

TECNOLOGÍA: ENSAYO

Evolución de la Biotecnología en México y su marco regulatorio

Evolution of Biotechnology in Mexico and its regulatory framework

Edición Nº 26 – Agosto de 2016

Artículo Recibido: Abril 07 de 2016

Aprobado: Julio 20 de 2016

AUTORES

Maribel Leyva Gaxiola
Maestría en Gestión de la Tecnología. Candidata a Doctorado en Gestión de la Tecnología e Innovación, Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma de Querétaro. Participación en proyectos de gestión tecnológica y biotecnológico en México y Querétaro. Querétaro, México.
Correo electrónico: lsc_leyva@live.com.mx

Luis Rodrigo Valencia Pérez
Doctor en Gestión Tecnológica e Innovación. Líder de proyectos con la industria metalmecánica, agroindustrial, textil y centro de investigación, Coordinador de la Maestría en Gestión de la Tecnología, Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México.
Correo electrónico: royvalper@hotmail.com

Juan Manuel Peña Aguilar
Doctor en Gestión Tecnológica e Innovación. Líder de proyectos con la industria y centro de investigación, Secretario Académico del área de posgrados de FCA-UAQ, Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México.
Correo electrónico: juan_manuelp@hotmail.com

Resumen

En los últimos años ha estado generando especial interés la biotecnología debido a la amplia gama de aplicaciones que tiene, al no ser una ciencia básica sino un conjunto de métodos, conocimientos y herramientas con enfoque multidisciplinario, permite que el

fruto de sus investigaciones atiende problemáticas diversas en procesos industriales, agricultura, nanotecnología, alimentos, medio ambiente o medicina, entre otros. Ha tenido un crecimiento constante y se pronostica un incremento en la demanda de sus productos, además ha influido en la generación de nuevas empresas, carreras e incluso clústers. México forma parte de este conjunto de cambios y desarrollos biotecnológicos, por ello es importante analizar hacia dónde se dirigen los esfuerzos de desarrollo de este nuevo campo tecnológico, para lo cual es fundamental conocer en qué se ha estado trabajando hasta el momento. El presente ensayo pretende describir la trayectoria que ha tenido la biotecnología en México, considerando los desarrollos y proyectos de investigación en los que se ha trabajado, el impacto en generación de Propiedad Intelectual (PI) y las áreas en las que principalmente se enfoca. Sin embargo, el surgimiento de nuevas industrias de base tecnológica implican una gestión importante, donde a nivel nacional, el responsable de esta gestión es el gobierno, por lo que se buscará conocer cuáles son las regulaciones e instituciones responsables en cada área biotecnológica en México.

Palabras Clave: Biotecnología, Propiedad Intelectual, Legislación, Tendencias.

Abstract

In recent years biotechnology has been generating special interest because of the wide range of applications that it has, not being a basic science but a set of methods, knowledge and tools with a multidisciplinary approach which allows that the results of its research serves diverse problems related to industrial processes, agriculture, nanotechnology, food, environmental solutions or medicine, among others. It has grown constantly and it forecasts an increased demand for its products, likewise it has influenced in the creation of new business, careers and even clusters. Mexico is part of this set of changes and biotechnological developments; for this reason it is important to analyze where development efforts of this new technological field are directed, for which it is essential to know what has been done until now. This paper aims to describe the trajectory of the biotechnology in Mexico considering the developments and research

projects, the impact in the creation of Intellectual Property (IP) and the key areas the biotechnology is focused. Nevertheless, the emergence of new technology-based industries involves an important management where at the national level the responsible for this management is the government, so the paper seeks to understand the regulations and institutions responsible in each biotechnology area in Mexico.

Key Words: Biotechnology, Intellectual Property, Legislation, Tendencies.

Introducción

En el Convenio sobre la Diversidad Biológica (1993) se define a la Biotecnología como “toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos”, no consiste en una ciencia básica sino en un conjunto de actividades, métodos, conocimientos y herramientas con un enfoque multidisciplinario, emplea ramas como la química, biología, inmunología, microbiología, ingeniería bioquímica, biología molecular, genómica, bioinformática, ingeniería de proteínas entre otras, con el objetivo último de estudiar y manipular los sistemas biológicos para favorecer al ser humano.

Al ser un campo tecnológico tan amplio cuenta con diversos usos los cuales se agrupan por colores para su fácil identificación (Tabla 1), éstos se dan en múltiples áreas como la médica, farmacéutica, alimentación, agricultura, química, por mencionar solo algunas, sin embargo de estas la que se encuentra en primera posición en valor de mercado es la medicina (60%), posteriormente se sitúa la industria de alimentos y agricultura (14%), servicios (11%), tecnología (8%) y medio ambiente y procesos industriales (7%) (Izquierdo y Pérez, 2014). De acuerdo a la información proporcionada por Izquierdo y Pérez (2014) en un reporte de ProMéxico el sector biotecnológico ha tenido un amplio y constante crecimiento que en promedio ronda el 9% anual y se espera continúe de esta forma hasta el 2017, además en el 2012 alcanzó un valor de 304 miles de millones de dólares (mmd) y el valor del mercado mundial que abarca el continente americano es del 46%, seguido por Europa y Asia-Pacífico con un 26%.

<i>Color</i>	<i>Descripción</i>
<i>Roja</i>	Medicina, vacunas, antibióticos, fármacos, técnicas moleculares de diagnóstico, terapias regenerativas, ingeniería genética, huellas de ADN.
<i>Blanca</i>	Procesos industriales, diseño de procesos y productos que consuman menos recursos (más eficientes o menos contaminantes), bioindustrias, bioprocesos, bioplásticos, bioenergía.
<i>Gris</i>	Soluciones para el ambiente: mantenimiento de biodiversidad, clonación para preservar especies, eliminación de contaminantes, biorremediación.
<i>Verde</i>	Agricultura, agroalimentación, creación de nuevas variedades de plantas, biofertilizantes, biopesticidas, cultivo in vitro, clonación, mejora de cultivos.
<i>Azul</i>	Explotación de los recursos del mar para la generación de productos y aplicaciones industriales, cosméticos, fármacos, alimentos.
<i>Marrón</i>	Fármacos veterinarios, vacunas, pruebas de diagnóstico / desierto.
<i>Violeta</i>	Bioseguridad, Propiedad intelectual, patentes, aspectos legales que rodean a la biotecnología.
<i>Dorada</i>	Bioinformática y nanotecnología, nanorobots, nanocápsulas, biosensores, metagenómica, bases de datos de ADN.
<i>Amarilla</i>	Industria de alimentos: nuevos y mejores alimentos, funcionales, nutricional.
<i>Naranja</i>	Divulgación de la tecnología y la formación en ésta.
<i>Negra</i>	Contrabioterrorismo.

Tabla 1. Clasificación de las Aplicaciones de la Biotecnología. Fuente: Elaboración propia con información de (Díaz, 2011), (Sharry, s.f.), (Biotecnoblogs, 2015).

Se puede observar, que la biotecnología es un área de generación de conocimiento científico que ha tenido una evolución acelerada en los últimos años, sus aplicaciones son diversas y tiene impacto en el desarrollo de numerosos sectores económicos, siendo de gran importancia para la economía nacional e internacional. Por ello, este artículo busca determinar la evolución que ha tenido México respecto a la biotecnología abordando dos áreas relevantes que son su marco regulatorio y las tendencias de los trabajos e investigaciones que se han realizado hasta el momento. Dando respuesta a las siguientes interrogantes ¿Cuáles son las regulaciones mexicanas enfocadas a la biotecnología? ¿Qué instituciones son las encargadas de esta legislación? ¿Cuáles son

los desarrollos y proyectos de investigación en los que se ha trabajado? ¿Cuál ha sido el impacto en generación de PI? y ¿A qué ramas se están enfocando?

Marco Regulatorio de Biotecnología en México

México cuenta con grandes ventajas para el desarrollo biotecnológico como la biodiversidad de ecosistemas y especies, tratados de libre comercio con 45 países, una posición geográfica benéfica y capital humano altamente calificado. Sin embargo, para seguir fomentando este desarrollo es necesario un ambiente que lo propicie, esto se logra a través del marco regulatorio que coordine a la industria biotecnológica, en la Figura 1 se muestra el conjunto de leyes enfocadas a la biotecnología en México y su clasificación.

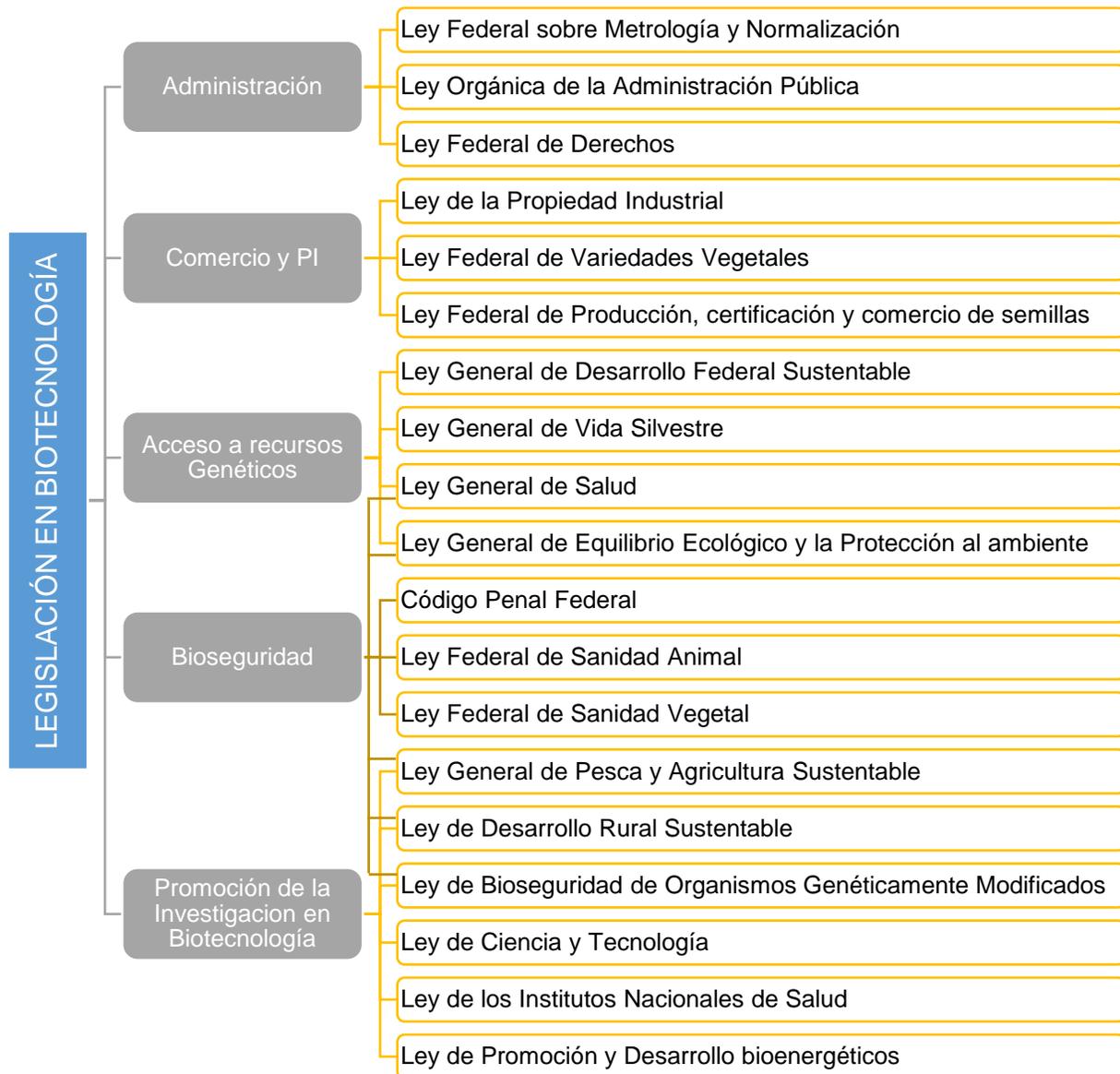


Figura 1. Legislación en Biotecnología en México. Fuente: Izquierdo y Pérez (2014).

Además de las leyes que rigen al sector biotecnológico en México se cuenta con instituciones relacionadas con esta regulación, entre las principales están las siguientes (Izquierdo y Pérez, 2014 y Barrios y otros, 2006):

- Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería A.C: Asocia y representa a los profesionistas y estudiantes del área en México, fomenta la vinculación y transferencia tecnológica entre el sector productivo y los centros de I+D, cuenta con una revista Biotecnología y realiza cada dos años un Congreso Nacional.

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO): Investigación aplicada y básica que compila y genera información de biodiversidad.
- Instituto Nacional de Medicina Genómica (INMEGEN): Líder en investigación genómica, busca generación de aplicaciones genómicas innovadoras para la salud.
- Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM): Órgano del Poder Ejecutivo Federal, establece políticas de seguridad biotecnológica de organismos genéticamente modificados (OGMs).
- Subcomité Especializado en Agricultura (SEA) antes Comité Nacional de Bioseguridad Agrícola (CNBA): órgano de consulta de la Dirección General de Sanidad Vegetal de la SA conformado por expertos en diversas áreas para el análisis de solicitudes de liberación de OGM y el establecimiento de regulaciones y políticas.
- Subcomité de Medio Ambiente (SEMA): Coordinado por el Instituto Nacional de Ecología (INE): Desarrollar el marco metodológico de la liberación al medio ambiente de OGMs y elaborar protocolos de riesgo.
- AgroBIO México: Asociación civil que agrupa empresas de biotecnología agrícola.
- Asociación Mexicana de Genética Humana A.C: Fomenta la interacción y desarrollo entre profesionales de genética humana o ciencias afines.
- Asociación Mexicana de Industrias de Investigación Farmacéutica A.C: Agrupa empresas enfocadas a la comercialización de medicamentos innovadores.
- Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS): En productos biotecnológicos es la encargada de la protección contra riesgos sanitarios.
- Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica (CANIFARMA): Representa la industria farmacéutica en México ante las autoridades, sus objetivos son la regulación sanitaria, investigación e innovación y desarrollo económico-político industrial.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA): Su finalidad es reducir riesgos en materia agrícola, acuícola, pesquera y pecuaria.

- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS): Verifica y certifica origen y calidad de semillas, protege a quien obtiene nuevas variedades de plantas y coordina acciones de recursos fitogenéticos para alimentación y agricultura.
- Secretaría de Salud (SSA): Dependencia del Poder Ejecutivo encargada de la prevención de enfermedades y promoción de la salud.

Por otro lado, existen instituciones que también tienen influencia a pesar de no ser la rama específica que abordan sino la Gestión, Tecnología e Innovación en general:

- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT): Encargado de elaborar políticas de ciencia y tecnología, promueve a un grupo llamado BioRed enfocado a áreas de agricultura y alimentación, constituido por investigadores, instituciones de educación superior, centros de investigación, empresas y laboratorios de todo el país.
- Academia Mexicana de Ciencias A.C: Tiene como objetivo enlazar científicos de diversas áreas, cuenta con un comité para biotecnología.
- Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico (ADIAT): Impulsa la investigación aplicada, desarrollo tecnológico y difusión de mejores prácticas para la gestión tecnológica.
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI): Plantea, regula y dirige actividades de comercio exterior, como importación de medicamentos, insumos de salud, estupefacientes, productos con nutrientes vegetales, sustancias tóxicas, etc.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA): Dependencia del Poder Ejecutivo Federal para aprovechar y producir mejor en el sector agropecuario, integrar actividades del medio rural a la economía.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT): Dependencia del Gobierno Federal encargada de impulsar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas, recursos naturales y bienes y servicios ambientales del país.

Proyectos y Desarrollos Biotecnológicos en México (tendencias)

La biotecnología permite crear nuevos negocios de alto valor agregado pero también transformar industrias convencionales de sectores como agricultura, química, alimentos, farmacéutica o del medio ambiente. La industria biotecnológica en México ha tenido un constante crecimiento, donde el mayor porcentaje de empresas que han empleado biotecnología pertenecen al sector farmacéutico y de salud con un porcentaje entre el 36% (Trejo, 2010) y el 41.6% (OCDE, 2011). Sin embargo, si se enfocan los datos en las empresas de base totalmente biotecnológica en el 2010 el mayor porcentaje lo ocupaba la agrobiotecnología seguida por la fermentación/productos biológicos, farmacéutica, servicios, ambiental y alimentación (Trejo, 2010). Estas posiciones variaron un poco con los datos actualizados presentados en el informe de Izquierdo y Pérez (2014), sin embargo la agricultura permanece en primer lugar, se cuenta con 180 empresas en el ramo de las cuales un tercio se enfocan en agricultura (Figura 2), aunque se están buscando nuevas aplicaciones en el medio ambiente 23%, salud 18% y alimentos 18%.

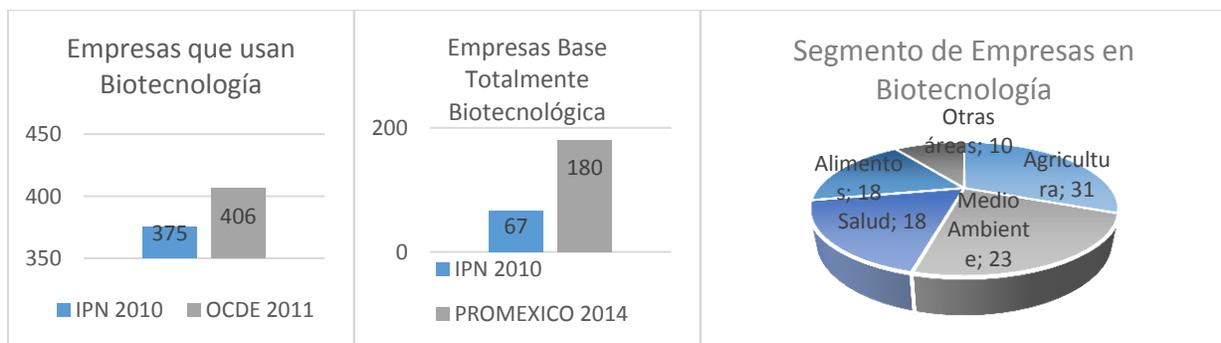


Figura 2. Segmento de empresas en Biotecnología en México. Elaboración propia con información de Izquierdo y Pérez (2014), Trejo (2010) y OCDE (2011).

Al ser la agricultura la principal actividad biotecnológica desarrollada en México un indicador que podría determinar la evolución que se ha tenido son las solicitudes y liberaciones de OGMs, los organismos genéticamente modificados son organismos vivos que han adquirido una combinación genética innovadora por medio de modernas técnicas biotecnológicas, a éstos se les pueden asignar características específicas

como resistencia a plagas, tolerancia a herbicidas o el aumento en la producción agrícola. Los cultivos más utilizados para la generación de OGMs son el maíz, algodón, soya, canola, alfalfa, jitomate y papa (COFEPRIS, 2015). La Figura 3 muestra el desempeño en recepción de solicitudes y otorgamiento de liberación de OGMs desde 1995, cabe mencionar que éste es un proceso delicado para el control de riesgos y permite evitar daños a especies tradicionales, por lo que gran parte de las regulaciones de bioseguridad se concentran en este sector. Se puede observar un crecimiento importante en los últimos ocho años sin embargo a partir del 2012 presenta una caída significativa, reflejo en parte de las diversas movilizaciones que se han dado a favor de mantener las semillas originales de los alimentos principalmente del maíz y el algodón y en paralelo las modificaciones a las regulaciones que se han tenido que hacer en este sentido.

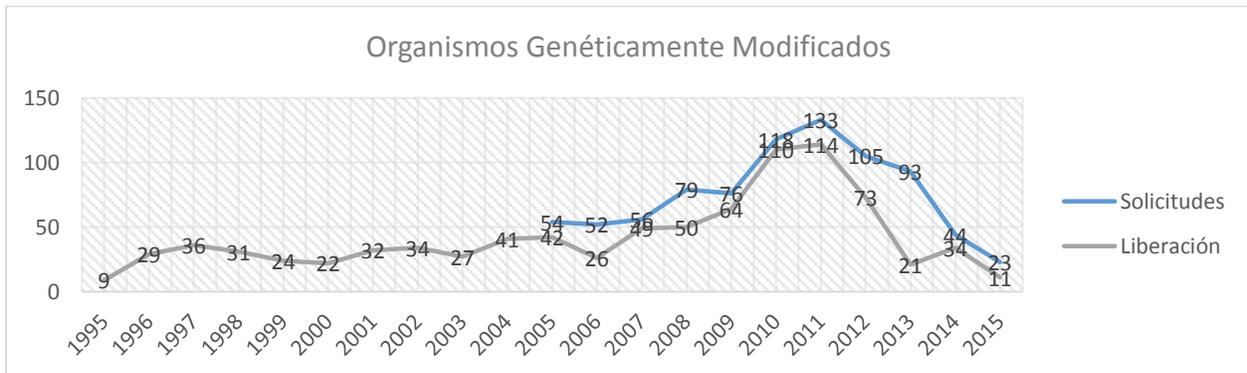


Figura 3. Solicitudes y Otorgamiento de Liberación de OGMs. Fuente: Elaboración propia con datos de SENASICA, 2015, COFEPRIS, 2015, CONACYT 2015.

Por otro lado, el sector farmacéutico a pesar de no ser el líder de las empresas de base totalmente biotecnológica si encabeza la lista de patentes en el país seguida por las materias primas y la agricultura. En la primera gráfica de la Figura 4 se observa la comparación de patentes otorgadas con la cantidad de patentes biotecnológicas donde en el primer periodo se tiene un 11% con respecto a las 89 patentes, porcentaje que a pesar de haber tenido un incremento importante en patentes en el segundo periodo evaluado baja generando un 4% de patentes biotecnológicas de las 520 otorgadas.

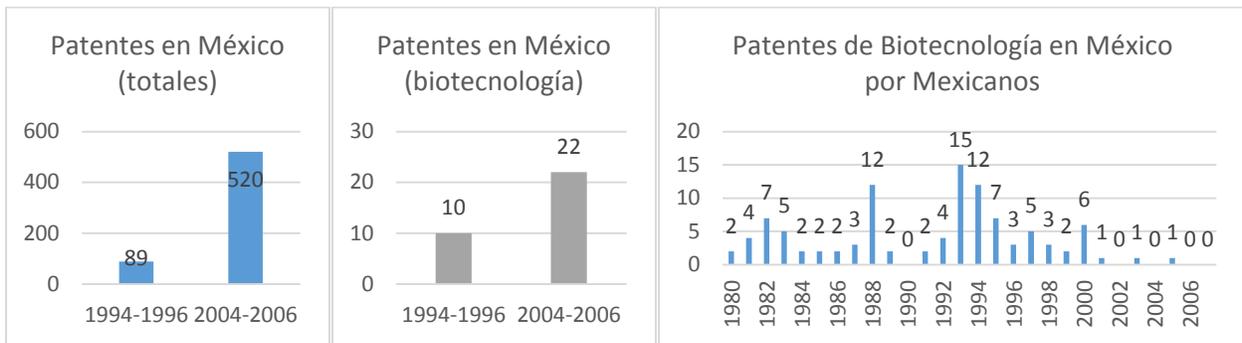


Figura 4. Patentes en México. Fuente: Elaboración propia con datos de Van Beuzekom de la OCDE (2009) y Trejo (2014).

Además cabe recordar que no todas las patentes solicitadas en el país son de mexicanos, Trejo (2014) informa que entre 1980 y 2007 se otorgaron 1,150 patentes relacionadas con la biotecnología en México, de las cuales únicamente 122 le pertenecen a inventores mexicanos. La problemática que se tiene en cuestión de patentes es más notable en la Figura 5 donde Van Beuzekom (2009) representa y permite la comparación de la cantidad de patentes generadas en Canadá, Estados Unidos y México.

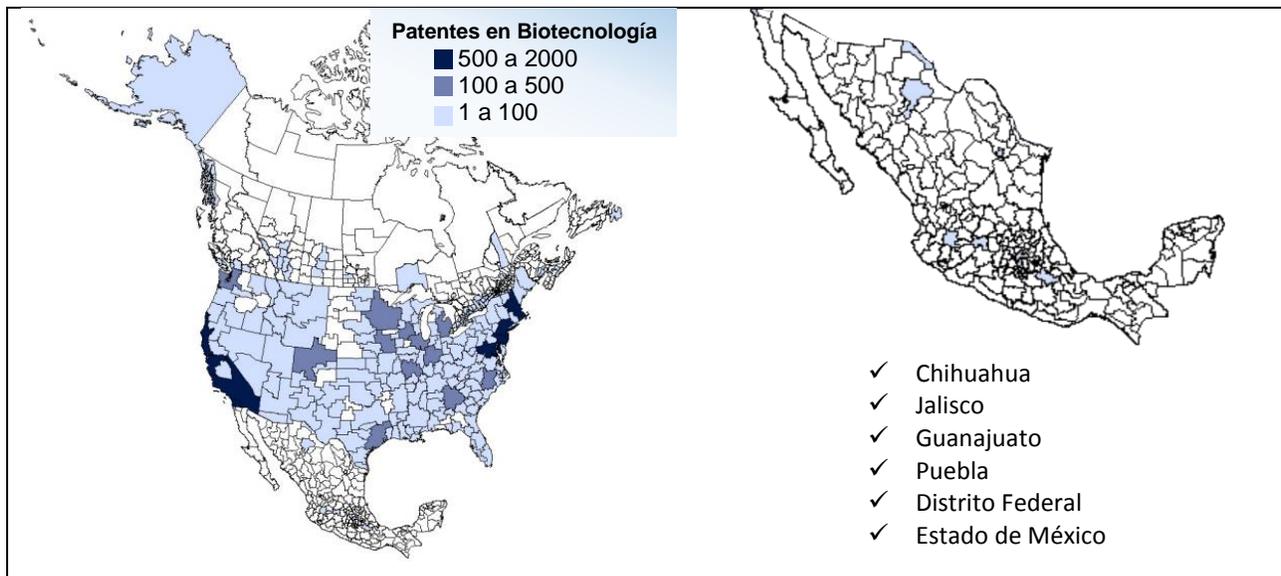


Figura 5. Número de patentes de Biotecnología. Fuente OCDE (Van Beuzekom, 2009).

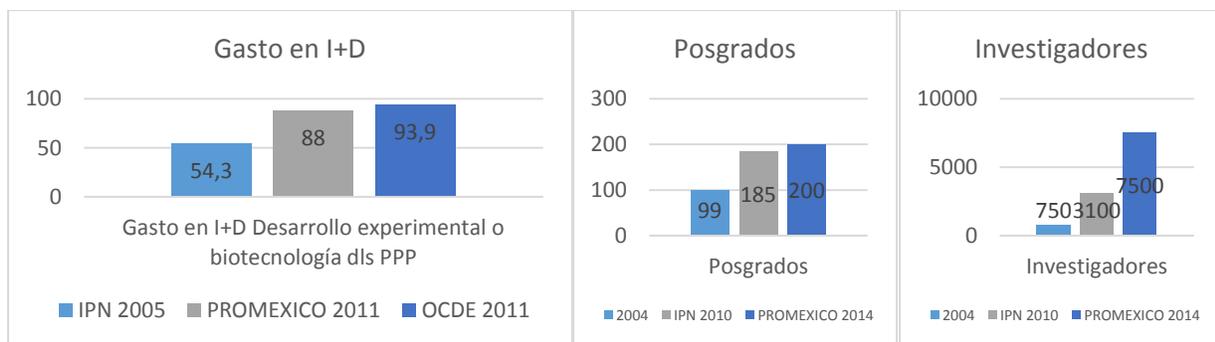


Figura 6. Gasto en I+D y Posgrados e Investigadores. Fuente: Elaboración propia con datos de Izquierdo y Pérez (2014), Trejo (2010) y OCDE (2011).

Otros indicadores relevantes son el gasto en Investigación y Desarrollo y los posgrados e investigadores relacionados con Biotecnología, donde de acuerdo a lo presentado en la Figura 6 se observa un crecimiento en el área principalmente en el número de investigadores, los cuáles se enfocan en las áreas de biología y química, biotecnología y ciencias agropecuarias y medicina y ciencias de la salud (Izquierdo, 2014).

Las gráficas mostradas con anterioridad reflejan que la tendencia que se ha tenido en México ha sido principalmente al área agropecuaria, seguida por medio ambiente y medicina, sin embargo para observar de forma más puntual los enfoques de trabajo que se han dado hasta el momento se presentan los centros de investigación relacionados

con biotecnología y las principales ramas que abordan, además de los clústers biotecnológicos que se han conformado en el país, con la finalidad de promover la biotecnología y sus múltiples aplicaciones.

Centros de Investigación y Clústers Biotecnológicos - Descripción / Funciones

CINVESTAV Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Centro de excelencia en investigación básica y aplicada enfocada a la biotecnología agrícola.

Ramas: Biotecnología vegetal, bioquímica, biotecnología, microbiología.

LANGEBIO Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad. Enfocado a la secuenciación y análisis funcional del genoma de plantas, animales y microorganismos.

Ramas: Agricultura, medicina e industria.

Centro Biotecnológico del ITESM Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey cuenta con un centro conformado por laboratorios de pruebas de seguridad para alimentos, laboratorios aeroespaciales y bioreactores, con programas de ingeniería química, agrobiotecnología, biología y biomédica

Instituto de Biotecnología de la UNAM Universidad Nacional Autónoma de México, especializado en biología molecular vegetal, medicina molecular y biotecnología, además cuenta con un centro de ciencias genómicas.

Instituto Nacional de Salud Pública En Morelos, realiza estudios de enfermedades como VIH, diabetes, cáncer, tuberculosis.

Centro de Investigación en Biotecnología Universidad Autónoma del Estado de Morelos, enfocado al control biológico, productos naturales y medio ambiente.

Bioclúster del Occidente en Guadalajara: Promover el desarrollo de empresas biotecnológicas, aumentar la competitividad de las compañías farmacéuticas y biomédicas. Líneas de investigación: vacunas veterinarias, estudios para cura del cáncer cérvico uterino e investigación en los liposomas de alimentos.

Clúster Biotecnológico en Nuevo León: Generación y aplicación de conocimiento científico en biotecnología, transferencia y comercialización.

BIOTQ Clúster Biotecnológico en Querétaro: Impulsa el desarrollo de la biotecnología en el Estado y congrega a sus integrantes mediante proyectos de I+D+i.

Tabla 2. Centros de Investigación Relacionados con Biotecnología y Clústers Biotecnológicos. Fuente: Elaboración propia con información de Izquierdo y Pérez (2014).

Conclusiones

A lo largo del documento se ha buscado representar indicadores que muestren el comportamiento que ha tenido la biotecnología en México, los cuales revelan un crecimiento en el sector como son el gasto en I+D, el número de empresas, de posgrados y principalmente de investigadores enfocados en el área. Sin embargo, el crecimiento que se ha tenido no ha sido exponencial y uno de los indicadores de mayor relevancia debería ser el número de patentes registradas, el cuál presenta una baja en el porcentaje que corresponde a dicha área. Si se realiza una comparación de éstos datos con los presentados de los países de la OCDE se observa a México por debajo de la media, sin embargo, esto no quiere decir que se vaya por un mal camino, ya que la biotecnología está generando especial interés y el capital humano con el que se cuenta y el que se está formando serán detonantes para un crecimiento aún mayor.

Por su lado, el gobierno ha buscado la creación de las instituciones pertinentes para la regulación de éste sector prestando principal interés en el área de bioseguridad, dado que el trabajar con organismos vivos y la modificación de los mismos no debe afectar a otros y siempre debe ser encaminado a la mejora del ser humano. No obstante, considerando los datos presentados, si se desea dar un mayor impulso al sector biotecnológico, es necesario prestar mayor interés en las áreas de promoción de la investigación en biotecnología y la de comercio y PI. Finalmente, en cuestión de tendencias, la principal área en las que se ha estado trabajando es la agricultura, sin embargo, en los posgrados e investigadores también despuntan la biología, química, medicina y ciencias de la salud. Quedaría como continuación de este ensayo analizar si la agrobiotecnología es el camino principal sobre el cuál se seguirá o si otra de las múltiples ramas de la biotecnología será la que permitirá el crecimiento de dicha industria en México.

Referencias Bibliográficas

1. Convenio sobre la Diversidad Biológica, 1993. Convention on Biological Diversity. Fuente: <https://www.cbd.int/convention/articles/default.shtml?a=cbd-02> (Consultado el 06-02-16).
2. Izquierdo Tolosa, Ana Gabriela, Pérez Zazueta, Briselle. 2014. Biotecnología. Primera Edición. ProMexico. México, D.F.
3. Díaz Martínez. Vicente. 2011. BiotechSpain. Fuente: https://biotechspain.com/es/tema.cfm?iid=colores_biotecnologia (Consultado el 28-11-15)
4. Sharry, Sandra. s.f. Fortalecimiento de las capacidades institucionales para la investigación en Biotecnología y Bioseguridad. IIBI en colaboración con SEMARENA y CEDAF. Fuente: <http://www.cedaf.org.do/impulsabio/campaign/colores.pdf> (Consultado el 28-11-15).
5. Biotecnoblogos, 2015. Biotechno blogos. Fuente: <http://www.biotecnoblogos.es/los-colores-de-la-biotecnologia/> (Consultado el 28-11-15).
6. Barrios A., Oliveros O., Sánchez C., Huerta E., Acevedo F. 2006. El análisis de riesgo en la liberación de organismos vivos modificados. CONABIO. Vol. 67. Págs. 6-11. México. Fuente: <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv67art2.pdf> (Consultado el 27-02-16).
7. Trejo Estrada, Sergio. 2010. GBC Group Biotech Solutions for your Business. Fuente: http://www.gbcbiotech.com/en/imagenes/biotecnologia/33BioTecnologia_mexico.pdf (Consultado el 20-09-15).
8. COFEPRIS. 2015. ¿Cuáles son los principales cultivos utilizados en la generación de OGMs?. Fuente: <http://www.cofepris.gob.mx/AZ/Paginas/OGMS/Cultivos.aspx> (Consultado el 27-02-16).
9. COFEPRIS. 2015. Lista de evaluación de inocuidad caso por caso de los OGMs. Fuente: <http://www.cofepris.gob.mx/AZ/Paginas/OGMS/Lista.aspx> (Consultado 27-02-16).
10. SENASICA. 2015. Información Pública sobre OGM. Fuente: <http://www.senasica.gob.mx/?id=6496> (Consultado el 27-02-16).

11. CONACYT. 2015. Liberación al ambiente de OGMs. Fuente: <http://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/sistema-nacional-de-informacion/estadisticas> (Consultado el 27-02-16).
12. CONACYT. 2015. Solicitudes de permisos de liberación. Fuente: <http://www.conacyt.mx/cibiogem/index.php/solicitudes/permisos-de-liberacion> (Consultado el 27-02-16).
13. Van Beuzekom, Brigitte, Arundel, Anthony. 2009. OECD Biotechnology Statistics 2009. Fuente: <http://www.oecd.org/sti/sci-tech/42833898.pdf> (Consultado el 28-02-16).