La biodiversidad es riqueza renovable, patrimonio nacional, que de ser utilizada de manera inteligente y sustentable, con el concurso de la biotecnología puede potenciarse enormemente y constituirse en un soporte permanente, no sólo para resolver problemas importantes y demandas actuales de la nación, sino también para convertir a nuestro país en líder mundial por su capacidad de generar y exportar tecnología biológica y productos terminados de alto valor agregado, de origen biológico.

Sin embargo, es importante reconocer también que el carácter de país megadiverso expone a nuestra nación a riesgos que no enfrentan otras regiones de menor diversidad biológica. Por lo anterior, es prioritario apoyar decididamente la investigación de la biodiversidad y el desarrollo de la biotecnología básica y aplicada en las instituciones públicas, y generar también la capacidad para analizar y evaluar las múltiples implicaciones del uso de la biotecnología, en lo ecológico, respecto a la salud humana, en los sectores de la producción y en lo social.

México cuenta con un capital importante para desarrollar la biotecnología mexicana, y transformarla en palanca para su desarrollo. Tenemos una tradición milenaria

en el uso de productos naturales. Hay también un centenar de entidades de investigación (en diferentes instituciones nacionales), en las que trabajan cerca de 750 investigadores en diferentes aspectos y problemas de biotecnología, y en disciplinas que sustentan a esta multidisciplinaria. Existe además un esfuerzo importante para formar especialistas en esta área. La comunidad nacional gradúa anualmente 100 doctores en biotecnología y disciplinas relacionadas, que podrían canalizarse de manera concertada, a la consolidación de instituciones y la creación de nuevos centros de investigación y desarrollo.

BIOTECNOLOGÍA Y BIOSEGURIDAD

Aparejada a la evolución de la biotecnología moderna han surgido crecientes preocupaciones e incertidumbre de diversos sectores de la población, incluidos miembros de la comunidad científica y humanista, en el sentido de que cierto tipo de aplicaciones biotecnológicas deben ser sujetas a una evaluación que permita tanto establecer una oportuna previsión de posibles riesgos, como contar con mecanismos de monitoreo para la protección de los ecosistemas y de la salud humana. Estas preocupaciones e incertidumbre se deben principalmente a que las técnicas que utiliza la biotecnología moderna permiten la creación de organismos genéticamente modificados (OGMs) y en particular, mediante el uso de las técnicas de la ingeniería genética, la transferencia de material genético entre organismos de diferentes especies, lográndose así la construcción de los llamados organismos transgénicos. Entre las preocupaciones e incertidumbres específicas más relevantes sobre el uso de los OGMs, se encuentra la posibilidad de que cierto tipo de OGMs y en particular ciertos transgénicos, al ser liberados al medio ambiente, pudieran generar diferentes problemáticas en los ecosistemas y en particular, en plantas y cultivares, de los cuales México es centro de origen.

En el ámbito internacional se han venido realizando importantes esfuerzos para diseñar instrumentos de evaluación, gestión e información sobre los posibles riesgos de tecnologías que puedan impactar de manera negativa al medio ambiente, la diversidad biológica y la salud humana, de las cuales la biotecnología moderna es solamente un campo específico. Estos esfuerzos internacionales proveen elementos relevantes y consistentes que pudieran ser adaptados e incorporados a la legislación mexicana, con el propósito de evaluar los riesgos potenciales y tam-

bién para monitorear y evitar posibles daños, mediante la aplicación de una normatividad moderna que tenga como guías esenciales la armonización con criterios internacionales, y la orientación y fundamentación científica, desde la normatividad misma, hasta las decisiones específicas que conforme a ella se adopten.

Es necesario que en México se desarrolle una cultura más amplia de bioseguridad, para dar cabida al establecimiento de medidas y acciones de evaluación de riesgos y monitoreo de los impactos de productos químico-biológicos en todos los sectores de actividad. Dentro de esta perspectiva general, un paso importante en esa dirección sería el establecimiento de una ley de bioseguridad para el manejo de organismos genéticamente modificados que, sin obstaculizar el desarrollo científico y tecnológico del país, establezca las bases que garanticen la protección del medio ambiente, la biodiversidad, la salud humana y la sanidad vegetal y animal, en particular en un país megadiverso y centro de origen como México, a través de regular aspectos concretos de evaluación y monitoreo de posibles riesgos del manejo de estos OGMs, resultantes de las técnicas de la biotecnología moderna.

LEGISLACIÓN NACIONAL

En el terreno específico de la bioseguridad de las actividades de la biotecnología moderna, la regulación vigente en el país requiere una revisión e integración sistematizada y armónica que le permita ser congruente con criterios internacionales, que cuente con los elementos operativos adecuados para darle eficacia a la evaluación y al monitoreo de los riesgos biotecnológicos, y que garanticen la seguridad jurídica de quienes realizan actividades de investigación, producción, comercialización y, en general, manejo de los organismos genéticamente modificados y de productos obtenidos de los mismos.

El pasado 30 de abril, el Senado de la República ratificó el Protocolo de Cartagena sobre la seguridad de la biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica, que entrará en vigor una vez que sea ratificado por 50 países. Si bien el origen y la naturaleza del Protocolo es ambiental, su contenido y la forma en que se asimile legalmente en nuestro país para su aplicación tendrá importantes repercusiones en la investigación, producción y comercialización de OGMs y de productos que los contengan, así como un efecto en la organización y participación de distintas autoridades gubernamentales.

PRONUNCIAMIENTO-RECOMENDACIÓN

Es conforme a lo anterior que la Academia Mexicana de Ciencias ha realizado un proceso de análisis, a través del esfuerzo de varios miembros de diversas áreas, habiéndose encontrado coincidencia en la necesidad de que México cuente con una ley de bioseguridad para el manejo de organismos genéticamente modificados cuyo contenido se caracterice, en lo general, por lo siguiente:

1. Tenga como finalidad esencial, la protección del medio ambiente, de la biodiversidad y de la salud humana.

2. Su objetivo general sea establecer los mecanismos y procedimientos que permitan una adecuada y razonable evaluación de posibles riesgos del manejo de organismos genéticamente modificados y su monitoreo, de corto, mediano y largo plazo, así como el soporte necesario para adoptar medidas de seguridad.

3. Las medidas de bioseguridad que se establezcan en la normatividad deben ser compatibles con el desarrollo y el fomento de la investigación básica y aplicada en el área de la biotecnología, pues ésta es una herramienta estratégica para el desarrollo del país y también necesaria para avanzar eficientemente en el monitoreo de posibles riesgos y en la comprensión de los efectos de los OGMs en el medio ambiente y en la salud.

4. Con el propósito de avanzar en el desarrollo de una cultura nacional más amplia en los temas de la bioseguridad y los impactos de la biotecnología en la vida y el desarrollo de la nación, la Ley debe establecer mecanismos y espacios para el análisis, la discusión y la divulgación de estos temas.

5. La bioseguridad también requiere de estímulos para un desarrollo efectivo de capacidades institucionales y científicas que permitan que las decisiones se adopten con base en conocimiento y criterio científico orientados a avanzar en la evaluación y el monitoreo de riesgos.

6. Las aplicaciones de la biotecnología involucran e inciden de manera simultánea en diferentes sectores. Por ello, una Ley de bioseguridad para regular actividades y productos derivados de la biotecnología moderna no puede aspirar a resolver, mediante un solo instrumento legal, la totalidad de los aspectos de la bioseguridad. Por lo anterior, resulta conveniente crear una Ley marco de bioseguridad que contenga los principios, instrumentos y procedimientos generales para su aplicación en los sectores correspondientes y complementariamente, realizar las adecuaciones particulares y necesarias en las leyes sectoriales relevantes para lograr la congruencia general de la regulación. De esta manera, la Ley remitiría explícita-

mente y en forma eficaz los aspectos particulares a la legislación sectorial. La Ley debe también establecer las bases para que las dependencias competentes expidan las normas oficiales mexicanas que aborden los aspectos específicos de esta materia en constante evolución.

7. Esta Ley marco debe regular únicamente aquellos aspectos de bioseguridad relacionados con la utilización confinada, la liberación al ambiente y la comercialización de organismos genéticamente modificados, tanto para fines de investigación como industriales y comerciales, incluyendo los posibles efectos ambientales en la salud humana derivados de la liberación. Por lo anterior, el uso o consumo de OGMs, o los productos que los contengan, debe estar sujeto al control de la inocuidad de los alimentos, a cargo de la legislación y las autoridades sanitarias. Garantizar la inocuidad de los alimentos es una función básica de la salubridad general y elemento esencial de información y protección al consumidor, que debe regularse por normas a partir de la Ley General de Salud.

8. En los principios generales que se establezcan en la Ley marco de bioseguridad, debe contemplarse que, para el análisis de soluciones a problemas particulares, se deben evaluar, caso por caso, los beneficios y los posibles riesgos del uso de OGMs; este análisis deberá también incluir la evaluación de los riesgos de las opciones tecnológicas alternas para contender con la problemática específica para la cual el OGM fue diseñado. Este análisis comparativo, el cual deberá estar sustentado en la evidencia científica y técnica, en los antecedentes sobre uso, producción y consumo, será elemento fundamental para decidir, de manera casuística, sobre la utilización y en su caso, la liberación deliberada al medio ambiente de estos organismos, con el propósito de resolver problemas específicos.

9. La Ley deberá asegurar que se cuente con normatividad adecuada, para evitar la liberación accidental al medio ambiente de OGMs, provenientes de desechos de cualquier tipo de proceso donde se hayan utilizado este tipo de organismos.

10. La Ley debe precisar las competencias de las diversas dependencias que tienen que ver con la bioseguridad, y también mejorar y consolidar el funcionamiento de la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM), al igual que el fortalecimiento de los órganos consultivos científicos de la propia Comisión y de las dependencias competentes en esta materia. Los integrantes de estos cuerpos consultivos, no deberán tener ningún tipo de conflicto de interés.

11. La Ley debe tener un contenido y enfoque sustentados en orientaciones y criterios científicos favorables al monitoreo efectivo, con énfasis en la evaluación, manejo y prevención de los riesgos. Por consiguiente, es igualmente necesario que en esta Ley se evite un enfoque punitivo y apriorísticamente restrictivo y prohibitivo, así como una sobrerregulación que exceda su propósito y que obstaculice el desarrollo de la biotecnología en el país.

12. La legislación deberá, sin embargo, propiciar y asegurar los mecanismos que permitan establecer responsabilidades a quien infrinja la normatividad en el marco de la legislación vigente.

13. La investigación científica confinada sobre organismos genéticamente modificados, que se realice en instituciones o centros de investigación, debe estar regulada por la Ley marco y, adicionalmente, por normas y principios de prevención que establezcan las propias instituciones o centros que realicen la investigación.

14. La experimentación con OGMs, o con cualquier organismo para fines de la fabricación de armas biológicas, debe ser explícitamente prohibida en el territorio nacional.

15. De igual manera, es importante que en otras leyes se revisen y refuercen aspectos de la bioseguridad del manejo de otros organismos que no son OGMs y en particular los patógenos.

16. Existen otros temas relacionados con la biotecnología moderna que, si bien son de gran relevancia, deben regularse mediante normas especializadas distintas de las de bioseguridad, como es el caso de la investigación del genoma humano, el aprovechamiento de recursos genéticos, y la propiedad intelectual de los productos y procesos biotecnológicos. Igualmente el modelo y las políticas de desarrollo agropecuario e industrial, que son de gran importancia para el país, deben ser abordados en el ámbito de las políticas públicas y legislativas que les corresponden.

DEFINICIÓN DE OGM PARA EFECTO DE ESTA LEY DE BIOSEGURIDAD DE ORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS

Organismo que ha adquirido una combinación genética novedosa, generada a través del uso específico de técnicas

de la biotecnología moderna, conforme a la definición que para estas técnicas establece el Protocolo de Cartagena:

Artículo 3, inciso (i)

Términos Utilizados

A los fines del presente Protocolo

- i) Por “biotecnología moderna” se entiende la aplicación de:
 - a) Técnicas *in vitro* de ácido nucleico, incluidos el ácido desoxirribonucleico (ADN) recombinante y la inyección directa de ácido nucleico en células u organelos, o
 - b) La fusión de células más allá de la familia taxonómica, que superan las barreras fisiológicas naturales de la reproducción o de la recombinación y que no son técnicas utilizadas en la reproducción y selección tradicional.

NOTA EXPLICATIVA

ORGANISMO TRANSGÉNICO

Organismo que ha adquirido una combinación genética novedosa a través del uso específico de técnicas de ingeniería genética o ADN recombinante. En el caso de los transgénicos, la modificación genética adquirida es debida a la incorporación de material genético proveniente de uno o varios organismos de otra especie.

Todos los transgénicos son OGM, pero no todos los OGM son transgénicos.

ORGANISMO PATÓGENO

Organismos de origen natural o modificado genéticamente que causan enfermedad al ser humano, a los animales o a los vegetales.

**LEY DE BIOSEGURIDAD DE ORGANISMOS
GENÉTICAMENTE MODIFICADOS**

**Aprobada por el Senado
de la República**

Abril 2003

LEY DE BIOSEGURIDAD DE ORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS

Aprobada por el Senado
de la República

Abril 2003

DECRETO POR EL QUE SE EXPIDE LA LEY DE BIOSEGURIDAD DE ORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS:

LEY DE BIOSEGURIDAD DE ORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS

TÍTULO PRIMERO

Disposiciones Generales

CAPÍTULO I

Objeto y Finalidades

ARTÍCULO 1.- La presente Ley es de orden público y de interés social, y tiene por objeto regular las actividades de utilización confinada, liberación experimental, liberación en programa piloto, liberación comercial, comercialización, importación y exportación de organismos genéticamente modificados, con el fin de prevenir, evitar o reducir los posibles riesgos que estas actividades pudieran ocasionar a la salud humana o al medio ambiente y a la diversidad biológica o a la sanidad animal, vegetal y acuícola.

ARTÍCULO 2.- Para cumplir su objeto, este ordenamiento tiene como finalidades:

I. Garantizar un nivel adecuado y eficiente de protección de la salud humana, del medio ambiente y la diversidad biológica y de la sanidad animal, vegetal y acuícola, respecto de los efectos adversos que pudiera causarles la realización de actividades con organismos genéticamente modificados;

II. Definir los principios y la política nacional en materia de bioseguridad de los OGMs y los instrumentos para su aplicación;

III. Determinar las competencias de las diversas dependencias de la Administración Pública Federal en materia de bioseguridad de los OGMs;

IV. Establecer las bases para la celebración de convenios o acuerdos de coordinación entre la Federación, por conducto de las Secretarías competentes y los gobiernos

de las entidades federativas, para el mejor cumplimiento del objeto de esta Ley;

V. Establecer las bases para el funcionamiento de la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados, a través de la cual las Secretarías que la integran deban colaborar de manera coordinada, en el ámbito de sus competencias, en lo relativo a la bioseguridad de los organismos genéticamente modificados;

VI. Establecer procedimientos administrativos y criterios para la evaluación y el monitoreo de los posibles riesgos que puedan ocasionar las actividades con organismos genéticamente modificados en la salud humana o en el medio ambiente y la diversidad biológica o en la sanidad animal, vegetal o acuícola;

VII. Establecer el régimen de permisos para la realización de actividades de liberación experimental, de liberación en programa piloto y de liberación comercial, de organismos genéticamente modificados, incluyendo la importación de esos organismos para llevar a cabo dichas actividades;

VIII. Establecer el régimen de avisos para la realización de actividades de utilización confinada de organismos genéticamente modificados, en los casos a que se refiere esta Ley;

IX. Establecer el régimen de las autorizaciones de la Secretaría de Salud de organismos genéticamente modificados que se determinan en esta Ley;

X. Crear y desarrollar el Sistema Nacional de Información sobre Bioseguridad y el Registro Nacional de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados;

XI. Determinar las bases para el establecimiento caso por caso de áreas geográficas en las que se restrinja la realización de actividades con determinados organismos genéticamente modificados;

XII. Establecer las bases del contenido de las normas oficiales mexicanas en materia de bioseguridad;

XIII. Establecer medidas de control para garantizar la bioseguridad, así como las sanciones correspondientes en los casos de incumplimiento o violación a las disposiciones de esta Ley, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas que deriven de la misma;

XIV. Establecer mecanismos para la participación pública en aspectos de bioseguridad materia de esta Ley, incluyendo el acceso a la información, la participación de los sectores privado, social y productivo a través del Consejo Consultivo Mixto de la CIBIOGEM, y la consulta pública sobre solicitudes de liberación de OMGs al ambiente, y

XV. Establecer instrumentos de fomento a la investigación científica y tecnológica en bioseguridad y biotecnología.

ARTÍCULO 3.- Para los efectos de esta Ley, se entiende por:

I. *Accidente:* La liberación involuntaria de organismos genéticamente modificados durante su utilización y que pueda suponer, con base en criterios técnicos, posibles riesgos para la salud humana o para el medio ambiente y la diversidad biológica.

II. *Actividades:* La utilización confinada, la liberación experimental, la liberación en programa piloto, la liberación comercial, la comercialización, la importación y la exportación de organismos genéticamente modificados, conforme a esta Ley.

III. *Autorización:* Es el acto administrativo mediante el cual la Secretaría de Salud, en el ámbito de su competencia conforme a esta Ley, autoriza organismos genéticamente modificados determinados expresamente en este ordenamiento, a efecto de que se pueda realizar su comercialización e importación para su comercialización, así como su utilización con finalidades de salud pública o de biorremediación.

IV. *Biorremediación:* El proceso en el que se utilizan microorganismos genéticamente modificados para la degradación o desintegración de contaminantes que afecten recursos y/o elementos naturales, a efecto de convertirlos en componentes más sencillos y menos dañinos o no dañinos al ambiente.

V. *Bioseguridad:* Las acciones y medidas de evaluación, monitoreo, control y prevención que se deben asumir en la realización de actividades con organismos genéticamente modificados, con el objeto de prevenir, evitar o reducir los posibles riesgos que dichas actividades pudieran ocasionar a la salud humana o al medio ambiente y la diversidad biológica, incluyendo los aspectos de inocuidad de dichos organismos que se destinan para uso o consumo humano.

VI. *Biotecnología moderna:* Se entiende la aplicación de técnicas *in vitro* de ácido nucleico, incluidos el ácido desoxirribonucleico (ADN y ARN) recombinante y la inyección directa de ácido nucleico en células u organelos, o la fusión de células más allá de la familia taxonómica, que supera las barreras fisiológicas naturales de la reproducción o de la recombinación y que no son técnicas utilizadas en la reproducción y selección tradicional, que se aplican para dar origen a organismos genéticamente modificados, que se determinen en las normas oficiales mexicanas que deriven de esta Ley.

VII. *Caso por caso:* La evaluación individual de los organismos genéticamente modificados, sustentada en la evidencia científica y técnica disponible, considerando, entre otros aspectos, el organismo receptor, el área de liberación y las características de la modificación genética, así como los antecedentes que existan sobre la realización de actividades con el organismo de que se trate y los beneficios comparados con opciones tecnológicas alternas para contender con la problemática específica.

VIII. *Centros de origen y de diversidad genética:* Son aquellas áreas geográficas del territorio nacional que se caracterizan por ser los lugares en los que una determinada especie fue domesticada y por albergar poblaciones de los parientes silvestres de dicha especie, diferentes razas o variedades de la misma y que constituyen una reserva genética, en los términos de los artículos 86 y 87 de esta Ley.

IX. *Comercialización:* Es la introducción al mercado para distribución y consumo de organismos genéticamente modificados en calidad de productos o mercancías, sin propósitos de liberación intencional al medio ambiente y con independencia del ánimo de lucro y del título jurídico bajo el cual se realice.

X. *CIBIOGEM:* La Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados.

XI. *CONACyT:* El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

XII. *Diversidad biológica:* La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

XIII. *Inocuidad:* La evaluación sanitaria de los organismos genéticamente modificados que sean para uso o consumo humano o para procesamiento de alimentos para consumo humano, cuya finalidad es garantizar que di-

chos organismos no causen riesgos o daños a la salud de la población.

XIV. *Liberación*: La introducción en el medio ambiente de un organismo o combinación de organismos genéticamente modificados, sin que hayan sido adoptadas medidas de contención, tales como barreras físicas o una combinación de éstas con barreras químicas o biológicas, para limitar su contacto con la población y el medio ambiente.

XV. *Liberación comercial*: Es la introducción, intencional y permitida en el medio ambiente, de un organismo o combinación de organismos genéticamente modificados, sin que hayan sido adoptadas medidas de contención, tales como barreras físicas o una combinación de éstas con barreras químicas o biológicas, para limitar su contacto con la población y el medio ambiente, que se realiza con fines comerciales, de producción, de biorremediación, industriales y cualesquiera otros distintos de la liberación experimental y de la liberación en programa piloto, en los términos y condiciones que contenga el permiso respectivo.

XVI. *Liberación experimental*: Es la introducción, intencional y permitida en el medio ambiente, de un organismo o combinación de organismos genéticamente modificados, sin que hayan sido adoptadas medidas de contención, tales como barreras físicas o una combinación de éstas con barreras químicas o biológicas, para limitar su contacto con la población y el medio ambiente, exclusivamente para fines experimentales, en los términos y condiciones que contenga el permiso respectivo.

XVII. *Liberación en programa piloto*: Es la introducción, intencional y permitida en el medio ambiente, de un organismo o combinación de organismos genéticamente modificados, con o sin medidas de contención, tales como barreras físicas o una combinación de éstas con barreras químicas o biológicas, para limitar su contacto con la población y el medio ambiente, que constituye la etapa previa a la liberación comercial de dicho organismo, dentro de las zonas autorizadas y en los términos y condiciones contenidos en el permiso respectivo.

XVIII. *Medio ambiente*: El conjunto de elementos bióticos y abióticos o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados, fuera del área de las instalaciones o del ámbito de la utilización confinada de organismos genéticamente modificados.

XIX. *Organismo*: Cualquier entidad biológica viva capaz de reproducirse o de transferir o replicar material genético, quedando comprendidos en este concepto los

organismos estériles, los microorganismos, los virus y los viroides, sean o no celulares. Los seres humanos no deben ser considerados organismos para los efectos de esta Ley.

XX. *Organismo genéticamente modificado*: Cualquier organismo vivo, con excepción de los seres humanos, que ha adquirido una combinación genética novedosa, generada a través del uso específico de técnicas de la biotecnología moderna que se define en esta Ley, siempre que se utilicen técnicas que se establezcan en esta ley o en las normas oficiales mexicanas que deriven de la misma.

XXI. *OGM u OGMs*: Organismo u organismos genéticamente modificados.

XXII. *Paso a paso*: Enfoque metodológico conforme al cual, todo OGM que esté destinado a ser liberado comercialmente debe ser previamente sometido a pruebas satisfactorias conforme a los estudios de riesgo, la evaluación de riesgos y los reportes de resultados aplicables en la realización de actividades de liberación experimental y de liberación en programa piloto de dichos organismos, en los términos de esta Ley.

XXIII. *Permiso*: Es el acto administrativo que le corresponde emitir a la SEMARNAT o a la SAGARPA, en el ámbito de sus respectivas competencias conforme a esta Ley, necesario para la realización de la liberación experimental, la liberación en programa piloto, la liberación comercial y la importación de OGMs para realizar dichas actividades, en los casos y términos establecidos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas que de ella deriven.

XXIV. *Productos que contengan organismos genéticamente modificados*: Son aquellos que contienen algún o algunos organismos genéticamente modificados en su composición para comercialización.

XXV. *Productos derivados*: Son aquellos en los que hubieren intervenido organismos genéticamente modificados como insumos en su proceso de producción, incluyendo sus extractos, siempre que no contengan en su composición para su comercialización organismos genéticamente modificados vivos y que, por ello, no tienen la capacidad de transferir o replicar su material genético.

XXVI. *Registro*: El Registro Nacional de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados.

XXVII. *Residuos*: Cualquier material generado en la utilización confinada de organismos genéticamente modificados que sean desechados al medio ambiente, incluidos los propios organismos genéticamente modificados.

XXVIII. *Secretarías*: la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la

Secretaría de Salud, respecto de sus respectivos ámbitos de competencia establecidos en esta Ley.

XXIX. *SAGARPA*: La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

XXX. *SEMARNAT*: La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

XXXI. *SHCP*: La Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

XXXII. *SSA*: La Secretaría de Salud.

XXXIII. *Utilización confinada*: Cualquier actividad por la que se modifique el material genético de un organismo o por la que éste, así modificado, se cultive, almacene, emplee, procese, transporte, comercialice, destruya o elimine, siempre que en la realización de tales actividades se utilicen barreras físicas o una combinación de éstas con barreras químicas o biológicas, con el fin de limitar de manera efectiva su contacto con la población y con el medio ambiente. Para los efectos de esta Ley el área de las instalaciones o el ámbito de la utilización confinada no forma parte del medio ambiente.

XXXIV. *Zonas autorizadas*: Las áreas o regiones geográficas que se determinen caso por caso en la resolución de un permiso, en las cuales se pueden liberar al ambiente organismos genéticamente modificados que se hubieren analizado.

XXXV. *Zonas restringidas*: Las áreas geográficas que se determinen y se delimiten en la resolución de un permiso o mediante normas oficiales mexicanas expedidas conjuntamente por las Secretarías de Medio Ambiente y Recursos Naturales y de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, dentro de las cuales se restrinja la realización de actividades con organismos genéticamente modificados.

ARTÍCULO 4.- Es materia de esta Ley la bioseguridad de todos los OGMs obtenidos o producidos a través de la aplicación de las técnicas de la biotecnología moderna a que se refiere el presente ordenamiento, que se utilicen con fines agrícolas, pecuarios, acuícolas, forestales, industriales, de biorremediación y cualquier otro, con las excepciones que establece esta Ley.

ARTÍCULO 5.- También es materia de esta Ley la autorización de los OGMs que se destinen a su uso o consumo humano o al procesamiento de alimentos para consumo humano, para poder realizar su comercialización e importación para su comercialización. Asimismo es materia de este ordenamiento la autorización de OGMs, distintos de los anteriores, que se destinen a una finalidad de salud pública o a la biorremediación.

ARTÍCULO 6.- Quedan excluidos del ámbito de aplicación de esta Ley:

I. Las actividades de utilización confinada, liberación experimental, liberación en programa piloto y liberación comercial, comercialización, importación y exportación de OGMs, cuando la modificación genética de dichos organismos se obtenga por técnicas de mutagénesis tradicional o de fusión celular, incluida la de protoplastos de células vegetales, en que los organismos resultantes puedan producirse también mediante métodos tradicionales de multiplicación o de cultivo *in vivo* o *in vitro*, siempre que estas técnicas no supongan la utilización de organismos genéticamente modificados como organismos receptores o parentales;

II. La utilización de las técnicas de fertilización *in vitro*, conjugación, transducción, transformación o cualquier otro proceso natural y la inducción poliploide, siempre que no se empleen moléculas de ácido desoxirribonucleico (ADN) recombinante ni de organismos genéticamente modificados;

III. La producción y proceso de medicamentos y fármacos con OGMs generados a partir de procesos confinados cuya regulación corresponde a la Ley General de Salud;

IV. El control sanitario de los productos derivados y los procesos productivos confinados en los que intervengan OGMs autorizados conforme a esta Ley, para uso o consumo humano o animal, los cuales quedan sujetos a las disposiciones de la Ley General de Salud y sus reglamentos aplicables a todos los productos y procesos;

V. El genoma humano, el cultivo de células troncales de seres humanos, la modificación de células germinales humanas y la bioseguridad de hospitales, cuya regulación corresponde a la Ley General de Salud, y a los Tratados Internacionales en los que los Estados Unidos Mexicanos sean parte;

VI. La colecta y el aprovechamiento de recursos biológicos, cuya regulación corresponde a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, a la Ley General de Vida Silvestre, y a los Tratados Internacionales en los que los Estados Unidos Mexicanos sean parte, y

VII. La propiedad intelectual de los productos y procesos biotecnológicos, lo que es materia de la Ley de Propiedad Industrial, de la Ley Federal de Variedades Vegetales y de los Tratados Internacionales en los que los Estados Unidos Mexicanos sean parte.

ARTÍCULO 7.- Las actividades, organismos y productos sujetos al ámbito de esta Ley, no requerirán, en

materia de bioseguridad e inocuidad, de otros permisos, autorizaciones, avisos y, en general, requisitos, trámites y restricciones que los establecidos en este ordenamiento.

Se exceptúa de lo dispuesto en el párrafo anterior:

I. Las medidas que en materia de salubridad general corresponda adoptar a la Secretaría de Salud en los términos de la Ley General de Salud y sus reglamentos, salvo en lo relativo a la tramitación y expedición de autorizaciones que regula esta Ley;

II. Las medidas que en materia de sanidad animal, vegetal y acuícola corresponda adoptar a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, en los términos de la Ley Federal de Sanidad Animal, de la Ley Federal de Sanidad Vegetal, de la Ley de Pesca, de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, y de las demás disposiciones aplicables, y

III. Las medidas que en materia ambiental corresponda adoptar a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, de la Ley General de Vida Silvestre, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y de otras leyes aplicables en dicha materia, salvo en lo relativo a:

A) La evaluación del impacto ambiental y del estudio de riesgo regulados en la Sección V del Capítulo IV del Título Primero y en el Capítulo V del Título Cuarto, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y

B) La tramitación y expedición de permisos y los demás instrumentos de control y monitoreo que regula esta Ley.

ARTÍCULO 8.- A falta de disposición expresa en el presente ordenamiento, se estará a lo establecido en la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

CAPÍTULO II

Principios en Materia de Bioseguridad

ARTÍCULO 9.- Para la formulación y conducción de la política de bioseguridad y la expedición de la reglamentación y de las normas oficiales mexicanas que deriven de esta Ley, se observarán los siguientes principios:

I. La Nación Mexicana es poseedora de una biodiversidad de las más amplias en el mundo, y en su territorio se encuentran áreas que son centro de origen y de diversidad genética de especies y variedades que deben ser protegidas, utilizadas, potenciadas y aprovechadas sustentablemente, por ser un valioso reservorio de riqueza en moléculas y genes para el desarrollo sustentable del país;

II. El Estado tiene la obligación de garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su alimentación, salud, desarrollo y bienestar;

III. La bioseguridad de los OGMs tiene como objetivo garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la utilización confinada, la liberación experimental, la liberación en programa piloto, la liberación comercial, la comercialización, la importación y la exportación de dichos organismos resultantes de la biotecnología moderna que puedan tener efectos adversos para la conservación y utilización sustentable del medio ambiente y de la diversidad biológica, así como de la salud humana y de la sanidad animal, vegetal y acuícola;

IV. Con el fin de proteger el medio ambiente y la diversidad biológica, el Estado Mexicano deberá aplicar el enfoque de precaución conforme a sus capacidades, tomando en cuenta los compromisos establecidos en tratados y acuerdos internacionales de los que los Estados Unidos Mexicanos sean parte. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente y de la diversidad biológica. Dichas medidas se adoptarán de conformidad con las previsiones y los procedimientos administrativos establecidos en esta Ley;

V. La protección de la salud humana, del medio ambiente y de la diversidad biológica exigen que se preste la atención debida al control y manejo de los posibles riesgos derivados de las actividades con OGMs, mediante una evaluación previa de dichos riesgos y el monitoreo posterior a su liberación;

VI. Los conocimientos, las opiniones y la experiencia de los científicos, particularmente los del país, constituyen un valioso elemento de orientación para que la regulación y administración de las actividades con OGMs se sustenten en estudios y dictámenes científicamente fundamentados, por lo cual debe fomentarse la investigación científica y el desarrollo tecnológico en bioseguridad y en biotecnología;

VII. En la utilización confinada de OGMs con fines de enseñanza, investigación científica y tecnológica, industriales y comerciales, se deberán observar las disposiciones de esta Ley, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas que de ella deriven, así como las normas y principios de prevención que establezcan las propias instituciones, centros o empresas, sean públicos o privados, que realicen dichas actividades;

VIII. Los posibles riesgos que pudieran producir las actividades con OGMs a la salud humana y a la diversidad biológica se evaluarán caso por caso. Dicha evaluación estará sustentada en la mejor evidencia científica y técnica disponible y, en su caso, en los antecedentes que existan sobre la realización de actividades con el organismo de que se trate;

IX. La liberación de OGMs en el ambiente debe realizarse “paso a paso” conforme a lo cual, todo OGM que esté destinado a ser liberado comercialmente debe ser previamente sometido a pruebas satisfactorias conforme a los estudios de riesgo, la evaluación de riesgos y los reportes de resultados aplicables en la realización de actividades de liberación experimental y de liberación en programa piloto de dichos organismos, en los términos de esta Ley;

X. Deben ser monitoreados los efectos adversos que la liberación de los OGMs pudieran causar a la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los posibles riesgos para la salud humana;

XI. Los procedimientos administrativos para otorgar permisos y autorizaciones para realizar actividades con OGMs, deben ser eficaces y transparentes; en la expedición de los reglamentos y las normas oficiales mexicanas que deriven de esta Ley, se deberán observar los compromisos establecidos en tratados y acuerdos internacionales en los que los Estados Unidos Mexicanos sean parte, de manera que su contenido y alcances sean compatibles con dichos tratados y acuerdos;

XII. Es necesario apoyar el desarrollo tecnológico y la investigación científica sobre organismos genéticamente modificados que puedan contribuir a satisfacer las necesidades de la Nación;

XIII. Para el análisis de soluciones a problemas particulares se evaluarán caso por caso los beneficios y los posibles riesgos del uso de OGMs. Este análisis podrá también incluir la evaluación de los riesgos de las opciones tecnológicas alternas para contender con la problemática específica para la cual el OGM fue diseñado. Dicho análisis comparativo deberá estar sustentado en la evidencia científica y técnica, así como en antecedentes sobre uso, producción y consumo, y podrá ser elemento adicional al estudio de evaluación del riesgo para decidir, de manera casuística, sobre la liberación al medio ambiente del OGM de que se trate;

XIV. Se deberá contar con la capacidad y con la normativa adecuadas para evitar la liberación accidental al medio ambiente de OGMs provenientes de residuos de cualquier tipo de procesos en los que se hayan utilizado dichos organismos;

XV. La aplicación de esta Ley, los procedimientos administrativos y criterios para la evaluación de los posibles riesgos que pudieran generar las actividades que regula esta Ley, los instrumentos de control de dichas actividades, el monitoreo de las mismas, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas que de ella deriven, los procedimientos de inspección y vigilancia para verificar y comprobar el cumplimiento de esta Ley y de las disposiciones que de ella deriven, la implantación de medidas de seguridad y de urgente aplicación, y la aplicación de sanciones por violaciones a los preceptos de esta Ley y las disposiciones que de ella emanen, son la forma en que el Estado Mexicano actúa con precaución, de manera prudente y con bases científicas y técnicas para prevenir, reducir o evitar los posibles riesgos que las actividades con OGMs pudieran ocasionar a la salud humana o al medio ambiente y la diversidad biológica;

XVI. La bioseguridad de los productos agropecuarios, pesqueros y acuícolas se encuentra estrechamente relacionada con la sanidad vegetal, animal y acuícola, por lo que la política en estas materias deberá comprender los aspectos ambientales, de diversidad biológica, de salud humana y de sanidad vegetal y animal;

XVII. El Estado Mexicano cooperará en la esfera del intercambio de información e investigación sobre los efectos socioeconómicos de los OGMs, especialmente en las comunidades indígenas y locales, y

XVIII. La experimentación con OGMs o con cualquier otro organismo para fines de fabricación y/o utilización de armas biológicas queda prohibida en el territorio nacional.

CAPÍTULO III

De las Competencias en Materia de Bioseguridad

ARTÍCULO 10.- Son autoridades competentes en materia de bioseguridad:

- I. La SEMARNAT;
- II. La SAGARPA, y
- III. La SSA.

La SHCP tendrá las facultades que se establecen en esta Ley, en lo relativo a la importación de OGMs y de productos que los contengan.

ARTÍCULO 11.- Corresponde a la SEMARNAT el ejercicio de las siguientes facultades respecto de actividades con todo tipo de OGMs, salvo cuando se trate de OGMs que correspondan a la SAGARPA:

- I. Participar en la formulación y aplicar la política general de bioseguridad;

II. Analizar y evaluar caso por caso los posibles riesgos que las actividades con OGMs pudieran ocasionar al medio ambiente y a la diversidad biológica, con base en los estudios de riesgo y los reportes de resultados que elaboren y presenten los interesados, en los términos de esta Ley;

III. Resolver y expedir permisos para la realización de actividades de liberación al ambiente de OGMs, así como establecer y dar seguimiento a las condiciones y medidas a las que se deberán sujetar dichas actividades, conforme a las disposiciones del presente ordenamiento, incluyendo la liberación de OGMs para biorremediación;

IV. Realizar el monitoreo de los efectos que pudiera causar la liberación de OGMs, permitida o accidental, al medio ambiente y a la diversidad biológica, de conformidad con lo que dispongan esta Ley y las normas oficiales mexicanas que de ella deriven;

V. Participar en la elaboración y expedición de las listas a que se refiere esta Ley;

VI. Suspender los efectos de los permisos, cuando disponga de información científica y técnica de la que se deduzca que la actividad permitida supone riesgos superiores a los previstos, que puedan afectar negativamente al medio ambiente, a la diversidad biológica o a la salud humana o la sanidad animal, vegetal o acuícola. Estos dos últimos supuestos, a solicitud expresa de la SAGARPA o de la SSA, según su competencia conforme a esta Ley, con apoyo en elementos técnicos y científicos;

VII. Ordenar y aplicar las medidas de seguridad o de urgente aplicación pertinentes, con bases científicas y técnicas y en el enfoque de precaución, en los términos de esta Ley;

VIII. Inspeccionar y vigilar el cumplimiento de la presente Ley, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas que deriven de la misma;

IX. Imponer sanciones administrativas a las personas que infrinjan los preceptos de esta Ley, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas que de ella deriven, sin perjuicio, en su caso, de las penas que correspondan cuando los actos u omisiones constitutivos de infracciones a este ordenamiento sean también constitutivos de delito, y de la responsabilidad civil y ambiental que pudiera resultar, y

X. Las demás que esta Ley le confiere.

ARTÍCULO 12.- Corresponde a la SAGARPA el ejercicio de las facultades que le confiere esta Ley, cuando se trate de actividades con OGMs en los casos siguientes:

I. Vegetales que se consideren especies agrícolas, incluyendo semillas, y cualquier otro organismo o producto considerado dentro del ámbito de aplicación de la Ley

Federal de Sanidad Vegetal, con excepción de las especies silvestres y forestales reguladas por la Ley General de Vida Silvestre y la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, respectivamente, y aquellas que se encuentren bajo algún régimen de protección por normas oficiales mexicanas derivadas de esas leyes;

II. Animales que se consideren especies ganaderas y cualquier otro considerado dentro del ámbito de aplicación de la Ley Federal de Sanidad Animal, con excepción de las especies silvestres reguladas por la Ley General de Vida Silvestre y aquellas que se encuentren bajo algún régimen de protección por normas oficiales mexicanas derivadas de esas leyes;

III. Insumos fitozoosanitarios y de nutrición animal y vegetal;

IV. Especies pesqueras y acuícolas, con excepción de aquellas que se encuentren bajo algún régimen de protección por normas oficiales mexicanas;

V. OGMs que se utilicen en la inmunización para proteger y evitar la diseminación de las enfermedades de los animales, y

VI. En los demás organismos y productos que determine el reglamento de esta Ley.

ARTÍCULO 13.- En los casos establecidos en el artículo anterior, corresponde a la SAGARPA el ejercicio de las siguientes atribuciones:

I. Participar en la formulación y aplicar la política general de bioseguridad;

II. Analizar y evaluar caso por caso los posibles riesgos que las actividades con OGMs pudieran ocasionar a la sanidad animal, vegetal y acuícola, así como al medio ambiente y a la diversidad biológica, con base en los estudios de riesgo y los reportes de resultados que elaboren y presenten los interesados, en los términos de esta Ley;

III. Resolver y expedir permisos para la realización de actividades con OGMs, así como establecer y dar seguimiento a las condiciones y medidas a las que se deberán sujetar dichas actividades, conforme a las disposiciones del presente ordenamiento;

IV. Realizar el monitoreo de los efectos que pudiera causar la liberación de OGMs, permitida o accidental, a la sanidad animal, vegetal y acuícola, y a la diversidad biológica, de conformidad con lo que dispongan esta Ley y las normas oficiales mexicanas que de ella deriven;

V. Participar en la elaboración y expedición de las listas a que se refiere esta Ley;

VI. Suspender los efectos de los permisos, cuando disponga de información científica y técnica superveniente de la que se deduzca que la actividad permitida supone

riesgos superiores a los previstos, que puedan afectar negativamente a la sanidad animal, vegetal o acuícola, a la diversidad biológica o a la salud humana. Estos dos últimos supuestos, a solicitud expresa de la SEMARNAT o de la SSA, según sea su competencia conforme a esta Ley, con apoyo en elementos técnicos y científicos;

VII. Ordenar y aplicar las medidas de seguridad o de urgente aplicación pertinentes, con bases técnicas y científicas y en el enfoque de precaución, en los términos de esta Ley;

VIII. Inspeccionar y vigilar el cumplimiento de la presente Ley, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas que deriven de la misma;

IX. Imponer sanciones administrativas a las personas que infrinjan los preceptos de esta Ley, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas que de ella deriven, sin perjuicio, en su caso, de las penas que correspondan cuando los actos u omisiones constitutivos de infracciones a este ordenamiento sean también constitutivos de delito, y de la responsabilidad civil que pudiera resultar, y

X. Las demás que esta Ley le confiere.

ARTÍCULO 14.- En los casos en que a la SEMARNAT le corresponda el conocimiento, tramitación y resolución de una solicitud de permiso, tratándose de especies silvestres y forestales, deberá remitir el expediente respectivo a la SAGARPA para que emita la opinión que corresponda.

ARTÍCULO 15.- En los casos que son competencia de la SAGARPA, a la SEMARNAT le corresponderá lo siguiente:

I. Emitir el dictamen de bioseguridad que corresponda, previo a la resolución de la SAGARPA, como resultado del análisis y evaluación de riesgos que realice con base en el estudio que elaboren y presenten los interesados, sobre los posibles riesgos que la actividad con OMGs de que se trate pueda causar al medio ambiente y a la diversidad biológica, cuando se trate de solicitudes de permisos para liberación experimental de dichos organismos, o con base en los reportes de resultados y la información que adjunten los interesados a sus solicitudes de permisos para liberación en programa piloto y para liberación comercial;

II. Requerir a la SAGARPA la suspensión de los efectos de los permisos que expida dicha Secretaría, cuando disponga de información científica y técnica de la que se deduzca que la liberación permitida supone riesgos superiores a los previstos que pueden afectar negativamente el medio ambiente y la diversidad biológica, y

III. El ejercicio de las facultades establecidas en las fracciones I, II, IV, V, VII y VIII del artículo 11 de esta Ley.

El dictamen de bioseguridad a que se refiere la fracción

I de este artículo tendrá carácter vinculante, previo al otorgamiento de los permisos que le corresponda emitir a la SAGARPA, y se expedirá en los términos del artículo 66 de esta Ley.

ARTÍCULO 16.- Corresponde a la SSA el ejercicio de las siguientes facultades en relación con los OMGs:

I. Participar en la formulación y aplicar la política general de bioseguridad;

II. Evaluar caso por caso los estudios que elaboren y presenten los interesados sobre la inocuidad y los posibles riesgos de los OMGs sujetos a autorización en los términos del Título Quinto de esta Ley;

III. Resolver y expedir las autorizaciones de OMGs a que se refiere la fracción anterior;

IV. Participar en la elaboración y expedición de las listas a que se refiere esta Ley;

V. Ordenar y aplicar las medidas de seguridad o de urgente aplicación pertinentes, con bases técnicas y científicas y en el enfoque de precaución, en los términos de esta Ley;

VI. Solicitar a la SEMARNAT o a la SAGARPA, según se trate, con apoyo en elementos técnicos y científicos, la suspensión de los efectos de los permisos de liberación al ambiente de OMGs, cuando disponga de información de la que se deduzca que la actividad permitida por esas Secretarías supone riesgos superiores a los previstos que pudieran afectar a la salud humana;

VII. Inspeccionar y vigilar el cumplimiento de la presente Ley, sus reglamentos y normas oficiales mexicanas;

VIII. Imponer sanciones administrativas a las personas que infrinjan los preceptos de esta Ley, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas que deriven de esta Ley, sin perjuicio, en su caso, de las penas que correspondan cuando los actos u omisiones constitutivos de infracciones a este ordenamiento sean también constitutivos de delito, y de la responsabilidad civil que pudiera resultar, y

IX. Las demás que esta Ley le confiere.

La SSA realizará las acciones de vigilancia sanitaria y epidemiológica de los OMGs y de los productos que los contengan y de los productos derivados, de conformidad con la Ley General de Salud y sus disposiciones reglamentarias.

ARTÍCULO 17.- En caso de liberación accidental de OMGs, las Secretarías se coordinarán para que, en el ámbito de sus respectivas competencias conforme a esta Ley, impongan las medidas necesarias para evitar afectaciones negativas a la diversidad biológica, a la salud humana o a la sanidad animal, vegetal y acuícola, según se trate.

ARTÍCULO 18.- Corresponde a la SHCP el ejercicio de las siguientes facultades, respecto de la importación de OGMs y de productos que los contengan:

I. Revisar en las aduanas de entrada del territorio nacional, que los OGMs que se importen y destinen a su liberación al ambiente o a las finalidades establecidas en el artículo 91 de esta Ley, cuenten con el permiso y/o la autorización respectiva, según sea el caso en los términos de este ordenamiento;

II. Revisar que la documentación que acompañe a los OGMs que se importen al país, contenga los requisitos de identificación establecidos en las normas oficiales mexicanas que deriven de esta Ley;

III. Participar, de manera conjunta con las Secretarías, en la expedición de normas oficiales mexicanas relativas al almacenamiento o depósito de OGMs o de productos que los contengan en los recintos aduaneros del territorio nacional;

IV. Dar aviso inmediato a la SEMARNAT, a la SAGARPA y/o a la SSA, sobre la probable comisión de infracciones a los preceptos de esta Ley, en materia de importación de OGMs, y

V. Impedir la entrada al territorio nacional de OGMs y productos que los contengan, en los casos en que dichos organismos y productos no cuenten con permiso y/o autorización, según corresponda, para su importación, conforme a esta Ley.

La SHCP ejercerá las facultades anteriores, sin perjuicio de las que le confiera la legislación aduanera, aplicables a la importación de todas las mercancías.

CAPÍTULO IV

De la Coordinación y Participación

ARTÍCULO 19.- La CIBIOGEM es una Comisión Intersecretarial que tiene por objeto formular y coordinar las políticas de la Administración Pública Federal relativas a la bioseguridad de los OGMs, la cual tendrá las funciones que establezcan las disposiciones reglamentarias que deriven de esta Ley, conforme a las siguientes bases:

I. La CIBIOGEM estará integrada por los titulares de las Secretarías de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; Medio Ambiente y Recursos Naturales; Salud; Educación Pública; Hacienda y Crédito Público, y Economía, así como por el Director General del CONACyT;

II. La CIBIOGEM tendrá una Presidencia que será rotatoria entre los titulares de las Secretarías de Agricultu-

ra, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, de Medio Ambiente y Recursos Naturales y de Salud, y cuyo ejercicio, funciones y duración se determinarán en las disposiciones reglamentarias correspondientes. También habrá una Vicepresidencia cuyo titular será el Director General del CONACyT, quien presidirá las sesiones en ausencia del Presidente, coadyuvará con la Comisión y con el Secretario Ejecutivo en el ejercicio de sus funciones y realizará las actividades que le encomiende la propia CIBIOGEM en los términos que establezcan las disposiciones reglamentarias que deriven de la presente Ley;

III. La CIBIOGEM podrá invitar a otras dependencias a participar, con voz, en los acuerdos y decisiones de los asuntos que tengan relación con su objeto, así como a los miembros del Consejo Consultivo;

IV. La CIBIOGEM contará con un Secretario Ejecutivo que será designado por el Presidente de la República, a propuesta del Director General del CONACyT, aprobada por la propia CIBIOGEM. Tendrá las atribuciones y facultades que se determinen en las disposiciones reglamentarias que deriven de este ordenamiento, y ejecutará y dará seguimiento a los acuerdos de la propia Comisión y ejercerá las demás funciones que se le encomienden;

V. La Secretaría Ejecutiva de la CIBIOGEM contará con la estructura orgánica que se apruebe en los términos de las disposiciones aplicables, y será considerada una unidad administrativa por función del CONACyT, de conformidad con la Ley Orgánica de dicha entidad paraestatal, y

VI. La CIBIOGEM también contará con un Comité Técnico integrado por los coordinadores, directores generales o equivalentes competentes en la materia que designen los titulares de las dependencias y entidades que formen parte de la CIBIOGEM. Dicho Comité podrá proponer la creación de subcomités especializados para la atención de asuntos específicos y tendrá las atribuciones que se determinen en las disposiciones reglamentarias que deriven de esta Ley.

ARTÍCULO 20.- Se crea el Consejo Consultivo Científico de la CIBIOGEM que fungirá como órgano de consulta obligatoria de la propia CIBIOGEM en aspectos técnicos y científicos en biotecnología moderna y bioseguridad de OGMs. Se integrará por un conjunto de expertos en diferentes disciplinas, provenientes de centros, instituciones de investigación, academias o sociedades científicas de reconocido prestigio, que ejercerán su función a título personal, con independencia de la institución, asociación o empresa de la que formen parte o en la que presten sus servicios. Dichos expertos manifestarán expresamente en carta compromiso, al momento de ser

designados como integrantes del Consejo Consultivo Científico, no tener ningún conflicto de interés.

La selección de los integrantes del Consejo Consultivo Científico se realizará mediante convocatoria pública que emitan conjuntamente el CONACyT y el Foro Consultivo Científico y Tecnológico previsto en la Ley de Ciencia y Tecnología. Entre las funciones del Consejo Consultivo se preverá la formulación de protocolos de investigación, análisis y metodologías y dictámenes técnicos, que podrán ser remunerados. Las funciones específicas del Consejo Consultivo y los mecanismos para que la renovación de sus miembros sea progresiva y escalonada, se establecerán en las disposiciones reglamentarias que deriven de esta Ley.

ARTÍCULO 21.- Se crea el Consejo Consultivo Mixto de la CIBIOGEM que fungirá como órgano auxiliar de consulta y opinión de la propia CIBIOGEM. Se integrará por representantes de asociaciones, cámaras o empresas de los sectores privado, social y productivo. Su función fundamental será conocer y opinar sobre aspectos sociales, económicos, y otros aspectos relativos a las políticas regulatorias y de fomento, así como sobre las prioridades en la normalización y el mejoramiento de trámites y procedimientos en materia de bioseguridad de los OMGs. Las funciones específicas del Consejo Consultivo Mixto y los mecanismos para la incorporación de sus integrantes serán establecidas por la CIBIOGEM.

ARTÍCULO 22.- La CIBIOGEM emitirá sus reglas de operación en las que se establecerán los mecanismos de participación para que integrantes y representantes de los sectores académico, científico, tecnológico, social y productivo, de reconocido prestigio y experiencia en los temas relacionados directamente con las actividades que son materia de esta Ley, puedan participar mediante opiniones, estudios y consultas en el conocimiento y evolución de las políticas de bioseguridad y de fomento de la investigación en bioseguridad y biotecnología, así como también para recibir opiniones, estudios y consultas en dichas materias.

ARTÍCULO 23.- El CONACyT contará en su presupuesto con los recursos necesarios para el desarrollo de las actividades de la CIBIOGEM, de la Secretaría Ejecutiva y del Consejo Consultivo Científico, conforme al presupuesto que se autorice en los términos de las disposiciones aplicables. Dichos recursos serán administrados y ejercidos por el Secretario Ejecutivo de la CIBIOGEM.

Los programas, proyectos, apoyos, así como las demás acciones que se lleven a cabo por la aplicación de la presente ley y demás disposiciones en la materia, en los que se ejerzan recursos de carácter federal, se sujetarán a la disponibilidad de recursos que se determinen para tal fin

en el Presupuesto de Egresos de la Federación del ejercicio fiscal correspondiente, y deberán observar las disposiciones aplicables en materia presupuestaria.

ARTÍCULO 24.- Las Secretarías podrán establecer comités técnicos científicos que les proporcionen apoyo en la resolución de expedientes de solicitudes de permisos y autorizaciones, así como en materia de avisos. Las disposiciones reglamentarias de esta Ley determinarán las bases de organización y funcionamiento de dichos comités.

CAPÍTULO V

De la Coordinación con las Entidades Federativas

ARTÍCULO 25.- La Federación, por conducto de las Secretarías en el ámbito de su competencia y en los términos de las disposiciones aplicables, con el conocimiento de la CIBIOGEM, podrá celebrar convenios o acuerdos de coordinación con los gobiernos de las entidades federativas, con el objeto de:

I. Establecer la colaboración concurrente en el monitoreo de los riesgos que pudieran ocasionar las actividades de liberación de OMGs al ambiente, sea experimental o en programa piloto, que se determinen en dichos convenios o acuerdos, y

II. En su caso, en la realización de acciones para la vigilancia del cumplimiento de las disposiciones de esta Ley.

ARTÍCULO 26.- Los convenios o acuerdos de coordinación que suscriban la Federación con los gobiernos de las entidades federativas para los propósitos a que se refiere el artículo anterior, deberán ajustarse a las disposiciones aplicables y a las siguientes bases:

I. Definirán con precisión las materias y actividades que constituyan el objeto del convenio o acuerdo;

II. El propósito de los convenios o acuerdos deberá ser congruente con la política en materia de bioseguridad;

III. Se describirán los bienes y recursos que aporten las partes esclareciendo cuál será su destino específico y su forma de administración, para lo cual la Federación contribuirá al fortalecimiento de sus capacidades financieras e institucionales;

IV. Se determinarán los medios, procedimientos y recursos necesarios que aporten las Secretarías competentes, con la finalidad de que los gobiernos de las entidades federativas puedan realizar las acciones y las actividades objeto de los convenios o acuerdos de coordinación;

V. Se especificará la vigencia del convenio o acuerdo, sus formas de terminación y de solución de controversias y, en su caso, de prórroga;

VI. Definirán el órgano u órganos que llevarán a cabo las acciones que resulten de los convenios o acuerdos de coordinación;

VII. Determinarán las acciones para promover y participar conjuntamente en el apoyo a la investigación científica y tecnológica en bioseguridad y biotecnología;

VIII. Se establecerá la obligación de presentar informes detallados sobre el cumplimiento del objeto de los convenios y acuerdos de coordinación, y

IX. Contendrán las demás estipulaciones que las partes consideren necesarias para el correcto cumplimiento del convenio o acuerdo.

Los convenios a que se refiere este artículo deberán publicarse en el Diario Oficial de la Federación y en el órgano de difusión oficial del gobierno local respectivo.

ARTÍCULO 27.- Los gobiernos de las entidades federativas tendrán acceso permanente a la información que se inscriba en el Registro Nacional de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados. Asimismo, la CIBIOGEM, por conducto de su Secretaría Ejecutiva, notificará las solicitudes de permisos de liberación comercial al ambiente de OGMs, a los gobiernos de las entidades federativas en las que se pretenda llevar a cabo dicha actividad, a efecto de que tengan conocimiento de esa situación y puedan emitir sus opiniones en los términos de esta Ley. La notificación deberá realizarse dentro de los veinte días siguientes a aquel en que la CIBIOGEM haya recibido la solicitud de permiso correspondiente para su inscripción en el Registro.

CAPÍTULO VI

Del Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica en Bioseguridad y Biotecnología

ARTÍCULO 28.- El Ejecutivo Federal fomentará, apoyará y fortalecerá la investigación científica y tecnológica en materia de bioseguridad y de biotecnología a través de las políticas y los instrumentos establecidos en esta Ley y en la Ley de Ciencia y Tecnología.

ARTÍCULO 29.- Para lograr el fomento a la investigación científica y tecnológica en materia de bioseguridad y de biotecnología se establecerá un programa para el desarrollo de la bioseguridad y la biotecnología que será considerado como un programa cuya formulación estará a cargo del CONACyT con base en las propuestas que presenten las Secretarías y las demás dependencias y entidades de la Administración Pública Federal que apoyen o realicen investigación científica y desarrollo tecnológico.

En dicho proceso se tomarán en cuenta las opiniones y propuestas de las comunidades científica, académica, tecnológica y sector productivo, convocadas por el Foro Consultivo Científico y Tecnológico, y de la CIBIOGEM.

Dicho programa formará parte del Programa Especial de Ciencia y Tecnología que establece la Ley de Ciencia y Tecnología.

ARTÍCULO 30.- El programa para el desarrollo de la bioseguridad y la biotecnología deberá contener, cuando menos, diagnósticos, políticas, estrategias y acciones generales y sectoriales en cuanto a:

- I. Investigación científica;
- II. Innovación y desarrollo tecnológico;
- III. Formación de investigadores, tecnólogos y profesionales de alto nivel;
- IV. Difusión del conocimiento científico y tecnológico;
- V. Colaboración nacional e internacional;
- VI. Fortalecimiento de la cultura de la bioseguridad, y
- VII. Descentralización y desarrollo regional.

ARTÍCULO 31.- El CONACyT constituirá un Fondo para el Fomento y Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica en Bioseguridad y Biotecnología conforme a la Ley de Ciencia y Tecnología, al cual se destinarán los recursos fiscales que aporten las dependencias y entidades para tal fin, recursos de terceros e ingresos que por concepto de derechos determinen las disposiciones fiscales, que deriven de actos realizados en aplicación de esta Ley.

TÍTULO SEGUNDO

De los Permisos

CAPÍTULO I

Disposiciones Comunes

ARTÍCULO 32.- Requerirá de permiso la realización de las siguientes actividades:

- I. La liberación experimental al ambiente, incluyendo la importación para esa actividad, de uno o más OGMs;
- II. La liberación al ambiente en programa piloto, incluyendo la importación para esa actividad, de OGMs, y
- III. La liberación comercial al ambiente, incluyendo la importación para esa actividad, de OGMs.

ARTÍCULO 33.- Una vez que las Secretarías correspondientes reciban una solicitud de permiso de liberación al ambiente de OGMs, y siempre y cuando cumpla con la información y los requisitos establecidos en esta Ley, deberán remitirla al Registro, para su inscripción y publicidad respectivas. Una vez realizado lo anterior, la Secretaría

a la que le corresponda resolver la solicitud de permiso de liberación de OMGs al ambiente, pondrá a disposición del público dicha solicitud, para su consulta pública, debiendo observar las previsiones sobre confidencialidad establecidas en esta Ley. Dicha Secretaría podrá hacer uso de los medios que considere idóneos a efecto de poner a disposición del público la solicitud del permiso respectivo.

Cualquier persona, incluyendo a los gobiernos de las entidades federativas en las que se pretenda realizar la liberación respectiva, podrá emitir su opinión, que deberá estar sustentada técnica y científicamente, en un plazo no mayor de veinte días hábiles contados a partir de la fecha en que la solicitud respectiva sea puesta a disposición del público en los términos de este artículo.

Las opiniones que se emitan de conformidad con lo establecido en el párrafo anterior serán consideradas por las Secretarías correspondientes para el establecimiento de medidas de bioseguridad adicionales, en caso de que proceda expedir el permiso de liberación de OMGs al ambiente que corresponda, en los términos de esta Ley.

ARTÍCULO 34.- La Secretaría correspondiente expedirá su resolución, debidamente fundada y motivada, una vez analizada la información y documentación aportados por el interesado, el dictamen o la opinión que hubieran expedido las Secretarías a las que les corresponde emitirlos de conformidad con esta Ley y, cuando proceda, la autorización del OGM que expida la SSA en los términos de este ordenamiento. La Secretaría correspondiente en su resolución podrá:

I. Expedir el permiso para la realización de la actividad de liberación al ambiente de que se trate, pudiendo establecer medidas de monitoreo, control, prevención y seguridad adicionales a las que fueron propuestas por el interesado en la solicitud del permiso, o

II. Negar el permiso en los siguientes casos:

A) Cuando la solicitud no cumpla con lo establecido en esta Ley o las normas oficiales mexicanas como requisitos para el otorgamiento del permiso;

B) Cuando la información proporcionada por el interesado, incluyendo la relativa a los posibles riesgos que pudieran ocasionar los OMGs sea falsa, esté incompleta o sea insuficiente, o

C) Cuando la Secretaría correspondiente concluya que los riesgos que pudieran presentar los OMGs de que se trate, afectarán negativamente a la salud humana o a la diversidad biológica, o a la sanidad animal, vegetal o acuícola, pudiéndoles causar daños graves o irreversibles.

ARTÍCULO 35.- Los plazos establecidos en esta Ley para la resolución de una solicitud de permiso de liberación al

ambiente de OMGs, sea experimental o en programa piloto, serán prorrogables, en caso de que el interesado no cuente con la autorización expedida por la SSA en los términos de este ordenamiento, siempre y cuando dicha autorización sea requisito para la expedición del permiso respectivo.

ARTÍCULO 36.- Los permisos para liberación experimental, en programa piloto o comercial de OMGs al ambiente, surtirán efectos de permisos de importación de dichos organismos para ser liberados en forma experimental, en programa piloto o comercial, según sea el caso, en los términos y condiciones que se establezcan en los propios permisos. Lo anterior, sin perjuicio de que la importación de los OMGs de que se trate, quede sujeta al régimen fitosanitario o acuícola establecido en la legislación de la materia que corresponda.

Asimismo, en el caso de que otros países notifiquen a la Secretaría correspondiente la exportación de OMGs, con el objeto de que se importen para su liberación al ambiente en el territorio nacional, dicha Secretaría emitirá el acuse de recibo que corresponda, siempre que este requisito se establezca en los tratados y acuerdos internacionales en los que los Estados Unidos Mexicanos sean parte, y con independencia de que la importación de dichos OMGs y su liberación al ambiente se sujeten, para su realización, a las disposiciones contenidas en esta Ley.

ARTÍCULO 37.- Las medidas de monitoreo, prevención, control y seguridad de los posibles riesgos de la utilización del OGM que establezca la Secretaría correspondiente en los permisos, podrán comprender entre otros, los siguientes aspectos:

I. Manejo del OGM;

II. Medidas de seguridad para que el posible riesgo se mantenga dentro de los límites de tolerancia aceptados en la evaluación, y

III. Monitoreo de la actividad de que se trate, en relación con los posibles riesgos que dicha actividad pudiera generar.

ARTÍCULO 38.- La Secretaría que expida el permiso podrá modificar las medidas de monitoreo, control y prevención, requerir al interesado la implantación de nuevas medidas, así como suspender o revocar dicho permiso, previa audiencia que se otorgue a los interesados, cuando disponga de información científica o técnica de la que se deduzca que la actividad puede suponer riesgos superiores o inferiores a los previstos originalmente en los estudios correspondientes. Lo anterior deberá ser establecido en los permisos que expidan las Secretarías competentes.

ARTÍCULO 39.- El titular del permiso estará obligado a observar y cumplir las medidas de monitoreo, prevención, control y seguridad que establezca el permiso, así como las disposiciones de este ordenamiento, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas que de él deriven, que resulten aplicables a la liberación de que se trate. El incumplimiento de las medidas y disposiciones a que se refiere este artículo, dará lugar a la determinación de la responsabilidad respectiva y a la aplicación de las sanciones que correspondan conforme esta Ley.

ARTÍCULO 40.- No se permitirá la importación de OGMs o de productos que los contengan al territorio nacional, en los casos en que dichos organismos se encuentren prohibidos en el país de origen o se encuentren clasificados en las listas como no permitidos para su liberación comercial o para su importación para esa actividad.

En caso de que dichos organismos y productos estén prohibidos en el país de origen o en otro país distinto al de origen, la Secretaría correspondiente estudiará las razones de dicha decisión a fin de determinar si esas prohibiciones son aplicables y por tanto, si deben o no adoptarse en el territorio nacional, así como la existencia de otras razones perjudiciales a la salud humana o al medio ambiente y la diversidad biológica.

ARTÍCULO 41.- Se prohíbe realizar actividades con OGMs o con cualquier otro organismo cuya finalidad sea la fabricación y/o utilización de armas biológicas.

CAPÍTULO II

Requisitos para la obtención de permisos

SECCIÓN I

Permiso para liberación experimental al ambiente

ARTÍCULO 42.- La solicitud del permiso para realizar la liberación experimental al ambiente de OGMs, incluyendo su importación para esa actividad, deberá acompañarse de la siguiente información:

I. Caracterización del OGM, en la que se deberá considerar lo que establezcan para cada caso las normas oficiales mexicanas que deriven de esta Ley;

II. La identificación de la zona donde se pretende liberar experimentalmente el OGM, incluyendo la especificación de la superficie total en la que se realizará la liberación;

III. Un estudio de los posibles riesgos que la liberación de los OGMs pudiera generar al medio ambiente y a la diversidad biológica. Además, en los casos que sean de la

competencia de la SAGARPA, el estudio deberá contener lo relativo a los posibles riesgos que la liberación de dichos organismos pudieran causar a la sanidad animal, vegetal o acuícola;

IV. Las medidas y procedimientos de monitoreo de la actividad y de bioseguridad, que se llevarán a cabo al momento de realizarla y las posteriores a la liberación;

V. En su caso, los antecedentes de liberación de los OGMs de que se trate en otros países, y

VI. En su caso, se presentarán consideraciones sobre los riesgos de las alternativas tecnológicas con las que se cuenta para contender con el problema para el cual se construyó el organismo genéticamente modificado que se pretende liberar.

Será requisito para obtener el permiso de liberación experimental al ambiente, que el solicitante cuente con la autorización del OGM que expida la SSA de conformidad con esta Ley, cuando dicho organismo tenga finalidades de salud pública o se destine a la biorremediación. El interesado podrá iniciar el trámite para obtener dicho permiso ante la Secretaría competente, pero no le será otorgado hasta que acredite en el expediente respectivo haber obtenido la autorización de la SSA.

ARTÍCULO 43.- Los interesados en importar OGMs para su liberación experimental al ambiente, además de lo establecido en el artículo anterior, deberán adjuntar a su solicitud la información y documentación que acredite que el OGM esté permitido conforme la legislación del país de origen, para su liberación, al menos, en etapa experimental, adjuntando para tales efectos la autorización o documentación oficial que ampare dicha situación. En su defecto, el interesado manifestará la inexistencia de dicha situación, y expondrá los elementos de consideración que sustenten el que la Secretaría correspondiente pueda resolver la solicitud.

ARTÍCULO 44.- La resolución a una solicitud de permiso para liberación experimental de OGMs deberá expedirse en un plazo máximo de seis meses contados a partir del día siguiente a aquel en que la Secretaría que deba resolver haya recibido la solicitud del permiso y la información aportada por el interesado esté completa.

ARTÍCULO 45.- En caso de que, con posterioridad al otorgamiento del permiso, en la realización de la liberación experimental de un OGM al ambiente se presente lo siguiente:

I. Se produzca cualquier modificación en la liberación que pueda incrementar o disminuir los posibles riesgos para el medio ambiente y la diversidad biológica, o

II. Se disponga de nueva información científica y técnica sobre dichos riesgos.

En estos casos, el titular del permiso estará obligado a:

A. Informar a la Secretaría correspondiente, de manera inmediata, dicha situación;

B. Revisar las medidas de monitoreo y de bioseguridad especificadas en la documentación, y

C. Adoptar las medidas de bioseguridad necesarias.

ARTÍCULO 46.- El titular del permiso de liberación experimental al ambiente, deberá informar a la Secretaría que lo expidió, mediante un reporte, los resultados de la o las liberaciones realizadas en relación con los posibles riesgos para el medio ambiente y la diversidad biológica. Las características y contenido del reporte a que se refiere este artículo se establecerán en las normas oficiales mexicanas que deriven de esta Ley.

ARTÍCULO 47.- El titular del permiso estará obligado a informar inmediatamente a la Secretaría correspondiente, cualquier situación que en la realización de la liberación permitida, pudiera incrementar o disminuir los posibles riesgos para el medio ambiente, la diversidad biológica y/o la salud humana.

ARTÍCULO 48.- La Secretaría correspondiente podrá limitar la vigencia del permiso de liberación experimental al ambiente considerando los elementos del expediente.

ARTÍCULO 49.- Las liberaciones experimentales al ambiente de OGMs se realizarán al amparo y conforme a los términos y condiciones que establezca el permiso. En caso de que dicho permiso comprenda la realización de diversas liberaciones del mismo OGM en la misma área geográfica establecida en el permiso, en el mismo se podrá establecer el requisito de aviso de cada liberación.

SECCIÓN II

Permiso para liberación al ambiente en programa piloto

ARTÍCULO 50.- La solicitud del permiso para realizar la liberación al ambiente de OGMs en programa piloto, incluyendo su importación para esa actividad, deberá acompañarse de la siguiente información:

I. El permiso para la liberación experimental del OGM de que se trate;

II. Referencia y consideraciones sobre el reporte de los resultados de la o las liberaciones experimentales realizadas en relación con los posibles riesgos al medio ambiente y la diversidad biológica y, adicionalmente, a la sanidad

animal, vegetal o acuícola en los casos que sean competencia de la SAGARPA conforme a esta Ley;

III. Información relativa a:

A) La cantidad total del OGM a liberar;

B) Las condiciones de manejo que se darán al OGM, y

C) Identificación de las zonas donde se pretende liberar el OGM, incluyendo la especificación de la superficie o superficies totales en las que se realizará la liberación.

IV. Las medidas de monitoreo y de bioseguridad a realizar durante la liberación y posteriores a dicha actividad, y

V. La información que para cada caso determinen las normas oficiales mexicanas que deriven de esta Ley.

Lo anterior, con la finalidad de que las Secretarías correspondientes cuenten con la información para que realicen el análisis y la evaluación de los posibles riesgos al medio ambiente y la diversidad biológica o a la sanidad animal, vegetal o acuícola, según les corresponda conforme a esta Ley.

Será requisito para obtener el permiso de liberación al ambiente en programa piloto, que el solicitante cuente con la autorización del OGM que expida la SSA de conformidad con esta Ley, cuando dicho organismo sea para uso o consumo humano. El interesado podrá iniciar el trámite para obtener dicho permiso ante la Secretaría competente, pero no le será otorgado hasta que acredite en el expediente respectivo haber obtenido la autorización de la SSA.

ARTÍCULO 51.- Los interesados en importar OGMs para su liberación al ambiente en programa piloto, además de lo establecido en el artículo anterior, deberán adjuntar a su solicitud la información y documentación que acredite que el OGM esté permitido conforme la legislación del país de origen, para su liberación, al menos, en esta clase de etapa, adjuntando para tales efectos la autorización o documentación oficial que ampare dicha situación. En su defecto, el interesado manifestará la inexistencia de dicha situación, y expondrá los elementos de consideración que sustenten que la Secretaría correspondiente pueda resolver la solicitud.

ARTÍCULO 52.- La resolución a una solicitud de permiso para liberación al ambiente de OGMs en programa piloto deberá expedirse en un plazo máximo de tres meses contados a partir del día siguiente a aquel en que la Secretaría que deba resolver haya recibido la solicitud del permiso y la información aportada por el interesado esté completa.

La vigencia del permiso se determinará considerando los elementos del expediente.

ARTÍCULO 53.- El titular del permiso de liberación al ambiente en programa piloto, deberá informar a la Secretaría que lo expidió, mediante un reporte, los resultados de la o las liberaciones realizadas en relación con los posibles riesgos para el medio ambiente y la diversidad biológica. Las características y contenido del reporte a que se refiere este artículo se establecerán en las normas oficiales mexicanas que deriven de esta Ley.

ARTÍCULO 54.- El titular del permiso estará obligado a informar inmediatamente a la Secretaría correspondiente, cualquier situación que en la realización de la liberación permitida, pudiera incrementar o disminuir los posibles riesgos para el medio ambiente, la diversidad biológica y/o la salud humana.

SECCIÓN III

Permiso para liberación comercial al ambiente

ARTÍCULO 55.- La solicitud del permiso para realizar la liberación comercial al ambiente de OGMs, incluyendo su importación para esa actividad, deberá acompañarse de la siguiente información:

I. Los permisos para la liberación experimental y en programa piloto del OGM de que se trate;

II. Referencia y consideraciones sobre los reportes de resultados de la liberación experimental y de la liberación en programa piloto que se hayan realizado, en términos de los permisos a que se refiere la fracción anterior;

III. Instrucciones o recomendaciones específicas de almacenamiento, transporte y, en su caso, manejo;

IV. En su caso, condiciones para su liberación y comercialización;

V. En su caso, se presentarán consideraciones sobre los riesgos de las alternativas tecnológicas con las que se cuenta para contender con el problema para el cual se construyó el OGM que se pretende liberar;

VI. En su caso, la información que disponga el solicitante sobre datos o resultados de la comercialización del mismo OGM en otros países, y

VII. La demás información que determinen las normas oficiales mexicanas que deriven de esta Ley.

Lo anterior, con la finalidad de que las Secretarías correspondientes cuenten con la información para que realicen el análisis y la evaluación de los posibles riesgos al medio ambiente y la diversidad biológica o a la sanidad animal, vegetal o acuícola, según les corresponda conforme a esta Ley.

ARTÍCULO 56.- Los interesados en importar OGMs para su liberación comercial, además de lo establecido en el artículo anterior, deberán adjuntar la información y documentación que acredite que el OGM esté permitido conforme la legislación del país de origen para su comercialización, adjuntando para tales efectos la autorización o documentación oficial que ampare dicha situación. En su defecto, el interesado manifestará la inexistencia de dicha situación, y expondrá los elementos de consideración que sustenten el que la Secretaría competente pueda resolver la solicitud.

ARTÍCULO 57.- La resolución a una solicitud de permiso para liberación comercial al ambiente, deberá expedirse en el plazo de cuatro meses contados a partir del día siguiente a aquel en que la Secretaría que deba resolver haya recibido la solicitud del permiso y la información aportada por el interesado esté completa.

ARTÍCULO 58.- Las actividades e importaciones subsecuentes al permiso de liberación comercial al ambiente se realizarán sujetándose a los términos y condiciones que en el mismo se establezcan, y sin que requieran de permisos sucesivos. Se entenderá que las importaciones subsecuentes se realizan en los mismos términos y condiciones establecidos en el permiso de liberación comercial respectivo, cuando se trate del mismo OGM y la misma área de liberación. Lo anterior, con independencia de que dichas actividades e importaciones puedan ser objeto de monitoreo y de acciones de inspección y vigilancia, en los términos de esta Ley.

ARTÍCULO 59.- El permiso de liberación comercial al ambiente de un OGM conlleva la autorización de comercialización del organismo de que se trate y de los productos que lo contengan, en los términos de esta Ley.

CAPÍTULO III

Estudio y Evaluación del Riesgo

ARTÍCULO 60.- La evaluación del riesgo es el proceso por el cual se analizan caso por caso, con base en estudios fundamentados científica y técnicamente que deberán elaborar los interesados, los posibles riesgos o efectos que la liberación experimental al ambiente de OGMs pueden causar al medio ambiente y a la diversidad biológica, así como a la sanidad animal, vegetal y acuícola.

Los posibles riesgos a la salud humana serán materia de estudio de riesgos para la obtención de la autorización del OGM de que se trate, en los términos de esta Ley.

ARTÍCULO 61.- Para llevar a cabo el estudio y la evaluación del riesgo, se deberán observar los siguientes lineamientos:

I. Deben realizarse caso por caso de una forma transparente y basada en principios científicos y en el enfoque de precaución, en los términos de esta Ley, tomando en cuenta el asesoramiento de expertos;

II. Se realizarán en los campos de especialidad relevantes;

III. La falta de conocimiento o consenso científico no se interpretará necesariamente como indicador de un determinado nivel de riesgo, de ausencia de riesgo, o de la existencia de un riesgo aceptable;

IV. Deben tener como base mínima los posibles riesgos que se impondrían por la liberación de los organismos hospederos no modificados genéticamente o de los organismos parentales, cuando fueran liberados en ese medio ambiente;

V. Se deberá considerar el organismo receptor, la modificación genética, incluyendo la construcción genética y el método de inserción, y el ambiente en el que se pretende liberar el OGM, y

VI. La naturaleza y el nivel de detalle de la información que contengan pueden variar de un caso a otro, dependiendo del OGM de que se trate, su uso previsto y el probable ambiente receptor.

ARTÍCULO 62.- Las etapas básicas a seguir en el estudio y la evaluación del riesgo son las siguientes:

I. La identificación de características nuevas asociadas con el OGM que pudieran tener posibles riesgos en la diversidad biológica;

II. La evaluación de que estos posibles riesgos ocurran realmente, teniendo en cuenta el nivel y el tipo de exposición del OGM;

III. La evaluación de las consecuencias si posibles riesgos ocurrieran realmente;

IV. La estimación del posible riesgo global que represente el OGM, basada en la evaluación de la probabilidad de que los posibles riesgos y las consecuencias identificadas ocurran realmente, y

V. La recomendación sobre si los posibles riesgos son aceptables o manejables, o no lo son, incluyendo la determinación de estrategias para el manejo de esos posibles riesgos.

ARTÍCULO 63.- Cuando haya incertidumbre acerca del nivel del posible riesgo que los OMGs puedan causar a la diversidad biológica, las Secretarías correspondientes solicitarán dentro del procedimiento administrativo de permiso de la actividad de liberación al ambiente de OMGs de que se trate, información adicional sobre cuestiones

concretas del estudio de riesgo o adoptarán estrategias apropiadas para el manejo del riesgo y/o el monitoreo del OGM en el ambiente receptor.

En caso de peligro de daño grave o irreversible, la incertidumbre acerca del nivel de los posibles riesgos que los OMGs puedan causar a la diversidad biológica o a la salud humana, no deberá utilizarse como razón para que la Secretaría correspondiente postergue la adopción de medidas eficaces que impidan la afectación negativa de la diversidad biológica o de la salud humana. En la adopción de dichas medidas, la Secretaría correspondiente tomará en cuenta la evidencia científica existente que le sirva de fundamento o criterio para el establecimiento de la medida o medidas; los procedimientos administrativos establecidos en esta Ley, y la normatividad comercial contenida en tratados y acuerdos internacionales de los que los Estados Unidos Mexicanos sean parte.

ARTÍCULO 64.- El interesado podrá presentar de manera adicional al estudio de los posibles riesgos, otros estudios o consideraciones en los que se analicen tanto la contribución del OGM a la solución de problemas ambientales, sociales, productivos o de otra índole, las consideraciones socioeconómicas que existan respecto de la liberación de OMGs al ambiente, como una evaluación de los riesgos de las opciones tecnológicas alternas para contender con la problemática específica para la cual el OGM fue diseñado. Estos análisis deberán estar sustentados en evidencias científicas y técnicas, en los antecedentes sobre uso, producción y consumo, y podrán ser considerados por las Secretarías competentes como elementos adicionales para decidir sobre la liberación experimental al ambiente, y consecuentes liberaciones al ambiente en programa piloto y comercial, respectivamente, del OGM de que se trate.

ARTÍCULO 65.- Las características y requisitos de los estudios de evaluación de los posibles riesgos, se establecerán en las normas oficiales mexicanas que deriven de esta Ley.

CAPÍTULO IV

De los dictámenes

ARTÍCULO 66.- Los dictámenes que deberá emitir la SEMARNAT únicamente se requerirán tratándose de actividades de liberación experimental, de liberación en programa piloto y de liberación comercial de OMGs que sean de competencia de la SAGARPA. Dichos dictámenes deberán ser emitidos en un plazo de sesenta días contados a

partir de que la SEMARNAT reciba el expediente administrativo remitido por la SAGARPA. Dicho plazo comprende tanto la expedición del dictamen correspondiente, como su remisión a la SAGARPA. La SAGARPA expedirá el permiso de liberación de OGMs al ambiente que corresponda, siempre que el dictamen que emita la SEMARNAT sea favorable.

CAPÍTULO V

De la Reconsideración de las Resoluciones Negativas

ARTÍCULO 67.- Los interesados a los que la Secretaría correspondiente les haya negado el permiso solicitado, podrán pedir a dicha Secretaría la reconsideración de la resolución respectiva, cuando se considere que:

I. Se ha producido un cambio en las circunstancias que puede influir en el resultado del estudio de los posibles riesgos en el cual se basó la resolución, o

II. Se disponga de nueva información científica o técnica pertinente de la que se deduzca que los posibles riesgos identificados no son los previstos originalmente.

La Secretaría competente podrá emitir una resolución dentro de los dos meses siguientes. En caso de no hacerlo, se tendrá por desestimada la reconsideración.

ARTÍCULO 68.- La reconsideración a que se refiere el artículo anterior no constituye ningún recurso o medio de defensa, y podrá ser promovida por los interesados con independencia de que hagan valer el medio de impugnación establecido en esta Ley en contra de la resolución que les afecte

CAPÍTULO VI

De la Revisión de los Permisos

ARTÍCULO 69.- La Secretaría correspondiente, en cualquier momento y sobre la base de nueva información científica o técnica acerca de los posibles riesgos que puedan provocar los OGMs a la salud pública o al medio ambiente y a la diversidad biológica, podrán revisar los permisos otorgados y, en su caso, suspender sus efectos o revocar dichos permisos, conforme a los procedimientos que establezcan las disposiciones reglamentarias que deriven de esta Ley, cuando considere como causas que:

I. Se presente un cambio en las circunstancias de las actividades que puede influir en el resultado del estudio de la evaluación de los posibles riesgos en el cual se basó el permiso, o

II. Se cuente con información científica o técnica adicional que pudiese modificar cualesquiera condiciones, limitaciones o requisitos del permiso.

CAPÍTULO VII

Confidencialidad

ARTÍCULO 70.- Los interesados podrán identificar claramente en su solicitud de permiso, aquella información que deba considerarse como confidencial conforme al régimen de propiedad industrial o de derechos de autor. La Secretaría correspondiente se sujetará a lo establecido en las leyes de la materia y se abstendrá de mandar registrar y de facilitar a terceros la información y los datos que estén protegidos por dichas leyes.

ARTÍCULO 71.- No tendrán el carácter de confidencial:

I. La descripción general de los OGMs;

II. La identificación del interesado o responsable de la actividad;

III. La finalidad y el lugar ó lugares de la actividad;

IV. Los sistemas y las medidas de bioseguridad, monitoreo, control y emergencia, y

V. Los estudios sobre los posibles riesgos a la salud humana o al medio ambiente y a la diversidad biológica.

La información a que se refieren las fracciones anteriores será de uso exclusivo de SEMARNAT o SAGARPA, según su ámbito de competencia conforme a esta Ley, una vez que se expidan los permisos respectivos en los términos del presente ordenamiento. Lo anterior también será aplicable a la información para autorizaciones de OGMs que expida la SSA de conformidad con esta Ley.

CAPÍTULO VIII

Exportación de OGMs que se destinen a su liberación al ambiente en otros países

ARTÍCULO 72.- Los interesados en exportar OGMs que se destinen a su liberación al ambiente en otros países, notificarán por sí, conforme se determine en las disposiciones reglamentarias que deriven de esta Ley, su intención de exportar dichos organismos, a las autoridades competentes del país respectivo. Dicha notificación sólo se realizará en los casos en que los tratados y acuerdos internacionales en los que los Estados Unidos Mexicanos sean parte, establezcan ese requisito para efectuar la exportación al país de que se trate. La información que el

interesado adjunte a la notificación a que se refiere este artículo, deberá ser exacta, fidedigna y ajustada a lo que establezcan dichos tratados y acuerdos internacionales.

TÍTULO TERCERO

De la Utilización Confinada y Avisos

CAPÍTULO I

Utilización Confinada

ARTÍCULO 73.- La utilización confinada de OMGs puede ser con fines de enseñanza, de investigación científica y tecnológica, industriales o comerciales.

ARTÍCULO 74.- Quienes realicen actividades de utilización confinada sujetas al requisito de presentación de aviso en los términos de esta Ley, deberán cumplir con lo siguiente:

I. Llevar un libro de registro de las actividades de utilización confinada que realicen, el cual se deberá proporcionar a las Secretarías correspondientes cuando éstas lo soliciten;

II. Aplicar las medidas de confinamiento cuya ejecución deberá adaptarse a los conocimientos científicos y técnicos más modernos y avanzados en materia de manejo de riesgos y de tratamiento, disposición final y eliminación de residuos de OMGs generados en la realización de la actividad, y

III. En el caso de la utilización confinada con fines de enseñanza o de investigación científica y tecnológica, integrar una comisión interna de bioseguridad y aplicar los principios de las buenas prácticas de la investigación científica, así como las reglas de bioseguridad que defina la comisión interna de bioseguridad. Dicha comisión interna estará encargada de la seguridad en las instalaciones y de las buenas prácticas y la seguridad en el manejo de OMGs utilizados en la actividad señalada.

Las normas oficiales mexicanas que deriven de esta ley establecerán:

A) Los requisitos y las características generales que debe contener el libro de registro a que se refiere este artículo, para cada tipo de actividad;

B) Los requisitos y características relativas al confinamiento, tratamiento, disposición final, destrucción y eliminación de residuos de OMGs;

C) Las condiciones de manejo que se requieran en las diversas formas de utilización confinada de dichos organismos, y

D) Acciones a realizar en caso de liberación accidental de OMGs.

ARTÍCULO 75.- El almacenamiento o depósito de OMGs o de productos que los contengan, que se realice en las aduanas del territorio nacional, se sujetará a lo que dispongan las normas oficiales mexicanas respectivas que expidan de manera conjunta las Secretarías competentes, con la participación de la SHCP.

ARTÍCULO 76.- El transporte de OMGs o de productos que los contengan, así como el tránsito de dichos organismos y productos por el territorio nacional, cuando tengan como destino otro país, se registrarán por las normas oficiales mexicanas que expidan de manera conjunta las Secretarías competentes, con la participación de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

CAPÍTULO II

De los Avisos

ARTÍCULO 77.- El aviso es la comunicación que deben presentar en formatos oficiales los sujetos señalados en esta Ley, a la SEMARNAT o a la SAGARPA, según corresponda conforme a este ordenamiento, respecto de la utilización confinada de OMGs en los casos que se establecen en este capítulo.

ARTÍCULO 78.- Los avisos se deberán presentar a la SEMARNAT o a la SAGARPA, conforme a las atribuciones que esta Ley les confiere, en los formatos oficiales que se expidan para tal efecto. El contenido de los formatos lo determinarán dichas Secretarías, con la previa aprobación de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria. En dichos formatos se determinará la información y documentación que deba presentar el interesado. Los formatos se deberán publicar en el Diario Oficial de la Federación.

ARTÍCULO 79.- Requieren de presentación de aviso:

I. Los OMGs que se manejen, generen y produzcan con fines de enseñanza e investigación científica y tecnológica;

II. La integración de las comisiones internas de bioseguridad, incluyendo el nombre del o los responsables de dichas comisiones;

III. La primera utilización de laboratorios o instalaciones específicas de enseñanza o investigación científica y tecnológica en las que se manejen, generen y produzcan OMGs;

IV. La producción de OMGs que se utilicen en procesos industriales, y

V. La primera utilización de instalaciones específicas en donde se produzcan los OMGs a que se refiere la fracción anterior.

ARTÍCULO 80.- También requiere de presentación de aviso la importación de OGMs para su utilización confinada con fines industriales o comerciales, únicamente cuando se reúnan los supuestos siguientes:

I. Que se trate de OGMs que no requieran de permiso, en virtud de que se destinen exclusivamente a su utilización confinada y por tanto no se importen para su liberación al ambiente, y

II. Que se trate de OGMs que no requieran autorización sanitaria debido a que no se destinarán a uso o consumo humano o a finalidades de salud pública.

ARTÍCULO 81.- Los sujetos que deben presentar a la Secretaría correspondiente el aviso respectivo, son los siguientes:

I. En los casos a que se refieren las fracciones I, II y III del artículo 79, el responsable de la comisión interna de bioseguridad de la institución, centro o empresa en donde se realicen las actividades de enseñanza e investigación científica y tecnológica en las que se genere y produzca el OGM de que se trate;

II. En los casos a que se refieren las fracciones IV y V del artículo 79, el representante legal de la empresa en la que se produzcan los OGMs de que se trate, y

III. En el caso a que se refiere el artículo anterior, el importador del OGM.

ARTÍCULO 82.- Se exceptúa de la presentación de aviso, la utilización confinada o importación para esa actividad, en caso de que el OGM de que se trate se exente de dicho requisito en las listas que expidan las Secretarías conforme a esta Ley.

ARTÍCULO 83.- La utilización confinada de OGMs y la importación de dichos organismos para esa actividad, podrá realizarse a partir del momento en que la comisión interna de bioseguridad o el importador, según se trate, presente el aviso respectivo a la Secretaría correspondiente.

ARTÍCULO 84.- Una vez presentado el aviso, la Secretaría correspondiente podrá determinar, en su caso, con sustento científico y técnico:

I. Que en consideración del organismo genéticamente modificado y los posibles riesgos en su manejo, debe suspenderse la actividad;

II. En su caso, podrá resolver que la utilización confinada requiere de la adopción e implementación de requisitos y medidas de bioseguridad adicionales a los señalados por el propio interesado en el aviso, las cuales serán determinadas por dicha Secretaría, y deberán ser observadas y cumplidas por el interesado para continuar la realización de la actividad, o

III. La prohibición de la utilización confinada del organismo genéticamente modificado de que se trate o su importación para esa actividad.

Dicha resolución podrá ser impugnada a través del recurso de revisión establecido en el presente ordenamiento.

ARTÍCULO 85.- Las personas cuya actividad de utilización confinada esté sujeta al requisito de presentación de aviso estarán obligadas a observar y cumplir las demás disposiciones del presente ordenamiento y de las normas oficiales mexicanas que deriven del mismo, en lo que le sea aplicable.

TÍTULO CUARTO

Zonas Restringidas

CAPÍTULO I

Centros de origen y de diversidad genética

ARTÍCULO 86.- Las especies de las que los Estados Unidos Mexicanos sea centro de origen y de diversidad genética así como las áreas geográficas en las que se localicen, serán determinadas conjuntamente mediante acuerdos por la SEMARNAT y la SAGARPA, con base en la información con la que cuenten en sus archivos o en sus bases de datos, incluyendo la que proporcione el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, el Instituto Nacional de Ecología, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y la Comisión Nacional Forestal. También se tomará en consideración la información que aporten los interesados al solicitar los permisos correspondientes o al presentar los avisos, en los términos de esta Ley, así como los acuerdos y tratados internacionales relativos a estas materias. La SEMARNAT y la SAGARPA adoptarán las medidas necesarias para la protección de dichas áreas geográficas.

ARTÍCULO 87.- Para la determinación de los centros de origen y de diversidad genética se tomarán en cuenta los siguientes criterios:

I. Que se consideren centros de diversidad genética, entendiendo por éstos las regiones que actualmente albergan poblaciones de los parientes silvestres del OGM de que se trate, incluyendo diferentes razas o variedades del mismo, las cuales constituyen una reserva genética del material, y

II. En el caso de cultivos, las regiones geográficas en donde el organismo de que se trate fue domesticado, siempre y cuando estas regiones sean centros de diversidad genética.

ARTÍCULO 88.- En los centros de origen y de diversidad genética de especies animales y vegetales se restringirá la realización de liberaciones de OMGs, salvo en los casos siguientes:

I. Cuando se trate de OMGs distintos a las especies nativas, siempre que su liberación no cause una afectación negativa a la salud humana o a la diversidad biológica;

II. Cuando se trate de OMGs de la misma especie a las nativas, siempre y cuando se demuestre que no puedan intercambiar genes con éstas, o que de hacerlo no causarán una afectación negativa a la salud humana o a la diversidad biológica, o

III. Los demás casos que establezcan los reglamentos y normas oficiales mexicanas que deriven de esta Ley.

CAPÍTULO II

De las Actividades con OMGs en Áreas Naturales Protegidas

ARTÍCULO 89.- Se restringe la realización de actividades de utilización confinada y de liberación al ambiente de OMGs en las siguientes áreas naturales protegidas de competencia federal, creadas de conformidad con las disposiciones de la materia:

- I. Reservas de la Biosfera;
- II. Parques nacionales;
- III. Monumentos naturales;
- IV. Áreas de Protección de Recursos Naturales;
- V. Áreas de Protección de Flora y Fauna Silvestre, y
- VI. Santuarios.

En estas zonas sólo se podrán llevar a cabo, después de una evaluación de los posibles riesgos, caso por caso, las actividades señaladas, en los siguientes casos:

A) Cuando aparezcan plagas o contaminantes que pudieran poner en peligro la existencia de especies animales, vegetales o acuícolas, y los OMGs hayan sido creados específicamente para evitar o combatir dicha situación, siempre que se cuente con los elementos científicos y técnicos necesarios que soporten el beneficio ambiental que se pretende obtener, y dichas actividades sean permitidas por la SEMARNAT en los términos de esta Ley;

B) En los casos especiales y atendibles de productos específicos para la subsistencia, consumo directo y satisfacción de necesidades básicas de las personas y comunidades que vivan dentro de esas áreas naturales protegidas, conforme a las normas oficiales mexicanas y permisos que, en su caso, se expidan conforme a esta Ley, y

C) En los demás casos que establezcan los reglamentos y las normas oficiales mexicanas que deriven de esta Ley.

ARTÍCULO 90.- En las declaratorias por las que se establezcan las áreas naturales protegidas señaladas en el artículo anterior, y en sus correspondientes programas de manejo, se incorporarán los lineamientos, condiciones, modalidades y limitaciones a que se sujetará la realización de actividades de utilización confinada y de liberación al ambiente de OMGs, en los casos precisados en el artículo anterior, conforme se expidan las normas oficiales mexicanas que deriven de esta Ley y los permisos de liberación correspondientes.

Asimismo, en caso de que algún centro de origen o centro de diversidad genética se ubique dentro de alguna de las áreas naturales protegidas indicadas en el artículo anterior, las declaratorias y programas señalados en este artículo se modificarán en los términos de la legislación de la materia, conforme se realicen las determinaciones a que se refiere el artículo 86 de la presente Ley.

TÍTULO QUINTO

De la Protección de la Salud Humana en relación con los OMGs

CAPÍTULO I

De las Autorizaciones de OMGs

ARTÍCULO 91.- Los OMGs objeto de autorización son los siguientes:

- I. Los que se destinen a su uso o consumo humano, incluyendo granos;
- II. Los que se destinen al procesamiento de alimentos para consumo humano;
- III. Los que tengan finalidades de salud pública, y
- IV. Los que se destinen a la biorremediación.

Para los efectos de esta Ley, también se consideran OMGs para uso o consumo humano aquellos que sean para consumo animal y que puedan ser consumidos directamente por el ser humano.

ARTÍCULO 92.- La solicitud de autorización de un OGM deberá acompañarse de los siguientes requisitos:

- I. El estudio de los posibles riesgos que el uso o consumo humano del OGM de que se trate pudiera representar a la salud humana, en el que se incluirá la información científica y técnica relativa a su inocuidad, y
- II. Los demás requisitos que se determinen en las normas oficiales mexicanas que deriven de esta Ley.

Los lineamientos, criterios, características y requisitos de los estudios de los posibles riesgos que los OMGs pue-

dan causar a la salud humana, serán determinados por la SSA en las normas oficiales mexicanas que expida conforme a esta Ley.

ARTÍCULO 93.- En el caso de solicitudes de autorización de un OGM para poder realizar su importación para las finalidades a que se refiere el artículo [91] de esta Ley, además de lo establecido en el artículo anterior, el interesado deberá adjuntar la información y documentación que acredite que el OGM esté autorizado conforme a la legislación del país de origen. En su defecto, el interesado manifestará la inexistencia de dicha situación, y expondrá los elementos de consideración que sustenten el que la SSA pueda resolver la solicitud de autorización.

ARTÍCULO 94.- Una vez que la SSA reciba una solicitud de autorización, y siempre y cuando cumpla con la información y los requisitos establecidos en esta Ley, deberá remitirla al Registro, para su inscripción y publicidad respectivas.

ARTÍCULO 95.- Las autorizaciones deberán ser expedidas en un plazo no mayor a seis meses contados a partir de que la SSA reciba la solicitud de autorización por parte del interesado y la información aportada en dicha solicitud esté completa.

ARTÍCULO 96.- La SSA expedirá su resolución, una vez que haya analizado la información y documentación aportados por el interesado. Dicha Secretaría en su resolución podrá, fundada y motivadamente:

- I. Expedir la autorización, o
- II. Negar la autorización en los siguientes casos:
 - A) Cuando la solicitud no cumpla con lo establecido en esta Ley o las normas oficiales mexicanas como requisitos para el otorgamiento de la autorización;
 - B) Cuando la información proporcionada por el interesado sea falsa, esté incompleta o sea insuficiente, o
 - C) Cuando la SSA concluya que los riesgos que pueden presentar dichos organismos afectarán negativamente a la salud humana, pudiéndole causar daños graves o irreversibles.

La SSA basará sus resoluciones de acuerdo con la identificación científica y técnicamente sustentada de los posibles riesgos que pudieran generar los OGMs, y de la posibilidad real de afectación a la salud humana por dichos organismos.

ARTÍCULO 97.- Los OGMs autorizados por la SSA podrán ser libremente comercializados e importados para su comercialización, al igual que los productos que contengan dichos organismos y los productos derivados de los mismos. Lo anterior sin perjuicio de que dichos organismos autorizados, los productos que los contengan y los

productos derivados queden sujetos al régimen de control sanitario general que establece la Ley General de Salud y sus reglamentos y, en caso de que les sean aplicables, los requisitos fitozoosanitarios que correspondan.

ARTÍCULO 98.- Serán aplicables al procedimiento administrativo de autorización, las disposiciones relativas del Título Segundo, en cuanto a la Reconsideración de las Resoluciones Negativas, Revisión de los Permisos y Confidencialidad.

CAPÍTULO II

Disposiciones adicionales

ARTÍCULO 99.- El envasado de OGMs y de productos que los contengan, para uso o consumo humano, se regirá por las normas oficiales mexicanas que expida la SSA, conjuntamente con la Secretaría de Economía, de conformidad con la Ley General de Salud y sus disposiciones reglamentarias, y con la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

ARTÍCULO 100.- El desarrollo, producción, comercialización y en general proceso de OGMs con efectos terapéuticos, adicionalmente a lo establecido en esta Ley, estará sujeto a lo dispuesto por la Ley General de Salud y demás ordenamientos aplicables a medicamentos y fármacos.

TÍTULO SEXTO

Etiquetado e Identificación de OGMs

ARTÍCULO 101.- El etiquetado de OGMs, de productos que contengan dichos organismos y de productos derivados, que sean para uso o consumo humano, quedarán sujetos a las normas oficiales mexicanas que expida la SSA conforme a la Ley General de Salud y sus disposiciones reglamentarias, con la participación de la Secretaría de Economía.

En la expedición de las normas oficiales mexicanas se deberán observar los siguientes criterios y lineamientos generales:

I. El etiquetado de OGMs, de productos que contengan dichos organismos y de productos derivados, estará sujeto al régimen general de etiquetado de todos los productos para uso o consumo humano, establecido en las disposiciones aplicables;

II. En aquellos casos en que el OGM presente cambios significativos en su composición alimenticia o en sus pro-

piedades nutricionales, o presente riesgos para la salud, con referencia a su contraparte convencional, será obligatorio, adicionalmente, consignar en la etiqueta estas características del producto, y

III. En los casos en que en las normas oficiales mexicanas se determine la obligación de etiquetar conforme a lo establecido en este artículo, la información que contengan las etiquetas, de conformidad con dichas normas oficiales, deberá ser veraz, objetiva, clara, entendible, útil para el consumidor y sustentada en información científica y técnica.

La evaluación de la conformidad de dichas normas oficiales mexicanas la realizarán la SSA y la Secretaría de Economía, en el ámbito de sus respectivas competencias, y las personas acreditadas y aprobadas conforme a lo dispuesto en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

ARTÍCULO 102.- Los requisitos de información que deberá contener la documentación que acompañe a los OMGs que se importen conforme a esta Ley, se establecerán en normas oficiales mexicanas que deriven del presente ordenamiento, considerando en su expedición la finalidad a la que se destinen dichos organismos y lo que se establezca en tratados internacionales de los que los Estados Unidos Mexicanos sean parte. Las normas oficiales mexicanas a que se refiere este artículo, serán expedidas conjuntamente por la SAGARPA, la SSA y la Secretaría de Economía. En caso de que la importación de OMGs se realice con la finalidad de su liberación al ambiente, las normas oficiales mexicanas a que se refiere este artículo serán expedidas por las Secretarías señaladas conjuntamente con la SEMARNAT.

TÍTULO SÉPTIMO

De las Listas de OMGs

ARTÍCULO 103.- Las listas de OMGs que conforme a esta Ley se expidan y publiquen serán las siguientes:

I. Las de OMGs que cuenten con permiso para su liberación comercial o para su importación para esa actividad;

II. Las de OMGs que no cuenten con permiso para su liberación comercial o para su importación para esa actividad;

III. Las de OMGs que cuenten con autorización por la SSA;

IV. Las de OMGs exentos de aviso, y

V. Las de OMGs exentos de autorización de la SSA.

Las listas de OMGs a que se refiere este artículo serán expedidas y publicadas por las Secretarías competentes con la periodicidad que establezcan las disposiciones reglamentarias que deriven de esta Ley y de acuerdo a lo establecido en el presente Título. Tendrán como finalidad dar a conocer a los interesados y al público en general el resultado de las resoluciones que expidan respecto de las solicitudes de permisos y autorizaciones.

ARTÍCULO 104.- La lista de OMGs a que se refieren las fracciones I y II del artículo anterior será elaborada considerando los resultados de la evaluación caso por caso y expedida conjuntamente por la SEMARNAT, la SSA y la SAGARPA, y se publicará para su conocimiento y difusión en el Diario Oficial de la Federación.

Las finalidades de la lista a que se refiere este artículo serán:

I. Indicar la situación jurídica en que se encuentren esos OMGs, y

II. Determinar los casos en los cuales los OMGs permitidos para su liberación comercial o para su importación para esa actividad puedan ser liberados e importados libremente en las áreas geográficas que se determinen conforme al análisis caso por caso.

En dicha lista, las Secretarías correspondientes podrán indicar los casos en que la importación, el uso, manejo y liberación de dichos organismos puedan realizarse sin condiciones, así como los casos en que se deban cumplir condiciones específicas.

ARTÍCULO 105.- La lista de OMGs que cuenten con autorización, será elaborada y expedida por la SSA, considerando los resultados de la evaluación caso por caso de los posibles riesgos de dichos organismos para la salud humana, y se publicará para su conocimiento y difusión en el *Diario Oficial* de la Federación. Sus finalidades serán indicar la situación jurídica en que se encuentren esos OMGs, y determinar los casos en los cuales los OMGs autorizados conforme a esta Ley puedan ser comercializados e importados libremente.

ARTÍCULO 106.- La lista de OMGs exentos de aviso será expedida conjuntamente por las Secretarías, y se publicará para su conocimiento y difusión en el Diario Oficial de la Federación. Su finalidad será resolver caso por caso los OMGs que en actividades de utilización confinada que estén sujetas a presentación de aviso queden exentas de dicho requisito, en razón del bajo o nulo riesgo que representen para la diversidad biológica.

ARTÍCULO 107.- La lista de OMGs exentos de autorización, será expedida por la SSA, y se publicará para

su conocimiento y difusión en el Diario Oficial de la Federación. La finalidad de esa lista será resolver los casos en los cuales los OGMs que se destinen a uso o consumo humano queden exentos de dicho requisito, al no representar ningún riesgo para la salud de la población.

ARTÍCULO 108.- En las listas de OGMs a que se refieren las fracciones I y III del artículo 103 de esta Ley, se podrán incluir aquellos OGMs que pudieran quedar exentos de permiso de importación para su liberación comercial y/o de autorización sanitaria para su importación para comercialización, en los casos en que se declare, por organismos internacionales, en tratados o acuerdos internacionales en los que los Estados Unidos Mexicanos sean parte, que el OGM de que trate no presenta riesgos o efectos adversos a la diversidad biológica y/o a la salud humana, y que por tanto no requieren de dichos requisitos para su introducción en el territorio nacional.

ARTÍCULO 109.- En la formulación, expedición y modificación de las listas informativas de OGMs exentos de aviso o de autorización, se estará a lo que se establezca en las disposiciones reglamentarias que deriven del presente ordenamiento, tomando en cuenta los siguientes lineamientos:

Se formularán atendiendo:

I. La naturaleza del organismo genéticamente modificado;

II. La presencia en el país o región de interés, de especies sexualmente compatibles con el organismo genéticamente modificado;

III. El tipo de reproducción sexual del organismo genéticamente modificado y las especies nativas sexualmente compatibles;

IV. La naturaleza del organismo receptor o parental;

V. Las características del vector y del inserto de material genético utilizados en la operación;

VI. La capacidad y forma de propagación de los organismos genéticamente modificados;

VII. La existencia de especies silvestres parientes en alguna área o región del territorio nacional que sea su centro de origen;

VIII. La escala o volumen de manejo, y

IX. Los posibles efectos o riesgos que las distintas actividades con dichos organismos pudieran causar al medio ambiente y a la diversidad biológica o a la salud humana o a la sanidad animal, vegetal o acuícola.

ARTÍCULO 110.- Cualquier interesado en realizar actividades con OGMs sujetas a la presentación de aviso, podrá solicitar a la Secretaría correspondiente la exención de dicho requisito mediante las listas. Al efecto, el intere-

sado aportará la información y documentación que sustente la exención solicitada en dichas listas. Lo mismo aplicará al caso de exención de autorización de OGMs.

TÍTULO OCTAVO

De la Información sobre Bioseguridad

CAPÍTULO I

Del Sistema Nacional de Información sobre Bioseguridad

ARTÍCULO 111.- La CIBIOGEM, a través de su Secretaría Ejecutiva, desarrollará el Sistema Nacional de Información sobre Bioseguridad que tendrá por objeto organizar, actualizar y difundir la información sobre bioseguridad. En dicho Sistema, la CIBIOGEM deberá integrar, entre otros aspectos, la información correspondiente al Registro.

La CIBIOGEM reunirá informes y documentos relevantes que resulten de las actividades científicas, académicas, trabajos técnicos o de cualquier otra índole en materia de bioseguridad, incluyendo la inocuidad de OGMs, realizados por personas físicas o morales, nacionales o extranjeras, los que serán remitidos y organizados por el Sistema Nacional de Información sobre Bioseguridad. Además, elaborará y publicará anualmente un informe detallado de la situación general existente en el país en materia de biotecnología y bioseguridad materia de esta Ley.

La CIBIOGEM, además, realizará los estudios y las consideraciones socioeconómicas resultantes de los efectos de los OGMs que se liberen al ambiente en el territorio nacional, especialmente en relación con el valor que la diversidad biológica tiene para las comunidades indígenas y locales.

Asimismo, la Secretaría Ejecutiva de la CIBIOGEM fungirá como Centro Focal Nacional ante el Secretariado del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica, siendo la responsable del enlace con dicho Secretariado y de dar cumplimiento a lo establecido en el Artículo 19 de dicho Tratado Internacional. La Secretaría Ejecutiva de la CIBIOGEM también se encargará de proporcionar al Centro de Intercambio de Información sobre Seguridad de la Biotecnología establecido en el mencionado Protocolo, cualquier información sobre:

I. Leyes, reglamentos y directrices nacionales existentes para la aplicación del Protocolo, así como la información y documentación que se requiera, en términos de esta Ley, para el procedimiento administrativo de permisos de im-

portación de OMGs para ser liberados experimental, en programa piloto o comercialmente;

II. Acuerdos y arreglos bilaterales, regionales y multilaterales;

III. Resúmenes de las evaluaciones de riesgo de OMGs, así como información pertinente sobre productos derivados de OMGs;

IV. Las resoluciones definitivas acerca de la importación o liberación al ambiente de OMGs, así como de la modificación de resoluciones derivada de su revisión conforme a esta ley;

V. Los efectos socioeconómicos de los OMGs, especialmente en las comunidades indígenas y locales, y

VI. Los informes sobre el cumplimiento de las obligaciones establecidas en el Protocolo, incluidos los relativos a la aplicación del procedimiento de importación de OMGs para ser liberados al ambiente en forma experimental, en programa piloto o comercial.

Las Secretarías competentes podrán proporcionar de manera directa al Centro de Intercambio de Información sobre Seguridad de la Biotecnología, la información a que se refieren las fracciones anteriores, informando simultáneamente a la Secretaría Ejecutiva de la CIBIOGEM.

CAPÍTULO II

Del Registro Nacional de Bioseguridad de los OMGs

ARTÍCULO 112.- El Registro, que estará a cargo de la Secretaría Ejecutiva de la CIBIOGEM, tendrá carácter público y tiene por objeto la inscripción de la información relativa a las actividades con OMGs, así como de los propios organismos. Su funcionamiento y lo que puede ser objeto de inscripción se determinarán en las disposiciones reglamentarias que deriven de esta Ley. La SEMARNAT, la SAGARPA y la SSA contribuirán a la organización y funcionamiento del Registro.

TÍTULO NOVENO

De las Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Bioseguridad

ARTÍCULO 113.- Para garantizar la bioseguridad de las actividades con OMGs, las Secretarías, de manera conjunta o con la participación de otras dependencias de la Administración Pública Federal, expedirán normas oficiales mexicanas que tengan por objeto establecer lineamientos,

criterios, especificaciones técnicas y procedimientos conforme a las disposiciones de esta Ley.

ARTÍCULO 114.- En la formulación de normas oficiales mexicanas en materia de bioseguridad deberá considerarse que el cumplimiento de sus previsiones deberá realizarse de conformidad con las características de cada actividad o proceso productivo con OMGs.

ARTÍCULO 115.- La aplicación de las normas oficiales mexicanas en materia de bioseguridad, así como los actos de inspección y vigilancia corresponderán exclusivamente a las Secretarías competentes en los términos de esta Ley. El cumplimiento de dichas normas podrá ser evaluado por los organismos de certificación, unidades de verificación y laboratorios de pruebas aprobados por dichas Secretarías de conformidad con las disposiciones reglamentarias que deriven del presente ordenamiento y con la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

TÍTULO DÉCIMO

Inspección y Vigilancia y Medidas de Seguridad o de Urgente Aplicación

CAPÍTULO I

Inspección y Vigilancia

ARTÍCULO 116.- Para verificar y comprobar el cumplimiento de esta Ley, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas que de ella deriven, las Secretarías competentes podrán realizar por conducto de personal debidamente autorizado, los actos de inspección y vigilancia que consideren necesarios, por conducto de las Unidades Administrativas facultadas legalmente para ello, conforme a esta Ley.

ARTÍCULO 117.- Por lo que hace a los requisitos y formalidades que deben observarse en la realización de visitas de inspección y vigilancia, son aplicables supletoriamente a este capítulo las disposiciones del Capítulo Decimoprimer del Título Tercero de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

CAPÍTULO II

Medidas de Seguridad o de Urgente Aplicación

ARTÍCULO 118.- Las Secretarías, en el ámbito de su competencia conforme a esta Ley, ordenarán alguna o algunas de las medidas que se establecen en este artículo, en

caso de que en la realización de actividades con OGMs se presente lo siguiente:

I. Surjan riesgos no previstos originalmente, que pudieran causar daños o efectos adversos y significativos a la salud humana o a la diversidad biológica o a la sanidad animal, vegetal o acuícola;

II. Se causen daños o efectos adversos y significativos a la salud humana o a la diversidad biológica o a la sanidad animal, vegetal o acuícola, o

III. Se liberen accidentalmente OGMs no permitidos y/o no autorizados al ambiente.

En estos casos, las medidas podrán ser las siguientes:

A. Clausura temporal, parcial o total, de los lugares y/o de las instalaciones en que se manejen o almacenen OGMs o se desarrollen las actividades que den lugar a los supuestos que originan la imposición de la medida;

B. El aseguramiento precautorio de OGMs, además de los bienes, vehículos, utensilios e instrumentos directamente relacionados con la acción u omisión que da lugar a la medida;

C. La suspensión temporal, total o parcial, de la actividad que motive la imposición de la medida;

D. La repatriación de OGMs a su país de origen;

E. La realización de las acciones y medidas necesarias para evitar que se continúen presentando los supuestos que motiven la imposición de la medida, y

F. La destrucción de OGMs de que se trate, a costa del interesado, para lo cual se deberá atender lo siguiente:

a) Procederá únicamente en caso de que los riesgos o daños sean graves o irreparables, y sólo mediante la imposición de esta medida sea posible evitar, atenuar o mitigar los riesgos o daños que la motivaron;

b) Para determinar la imposición de la medida, la Secretaría competente deberá emitir un dictamen, sustentado técnica y científicamente, mediante el cual se justifique la procedencia de la destrucción del OGM de que se trate, debiéndolo hacer del conocimiento del interesado, para que éste dentro de los cinco días siguientes exponga lo que a su derecho convenga y, en su caso, aporte las pruebas con que cuente, y

c) En tanto la Secretaría competente dicta la resolución que proceda, podrá ordenar, de manera previa, el aseguramiento precautorio de los OGMs, pudiéndolo llevar a cabo la propia Secretaría o a través del interesado.

Asimismo, la Secretaría competente que imponga las medidas a que se refiere este artículo podrá promover ante las otras Secretarías competentes, la ejecución de alguna o algunas medidas que se establezcan en otros ordenamientos.

ARTÍCULO 119.- Cuando las Secretarías competentes ordenen alguna de las medidas previstas en el artículo anterior, indicarán al interesado las acciones que debe llevar a cabo para subsanar las irregularidades que motivaron la imposición de dichas medidas, así como los plazos para su realización, a fin de que una vez cumplidas éstas, se ordene el retiro de las medidas impuestas.

Si el interesado se rehusare a llevar a cabo las acciones para subsanar las irregularidades que motivaron la imposición de la o las medidas de que se trate, la Secretaría que las haya impuesto las realizará inmediatamente, con cargo total al interesado renuente.

En el caso en que el interesado realice las medidas de seguridad o de urgente aplicación o subsane las irregularidades en que hubiere incurrido, previamente a que la Secretaría competente imponga alguna o algunas de las sanciones establecidas en esta Ley, dicha Secretaría deberá considerar tal situación como atenuante de la infracción cometida.

ARTÍCULO 120.- En caso de liberaciones accidentales de OGMs que se verifiquen en el territorio nacional, y que pudieran tener efectos adversos significativos a la diversidad biológica o a la salud humana de otro país, la Secretaría competente notificará tal situación a la autoridad correspondiente del país que pudiera resultar afectado por dicha liberación. Dicha notificación deberá incluir:

I. Información sobre las cantidades estimadas y las características y/o rasgos importantes del OGM;

II. Información sobre las circunstancias y la fecha estimada de la liberación accidental, así como el uso que tiene el OGM en el territorio nacional;

III. Información disponible sobre los posibles efectos adversos para la diversidad biológica y la salud humana;

IV. Información disponible sobre las posibles medidas de regulación, atención y control del riesgo, y

IV. Un punto de contacto para obtener información adicional.

Sin perjuicio de lo anterior, las Secretarías, en el ámbito de sus competencias conforme a esta Ley, realizarán las acciones y medidas necesarias para reducir al mínimo cualquier riesgo o efecto adverso que los OGMs liberados accidentalmente pudieran ocasionar. Dichas acciones y medidas serán ordenadas por las Secretarías a quien haya ocasionado la liberación accidental de OGMs al ambiente, quien deberá cumplirlas de manera inmediata. En caso contrario, las Secretarías procederán conforme a lo establecido en el segundo párrafo del artículo anterior.

ARTÍCULO 121.- Son aplicables supletoriamente a este capítulo las disposiciones del Capítulo Único del Tí-

tulo Quinto de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, excepto para lo dispuesto en el artículo anterior.

TÍTULO DECIMOPRIMERO

Infracciones, Sanciones y Responsabilidades

CAPÍTULO I

De las Infracciones

ARTÍCULO 122.- Incurrir en infracciones administrativas a las disposiciones de esta Ley, la persona que, a sabiendas de que se trata de OMGs:

I. Realice actividades con OMGs sin contar con los permisos y las autorizaciones respectivas;

II. Realice actividades con OMGs incumpliendo los términos y condiciones establecidos en los permisos y las autorizaciones respectivas;

III. Realice actividades de utilización confinada de OMGs, sin presentar los avisos en los términos establecidos en esta Ley;

IV. Realice actividades con OMGs que se encuentren sujetas o exentas de la presentación de aviso, incumpliendo las demás disposiciones de esta Ley, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas que deriven de aquella, que resulten aplicables a la actividad de que se trate o que sean comunes a todas las actividades en materia de bioseguridad;

V. Presente a las Secretarías competentes, información y/o documentación a que se refiere este ordenamiento que sea falsa, incluyendo la relativa a los posibles riesgos que las actividades con OMGs pudieran ocasionar a la salud humana o a la diversidad biológica;

VI. Incumpla las medidas sanitarias, de monitoreo, control y prevención señaladas por los interesados en la información y documentación aportada para obtener los permisos y las autorizaciones respectivas, y las establecidas por las Secretarías en los propios permisos y autorizaciones;

VII. Incumpla las medidas de control y de respuesta en caso de emergencia señaladas por los interesados en sus estudios de los posibles riesgos que las actividades con OMGs puedan ocasionar a la salud humana o a la diversidad biológica o a la sanidad animal, vegetal o acuícola;

VIII. Incumpla la obligación de informar o hacer del conocimiento a las Secretarías, en los supuestos establecidos en esta Ley;

IX. Incumpla la obligación de adoptar e implementar los requisitos y medidas adicionales de bioseguridad de-

terminadas por las Secretarías, en los casos de actividades de utilización confinada sujetas a aviso, en que así se determine;

X. Incumpla la obligación de revisar, implantar o adoptar nuevas medidas sanitarias, de monitoreo, control y prevención, en los casos en que así lo determinen las Secretarías competentes conforme a lo dispuesto en esta Ley;

XI. Realice actividades con OMGs o con cualquier otro organismo cuya finalidad sea la fabricación y/o utilización de armas biológicas;

XII. Realice liberaciones de OMGs en los centros de origen y de diversidad genética, fuera de los casos establecidos en la presente Ley;

XIII. Realice actividades con OMGs en las áreas naturales protegidas señaladas en esta Ley, fuera de los casos establecidos por la misma;

XIV. Incumpla la obligación de informar a la SEMARNAT o a la SAGARPA, según su ámbito de competencia conforme a esta Ley, mediante el reporte correspondiente, los resultados de la realización de liberaciones experimentales o de liberaciones en programa piloto, que cuenten con el permiso respectivo;

XV. Importe OMGs que se encuentren prohibidos en el país de origen o se encuentren clasificados como no permitidos para su liberación comercial o para su importación para esa actividad en las listas a que se refiere esta Ley, cuando las Secretarías correspondientes no hubieren determinado positivamente que esas prohibiciones no son aplicables en el territorio nacional;

XVI. Presente los avisos a las Secretarías correspondientes sin ser firmados por la persona que debe hacerlo de conformidad con esta Ley;

XVII. No lleve y/o no proporcione a la Secretaría correspondiente el libro de registro de las actividades que se realicen en utilización confinada, en los términos establecidos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas que de ella deriven;

XVIII. No suspenda la actividad de utilización confinada en los casos en que las Secretarías correspondientes, una vez presentado el aviso por el interesado, determinen dicha situación y, en su caso, que la actividad requiere de requisitos o medidas de bioseguridad adicionales para continuar su realización;

XIX. Realice actividades de utilización confinada dejando de aplicar las medidas de confinamiento y de tratamiento, disposición final y eliminación de residuos de OMGs generados en la realización de la actividad;

XX. Incumpla las disposiciones relativas a la generación, tratamiento, confinamiento, disposición final, des-

trucción o eliminación de residuos de OGMs, que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que deriven del presente ordenamiento;

XXI. No integre las comisiones internas de bioseguridad en los casos, formas y plazos que establezcan las disposiciones reglamentarias que deriven de esta Ley;

XXII. Incumpla la obligación de llevar a cabo las acciones y medidas de seguridad o de urgente aplicación que establezcan las Secretarías competentes, en los casos y términos establecidos en esta Ley;

XXIII. Incumpla lo dispuesto en esta ley y en las normas oficiales mexicanas que deriven de la misma, relativas al etiquetado de productos que contengan OGMs y productos derivados de dichos organismos;

XXIV. Incumpla lo dispuesto en este ordenamiento y en las normas oficiales mexicanas que deriven del mismo, relativas a la identificación de OGMs;

XXV. Realice actividades de utilización confinada de OGMs, distintas a las manifestadas en los avisos presentados en los términos de esta Ley;

XXVI. Realice actividades con OGMs distintas de las permitidas, o destine los OGMs a fines diferentes de los permitidos o autorizados, y

XXVII. Libere intencionalmente OGMs al ambiente sin contar con los permisos de liberación y, en su caso, las autorizaciones, que correspondan conforme a esta Ley.

CAPÍTULO II

De las Sanciones

ARTÍCULO 123.- Las infracciones a los preceptos de esta Ley, sus reglamentos y las normas oficiales mexicanas que de ella deriven, señaladas en el artículo anterior, serán sancionadas administrativamente por las Secretarías competentes, con una o más de las siguientes sanciones:

I. Multa de quinientos a quince mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal a quien cometa las infracciones previstas en las fracciones IV, V, VIII, XIV, XVI, XVII, y XXI del artículo 122 de esta Ley, y

II. Multa de quince mil uno a treinta mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal a quien cometa las infracciones previstas en las fracciones I, II, III, VI, VII, IX, X, XI, XII, XIII, XV, XVIII, XIX, XX, XXII, XXIII, XXIV, XXV, XXVI y XXVII del artículo 122 de este ordenamiento.

En el caso de reincidencia, se duplicará el monto de la multa que corresponda. Para los efectos de esta fracción, se considera reincidente al infractor que incurra más de

una vez en conductas que impliquen infracciones a un mismo precepto, en un periodo de dos años, contados a partir de la fecha en que la Secretaría competente determine mediante una resolución definitiva la comisión de la primera infracción, y siempre que ésta no hubiese sido desvirtuada.

III. Clausura temporal o definitiva, parcial o total, de las instalaciones en las que se hayan cometido las infracciones cuando:

A) Las infracciones generen posibles riesgos o efectos adversos a la salud humana o a la diversidad biológica o a la sanidad animal, vegetal o acuícola;

B) El infractor no hubiere cumplido en los plazos y condiciones impuestas por las Secretarías competentes, con las medidas de seguridad o de urgente aplicación ordenadas, o

C) Se trate de desobediencia reiterada al cumplimiento de alguna o algunas medidas de seguridad o de urgente aplicación impuestas por las Secretarías competentes.

IV. El decomiso de los instrumentos, ejemplares, organismos obtenidos o productos relacionados directamente con las infracciones cometidas;

V. La suspensión o revocación de los permisos y las autorizaciones correspondientes;

VI. Arresto administrativo hasta por treinta y seis horas;

VII. Prohibición de la liberación experimental, de la liberación en programa piloto o de la comercialización de OGMs o de los productos que los contengan.

ARTÍCULO 124.- Las sanciones a que se refiere el artículo anterior se aplicarán sin perjuicio, en su caso, de las penas que correspondan cuando los actos u omisiones constitutivos de las infracciones a que se refiere esta Ley sean también constitutivos de delito, y sin perjuicio de la responsabilidad civil o ambiental que pudiera resultar para lo cual será aplicable lo dispuesto por el artículo 203 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

ARTÍCULO 125.- Son aplicables supletoriamente a este capítulo en cuanto a responsabilidades administrativas, las disposiciones del Capítulo Único del Título Cuarto de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, con excepción del artículo 70-A de dicho ordenamiento.

TÍTULO DECIMOSEGUNDO

Recurso de Revisión

ARTÍCULO 126.- Las resoluciones definitivas dictadas en los procedimientos administrativos con motivo de

la aplicación de esta Ley, sus reglamentos y las normas que de ella deriven, podrán ser impugnadas por los afectados mediante el recurso de revisión, dentro de los quince días siguientes a la fecha de su notificación, o ante las instancias jurisdiccionales competentes.

El recurso de revisión se interpondrá directamente ante la Secretaría que emitió la resolución impugnada, quien en su caso, otorgará su admisión, y el otorgamiento o la denegación de la suspensión del acto recurrido, turnando el recurso a su superior jerárquico en la misma Secretaría para su resolución definitiva.

ARTÍCULO 127.- Por lo que se refiere a los demás tramites relativos a la substanciación del recurso de revisión a que se refiere el artículo anterior, se estará a lo dispuesto en Título Sexto de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

TRANSITORIOS

ARTÍCULO PRIMERO. Esta Ley entrará en vigor a los treinta días hábiles siguientes al de su publicación en el *Diario Oficial* de la Federación.

ARTÍCULO SEGUNDO. Las Secretarías competentes deberán expedir y publicar en el *Diario Oficial* de la Federación los formatos de avisos a que se refiere este ordenamiento, dentro de los veinte días siguientes a la aprobación de los mismos por la Comisión Federal de Mejora Regulatoria.

ARTÍCULO TERCERO. Una vez expedidos y publicados los formatos a que se refiere el artículo transitorio anterior, los interesados que de conformidad con esta Ley tengan la obligación de presentar avisos, deberán hacerlo en un plazo de noventa días contados a partir de la publicación de dichos formatos en el *Diario Oficial* de la Federación.

ARTÍCULO CUARTO. Los titulares de las autorizaciones otorgadas con anterioridad a la expedición de esta Ley, no serán afectados por virtud de la entrada en vigor de este ordenamiento en los derechos y obligaciones consignados en las mismas.

ARTÍCULO QUINTO. Las solicitudes de autorizaciones cuya tramitación haya iniciado con anterioridad a la expedición de la presente Ley, y que se encuentren pendientes de resolución, deberán ser resueltas conforme a las disposiciones jurídicas y administrativas vigentes al momento en que dichas solicitudes fueron ingresadas.

ARTÍCULO SEXTO. La SHCP realizará los actos necesarios para transferir los recursos necesarios para el

funcionamiento de la Secretaría Ejecutiva y del Consejo Consultivo Científico de la CIBIOGEM, y aprobará las plazas que sean necesarias para el funcionamiento de la Secretaría Ejecutiva de dicha CIBIOGEM, con cargo a los recursos que tenga aprobada dicha Comisión, así como aquellos que las dependencias y entidades que integran dicha Comisión, tengan aprobados para dichos fines, en los términos de las disposiciones aplicables.

Las acciones que se deriven del cumplimiento de esta Ley y demás disposiciones que de ella deriven, se atenderán con cargo a la disponibilidad presupuestaria aprobada para tal efecto a las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal que integran la CIBIOGEM.

El Acuerdo Presidencial por el que se creó la CIBIOGEM continuará en vigor en lo que no se oponga a esta Ley, hasta en tanto se expidan las disposiciones reglamentarias correspondientes de este ordenamiento.

ARTÍCULO SÉPTIMO. Las disposiciones reglamentarias relativas a lo dispuesto en el Capítulo IV del Título Primero de la presente Ley, así como las correspondientes a los Capítulos I y II del Título Octavo de este mismo ordenamiento, se deberán expedir en el plazo de seis meses contados a partir de la entrada en vigor del presente ordenamiento. La CIBIOGEM emitirá sus reglas de operación dentro de los sesenta días siguientes a la entrada en vigor de las disposiciones reglamentarias señaladas en este artículo.

ARTÍCULO OCTAVO. La convocatoria para integrar el Consejo Consultivo se expedirá dentro de los treinta días siguientes a la entrada en vigor de esta Ley, y se integrará dentro de los tres meses siguientes a la publicación de la convocatoria.

ARTÍCULO NOVENO. El CONACyT realizará lo necesario para modificar el fideicomiso que tiene establecido para el manejo de recursos de la Comisión Intersecretarial creada mediante el Acuerdo Presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de noviembre de 1999, para dar cumplimiento a esta Ley, a efecto de que opere en lo sucesivo como el Fondo para el Fomento y Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica en Bioseguridad y Biotecnología que establece el presente ordenamiento.

ARTÍCULO DÉCIMO. El programa para el desarrollo de la bioseguridad y la biotecnología a que se refiere el artículo 29 de esta Ley, se formulará y expedirá en un plazo no mayor a un año contado a partir de la entrada en vigor del presente ordenamiento.

ARTÍCULO DECIMOPRIMERO. Los anteproyectos de las normas oficiales mexicanas a que se refieren los

artículos 50 fracción V, 55 fracción VII, 74, 101 y 102 de esta Ley, deberán ser presentados a los Comités Consultivos Nacionales de Normalización correspondientes e integrarse al Programa Nacional de Normalización, dentro de un plazo no mayor a seis meses contados a partir de la entrada en vigor del presente ordenamiento, de conformidad y para los efectos establecidos en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Los anteproyectos de las demás normas oficiales mexicanas a que se refiere esta Ley, se presentarán dentro del plazo de un año contado a partir de la entrada en vigor del presente ordenamiento, para los efectos señalados en el párrafo anterior.

En tanto se expiden las normas oficiales mexicanas a que se refieren los artículos 50 fracción V y 55 fracción VII de esta Ley, la SEMARNAT y la SAGARPA, en sus respectivos ámbitos de su competencia, podrán determinar la información que se considere necesaria, con la participación que le corresponda a la Comisión Federal de Mejora Regulatoria, y en un plazo que no excederá de un año contado a partir de la entrada en vigor del presente ordenamiento, a efecto de expedir los permisos correspondientes.

ARTÍCULO DECIMOSEGUNDO. Se derogan todas las disposiciones legales que se opongan a la presente Ley.

SALÓN DE SESIONES DE LA HONORABLE CÁMARA DE SENADORES.-
México, D.F., a 24 de abril de 2003.

SEN. ENRIQUE JACKSON RAMÍREZ
Presidente

SEN. SARA I. CASTELLANOS CORTÉS
Secretaria

Se remite a la Honorable Cámara de Diputados,
para los efectos constitucionales.- México, D.F., a 24
de abril de 2003.

Lic. Arturo Garita
Secretario General de Servicios Parlamentarios

7

LA RED NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA; PROPUESTA

7.1 ANTECEDENTES

La Ley de Ciencia y Tecnología en su artículo 30 menciona la importancia de la creación de redes para la definición de estrategias, programas conjuntos, articulación de acciones, potenciar recursos optimizar infraestructura, propiciar intercambios y concentrar esfuerzos en áreas relevantes para el desarrollo nacional; así como en el artículo 40 para promover la vinculación con el sector industrial del país, que a la letra dicen:

ARTÍCULO 30

El CONACyT promoverá la conformación y el funcionamiento de una Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación. Dicha Red tendrá por objeto definir estrategias y programas conjuntos, articular acciones, potenciar recursos humanos y financieros, optimizar infraestructura, propiciar intercambios y concentrar esfuerzos en áreas relevantes para el desarrollo nacional, así como formular estudios y programas orientados a incentivar la profesión de investigación, fortalecer y multiplicar grupos de investigadores y fomentar la movilidad entre éstos; proponer la creación de nuevos grupos y centros y crear redes en áreas estratégicas del conocimiento.

A esta Red se podrán adscribir voluntariamente grupos y centros de investigación públicos, sociales y privados, independientes o pertenecientes a las instituciones de educación superior.

El Secretario Ejecutivo, con base al trabajo del Comité Intersectorial y de Vinculación a que se refiere el artículo 8 y se establezca para tal propósito propondrá al Consejo General, para su aprobación, los criterios y estándares de calidad institucional para la evaluación del ingreso y permanencia en la Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación a que se refiere este artículo y el artículo 17 de la presente Ley, así como para su clasificación y categorización.

ARTÍCULO 40

Para la creación y la operación de los instrumentos de fomento a que se refiere esta Ley, se concederá prioridad a los proyectos cuyo propósito sea promover la modernización, la innovación y el desarrollo tecnológicos que estén vinculados con empresas o entidades usuarias de la tecnología, en especial con la pequeña y mediana empresa.

De igual forma serán prioritarios los proyectos que se propongan lograr un uso racional, más eficiente y ecológicamente sustentable de los recursos naturales, así como las asociaciones cuyo propósito sea la creación y funcionamiento de redes científicas y tecnológicas.

Para otorgar apoyo a las actividades de investigación tecnológica a que se refiere este artículo, se requerirá que el proyecto respectivo cuente con una declaración formal de interés en la aplicación de la tecnología expresada por el o los potenciales usuarios. Asimismo, salvo casos debidamente justificados, se requerirá que los beneficiarios del proyecto aporten recursos para el financiamiento conjunto del mismo.

En aquellos casos que los proyectos aprobados resulten exitosos y la explotación de la tecnología desarrollada produzca dividendos, se considerará la recuperación total o parcial de los apoyos concedidos.

Existen en el país redes en diferentes campos de la ciencia y tecnología, como la integrada a iniciativa del Laboratorio Nacional de Información Avanzada, denominada Red de Desarrollo e Investigación en Informática “REDII”, la Red Mexicana de Investigación en Acuicultura, y la Red Mexicana de Investigación Ecológica a Largo Plazo “MEX-LTER”, por citar sólo tres ejemplos.

7.2 JUSTIFICACIÓN

En nuestro país, rico en biodiversidad, existen recursos humanos altamente especializados (aproximadamente 750 investigadores en el SNI), capacidades y tradición para involucrarnos en la solución de problemas importantes en diferentes sectores, mediante el uso de la biotecnología. Sin embargo, estos recursos están desorganizados, y no existe una vinculación y articulación 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 una Red Nacional de Biotecnología para fomentar, potenciar recursos y concertar la cooperación entre los diferentes actores que desarrollan investiga-

ción, desarrollo tecnológico y producción en el campo de la biotecnología.

En varios países ya se han establecido este tipo de redes con los fines mencionados, a través del establecimiento de Programas Nacionales en el Campo de la Biotecnología. Se considera, con base en lo que señala la Ley, que esta Red debiera estar localizada en el CONACyT.

La Red podría integrarse a través de organizar un conjunto de subprogramas o subredes para consolidar la biotecnología mexicana en beneficio del país. Los objetivos de la red serían los siguientes:

7.3 OBJETIVO GENERAL DE LA RED

Concertar, articular y coordinar de manera adecuada y efectiva, las capacidades y recursos de los diferentes sectores y actores en el área de la biotecnología, y así proponer

y potenciar el desarrollo de acciones y de programas pertinentes orientados al desarrollo nacional y a la solución de problemas relevantes en el país.

7.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Implementar las recomendaciones generales y específicas señaladas en el documento “Biotecnología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI; retos y oportunidades”, así como las señaladas en este documento, relacionadas con la formación de recursos humanos, infraestructura, comunicación social y marco jurídico, elaborado por el Comité de Biotecnología en 2002-2003.

b) Trabajar permanentemente en el análisis y definición de las áreas y acciones estratégicas en donde concertar esfuerzos e invertir recursos, atendiendo las tendencias y los horizontes de la biotecnología moderna en el orden internacional, así como los retos, demandas y características de nuestro país. A partir de esta información, definir y apoyar, conjuntamente con los sectores correspondientes (gobierno-industria-academia), una serie de acciones y de proyectos específicos y pertinentes en biotecnología.

c) Promover la coordinación e integración de instituciones académicas, industria, e instancias del gobierno a la Red Nacional de Biotecnología y a redes específicas.

d) Colaborar con las diferentes entidades gubernamentales en los esfuerzos realizados por éstas para fomentar las actividades de investigación, formación de recursos humanos y desarrollo tecnológico en biotecnología, para la solución de problemas específicos, incluyendo la creación de nuevas empresas.

e) Coadyuvar al establecimiento y enriquecimiento de fondos sectoriales en las diferentes Secretarías de Estado y de fideicomisos privados, y de fondos mixtos con los Estados de la República, para implementar apoyos concertados y orientados a la solución de demandas particulares, a través del desarrollo de proyectos específicos en biotecnología, que pueden ser resueltos a través de la participación concertada y articulada de grupos de investigación, empresas y otras entidades nacionales e incluso extranjeras.

f) Identificar y coordinar acciones pertinentes de colaboración internacional en el área de la biotecnología.

7.5 ELEMENTOS DE LA RED

Para el funcionamiento de la Red Nacional de Biotecnología, se propone integrar las siguientes instancias:

1) Un Consejo Directivo Intersectorial, presidido por el Director General del CONACyT, e integrado por académicos, industriales y funcionarios de gobierno (Secretarios de Estado).

2) Un Consejo Técnico, integrado por líderes académicos, profesionales e industriales de diferentes ramas de

la biotecnología, formado por los integrantes del actual Comité de Biotecnología y algunas otras personas.

3) Un Coordinador General, que sería el Secretario Ejecutivo del Consejo Directivo del Consejo Técnico.

La Red debería contar con un presupuesto que permita el apoyo a sus acciones. Además, se buscaría la participación de fondos concurrentes de agencias de gobierno e industria para apoyo a acciones y aspectos específicos.

7.6 ACTIVIDADES

Para el logro de los objetivos propuestos, se proponen las siguientes actividades específicas a desarrollar, las cuales se describen a detalle a continuación:

1) En cuanto a la base de datos de las instituciones, líneas de investigación e investigadores que trabajan en biotecnología, establecer una subred para terminar de elaborar y sistematizar esta base de datos e implementar los aspectos necesarios para poder incorporar la información de las bases en las páginas electrónicas del CONACyT, el Foro Consultivo, la AMC y las demás instituciones que coadyuven al desarrollo de la biotecnología, incluyendo entidades extranjeras.

2) En cuanto a los esfuerzos para consolidar la formación de recursos humanos, establecer inicialmente una subred a nivel del posgrado en biotecnología que se encargue de implementar las recomendaciones mencionadas en este documento.

3) En relación a la información sobre la infraestructura en biotecnología, establecer una subred que se encargue de continuar el análisis de la infraestructura en biotecnología a nivel nacional y de las propuestas de consolidación y creación de nuevas entidades y de implementar las recomendaciones adicionales presentadas en este documento.

4) Establecer una subred para implementar las recomendaciones con relación al aspecto de comunicación social; en particular consolidando el Centro Virtual de la Información en la AMC, promoviendo la profesionalización de las actividades y de las estrategias de divulgación.

5) Continuar con la revisión del marco jurídico existente para proponer adecuaciones a la legislación que propicien y fomenten una mayor participación del sector industrial en proyectos concertados con el gobierno y la academia (ej. aspectos de bioseguridad, propiedad intelectual e industrial, acceso a los recursos genéticos, etc.).

6) Implementar y/o consolidar otras subredes en áreas y aspectos específicos tales como: REMBA (Biotecnología Agrícola), REMBIO (Biocontrol), RABTC (de Aplicaciones Biotecnológicas y Tratamiento de la Contaminación), RIENEMER (Enfermedades Emergentes y Re-emergentes), asegurando la participación del sector industrial y de las instancias pertinentes del gobierno. Avanzar en el análisis y elaboración de propuestas para la integración de las otras redes planteadas en el capítulo 4 relativo a la infraestructura, asegurando la participación de todos los actores y sectores.

BIBLIOGRAFÍA

Bolívar, F. (coordinador) (2002) **Biología Moderna para el Desarrollo de México en el Siglo XXI: Retos y Oportunidades**, Fondo de Cultura Económica-CONACyT, ISBN 968-16-6537-6, México, D.F.

Council for Biotechnology Information (2002) **Mexico Benchmarking Study**. Campaign and Audience Tracking. Prepared by Environomics International, Ltd. March 2002.

AGRADECIMIENTOS

LIBRO PUBLICADO CONJUNTAMENTE Y GRACIAS AL PATROCINIO de las siguientes instituciones: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM), Academia Mexicana de Ciencias (AMC) e Instituto de Biotecnología, UNAM. Los autores agradecen a estas instituciones el apoyo otorgado. Asimismo agradecen el apoyo de las instituciones que aportaron información y soporte para la elaboración de este documento.

Los autores de este trabajo agradecen el apoyo de Renata Villalba, Secretaria Técnica del Comité de Biotecnología, mediante el cual fue posible la realización de este esfuerzo.

Se agradece el trabajo de Sonia Caro por la transcripción de este documento, a Elena Torrijos y Perla González, por su apoyo en la identificación, selección e incorporación de la información a las bases de datos a Miguel Ángel Martínez por el diseño de las bases de datos.

Se agradece la colaboración de Jaime Padilla Acero (Centro de Investigación en Energía, UNAM, Comité de Divulgación-Morelos, Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería, Morelos) y de Héctor González Torres (Facultad de Humanidades, UAEM) en el desarrollo del capítulo “Comunicación social en biotecnología”.

INTEGRANTES DEL COMITÉ DE BIOTECNOLOGÍA

Carlos Arias Ortiz	Instituto de Biotecnología, UNAM
Elena Arriaga Arellano	Instituto de Biotecnología, UNAM
Hugo A. Barrera Saldaña	Universidad Autónoma de Nuevo León/Centro de Biotecnología Genómica del IPN
Francisco G. Bolívar Zapata	Instituto de Biotecnología, UNAM
Pedro Bosch Guha	Grupo Pulsar Internacional SA de CV
María Mayra de la Torre Martínez	CINVESTAV/Centro de Investigación y Desarrollo de Alimentos AC
Enrique Galindo Fentanes	Instituto de Biotecnología, UNAM
Amanda Gálvez Mariscal	Facultad de Química, UNAM
Adolfo Gracia Gasca	Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
Luis R. Herrera Estrella	CINVESTAV-Irapuato
Alfonso Larqué Saavedra	Centro de Investigación Científica de Yucatán, AC
Agustín López-Munguía Canales	Instituto de Biotecnología, UNAM
Adalberto Noyola Robles	Instituto de Ingeniería, UNAM
Roberto Ortega Lomelín	Grupo de Asesoría Estratégica
Octavio Paredes López	CINVESTAV-Irapuato
Tonatiuh Ramírez Reivich	Instituto de Biotecnología, UNAM
Sergio Revah Moissev	UAM-Iztapalapa
José Antonio Serratos Hernández	INIFAP/CIMMYT
Jorge Soberón Mainero	CONABIO
Xavier Soberón Mainero	Instituto de Biotecnología, UNAM
Irineo Torres Pacheco	INIFAP
Jaime Uribe de la Mora	PROBIOMED
Gustavo Viniegra González	UAM-Iztapalapa

EXTRACTOS CURRICULARES DE LOS AUTORES

CARLOS F. ARIAS ORTIZ es investigador titular "C" del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Obtuvo la licenciatura en la Facultad de Química y el doctorado en Investigación Biomédica Básica en la UNAM. Posteriormente realizó estudios posdoctorales en el Instituto Tecnológico de California (CalTech), EUA. Desde el inicio de su carrera como investigador independiente ha trabajado en la epidemiología y la biología molecular de rotavirus y más recientemente, en astrovirus y calicivirus, todos ellos causantes de gastroenteritis en niños. Ha publicado 65 artículos en revistas científicas internacionales, entre las que se encuentran *Journal of Virology*, *Virology*, *Journal of General Virology*, *Journal of Clinical Microbiology*, *Nucleic Acids Research*, *Journal of Molecular Biology*, *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* y *EMBO Reports*. Sus trabajos han sido citados en más de 900 ocasiones en la literatura mundial. Ha formado 24 estudiantes, ocho de licenciatura, 10 de maestría y seis de doctorado. Ha presentado más de 160 ponencias en congresos nacionales e internacionales. Ha sido revisor de trabajos enviados a numerosas revistas internacionales y editor invitado del *Annual Review of Genetics*. Ha sido profesor invitado en CalTech y en el Centro Nacional de la Investigación Científica de Francia. Entre sus distinciones se encuentran el premio Weizmann, que otorga la Academia Mexicana de Ciencias, el premio de Investigación en Ciencias Naturales de la Academia Mexicana de Ciencias, el premio Carlos J. Finlay otorgado por la UNESCO y el nombramiento de Investigador Internacional del Instituto Médico Howard Hughes, desde 1991. Actualmente es secretario académico del Instituto de Biotecnología de la UNAM y pertenece al nivel III del Sistema Nacional de Investigadores.

ELENA ARRIAGA ARELLANO es ingeniera bioquímica industrial egresada de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, con diplomado en Administración de Tecnología, por la Universidad Nacional Autónoma de México y concluyó la maestría en Administración en el Instituto Tecnológico Autónomo de México. Su desarro-

llo profesional por más de diez años se ha centrado en actividades de promoción de la vinculación universidad industria y en la cooperación técnica nacional e internacional. Estas actividades incluyen la presentación de más de 20 patentes y el apoyo para el establecimiento de más de 100 convenios, actividades desempeñadas en el Instituto de Biotecnología y posteriormente en la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM. Ha participado en la publicación de trabajos sobre estos temas y sobre las prioridades de cooperación técnica internacional en el campo de la biotecnología. Ha sido miembro de la Association of University Technology Managers. Actualmente es responsable del Proyecto Bases de Datos desarrollada por el Comité de Biotecnología.

HUGO A. BARRERA SALDAÑA es licenciado en Bioquímica, egresado de la Universidad Autónoma de Nuevo León y doctor en Biología Molecular por la Universidad de Texas en Houston, EUA. Realizó su posdoctorado en la Universidad Louis Pasteur de Estrasburgo, Francia. En 1977 inició labores de auxiliar docente y de investigación en la Universidad Autónoma de Nuevo León, en cuya Facultad de Medicina es maestro, fundador de la Unidad de Laboratorios de Ingeniería y Expresión Genéticas y de la de Diagnóstico Molecular. En 1999 fundó el Centro de Biotecnología Genómica del IPN. Ha sido un pionero y líder en el campo de la biología molecular humana, la medicina molecular y de las aplicaciones biotecnológicas de las hormonas del crecimiento en México y Latinoamérica. Participó en el equipo de investigadores que en EUA estableció el récord mundial en 1988 por la secuenciación más extensa de DNA humano y que contribuyó a sentar las bases para el Proyecto del Genoma Humano. Sus trabajos de investigación en estos campos lo han llevado a obtener 10 premios de investigación por la UANL y 20 de carácter nacional, así como el máximo reconocimiento del SNI (nivel III). Por sus contribuciones al desarrollo de las ciencias biomédicas, fue el primer mexicano elegido miembro de la Human Genome Organization, la UANL lo nombró su primer profesor, la

Escuela de Graduados en Ciencias Biomédicas de la Universidad de Texas en Houston lo declaró su ex-alumno distinguido en 1998, y la Revista Nature Medicine le dedicó un perfil en su número de Julio de 2003.

FRANCISCO GONZALO BOLÍVAR ZAPATA nació en la ciudad de México, en marzo de 1948. Doctor en Química (Bioquímica) por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Es investigador titular C desde 1982, y ese mismo año fue nombrado primer director del recién creado Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología de la UNAM. En septiembre de 1991, la UNAM transformó a este Centro en el Instituto de Biotecnología y Bolívar fue nombrado su primer director, cargo que ocupó hasta 1997. En ese año fue designado coordinador de la investigación científica de la UNAM, puesto que ocupó por espacio de tres años. Durante el período de 1996 al 2000 fungió también como vicepresidente y presidente de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC).

Su trabajo de investigación y desarrollo tecnológico es pionero a nivel mundial en el área de la biología molecular y la biotecnología, en particular en el aislamiento, caracterización y manipulación de genes en microorganismos. Bolívar Zapata fue miembro de un grupo de investigadores que en San Francisco, EUA, lograron por primera vez en 1977 a nivel mundial, la producción por técnicas de ingeniería genética, de proteínas humanas en bacterias. Además, su trabajo en el área de la ingeniería de vías metabólicas en microorganismos es también pionero en el propósito de la modificación genética y de la fisiología bacteriana, para el diseño y la optimización de microorganismos productores de metabolitos y proteínas de interés social y comercial.

Tiene más de 150 publicaciones en revistas y libros, las cuales han sido citadas más de 11,500 veces en la literatura mundial, incluyendo aquí más de 600 citas en 210 libros de texto y especializados. Como profesor y tutor ha impartido clases en diferentes programas docentes y ha dirigido más de 50 tesis, siendo la mayor parte de posgrado; muchos de sus alumnos son actualmente profesores-investigadores y técnicos en la UNAM y otras instituciones nacionales e internacionales, incluyendo la industria. Cuenta con más de 200 contribuciones en congresos y talleres y ha dictado más de 150 seminarios y conferencias docentes y de divulgación. Ha escrito y editado libros de divulgación y opinión, incluyendo cinco tomos de su obra científica y de divulgación, como miembro de El Colegio Nacional.

Como presidente de la AMC y a invitación de la Presidencia de la República, participó conjuntamente con el CONACyT y el Consejo Consultivo de Ciencias de la Presidencia de la República (CCC), en la elaboración y el consenso de la Iniciativa de Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica la cual fue aprobada de manera unánime por el Congreso de la Unión en 1999, y en la Iniciativa para la Creación de la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados, la cual fue creada por acuerdo Presidencial en 1999. También como presidente de la AMC, como coordinador de la Investigación Científica, como director, como investigador de la UNAM y miembro de la AMC, ha realizado numerosas intervenciones ante el Congreso de la Unión y ante la Presidencia de la República, en defensa y promoción de la ciencia, de la tecnología, de la universidad y de la biotecnología.

Por su trabajo, ha recibido varias distinciones y 12 premios, entre los que destacan: En 1980, el *Premio Nacional de Química* otorgado por el Gobierno Federal. En 1982, el *Premio de Investigación en Ciencias Naturales*, que otorga la AMC. En 1988, el *Premio Manuel Noriega* en Ciencia y Tecnología, que otorga la Organización de Estados Americanos. En 1990, el *Premio Universidad Nacional*. En 1991, el *Premio Príncipe de Asturias* en Investigación Científica y Técnica, que otorga en España la Fundación Príncipe de Asturias. En 1992, el *Premio Nacional de Ciencias y Artes* en el campo de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales, que otorga el Gobierno de la República. En 1997, el *Premio TWAS* en el área de la Biología que otorga, en Italia, la Third World Academy of Sciences; y en 1998, el *Premio Luis Elizondo*, que otorga el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. La Universidad de Lieja, Bélgica, le otorgó el doctorado *Honoris causa* y ha recibido distinciones y reconocimientos de las Universidades Autónomas de Coahuila, Nuevo León, Morelos y Benemérita de Puebla. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (nivel III) desde 1984, del CCC desde 1992 y de El Colegio Nacional, desde 1994. Es miembro de la Junta Directiva de la Universidad Autónoma Metropolitana, desde 1997 y de la Junta de Gobierno de la UNAM, desde 2002.

PEDRO BOSCH GUHA es licenciado en Economía, egresado del Instituto Tecnológico Autónomo de México. Su trayectoria profesional se inicia en 1971 en el grupo Secretaría de Hacienda y Crédito Público-Banco de México. Participó como miembro del Grupo de Asesoría Personal

del Presidente de la República, durante el periodo 1976 - 1979, y en Petróleos Mexicanos, como asesor de la Dirección General, 1979-1982. De 1982 a 1988 fue director general de Planeación en el Banco Mexicano Somex; socio fundador en 1989 de la firma Preinversión Estudios y Proyectos, S.C., en la que prestó sus servicios hasta 1991. De junio de 1991 a enero de 1995, fue director general de Promoción Pesquera, cargo que desempeñó en la Subsecretaría de Fomento y Desarrollo Pesqueros de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. De 1995 a 1996, ocupó el cargo de director adjunto de Finanzas, en el Fondo Nacional de Fomento al Turismo. Desde 1996 se desempeña como director de Proyectos Gubernamentales del Grupo Pulsar Internacional, S.A. de C.V., enfocado a la planeación, análisis y coordinación de diversos proyectos del Grupo ante instituciones y organismos gubernamentales.

MARÍA MAYRA DE LA TORRE MARTÍNEZ es Ingeniero Bioquímico egresada del Instituto Politécnico Nacional. Obtuvo el doctorado en Microbiología en el mismo Instituto y realizó una estancia posdoctoral en el Instituto Suizo Federal de Tecnología en Zurich, Suiza. Desde 1977 se incorporó como investigador al Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Actualmente es profesor invitado, en su periodo sabático, en el Centro de Investigación y Desarrollo en Alimentos A.C., en Hermosillo, Sonora. Desde antes de terminar los estudios de licenciatura empezó a realizar investigaciones en tecnología de fermentaciones, área a la que se ha dedicado toda su vida. Sus investigaciones se caracterizan por acopiar la investigación fundamental con el desarrollo tecnológico utilizando como herramientas la ingeniería química, la biología molecular y la bioquímica. Entre sus logros se encuentran el desarrollo de varias tecnologías de proceso para la fabricación de productos biotecnológicos, que actualmente están en el mercado, fundamentalmente levaduras para distintos propósitos, bioinsecticidas para el control de plagas agrícolas y agentes para el biocontrol de hongos patógenos de plantas. Ella encabeza un grupo de investigación que diseñó y construyó una planta piloto de fermentaciones de propósito múltiple, esta planta funciona como un laboratorio de investigación y desarrollo, que además produce bajo contrato con empresas distintos productos biotecnológicos para pruebas de campo, apertura de mercado y registros. También ha colaborado con empresas en el diseño y arranque de plantas para la fabricación de estos productos. En este momento su investigación

fundamental se centra en el efecto de las condiciones de proceso sobre la expresión diferencial de genes y sobre la modificación de los fluxes metabólicos en el metabolismo central de Bt, así como en el estudio de la dinámica de las fases en un biorreactor utilizando velocimetría por seguimiento de partículas. Cuenta con más de 90 publicaciones en revistas y libros, incluyendo patentes, amén de casi 50 reportes técnicos confidenciales que fueron entregados a empresas. Ha dirigido más de 30 tesis, la mayoría de ellas de posgrado. Por su trabajo ha recibido varias distinciones, siendo la primera mujer que recibió el Premio Nacional de Ciencias y Artes, en ciencias duras, y el laureado más joven en toda la historia del premio. Es miembro del SNI desde 1984, en la actualidad es SNI III. Así mismo fue presidenta de la Asociación Mexicana de Microbiología y de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería.

JORGE ESPINOSA FERNÁNDEZ es Licenciado en Derecho, egresado de la Universidad Nacional Autónoma de México y es Maestro en Administración Pública por la Universidad de Nueva York, en donde también realizó estudios de evaluación de políticas públicas y Economía. En el sector público desempeñó diversos cargos de 1981 a 1991, fundamentalmente en áreas jurídicas, habiendo sido titular de la Dirección General de Asuntos Jurídicos de la Secretaría de Salud y de la Dirección de Legislación del Departamento del Distrito Federal. Como consultor jurídico ha brindado sus servicios profesionales a diversas Dependencias Federales, en proyectos legislativos y reglamentarios en materia de ecología y medio ambiente, de energía, de servicios de salud y de ciencia y tecnología. En el ejercicio de su profesión se dedica al litigio mercantil y administrativo. Ha sido profesor en materias de Derecho Administrativo en varias universidades, entre ellas la Iberoamericana, Panamericana, La Salle y en la Facultad de Derecho de la UNAM. Es miembro activo de la Barra Mexicana, Colegio de Abogados.

ENRIQUE GALINDO FENTANES es ingeniero químico de la Universidad Autónoma de Puebla, con maestría y doctorado en Biotecnología en la UNAM y posdoctorado de la Universidad de Birmingham, Inglaterra. Su carrera profesional la ha desarrollado fundamentalmente en la UNAM, donde actualmente es investigador titular "C" y jefe del Departamento de Ingeniería Celular y Biocatálisis del Instituto de Biotecnología de la propia Universidad Nacio-

nal. Sus intereses académicos se han centrado principalmente en la ingeniería de bioprocesos. Desde 1984 es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, y nivel III a partir de 1999. Es autor de cerca de 135 publicaciones, que incluyen 72 artículos en revistas científicas internacionales, así como capítulos de libros y contribuciones en revistas de divulgación. Ha editado tres libros. En el campo tecnológico se le han otorgado cinco patentes y ha participado en el desarrollo de procesos biotecnológicos cuya tecnología se ha transferido a la industria. Ha dirigido 43 tesis, 18 de ellas de posgrado. Ha sido distinguido con varios premios, entre los que destacan el Premio de la Academia Mexicana de Ciencias en 1994 y los premios Rey Balduino (1996) y Silver Jubilee Award (1999), de la International Foundation for Science. Es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias y ha sido vicepresidente y presidente de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería.

AMANDA GÁLVEZ MARISCAL es doctora en Biotecnología por la Universidad Nacional Autónoma de México. Hizo estudios de maestría en Ciencia de Alimentos en el Instituto Tecnológico de Massachusetts y de licenciatura en QFB, Tecnología de Alimentos en la Universidad La Salle. Desde hace 16 años es profesora titular de la Facultad de Química de la UNAM, en el Departamento de Alimentos y Biotecnología, e imparte cátedras sobre química y bioquímica de alimentos, así como bioseguridad alimentaria. Asimismo, es miembro del Consejo Consultivo de Bioseguridad de la Comisión Intersecretarial de Biodiversidad y Organismos Genéticamente Modificados, y pertenece a la delegación mexicana ante el Protocolo Internacional de Bioseguridad desde 1995. Ha sido asesora de la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad y de la Secretaría de Relaciones Exteriores, también en materia de bioseguridad.

ADOLFO GRACIA GASCA es licenciado en Biología, egresado de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Realizó estudios de maestría en Ciencias (Biología) y doctorado en Ciencias (Biología), en la misma Facultad. Es investigador titular "B" de tiempo completo del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM; actualmente se desempeña como director de dicho Instituto. Las líneas de investigación que desarrolla son la ecología de poblaciones y pesquerías de crustáceos como el camarón, ecología de comunidades bénticas y biología de crustáceos

decápodos. Tiene cerca de 50 publicaciones, 33 de ellas en revistas arbitradas de circulación internacional, seis capítulos en libros, 11 artículos de divulgación y la traducción de un libro sobre su especialidad. Los resultados de sus investigaciones han proporcionado elementos importantes para el establecimiento de medidas para la conservación y el manejo del camarón como recurso pesquero, por lo cual se ha desempeñado como asesor de la Cámara Nacional de la Industria Pesquera y Acuícola del país en el manejo de dicho recurso y ha participado en varios comités gubernamentales relacionados con el aprovechamiento sustentable del camarón. Ha dirigido cuatro tesis de doctorado, ocho de maestría y 16 de licenciatura. Ha impartido alrededor de 30 cursos de licenciatura y posgrado en la UNAM y otras universidades del país, y un gran número de conferencias nacionales e internacionales. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 1984. Pertenece a la Academia Mexicana de Ciencias, donde es director del Programa de Oceanografía, y también participa en varias sociedades científicas nacionales e internacionales, entre ellas la Southeastern Universities Research Association.

LUIS HERRERA ESTRELLA es Ingeniero Bioquímico egresado de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN. Realizó estudios de posgrado en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN y en la Universidad Estatal de Gante, Bélgica. Actualmente es Director de la Unidad de Biotecnología Vegetal del Cinvestav y profesor titular del Departamento de Ingeniería Genética. Su trabajo de investigación ha quedado plasmado en las más de 100 publicaciones en revistas y libros internacionales de prestigio, entre las que destacan cinco publicaciones en la revista Nature, tres en Science, cinco en EMBO Journal, una en la serie Annual Review of Plant Physiology y una en la revista Cell, y las más de 150 conferencias internacionales y nacionales dictadas. Dos de sus publicaciones son consideradas como artículos clásicos en el área de la Biotecnología vegetal. La relevancia de su trabajo científico se ve reflejado en más de 2800 citas que han recibido sus publicaciones, así como por premios internacionales y nacionales que le han sido otorgados. Los más importantes son el premio Minuro y Ethel Tsutsui de la Academia de Ciencias de Nueva York, El premio Javed Husain de la UNESCO al mejor científico joven en el área de biología, la Medalla de Oro de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual como uno de los inventores más destacados de México, el Premio de la Academia de la

Investigación Científica de México y el Premio Nacional de Ciencias y Artes 2002. En el ámbito del desarrollo tecnológico ha realizado importantes contribuciones que han sido reconocidas con cuatro patentes internacionales. Sus aportaciones tecnológicas más importantes son: el desarrollo de la tecnología que permite la producción de plantas transgénicas y el desarrollo de plantas transgénicas que requieren menos fertilizantes para su crecimiento óptimo. El Dr. Herrera fue líder del grupo que produjo las primeras plantas transgénicas en el mundo. Es Presidente de la Sociedad Internacional de Biología Molecular de Plantas, miembro del Consejo Asesor del Programa de Biotecnología de la UNESCO, del Programa de Biotecnología para América Latina de la Universidad de las Naciones Unidas y del Instituto de Investigación Donaid Danford. El Dr. Herrera es uno de los 30 investigadores latinoamericanos cuyos programas de investigación son financiados por el Instituto Médico Howard Hughes y fue elegido en abril de 2003, Miembro Extranjero de la Academia de Ciencias de los Estados Unidos por sus sobresalientes y continuas contribuciones al desarrollo científico mundial. Ha dirigido el trabajo experimental de siete tesis de licenciatura, cinco maestros en ciencias y 16 doctores en ciencias. Actualmente dirige la tesis de ocho estudiantes de doctorado, cuatro de los cuales están en sus etapas finales. Actualmente, el Dr. Herrera es el Director del CINVESTAV-Irapuato.

ALFONSO LARQUÉ SAAVEDRA realizó sus estudios en la Facultad de Ciencias de la UNAM, el Colegio de Postgraduados de la Universidad Autónoma de Chapingo y la Universidad de Londres, Inglaterra. Ha publicado numerosos artículos en revistas especializadas como *Nature*, *Crop Science*, *Maydica*, *J. Exp. Botany* entre otros y de difusión, más de 10 libros como autor, compilador o editor. Ha formado recursos humanos a nivel de licenciatura, maestría y doctorado. Ha sido profesor de asignatura de la Facultad de Ciencias de la UNAM de 1977 a 1999; profesor-investigador titular del Colegio de Postgraduados hasta 1999 y coordinador fundador del Programa Interdisciplinario de Maestría y Doctorado en Fisiología Vegetal del Colegio de Postgraduados. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (nivel III), de la Academia Nacional de Ciencias Agrícolas de México y fue presidente de la Sección Regional Sur-Sureste de la Academia Mexicana de Ciencias. Recibió el Premio Nacional de Ciencias y Artes 2000 y el Premio Nacional al Mérito

en Ciencia y Tecnología de Alimentos 1998. Fue director del Centro de Botánica y director interino del Centro de Socioeconomía, Estadística e Informática del Colegio de Postgraduados. Actualmente es director general del Centro de Investigación Científica de Yucatán, AC.

Posee dos patentes que fueron de las primeras otorgadas en el país al Sector Agrícola. Fue pionero a nivel mundial de los estudios de salicilatos en plantas y contribuyó en los estudios de control hormonal del agua en plantas.

AGUSTÍN LÓPEZ-MUNGUÍA CANALES es ingeniero químico, egresado de la Facultad de Química de la UNAM; tiene la maestría en Ingeniería Bioquímica de la Universidad de Birmingham, Inglaterra y el doctorado en Biotecnología del Instituto Nacional de Ciencias Aplicadas de Toulouse, Francia. Es investigador titular "C" de tiempo completo en el Instituto de Biotecnología de la UNAM. Su área de investigación es la biotecnología alimentaria y, en particular, la ingeniería y tecnología de enzimas. Ha publicado 80 artículos de investigación en revistas arbitradas, nacionales e internacionales y cuenta con más de 60 presentaciones en congresos. Es editor y autor del libro *Biotecnología alimentaria*, de Editorial Limusa (1993) y de los libros de divulgación *Alimentos: del tianguis al supermercado*, de la colección Viaje al Centro de la Ciencia de Conaculta (1995) y *La biotecnología*, de la colección Tercer Milenio de Conaculta (2000) y recientemente, *Alimentos Transgénicos* también dentro de la colección Viaje al Centro de la Ciencia. Asimismo, es autor de diversos artículos de divulgación. Es profesor titular de la materia de Biotecnología en la Facultad de Química de la UNAM, y coordinador del Tópico Selecto "Biocatálisis", en la Maestría en Biotecnología de la UACPYP-CCH. Ha impartido más de 70 cursos cortos a nivel nacional. En el extranjero ha dictado conferencias y cursos en Venezuela (Universidad Central), Colombia (Universidad Industrial de Santander y Universidad Nacional de Colombia), República Dominicana (Indotec), Universidad de las Naciones Unidas, y en Portugal. Ha dirigido 35 tesis de licenciatura, 19 de maestría y seis de doctorado. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Área de Ingeniería y Tecnología, nivel III. Entre las distinciones recibidas destacan el Premio Nacional en Ciencia y Tecnología de Alimentos Conacyt (1992), la Distinción de la Academia de la Investigación Científica en el área de Tecnología (1990) y el Premio Universidad Nacional 2000 en el área de Innovación Tecnológica.

ADALBERTO NOYOLA ROBLES realizó estudios de ingeniería ambiental en la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, en México D.F. (1976-1980). Posteriormente cursó la maestría y el doctorado en ingeniería de tratamiento de aguas residuales en el Instituto Nacional de Ciencias Aplicadas (INSA) de Toulouse, Francia (1981-1985). Ha laborado en la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa y actualmente se desempeña como Investigador Titular B en el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), nivel Pride D. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 1986 (SNI nivel II a la fecha). Su línea de investigación es el tratamiento de aguas residuales por vía biológica, en particular los procesos anaerobios. Ha publicado 25 artículos en revistas científicas internacionales, 18 en revistas nacionales, varios capítulos en libros, además de un gran número de presentaciones e invitaciones a congresos nacionales e internacionales. Es autor de cinco patentes y está activo en la transferencia de tecnología hacia el sector privado.

Ha dirigido y graduado 38 tesis de licenciatura, seis de maestría y dos de doctorado. Algunos reconocimientos a su trabajo académico son la Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos 1991, el Premio Ciba para la Innovación Tecnológica en Ecología 1993 y el Premio Universitario León Biálík, en dos ocasiones, 1992 y 1998. Ha sido Vicepresidente y Presidente de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería A.C. y de la Federación Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales (FEMISCA) A.C. Actualmente es Vicepresidente de Desarrollo Tecnológico de la Asociación Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS).

ROBERTO ORTEGA LOMELÍN es licenciado en Derecho, egresado de la Facultad de Derecho de la UNAM y obtuvo la maestría en Administración Pública en la London School of Economics and Political Sciences. Realizó diplomados en Administración para el Desarrollo en la Universidad de Leeds y de Derecho Comparado en la Universidad de Cambridge, Inglaterra. Por más de 20 años desempeñó diversos cargos en la administración pública, a nivel federal y local, entre los que destacan los siguientes: oficial mayor de las secretarías de Salud y Energía; director adjunto de Promoción y Asistencia Técnica del Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos; director general Jurídico y de Estudios Legislativos del Departamento del Distrito Federal y delegado político en Benito Juárez, y director general de Planeación, en las secretarías de Pesca y Salud. Ha sido secretario de los Consejos de Adminis-

tración del Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, Petróleos Mexicanos, Comisión Federal de Electricidad y Compañía de Luz y Fuerza del Centro, así como miembro de los consejos de las empresas petroquímicas paraestatales. Es socio fundador del Grupo de Asesoría Estratégica, SC, y consultor especializado en trabajos de apoyo legal, análisis, diseño y gestión de políticas públicas. Ha prestado servicios de consultoría a instituciones gubernamentales y a empresas privadas que desarrollan actividades en el país y en el extranjero, en materia de ciencia y tecnología, energía, salud y biotecnología. Es autor y coordinador de diversas publicaciones en materia de derecho, administración pública, energía, salud y federalismo.

OCTAVIO PAREDES LÓPEZ es originario de Mocorito, Sinaloa, México. Estudió la carrera de Ingeniería Bioquímica y obtuvo el grado de Maestro en Ciencias Alimentarias en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Maestro en Ingeniería Bioquímica por la Academia Checa de Ciencias. Posteriormente recibió el grado de Doctor en Ciencia de Plantas (Ph.D.) de la Universidad de Manitoba en Winnipeg, Canadá. Ha efectuado estancias de investigación y posdoctorales en Estados Unidos, Canadá, Inglaterra, Francia, Alemania, Suiza, República Checa y Brasil. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (Nivel III) y es autor de 200 artículos científicos y técnicos, 36 capítulos en libros y revisiones, tres libros internacionales, y diversos artículos periodísticos. Ha dirigido 25 tesis de licenciatura, 38 de maestría y 18 de doctorado.

Algunos premios y distinciones: 1) Banco Nacional de México (BANAMEX) Ramo Agropecuario. 2) Presea Lázaro Cárdenas como Investigador Distinguido del Instituto Politécnico Nacional, 1981. 3) Premio Nestlé por Investigación y Desarrollo sobre Alimentación Humana. 4) Premio Nacional en Ciencia y Tecnología de Alimentos en cinco diferentes ocasiones. 5) Premio Nacional al Mérito en Ciencia y Tecnología de Alimentos 1986. 6) Premio Nacional de Química 1991 "Andrés Manuel del Río", por la Sociedad Química de México. 7) Premio Nacional de Ciencias 1991 otorgado por la Presidencia de la República. 8) Doctor "*Honoris causa*" ofrecido en 1992 por el Consejo Universitario de la Universidad Autónoma de Querétaro. 9) Denominado "Profesor Distinguido" por parte de la Universidad Autónoma de Sinaloa. 10) Profesor invitado de la U. of Manitoba (Canadá) y de la Texas A&M University (Estados Unidos). 11) Presea L

Cárdenas como egresado distinguido del Instituto Politécnico Nacional, 1993. 12) Premio Miguel Hidalgo y Costilla otorgado por el Congreso del Estado de Guanajuato, 1993. 13) Seleccionado por CONACyT para recibir Cátedra Patrimonial 1, 1994- a la fecha. 14) Asesor Científico de la Presidencia de la República a través del Consejo Consultivo de Ciencias. 15) Denominado Ciudadano Distinguido de Irapuato. 16) Designado Pionero de la Ingeniería Bioquímica en México en el Ier. Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica, 1994. 17) Denominado "Hijo Predilecto" por el Municipio de Mocorito, Sinaloa, con motivo de los cuatrocientos años de su fundación, 1994. 18) Premio Científico y Tecnológico Luis Elizondo del Patronato del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey 1994. 19) Miembro vitalicio de El Colegio de Sinaloa, 1997. 20) Asesor Científico de la International Foundation for Science, Estocolmo, Suecia, 1998-. 21) Premio Third World Network of Scientific Organizations (TWNISO) en el área de Agricultura, 1998, Trieste, Italia. 22) Fundador de la International Academy of Food Science and Technology dentro del grupo de 30 científicos a nivel mundial seleccionado por la International Union of Food Science and Technology, Sidney, Australia, 1999. 23) Editor general y editor asociado de tres revistas científicas internacionales, y revisor de 10 revistas científicas y de difusión, nacionales e internacionales. 24) Doctor "*Honoris causa*" ofrecido en 1999 por el Consejo Universitario de la Universidad Autónoma de Sinaloa. 25) Premiado con la Presea Vasco *de Quiroga*; máxima distinción que otorga el Municipio de Irapuato, 2000. 26) Miembro del Consejo Consultivo de Ciencia y Tecnología del CONACyT, 2000-2002. 27) Designado Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias Agrícolas, Nov. 2002. 28) Vicepresidente (2002-2003) y Presidente (2004-2005) de la Academia Mexicana de Ciencias. 29) Coordinador General del Premio México de Ciencia y Tecnología, CONACyT-Consejo Consultivo de Ciencias, 2002. 30) Miembro del Comité de Premiación, Third World Academy of Sciences, Trieste, Italia, 2002.

Ha establecido grupos regionales para el desarrollo científico y tecnológico del país, entre otros, fundó el primer programa académico regional en México denominado Programa de Posgrado en Alimentos del Centro de la República, actualmente es su asesor científico, con la participación de seis universidades y cuya sede es la Universidad de Querétaro; tanto la maestría como el doctorado han estado y están en el Padrón de CONACyT. Fundador del Programa de Doctorado en Biotecnología del Noroeste. Asesor científico de organismos y empresas internacionales.

les. Ha sido asesor académico del Programa de Doctorado en Biotecnología y Alimentos de la Facultad de Química de la UNAM, 1990-1998. Fue fundador, Director y actualmente profesor de la Unidad Irapuato del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados -CINVESTAV- del IPN (1981 a la fecha). Asesor de los Rectores de las Universidades de Querétaro, Sinaloa y de Occidente.

OCTAVIO TONATIUH RAMÍREZ REIVICH es Ingeniero Químico de la UNAM y doctor en Ingeniería Química y Bioquímica de la Universidad de Drexel, EUA. Desde 1990 es investigador en el Instituto de Biotecnología de la UNAM; es investigador nacional nivel III y ha obtenido diversas distinciones, entre las que destacan: el Premio de Investigación 1998 de la Academia Mexicana de Ciencias; la Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos 2000; Premio Sigma Xi al mejor trabajo de posgrado de la Universidad de Drexel, EUA; el Premio Carlos Casas Campillo de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería; en dos ocasiones el Premio por Mérito Académico al mejor estudiante internacional de la Universidad de Drexel; miembro del Comité Editorial de la revista *Biotechnology and Bioengineering* y diversos premios de organizaciones como el premio Anual Casa de la Ciencia de la UAEM, IMIQ y Academia Nacional de Ingeniería. Ha sido pionero en México en el área de la bioingeniería del cultivo de las células de eucariotes superiores y en la aplicación de métodos computacionales para el control de bioprocesos entre los que destacan, además del cultivo de células animales, las fermentaciones con microorganismos recombinantes, cultivos mixtos y axénicos, y el escalamiento descendente. Ha publicado 58 artículos científicos, editado dos libros de difusión internacional y tiene más de 284 citas a sus trabajos en la literatura científica. Su labor ha trascendido del ámbito académico al industrial a través de su amplia labor de asesoramiento y participación en empresas e instituciones, tanto nacionales como extranjeras. Esta labor ha dado diversos frutos como el desarrollo de nuevos productos y procesos biotecnológicos en el área de alimentos, farmacéutica y ambiental.

SERGIO REVAH MOISEEV es ingeniero químico egresado de la UNAM (1975). Realizó sus estudios de maestría en Ciencia de Alimentos en la Universidad de California en Davis (1978), y de doctorado en Ingeniería de Procesos en la Universidad de Tecnología de Compiègne en Francia

(1986). Es actualmente profesor titular en el Departamento de Ingeniería de Procesos de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa e investigador nacional nivel III del Sistema Nacional de Investigadores. Desde 1987 dirige un laboratorio de ingeniería aplicada a procesos biológicos. Actualmente, sus principales líneas de investigación se encuentran en la eliminación biológica de contaminantes gaseosos producidos por fuentes fijas. La formación de este laboratorio ha sido posible gracias al apoyo de la UAM, a contratos de investigación con agencias de apoyo y empresas privadas mexicanas (CONACyT, IMP y el Grupo Cydsa) e internacionales (IFS de Suecia, OEA, IRD de Francia, JICA de Japón, la Agencia Internacional de Energía Atómica, el Departamento de Energía de Estados Unidos y con la Comunidad Económica Europea). Ha graduado a la fecha a 30 estudiantes de posgrado. Ha publicado cerca de 50 artículos en revistas internacionales con arbitraje. Ha participado en el desarrollo de varias tecnologías, de las cuales una tiene registro internacional y se ha exportado.

JOSÉ ANTONIO SERRATOS HERNÁNDEZ es licenciado en Biología por la Universidad Nacional Autónoma de México, con especialidad en Agroecología por el Instituto de Investigación en Recursos de la Tierra (Land Resources Research Institute), del Ministerio de Agricultura y Alimentación de Canadá. Es maestro en ciencias en Biología por la Universidad de Ottawa en Canadá y doctor en Biotecnología por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Desde 1992, es investigador titular del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. De 1993 a 1999 fue miembro del Comité Nacional de Bioseguridad Agrícola. Desde el año 2000 es delegado representante de México en el Grupo BIOT (Working Group on Harmonization of Regulatory Oversight in Biotechnology) de la OECD. Actualmente ocupa la posición de científico adjunto representante del INIFAP en el Centro de Biotecnología Aplicada (Applied Biotechnology Center) del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Ha realizado investigación en los mecanismos bioquímicos de resistencia del maíz y la cebada a la infestación de insectos y patógenos. Ha colaborado con centros y universidades internacionales en el escrutinio y aprovechamiento del germoplasma de maíz mexicano. Actualmente lleva a cabo investigación en la biología molecular de la apomixis (reproducción asexual de plantas), en colaboración con el CIMMYT y la institución fran-

cesa IRD (Institut de Recherche pour le Développement). Es asesor de la CIBIOGEM (Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados), 2002-2003; y Miembro del Subcomité Especializado de Medio Ambiente en el INE (Instituto Nacional de Ecología).

JORGE SOBERÓN MAINERO es licenciado en Biología, egresado de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Tiene la maestría en Ciencias, por la misma Facultad y el doctorado en Ecología por el Imperial College de la Universidad de Londres. Ha publicado 43 trabajos en revistas de circulación internacional, artículos en revistas de divulgación científica, libros científicos y capítulos en libros. Ha impartido más de 30 cursos a nivel de licenciatura y de posgrado en matemáticas, estadística, evolución y ecología de poblaciones. Ha dirigido tesis de licenciatura, maestría y doctorado. Ha sido profesor en la Facultad de Ciencias de la UNAM, coordinador del Doctorado en Ecología en el Instituto de Ecología de la UNAM y jefe de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Es investigador titular en el Instituto de Ecología de la UNAM desde 1985. Es investigador nacional, miembro de la Sociedad Mexicana de Botánica, de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología y de la Society for Conservation Biology. Asimismo, fue miembro del Comité Científico del Global Environment Facility 1995 - 1998 y vicepresidente científico de Pronatura, AC, durante el periodo 1992 - 1998. Actualmente y desde 1992 es secretario ejecutivo de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

FRANCISCO XAVIER SOBERÓN MAINERO es licenciado en Química y doctor en Investigación Biomédica Básica, egresado de la UNAM. Desde su incorporación a la UNAM en 1981 ha participado en el desarrollo de la Ingeniería Genética y la Biotecnología. Participó en la creación del CIIGB en 1982; al término de su doctorado, en 1984, siendo secretario académico del mismo Centro, inició un grupo independiente en el área de la ingeniería de proteínas. De 1979 a 1981, durante su estancia en el Instituto City of Hope, en California, se especializó en la síntesis química de oligonucleótidos y empezó a perfilar una carrera científica sustentada en metodología de vanguardia. A su regreso a México, estableció la primera unidad de síntesis de oligonucleótidos en Latinoamérica. En los úl-

timos años ha cultivado el moderno enfoque de evolución dirigida, en el ámbito de la biocatálisis. Tiene más de 70 publicaciones, 39 de las cuales son artículos de investigación original publicados en revistas internacionales arbitradas, y que han recibido más de 1 500 citas en la literatura internacional. Asimismo, ha sometido dos patentes internacionales en el área de síntesis química de oligonucleótidos, con esquemas útiles para la evolución dirigida. Como profesor y tutor ha dirigido más de 25 tesis, la mayoría de ellas de posgrado. Por su trabajo, ha recibido varias distinciones, entre ellas la Medalla Gabino Barreda UNAM por estudios de maestría; Mención Honorífica en los premios Canifarma en 1994 y el Premio Nacional de Química Andrés Manuel del Río en 1999. Desde 2002 es miembro del SNI nivel III y en 1998 obtuvo el nombramiento de investigador titular "C" de la UNAM. A partir de 1997 es el director del Instituto de Biotecnología de la UNAM.

IRINEO TORRES PACHECO es investigador Titular "C" de la Unidad de Biotecnología del Campo Experimental Bajío perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícola y Pecuarias. Se graduó como Ingeniero Agrónomo especialista en Fitomejoramiento en la Facultad de Agrobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Los estudios de posgrado los realizó en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados de la Unidad Irapuato, en el Departamento de Ingeniería Genética; la maestría en Biología vegetal y el doctorado en Biotecnología de plantas. Su actividad como investigador ha estado relacionada con las hortalizas y sus enfermedades, con énfasis en geminivirus, cucumovirus, tobamovirus y potyvirus, los cuales son los virus recurrentes en las hortalizas. Ha publicado en revistas internacionales tales como *Phytopathology*, *Journal of General Virology*, *Plant Pathology* y *Hort Science* 16 artículos y su trabajos han sido citados en más de 160 artículos relacionados a nivel mundial. Ha formado 19 estudiantes: 17 de licenciatura y dos de maestría. Como profesor invitado colabora en la Facultad de Química de la Universidad de Querétaro. Ha participado con más de 70 ponencias y conferencias en congresos nacionales e internacionales. Actualmente es revisor de trabajos que se publican en la Revista Mexicana de Fitopatología y Fitotecnia, las cuales son revistas nacionales indexadas. Es miembro del Consejo Consultivo de la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados. Es el líder de Investigación en Biotecnología del Instituto

Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias y pertenece al nivel I del Sistema Nacional de Investigadores.

JAIME URIBE DE LA MORA es Ingeniero Químico egresado de la Universidad Iberoamericana con posgrado en Economía. Inicia su carrera profesional en las Fábricas de Papel Loreto y Peña Pobre, después en Kimberly Clark y posteriormente trabajó en la industria del plástico en las empresas Manufacturera Aztlán, Mercadotecnia Industrial y finalmente en Plastifin ocupando la Dirección General de esa empresa. Fundador junto con otros cuatro socios de Productos Químicos Finos en 1970, ocupó el puesto de Responsable de la Producción y en 1975 ocupa la Dirección General de la empresa y de PROQUIFIN, S.A. de C.V., de la cual también es fundador. Estas empresas se dedicaban a la fabricación de farmoquímicos (principios activos de las medicinas), ya sea por síntesis química o por procesos extractivos. Se fabricaron productos como Sulfametazina, Sulfamerazina, Sulfatiazol, Dipironas, Vitamina B12, Cianocobalamina, Hidroxocobalamina, Cloramfenicol y sus sales, etc. Por procesos extractivos se fabricó Gonadotropina Coriónica partiendo de orina de mujeres embarazadas y Heparina partiendo de mucosa intestinal de cerdo que se recolectaba de todos los rastros del país. En 1977 se iniciaron las exportaciones de Heparina principalmente a Europa y hasta la fecha continúan las exportaciones, aunque han variado los productos. Desde 1975 inició un laboratorio de Investigación y Desarrollo, para generar nuevas tecnologías, y mejorar y optimizar las existentes con técnicos y científicos mexicanos. También fue Director General de los Laboratorios Helber de México, Laboratorios CHEMIA, y Laboratorios GALEN. En 1988 inicia los trabajos para desarrollar proteínas con la tecnología del ADN_r. Es pionero de la biotecnología industrial y fabricante único en México de proteínas y vacunas recombinantes. En 1994 adquiere PROBIOMED y en 1998 inicia la comercialización de productos a base del ADN_r, fabricados en México desde el gen y la clonación hasta el medicamento, logrando tener el porcentaje de integración nacional más alto de la industria farmacéutica y el valor agregado de manufactura más alto de toda la industria a nivel nacional, razón por la cual se le otorgó el Premio Nacional de Tecnología en 1999, año en que se instituyó. Siempre ha trabajado en la integración de las cadenas productivas y buscando la vinculación y colaboración del sector académico científico tanto en México como en el extranjero. Actualmente es

Presidente y Director General de PROBIOMED y Presidente de la Fundación en PRO DE LA VIDA.

GUSTAVO VINIEGRA GONZÁLEZ nació en México D.F., en 1940. Es Médico Cirujano por la Universidad Nacional Autónoma de México (1965) y en 1967 obtuvo el grado de Maestro en Ciencias (Bioquímica) por el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN (1967). Realizó el doctorado en biofísica en la Universidad de California, San Francisco, USA, (1971) y fue estudiante posdoctorado en la Universidad de Pensilvania (1972).

En 1972 ingresó como Investigador Titular A para crear el Depto. de Biotecnología del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM. Fue promovido a Inv. Tit. B en 1996. Desde 1977 ha sido Profesor Titular C de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, donde contribuyó a la fundación del Departamento de Biotecnología.

Las principales distinciones obtenidas son: en 1982, Socio de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería. De 1982 a 1990 fue miembro de la Junta

Directiva de la UAM. En 1985, obtuvo el Premio Nacional al Mérito en Ciencia y Tecnología de los Alimentos y fue admitido a la Academia Mexicana de Ciencias. En 1995 fue nombrado Profesor Distinguido por acuerdo del Colegio Académico de la UAM. En abril de 2001 se le otorgó el doctorado *Honoris causa* de la Universidad Aix-en-Provence (Marsella, Francia). En enero de 2002 obtuvo el nombramiento de Investigador Nacional Emérito. En 2002 fue electo como representante del Área de Ingeniería y Tecnología del Foro Consultivo de Ciencia y Tecnología y se le admitió a la Orden de las Palmas Académicas de Francia.

Organizó y supervisó el grupo que registró el primer invento biotecnológico (el proceso Biofermel) licenciado comercialmente por una universidad mexicana. Sus trabajos especializados, han merecido más de 300 citas publicadas en revistas científicas internacionales. Las líneas de investigación del doctor Gustavo Viniegra son la fisiología y genética de hongos, el desarrollo de cepas especializadas para fermentaciones de sustratos sólidos y las transformaciones genéticas de *Aspergillus mger* para aumentar la producción de enzimas.

**RECOMENDACIONES PARA EL DESARROLLO Y CONSOLIDACIÓN
DE LA BIOTECNOLOGÍA EN MÉXICO**

Se terminó de imprimir en octubre de 2003
en los talleres de CREATIVA IMPRESORES,
Quetzalcoatl 69, Tlaxpana,
Miguel Hidalgo, 11320, México, D.F., Tel. 5703-2241
El cuidado de la edición estuvo a cargo
de Francisco Bolívar Zapata y Renata Villalba Cohen

El tiraje de esta edición fue de 1000 ejemplares