



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
Facultad de Contaduría y Administración
Doctorado en Gestión Tecnológica e Innovación

“Análisis de factores que impactan el desarrollo de la Biotecnología en Querétaro”

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de
Doctor en Gestión Tecnológica e Innovación

Presenta:

Maribel Leyva Gaxiola

Dirigido por:

Dr. Alberto de Jesús Pastrana Palma

Dr. Alberto de Jesús Pastrana Palma
Presidente

Dra. Alejandra Elizabeth Urbiola Solís
Secretario

Dr. Jesús Hurtado Maldonado
Vocal

Dra. Josefina Morgan Beltrán
Suplente

Dr. Ignacio Almaraz Rodríguez
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.
Noviembre, 2019
México

DEDICATORIAS

Dedico en primer lugar esta tesis a mi esposo Luis Armando, decidí iniciar con mi formación como Doctora al mismo tiempo que iniciamos nuestro matrimonio, no puedo más que agradecerte por tu apoyo, consejos, paciencia y motivación, gracias por compartir tus éxitos y los míos y por ser mi fortaleza, te amo.

También tengo el placer de dedicar esta tesis a mis padres, por ser mi guía y por ofrecerme siempre su apoyo incondicional, este al igual que cada uno de los éxitos de mi vida es suyo, gracias por el gran esfuerzo que han hecho en mi formación, gracias por educarnos y crearnos unas alas grandes para volar muy alto y unas raíces fuertes para no olvidar de dónde venimos, los amo.

A mis hermanos Gilberto, Fabiola, Alberto, y Nathalie, por ser siempre el mejor ejemplo a seguir, por ser personas intachables y perseverantes que me han enseñado que el luchar por ser siempre el mejor rinde frutos.

A mis dos pequeños sobrinos Gil y July por ser una luz y traer felicidad y amor a nuestras vidas.

A toda mi familia, los que están y los que me bendicen desde el cielo, a mis dos nuevos ángeles que me apoyaron en esta etapa y ahora sé que me ven desde allá, gracias por confiar en mí y por siempre tener una palabra de aliento, y no... todavía no soy normal.

A mis amigos, en especial a Alonso, gracias por todos tus consejos, risas, apoyo y por darnos mutuamente el empujoncito para iniciar ésta travesía y por acompañarme en cada momento.

A mis compañeros de doctorado por compartir todas sus experiencias y conocimientos y volver siempre grata cada sesión de trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por brindarme la capacidad de culminar con éxito una etapa profesional más en mi vida.

A la Universidad Autónoma de Querétaro, mis profesores, director de tesis Dr. Alberto Pastrana y sinodales muchas gracias por su apoyo y enseñanzas, en especial a la Dra. Josefina Morgan, Dr. Juan José Méndez, Dr. Ignacio Almaraz, Dr. Jesús Hurtado y Dra. Alejandra Urbiola.

A las empresas, centros de investigación, universidades y todas las personas que participaron en la fase de investigación e hicieron posible este proyecto, en especial a la Universidad Tecnológica de Corregidora, al Dr. Rubén García, Dra. Virginia Mandujano, Mtra. Cristina Camacho, Mtra. Carla Patricia Quintanar y Dr. Güemes-Castorena.

Agradezco al CONACYT por el apoyo económico brindado durante la realización de este posgrado.

ÍNDICE

DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	ix
SUMMARY	x
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Prospectiva Tecnológica	3
2.2 Modelos de Prospectiva	7
2.3 Métodos, Técnicas y Herramientas de Prospectiva Tecnológica.....	14
2.4 Biotecnología	21
2.4.1 Tipos de empresas biotecnológicas	23
2.4.2 Cadena de valor	24
2.4.3 Análisis en retrospectiva del Entorno Biotecnológico.....	28
2.4.4 Análisis comparativo de indicadores relacionados con biotecnología.....	48
2.5 Clúster	62
2.5.1 Clústeres Biotecnológicos.....	66
2.5.2 BIOTQ	68
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	74
3.1 Antecedentes y/o fundamentación teórica	74
3.2 Problema de estudio.....	79
3.3 Pregunta de Investigación	81
3.4 Hipótesis de Investigación.....	82
3.5 Justificación de la investigación.....	86

3.6	Objetivos	90
3.7	Estructura del proyecto.....	92
4.	RESULTADOS ESTADÍSTICOS, DESCRIPTIVOS Y CORRELACIONALES	
	96	
4.1	Conclusiones de Análisis del Entorno	96
4.2	Conclusiones de indicadores a nivel nacional e internacional	98
4.3	Estudio de Regresión.....	99
4.4	Cuestionario	102
4.5	Tipología de las empresas y centros de investigación estudiados	111
4.6	Pronóstico de tendencias de desarrollo en Querétaro	117
4.7	Determinación de variables (dimensiones) estratégicas	120
4.8	Estudio correlacional.....	122
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	126
5.1.	Industria Biotecnológica.....	126
5.2.	Respuestas a la pregunta de investigación	129
5.3.	Comprobación y discusión de las hipótesis.....	131
5.4.	Recomendaciones para futuras investigaciones	132
6.	CONCLUSIONES	133
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	136
8.	ANEXOS	151

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla	Página
1. Clasificación de las aplicaciones de la biotecnología.	22
2. Crecimiento de la industria biotecnológica.	35
3. Integrantes del Clúster Biotecnológico.	72
4. Modelos de Prospectiva como antecedentes y fundamento para la investigación.	75
5. Análisis de modelos de prospectiva.	76
6. Investigaciones de análisis de factores de cambio y megatendencias como antecedentes y fundamento para la investigación.	78
7. Sustento teórico de variables e indicadores seleccionados.	85
8. Planteamiento de Investigación por dimensión.	92
9. Conclusiones e indicadores identificados en el análisis del entorno.	97
10. Conclusiones e indicadores identificados en análisis de entorno internacional.	99
11. Ítems y dimensiones con parámetros y significado.	106
12. Indicadores para validación por expertos.	108
13. Resultados de Alpha de Cronbach.	109
14. Plan estratégico para contrarrestar problemas de la industria biotecnológica.	127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Mapa conceptual del marco teórico.	3
2. Triángulo Griego y los tres tiempos de la prospectiva estratégica.....	5
3. Proceso de prospectiva.	5
4. Proceso de prospectiva en el tiempo.	6
5. Prospectiva tecnológica en el mundo.	7
6. Modelo de mayor complejidad de la prospectiva estratégica.	8
7. Modelo de prospectiva tecnológica para la identificación de oportunidades de negocio con base tecnológica.....	10
8. Método MEYEP de prospectiva.	12
9. Modelo de prospectiva y vigilancia tecnológica del Servicio Nacional de Aprendizaje, desarrollado en colaboración con la Universidad del Valle.....	13
10. Diamante de los métodos de prospectiva.	17
11. Modelo de transferencia tecnológica a utilizar.	19
12. Clasificación de Empresas Biotecnológicas.	24
13. Cadena de valor de la industria biotecnológica.	25
14. Cadena de valor de la industria biotecnológica agroalimentaria.	26
15. Cadena de valor de la industria biotecnológica de salud.....	27
16. Cadena de valor de la industria biotecnológica industrial y medioambiental.	27
17. Gasto Federal ejercido en Ciencia y Tecnología en México.	28
18. Porcentajes del PIB del Gasto Federal ejercido en Ciencia y Tecnología en México y Gasto en Investigación y Desarrollo.....	29
19. Fondo aportado en el Estado de Querétaro por el Fondo Mixto de Apoyo a la investigación científica y tecnológica.	30
20. Indicador de patentes en México.....	31
21. Indicador de patentes biotecnológicas mundiales y en México.....	32
22. Patentes en México.....	33
23. Número de patentes de Biotecnología.....	34
24. Instituciones del Clúster Biotq.....	35

25. Distribución geográfica y por aplicación de la biotecnología.	37
26. Segmento de empresas en Biotecnología en México.	38
27. Población interesada en temas de desarrollos de ciencia y tecnología en Biotecnología.	39
28. Centros de Investigación Relacionados con Biotecnología.	41
29. Ofertas educativas relacionadas con biotecnología.	42
30. Investigadores relacionados con biotecnología.	43
31. Solicitudes y Otorgamiento de Liberación de OGMs.	45
32. Legislación en Biotecnología en México.	46
33. Instituciones relacionadas con Biotecnología en México.	47
34. Programas educativos relacionados con biotecnología y egresados de licenciatura y posgrado.	49
35. Índice comparativo de candidatos y miembros al Sistema Nacional de Investigadores del área Biotecnológica.	50
36. Índice comparativo de becarios vigentes y nuevos becarios.	51
37. Histórico comparativo de patentes e índice comparativo del 2015.	52
38. Proporción de empresas biotecnológicas por Entidad.	53
39. Indicadores tecnológicos - patentes.	54
40. Ventajas tecnológicas reveladas en biotecnología en Latinoamérica.	56
41. Histórico de patentes biotecnológicas mundiales.	57
42. Histórico de patentes biotecnológicas en Latinoamérica y solicitud de patentes por aplicación.	58
43. Índice comparativo de I+D biotecnológico en el sector empresarial.	59
44. Índice comparativo de número y distribución de empresas activas y exclusivas de biotecnología.	60
45. Comparación internacional de la distribución de empresas biotecnológicas.	61
46. Ahorros en costos en biotecnología en comparación con Estados Unidos.	62
47. Clúster.	63
48. Distribución geográfica de principales clústeres biotecnológicos en el mundo.	67
49. Distribución geográfica de principales clústeres biotecnológicos en México.	68

50. Clúster BioTQ.....	69
51. Esquema de planteamiento del problema.	82
52. Variables de investigación.	83
53. Esquema de Investigación.	91
54. Gráficas de correlación de indicadores históricos.....	101
55. Ecuación lineal de indicadores del sector biotecnológico.....	102
56. Dimensiones para el diseño del cuestionario.....	103
57. Resultados de evaluación de adecuación y pertinencia.....	107
58. Resultados de evaluación por expertos.....	109
59. Resultados de Alpha de Cronbach por dimensión de Instrumento para investigadores y centros de investigación.....	110
60. Resultados Alpha de Cronbach por dimensión, instrumento para empresas.....	111
61. Tipología de Investigadores/Empleados de laboratorio en Empresas.....	112
62. Tipología de Empresas Encuestadas.....	113
63. Tipología de empresas encuestadas con ramas biotecnológicas.....	114
64. Tipología de Instituciones de Investigación.....	115
65. Área biotecnológica de producción en instituciones de investigación.....	116
66. Tendencias de desarrollo de ramas biotecnológicas en Querétaro según empresas encuestadas.....	118
67. Tendencias de desarrollo de ramas biotecnológicas en Querétaro según investigadores.....	119
68. Tendencias de desarrollo de ramas biotecnológicas en Querétaro.....	119
69. Factores clave para el sector biotecnológico según empresas encuestadas.....	120
70. Factores clave para sector biotecnológico según investigadores encuestados.....	121
71. Factores clave para el sector biotecnológico.....	121
72. Correlación de Dimensiones en Cuestionario a Investigadores.....	122
73. Correlación de Dimensiones en Cuestionario a Empresas.....	123
74. Correlación de variables en cuestionario a investigadores.....	124
75. Correlación de variables en cuestionario a empresas.....	125

RESUMEN

La biotecnología es una industria que ha tenido un crecimiento constante en los últimos años, engloba diversas ciencias y los productos de su aplicación son muy variados abarcando la medicina, industria, agricultura, alimentos, medio ambiente, entre muchos más. El objetivo de esta investigación fue analizar y definir los factores de cambio que impactan el desarrollo de la biotecnología en Querétaro. Esto se planteó con la finalidad de sentar las bases para la realización de prospectiva en la industria. La prospección permite la detección de factores de cambio y proyección de tendencias tecnológicas a través de un análisis en los ámbitos científico, tecnológico, económico y social. La pregunta que se resolvió fue, precisamente, cuáles son los factores que intervienen en el impulso o freno de la biotecnológica en el caso específico del Estado de Querétaro. Para ello, se definió una investigación aplicada no experimental, con una metodología cuantitativa que buscó la obtención de indicadores a través de un estudio en retrospectiva y con el levantamiento de datos a través de cuestionarios a empresas e investigadores de la industria biotecnológica con un muestreo aleatorio estratificado. Además, se realizó un estudio de regresión donde, se obtuvo que los indicadores con mayor impacto en el PIB son los SNI biotecnológicos, el gasto federal en Ciencia y Tecnología y las patentes concedidas por mexicanos. Finalmente, se realizó un estudio correlacional, con el cual se comprobó, con las empresas, que sí existe correlación entre las tres variables de estudio: entorno, capacidad y desempeño; y entre los principales factores que impactan en la industria biotecnológica están la innovación, determinada en gran parte por las patentes generadas y la inversión realizada en Ciencia, Tecnología e I+D; además, se obtuvo que las ramas biotecnológicas más relevantes y prometedoras son alimentos, salud y medio ambiente; conjuntamente se identificó que la variable estratégica para la industria biotecnológica es la capacidad de desarrollo de las empresas, la cual incluye las dimensiones de infraestructura, transferencia tecnológica innovación y recursos humanos.

(Palabras clave: biotecnología, factores, prospectiva, tendencias)

SUMMARY

Biotechnology is an industry that has had a steady growth in recent years, encompasses various sciences and the products of its application are varied, covering medicine, industry, agriculture, food, environment, among many more. The objective of this research was to analyze and define the factors of change that impact the development of biotechnology in Querétaro. This was raised in order to lay the foundations for the realization of prospective in the industry. Prospecting allows the detection of change factors and projection of technological trends through an analysis in the scientific, technological, economic and social fields. The question that was solved was, precisely, what are the factors that intervene in the impulse or brake of biotechnology in the specific case of the State of Querétaro. For this, a non-experimental applied research was defined, with a quantitative methodology that sought to obtain indicators through a retrospective study and with the collection of data through questionnaires to companies and researchers in the biotechnology industry with a stratified random sampling. In addition, a regression study was carried out where, it was obtained that the indicators with the greatest impact on GDP are the biotechnological SNI, the federal expenditure on Science and Technology and the patents granted by Mexicans. Finally, a correlational study was carried out, with which it was proved, with the companies, that there is a correlation between the three study variables: environment, capacity and performance; and among the main factors that impact the biotechnology industry are innovation, largely determined by the patents generated and the investment made in Science, Technology and R&D; In addition, it was obtained that the most relevant and promising biotechnological branches are food, health and environment; jointly, it was identified that the strategic variable for the biotechnology industry is the development capacity of companies, which includes the dimensions of infrastructure, technology transfer innovation and human resources.

(Key words: biotechnology, factors, prospective, trends)

1. INTRODUCCIÓN

La prospección se ha convertido en una herramienta muy útil para la toma de decisiones a largo plazo; para el caso específico del desarrollo tecnológico, es un método cuantitativo que permite la detección de factores de cambio y proyección de las tendencias tecnológicas con base en los eventos que pudieran suscitarse en los ámbitos científico, tecnológico, económico y social; el identificar estas tecnologías emergentes puede ayudar en la obtención de mayores beneficios económicos y sociales.

Los métodos para realizar prospección son muy variados, pueden ser cuantitativos, cualitativos o mixtos. Dentro de los más utilizados está el método Delphi, el cual consiste en realizar iteraciones de cuestionarios a expertos con el objetivo de que, a través de la comunicación grupal, pero en anonimato, se dé solución a un problema complejo y se puedan crear escenarios. Otras herramientas que también aportan información valiosa y están más enfocadas a la identificación de evidencia son la revisión literaria, los indicadores, análisis de patentes o análisis comparado, además de otras como el análisis retrospectivo o la identificación de tecnologías clave o críticas.

Por otro lado, la biotecnología es una industria que ha tenido un crecimiento constante en los últimos años, no es considerada una ciencia básica sino un conjunto de conocimientos, actividades, métodos con enfoque multidisciplinario que engloba diversas ciencias como la biología molecular, microbiología, inmunología, bioinformática, genómica, etcétera. Al tener un campo tan extenso sus productos son igual de diversos incluyendo aplicaciones en la medicina, procesos industriales, soluciones al medio ambiente, agricultura, explotación de recursos del mar, propiedad intelectual, bioinformática, nanotecnología, industria de alimentos e incluso contra bioterrorismo.

Son numerosas las aplicaciones de la biotecnología y se pronostica un crecimiento en la demanda, México juega un papel muy importante ya que se ha convertido en uno de los principales proveedores de servicios/productos de ciencia de la vida para Estados Unidos; además Norteamérica abarca más de 40% del mercado biotecnológico a nivel mundial. Una

de las ramas biotecnológicas que presenta mayor demanda es la biotecnología roja (medicina), la cual comprende entre el 50 al 60% del total de aplicaciones biotecnológicas

La presente investigación plantea que el identificar los factores clave que intervienen en el desarrollo o freno de la biotecnología permitirá desarrollar y alimentar un modelo de evaluación que genere una línea de prospectiva particular e independiente a cualquier área biotecnológica en la que se enfoque. De esta forma, se pretende contribuir en la evaluación de los posibles escenarios de desarrollo en el Estado de Querétaro con base en un estudio prospectivo y de esta forma proyectar la evolución y crecimiento de la industria biotecnológica.

Dirección General de Bibliotecas UNQ

2. MARCO TEÓRICO

En esta sección se muestra la revisión literaria acerca de la biotecnología, su estatus en México y las principales tendencias de desarrollo, también se abordan los temas de prospectiva y modelos tecnológicos. Estos fundamentos teóricos servirán como base conceptual para la identificación de los factores clave que impactan el desarrollo de la biotecnológica en Querétaro, en la Figura 1 se representa la relación que tienen los temas desarrollados con la presente investigación.

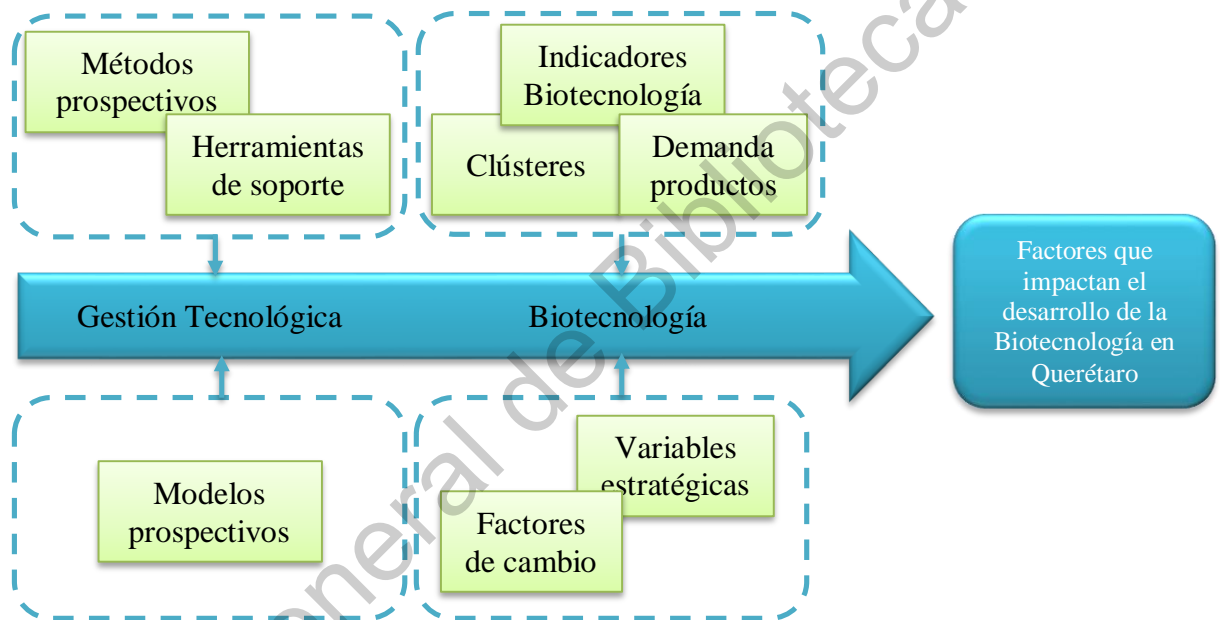


Figura 1. Mapa conceptual del marco teórico.

Fuente: Elaboración propia.

2.1 Prospectiva Tecnológica

Antes de abordar el tema de prospectiva se delimitará primero el concepto de tecnología, como un conjunto de teorías y técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico, de acuerdo a la definición señalada por la Real Academia Española (2015), otra definición menciona que es un conjunto de instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto.

Acorde con esto, la Fundación Premio Nacional de Tecnología e Innovación (s.f.) también define tecnología como los conocimientos aplicados a la generación de valor en una organización y también como el conjunto de conocimientos o información en forma de métodos, maquinaria, equipos o saber hacer, necesarios para la fabricación del producto o prestación del servicio. La tecnología según Angulo (1996) es un conjunto de conocimientos organizados de forma racional, resultado de la práctica cotidiana y de la experiencia acumulada en este proceso. Padilla (1993) menciona que la tecnología es una combinación entre el saber cómo, el saber hacer y el cómo hacer.

De acuerdo a las definiciones anteriores, se puede apreciar la importancia que tiene la tecnología dentro de las organizaciones, sin embargo, el ritmo al cual evoluciona la tecnología, especialmente las TIC's, además de otros factores como cambios sociales y económicos, la globalización, entre otros, convierten al futuro de las organizaciones en un futuro aún más incierto. El objetivo de la prospectiva es reducir este nivel de incertidumbre a la hora de la toma de decisiones al proporcionar conocimiento de los posibles escenarios (Pérez-Arce, 2011).

De acuerdo a la definición del Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española (2014) la prospectiva es el conjunto de análisis y estudios realizados con el fin de explorar o de predecir el futuro en una determinada materia. De acuerdo a la definición de Martín (1995 y 2010) la prospectiva implica “tentativas sistemáticas para observar a largo plazo el futuro de la ciencia, la tecnología, la economía y la sociedad con el propósito de identificar las tecnologías emergentes que probablemente produzcan los mayores beneficios económicos y sociales”.

Sin embargo, la prospectiva no debe quedarse únicamente en el área de anticipación, en la que se identifican los posibles escenarios, sino trascender a la acción en la cual se desarrolla un plan de operación, cuyos resultados serán la fuente de retroalimentación para una nueva anticipación. Esta dinámica la presenta Godet (1993) en su manual de prospectiva estratégica llamado de la anticipación a la acción como un triángulo griego de tres colores, donde el azul refleja la racionalidad y una visión global del entorno en pasado, presente y

futuro; el amarillo representa la motivación, el marchar en sentido de los objetivos estratégicos; y el verde significa la acción, el plan estratégico global (Figura 2).

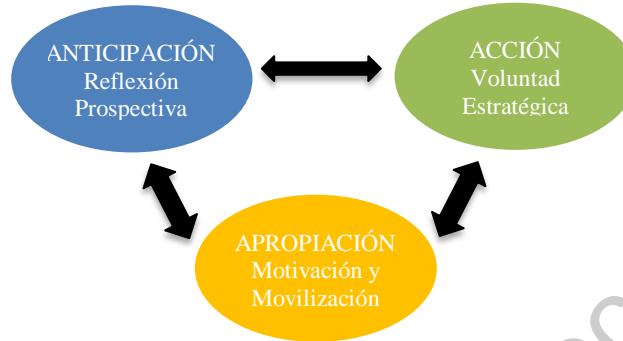


Figura 2. Triángulo Griego y los tres tiempos de la prospectiva estratégica.

Fuente: Godet (1993).

La Figura 3 muestra en un diagrama la retroalimentación que se presenta en el proceso de prospectiva, el cual a través de sus actividades pasa por diferentes etapas que abarcan desde la vigilancia hasta la gestión de proyectos, volviéndolo un ciclo virtuoso de constante desarrollo.

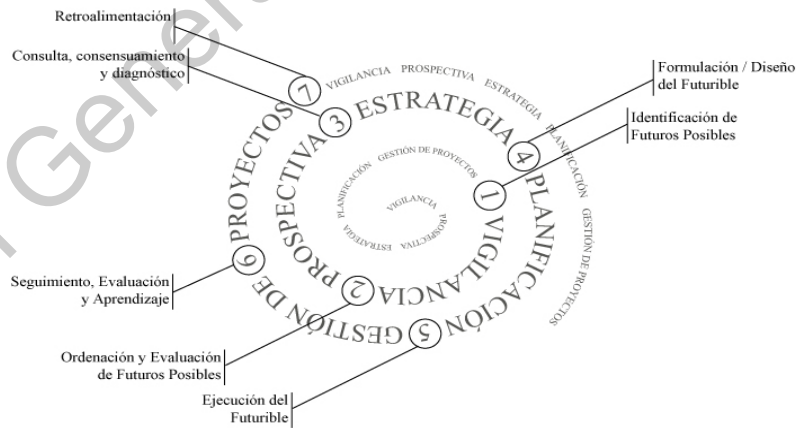


Figura 3. Proceso de prospectiva.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de Miklos, Arroyo y Jiménez (2008) y Vitale (2010).

Por otro lado, la Unión Europea en el proyecto Foresight for Regional Development Network (FOREN, 2001) define a la prospectiva como un “proceso sistemático y participativo para recopilar conocimientos sobre el futuro y construir visiones a mediano y largo plazo, con el objetivo de orientar las decisiones que han de tomarse en el presente y movilizar acciones conjuntas para construir el futuro deseado”.

Para visualizar este contexto general de la prospectiva en cuestión de tiempo, la Figura 4 representa cómo los datos provenientes del pasado y del presente permiten determinar las posibles tendencias del futuro e identificar un conjunto de escenarios de los cuáles se elegirá un escenario apuesta. De esta manera, la prospectiva parte de la observación tanto en un entorno global como local, para diseñar una estrategia y planificar y gestionar un proyecto.

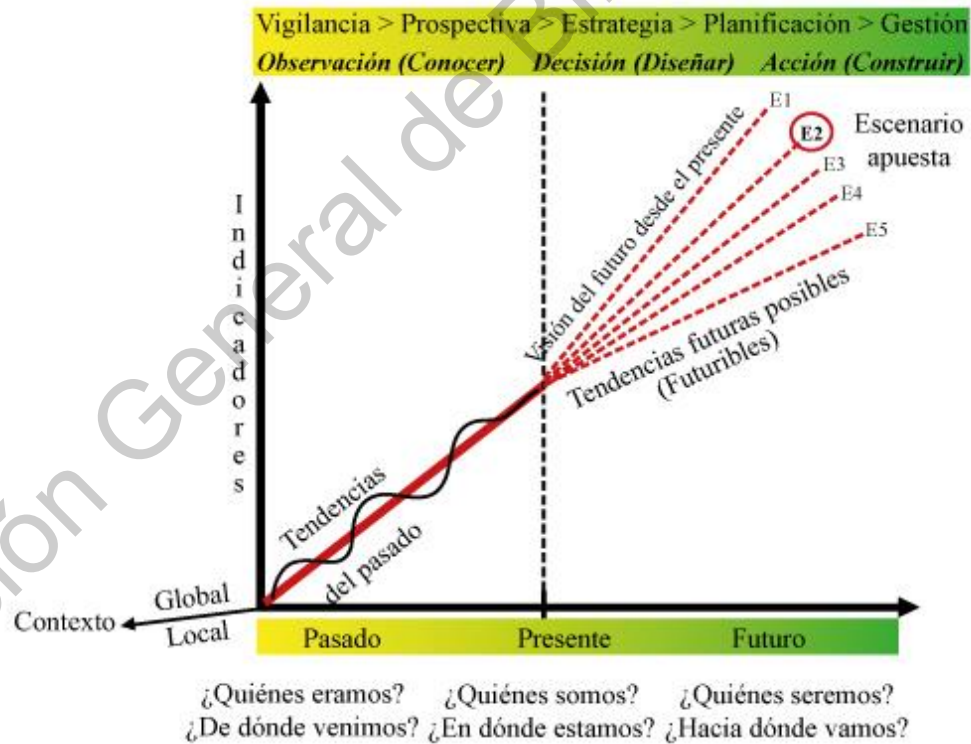


Figura 4. Proceso de prospectiva en el tiempo.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de Miklos, Arroyo y Jiménez (2008), Vitale (2010), Miklos y Arroyo (2015) e Indacochea (2016).

Según datos proporcionados por Pérez-Arce (2011) Japón fue uno de los pioneros en la utilización de prospectiva y diversos países han empleado de forma regular esta técnica desde inicios de los noventa con el objetivo de poder sustentar sus estrategias. Como muestra la Figura 5, México inició con este ejercicio a partir del año 2000 junto con otros países latinoamericanos como Argentina, Brasil y Venezuela.

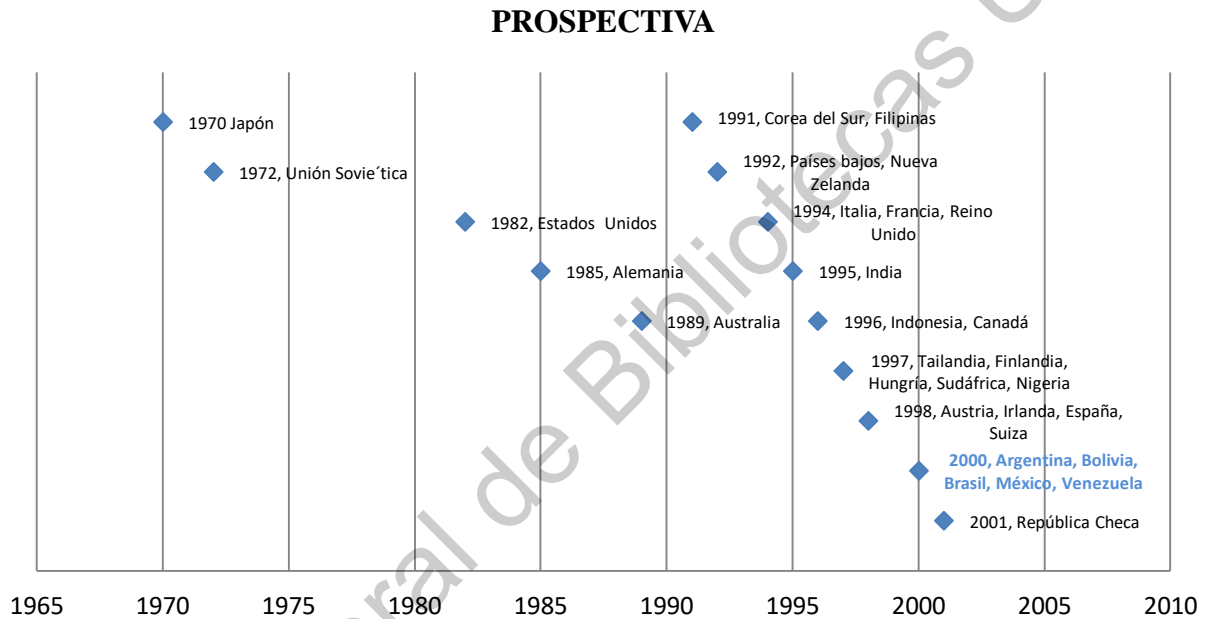


Figura 5. Prospectiva tecnológica en el mundo.

Fuente: Pérez-Arce (2011).

2.2 Modelos de Prospectiva

Se identificaron y eligieron cuatro modelos principales relacionados con prospectiva tecnológica, de los cuales se elegirá aquél modelo óptimo para emplearse como modelo de prospectiva en biotecnología. El primer modelo que se desea abordar y uno de los más usados hasta el momento, es el Modelo de mayor complejidad de la prospectiva estratégica de Mojica (2008); este modelo realiza un análisis completo del estado actual de la empresa, haciendo uso también de la retrospectiva para conocer los antecedentes y tendencias que se han presentado hasta el momento (Figura 6). Comienza con la investigación proveniente de

fuentes secundarias realizando vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, de esta forma logra identificar las tendencias y mejores prácticas mundiales.

Posteriormente, inicia la investigación y la obtención de información de fuentes primarias a través de talleres de expertos, donde se identifican, en primer lugar, los factores de cambio a través de herramientas como el análisis FODA, árboles de competencia y la matriz de Michael Godet para explicitar los cambios, que pudieran surgir y cuáles son las principales variables que intervienen.

También analiza los actores involucrados, así como el efecto que tienen en las variables estratégicas, para que, con base en esto y en toda la información que se ha recabado, se puedan plantear los escenarios probables, de estos escenarios se elige uno como “escenario apuesta” (Peter Schwartz, 1995). Finalmente, en un último taller se plantean las estrategias a seguir, regresando nuevamente a los factores de cambio para continuar con la evaluación prospectiva (Mojica, 2008).

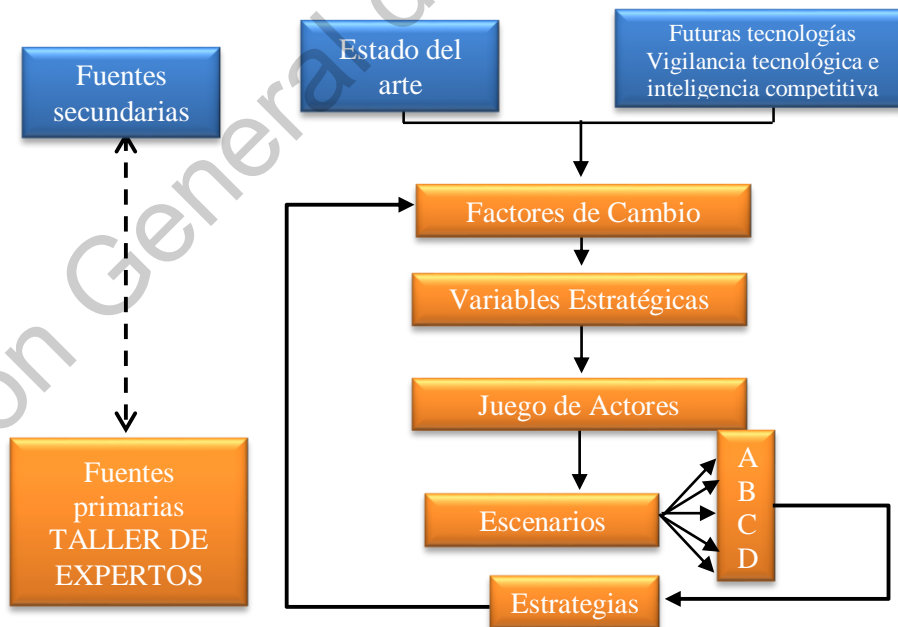


Figura 6. Modelo de mayor complejidad de la prospectiva estratégica.

Fuente: Mojica (2008).

Como se puede observar en la Figura 6, la vigilancia tecnológica es muy importante para conocer el entorno y las tendencias que se van suscitando. La vigilancia tecnológica consiste en observar, analizar y difundir los contextos científico, tecnológico y económico actuales y futuros, para así poder identificar las posibles amenazas y oportunidades que servirán como apoyo en la toma de decisiones (Escorsa y Cruz, 2008).

Sin embargo, ha surgido un término más completo que busca sustituir a la vigilancia al tener un carácter más proactivo y presentar información más elaborada, ésta es la inteligencia competitiva, el proceso de obtener, analizar, interpretar y difundir a los encargados de la toma de decisiones información de valor estratégico sobre la industria y la competencia justo en el momento oportuno (Escorsa y Cruz, 2008).

Giménez y Román (2001) afirman que estas dos actividades están estrechamente unidas y que ayudan en el incremento de la competitividad de las organizaciones. Sin embargo, las empresas deben apoyarse en las tecnologías de la información para poder llevar a cabo estos procesos. Diversas herramientas tecnológicas proporcionan a los gestores un análisis de datos más poderoso, generando información en tiempo real de datos estadísticos y de desempeño, facilitando así la toma de decisiones (Laudon y Laudon, 2014).

El segundo modelo a analizar es el modelo de prospectiva tecnológica para la identificación de oportunidades de negocio con base tecnológica (Romero, 2010) y como su nombre lo dice el objetivo de este modelo es proporcionar una metodología ordenada y secuencial que permita identificar oportunidades de negocio a través de ocho pasos (Figura 7). Los primeros dos pasos son el análisis de tendencias y la identificación de factores de cambio, seguido de un análisis exhaustivo de la conexión existente entre estos dos factores en los ámbitos social, tecnológico, económico, ambiental y político (STEPP, por sus siglas en inglés). Posteriormente se lleva a cabo la aplicación de un proceso Delphi con el apoyo de expertos para definir las tendencias futuras e hipótesis de oportunidades. Este será un proceso cíclico de retroalimentación hacia los primeros dos pasos del modelo, para definir ítems más específicos en las rondas subsecuentes del cuestionario Delphi.

Los pasos 4 y 5 se pueden llevar a cabo de forma paralela con los pasos 1 y 2, y de igual manera son cíclicos entre sí, de forma que los resultados del diagnóstico del área de estudio ayudan en la generación de escenarios deseables y viables, y a su vez los escenarios alimentan el diagnóstico para analizar si los objetivos son correctos. El diagnóstico del área de estudio incorpora herramientas de análisis de competencias (FODA), estructural (MICMAC) y de actores (MACTOR).

Finalmente, una vez obtenidos y revisados los escenarios, se define el portafolio de oportunidades de negocio, las cuales se priorizan y se elige la más viable, para lo cual se aplica un Mapeo Tecnológico (TRM) que permite identificar el camino para llevar a cabo la oportunidad de negocio.

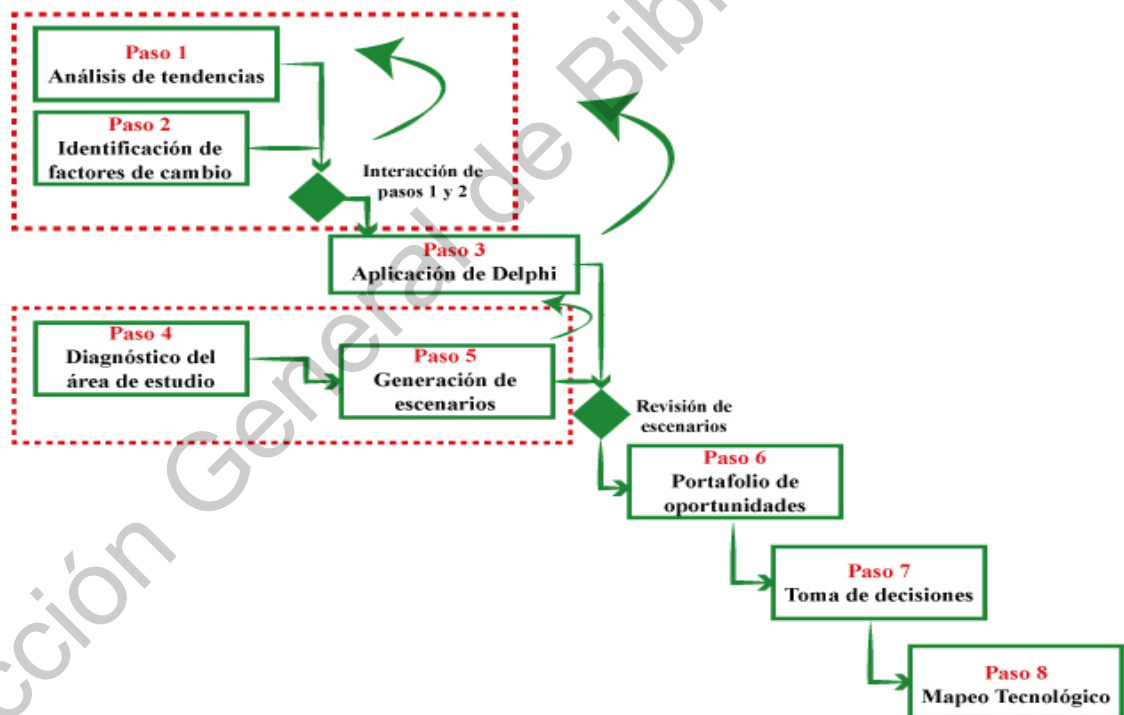


Figura 7. Modelo de prospectiva tecnológica para la identificación de oportunidades de negocio con base tecnológica.

Fuente: Romero (2010).

El tercer modelo a comparar es el método MEYEP de prospectiva, su nombre se debe a que fue elaborado para la Red de Escenarios y Estrategia (Red EyE) en América Latina por Balbi (2010), tiene como objetivo ser una guía de siete etapas que proporcione una visión integral del entorno y de las posibilidades del futuro. Las primeras dos etapas son lograr la comprensión por completo del problema y aportar un diagnóstico y la selección de variables e indicadores más importantes para el tema de investigación.

Cabe mencionar que estas dos etapas las consideran como parte de una investigación clásica y corresponden a un porcentaje alto del total del trabajo prospectivo, comprendiendo entre un 40 y un 50%.

Las siguientes tres etapas son de prospectiva y abarcan 25% del trabajo, corresponden a la elaboración de diferentes escenarios, los cuales se irán depurando hasta elegir un escenario apuesta. El primer escenario que se realiza es un escenario óptimo, aquel que sería el ideal y servirá como base comparativa o patrón de calidad. Después se crea un escenario tendencial, el cual se plantea a partir del patrón histórico que se ha presentado, de aquí se crean mapas de riesgos y oportunidades. El tercer tipo de escenario son los exploratorios, estos surgen al introducir cambios de comportamiento en las variables y nuevamente se crean mapas de riesgos y oportunidades.

Finalmente, las últimas dos etapas pertenecen al área estratégica y de planeación, se elige un escenario apuesta y se define el objetivo estratégico a alcanzar y las acciones para su logro, con base en esto se elaboran las rutas y el plan estratégico (Figura 8).

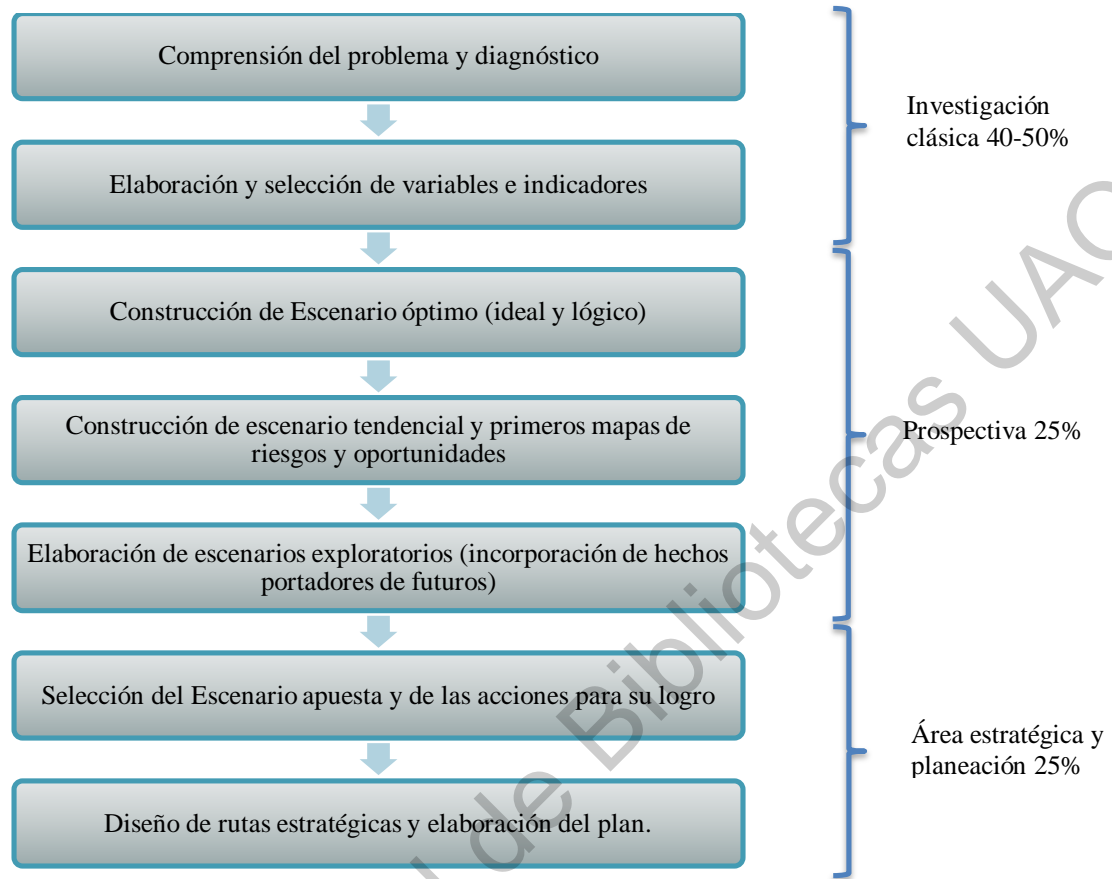


Figura 8. Método MEYEP de prospectiva.

Fuente: Elaboración propia con información de Balbi (2008 y 2010) y Garrido y Quaglia (2012).

El cuarto y último modelo a considerar es el modelo de prospectiva y vigilancia tecnológica del Servicio Nacional de Aprendizaje, desarrollado en colaboración con la Universidad del Valle (SENA, 2009). De este esfuerzo entre la Dirección de Planeación y Direccionamiento Corporativo del SENA y el Instituto de Prospectiva, Innovación y Gestión del conocimiento de la Universidad del Valle crearon en el 2010, el Sistema de Prospectiva, Vigilancia e Inteligencia Organizacional del SENA “PREVIOS”.

Este modelo tiene como objetivo identificar los factores promotores de cambio para afinar y acelerar la respuesta a las necesidades de cambio a través de un plan de acción, se le llama “cono de reducción de incertidumbres” porque se inicia con una investigación muy

amplia, pero conforme se va avanzando se reducen los temas a investigar. La primera fase del modelo permite identificar los factores de cambio del macro entorno a nivel político, económico, social, cultural, tecnológico, ambiental y organizativo y permite contrastar los indicadores a nivel mundial con los locales de tal forma que se pueden identificar las brechas de desarrollo.

Posteriormente la fase tres plantea los escenarios con el apoyo de tecnología de la información y en la fase 4 muestra las propuestas de acción para la organización, en esta última fase una actividad importante es la del seguimiento continuo de los factores de cambio. Estas últimas dos fases buscan reducir la distancia de las brechas existentes entre los indicadores macroeconómicos y la de la propia organización. Cabe destacar que en este modelo se identifican por separado las actividades de prospectiva, de vigilancia tecnológica y aquellas que pertenecen a ambas a través de colores. Además, las flechas indican la retroalimentación existente entre las fases, formando un proceso cíclico (Figura 9).

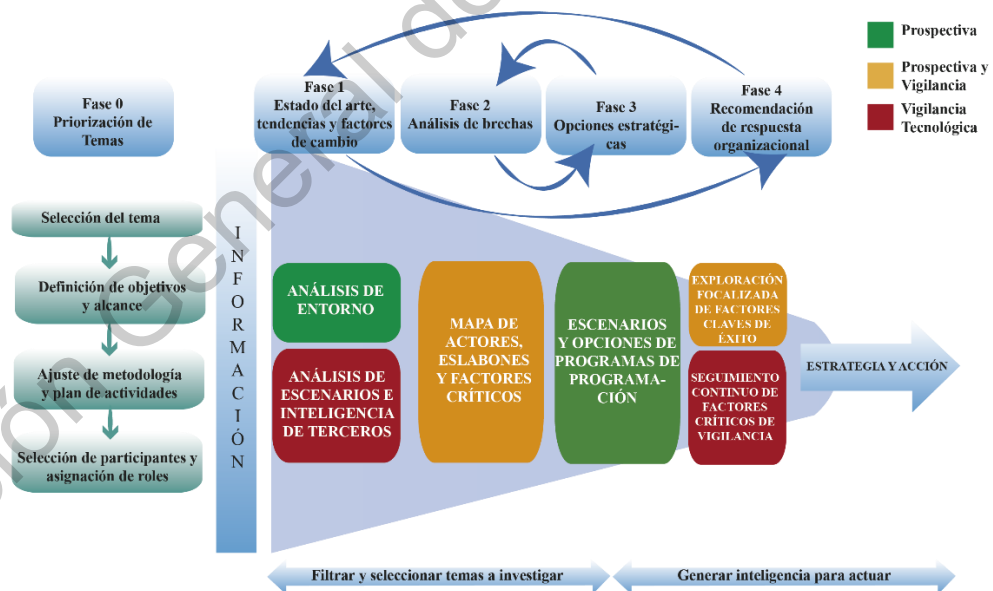


Figura 9. Modelo de prospectiva y vigilancia tecnológica del Servicio Nacional de Aprendizaje, desarrollado en colaboración con la Universidad del Valle.

Fuente: SENA, 2009.

En general se pueden observar tres etapas en todos los modelos de prospectiva que fueron analizados, la primera etapa corresponde a las actividades enfocadas a la obtención de información con el objetivo de preparar y focalizar la investigación, éstas etapas tienen diversos nombres como análisis del estado del arte, vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, análisis de futuras tecnologías y de tendencias, comprensión del problema y diagnóstico. Como resultado de estos análisis se identifican aquellos factores de cambio, indicadores, variables y actores claves para la investigación.

La segunda etapa de actividades es en sí la correspondiente al desarrollo prospectivo, con pasos como generación y análisis de escenarios, aplicación de técnicas como Delphi o talleres de expertos y el uso de tecnologías de la información para el análisis. Como resultado de esta segunda etapa se define un escenario apuesta para el cual se definirán las estrategias a seguir, siendo ésta etapa la última, en la que se elabora un plan de trabajo, una ruta estratégica o un plan tecnológico. Esta etapa también incluye el monitoreo, un paso clave para continuar con el análisis y desarrollo prospectivo, que como se mencionó en un inicio es un proceso cíclico y continuo.

2.3 Métodos, Técnicas y Herramientas de Prospectiva Tecnológica

Pérez-Arce (2011) señala que la prospectiva no es un pronóstico, sino que ayuda a establecer un escenario futuro sustentado en la ciencia y tecnología y considerando las exigencias de la demanda y los cambios en el entorno, de esta forma contribuye con la toma de decisiones estratégicas y marca la pauta para poder innovar con mayor eficiencia. Entonces, al estar sustentado en la ciencia y tecnología emplea diversos métodos o técnicas de prospectiva que ayudan a soportar los resultados.

Gómez y Almaraz (2014) mencionan que la prospección es un método cuantitativo que emplea diversos métodos estadísticos para lograr la detección y proyección de tendencias tecnológicas, esta técnica es empleada como método de apoyo para la toma de decisiones. Según la clasificación dada por Escamilla, Kato y Pastrana (2014) los métodos de prospectiva se clasifican en exploratorios, aquellos que analizan datos históricos que se comparan en un

lapso de tiempo y los métodos normativos, estos parten de un estado deseado de resultados y a partir de aquí se va hacia atrás para obtener los pasos necesarios para lograrlo.

El método Delphi es uno de los más utilizados en los modelos analizados, es un instrumento creado a inicios de los años 50 por Olaf Helmer y Theodore J. Gordon en el Centro de Investigación estadounidense RAND Corporation para realizar predicciones sobre un caso específico de catástrofe nuclear (Universidad de Deusto San Sebastian, s.f.). Linston y Turoff (1975) definen esta técnica como un método estructurado de un proceso de comunicación grupal, en el cual se trata un problema complejo.

Este método crea escenarios con base en la opinión de expertos, y se sustenta en que las aportaciones hechas por los expertos son racionales, algunas ventajas son el anonimato ya que los involucrados no saben quién participa en el estudio y la flexibilidad para adaptarse a las respuestas del grupo. Su desventaja sería el tiempo que tarda debido a que para llegar a un consenso puede requerir diversas iteraciones o es posible que no se llegue a un consenso sino a la imposición de una idea (Pérez-Arce, 2011 y Escamilla, Kato y Pastrana, 2014).

Existe una amplia variedad de técnicas de prospectiva como los árboles de relevancia, análisis morfológico, análisis estructural, impacto cruzado, mapa de trayectorias tecnológicas, juego de actores, método mactor y método concilio (Escamilla, Kato y Pastrana, 2014), Miles, Georghiou, Harper, Keenan, y Popper (2008) en su libro Handbook of Technology Foresight proponen otra clasificación de los métodos de prospectiva y los representan en un diamante (Figura 10), donde cada una de las esquinas representa un tipo de fuente de conocimiento o información necesaria para el uso de dicho método:

- Creatividad: Permiten explorar alternativas y enriquecer el pensamiento con nuevas perspectivas, aportan formas estructuradas de deliberar en opciones futuras. Requieren pensamiento imaginativo y original
- Interacción: Facilitan la consulta participativa y amplían la conversación estratégica, permite el diálogo social con personas informadas que proveen elementos, planteamientos y visiones que enriquecen el proceso. Al unir

conocimientos multidisciplinarios enriquece considerablemente la experticia. Métodos relacionados son los talleres de escenarios, encuestas, paneles ciudadanos, grupos focales, etc.

- Evidencia: Los métodos basados en evidencia recogen las tendencias y la información cuantitativa. Aporta firmeza en la investigación, un punto de partida, indagación de las tendencias e información estructurada en bases de datos (documentación confiable). Permite comprender el nivel de desarrollo del tema (estado del arte). Aquí entra el benchmarking y la minería de datos.
- Experticia: Métodos basados en la experticia y los conocimientos especializados consisten en consultar a personas con conocimiento directo y vasto sobre el tema a investigar. Incrementa la capacidad de interpretación, se buscan personas reconocidas por su experiencia, logros y contacto con el área de indagación. Proveen consejos o recomendaciones, aquí entran los paneles de expertos y los cuestionarios Delphi, mapas tecnológicos, árboles de relevancia, análisis morfológicos, etc.

El diamante de los métodos de la prospectiva

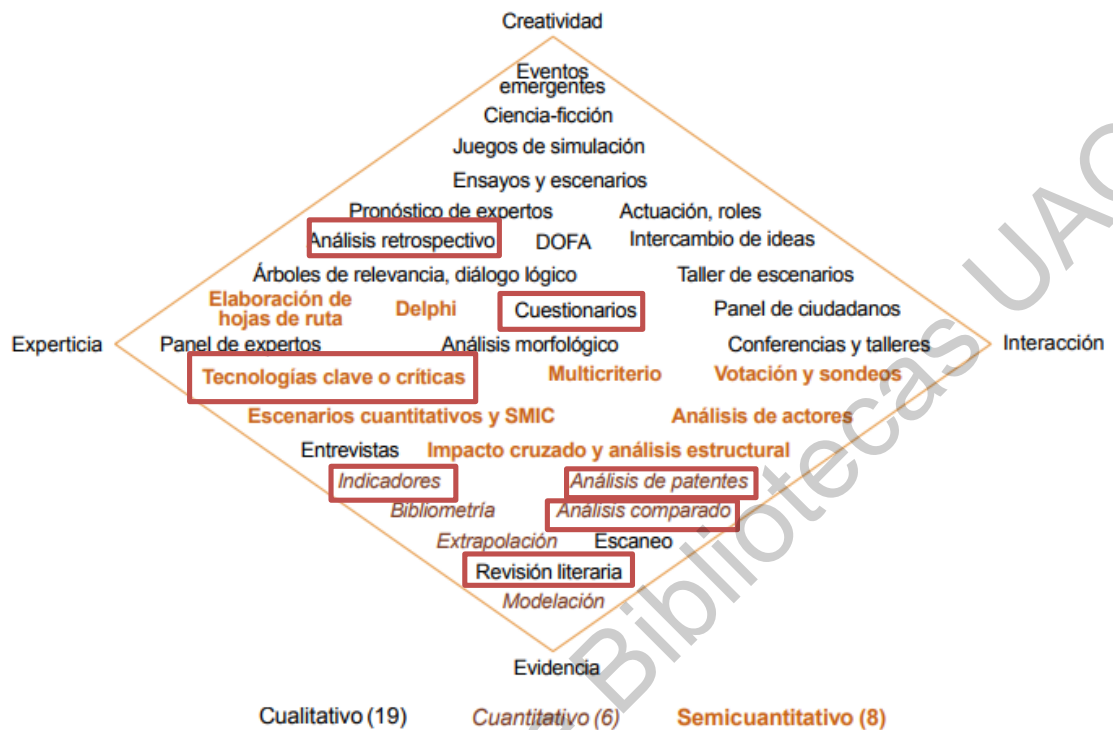


Figura 10. Diamante de los métodos de prospectiva.

Fuente: Miles, Georghiou, Harper, Keenan, y Popper (2008).

En la Figura 10, se resaltan los métodos prospectivos que se emplearán en la presente investigación, los cuales se inclinan más a los métodos relacionados con la evidencia y la experticia; se eligieron estos métodos con el objetivo de obtener datos diversos, tanto cuantitativos y semicuantitativos. Por ello, a pesar de emplear métodos clasificados como cualitativos, el procesamiento y análisis de los datos será cuantitativo al representarlos en forma de gráficas, tablas y diagramas.

Se iniciará con un análisis retrospectivo basado en una extensa revisión literaria, pero que identifique datos cuantitativos como: indicadores, tecnología clave o crítica, análisis de patentes y análisis comparativo de otras industrias biotecnológicas; posteriormente se llevará a cabo la aplicación del cuestionario, a través de una encuesta, para obtener y refinar los

indicadores y factores clave para la industria, los cuales serán fundamentales para el modelo prospectivo biotecnológico.

Dentro de las técnicas comparativas se encuentran los modelos de transferencia tecnológica *Catch Up* y *benchmarking*. La transferencia de tecnología es el flujo de forma ordenada y sistemática de tecnología de una organización ya sea dentro de la misma organización o a otra organización (Fundación Premio Nacional de Tecnología e Innovación, s.f.) puede ser a través de algún acuerdo comercial con remuneración económica o por alianza estratégica.

El modelo de Transferencia Tecnológica *Catch Up* es un modelo que tiene como base la imitación y captación de tecnología desarrollada por terceros, sin embargo, lo que se pretende con este modelo es ir reduciendo la brecha tecnológica entre el país líder y el seguidor, de tal forma que después de todo el proceso el país seguidor pueda llevar a cabo sus propias actividades y desarrollos tecnológicos (López, Mejía y Schmal, 2006).

El modelo de *benchmarking* tiene el mismo fundamento que el *Catch Up* ya que es un proceso sistemático y continuo que sirve para evaluar a las organizaciones identificadas como líderes y representantes de mejores prácticas, de donde se obtendrá el conocimiento necesario para identificar el mejor enfoque para la mejora de los procesos y estrategias de la empresa (Spendolini, 2005). Según la definición aportada por la Fundación Premio Nacional de Tecnología e Innovación (s.f.) el *benchmarking* es un proceso de evaluación de los métodos, operación, productos y/o servicios de la organización con relación a sus competidores o a las organizaciones líderes en su campo.

Los modelos de transferencia tecnológica *Catch Up* y *Benchmarking* serán empleados con la finalidad de conocer la metodología y los procesos que se llevan a cabo en las diferentes industrias biotecnológicas a nivel mundial, en especial en el Europeo (Francia), de esta forma se pretende presentar algunas propuestas para el desarrollo de la industria en Querétaro, el cual permita transferir de manera correcta el *Know-How* (conocimientos científicos y tecnológicos) desarrollado en las otras agrupaciones.

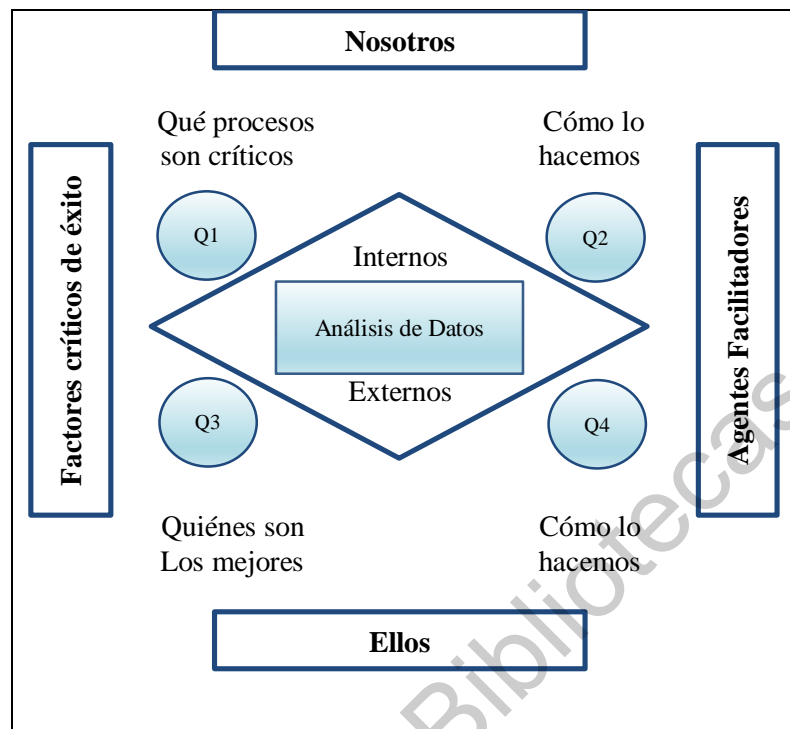


Figura 11. Modelo de transferencia tecnológica a utilizar.

Fuente: Spendolini (2005).

Lo que se precisa es conocer el proceso de desarrollo biotecnológico que se ha llevado en otros estados y/o países para transferir esa tecnología a Querétaro y fomentar el desarrollo de la industria. La transferencia tecnológica es un componente muy importante en el desarrollo de cualquier empresa. Cada empresa, sea o no del mismo ramo, se encuentra en diferente nivel de madurez, mucho depende de la misma madurez de la industria en la región en la que se encuentre, sin embargo, la transferencia tecnológica abre la oportunidad de emplear las experiencias y conocimientos de una empresa a otra.

La transferencia tecnológica, se puede llevar a cabo entre empresas del mismo sector o industria, sin embargo, también se puede buscar esta transferencia tecnológica entre empresas de diferentes sectores; para el caso específico del estado de Querétaro, esta comparación se podría realizar con las industrias aeronáutica o metalmecánica, que al ser industrias con mayor experiencia y presencia en el estado, permitiría equiparar el desarrollo de la industria biotecnológica.

La necesidad de esta transferencia tecnológica entre empresas ya fue identificada en el estado de Nuevo León, un estado que se ha convertido en punta de lanza de innovación tecnológica en el país, donde se creó el Consejo Estatal de Clústeres el cual se encarga de diseñar mejores tácticas para fomentar la generación de conocimiento y compartir las experiencias y el uso de diferentes prácticas que pueden ser utilizadas entre clústeres (Aranda, 2015).

Finalmente, el último tema que se desea abordar en esta sección son algunas de las herramientas empleadas para la investigación. En los modelos de prospectiva una de las actividades iniciales es la vigilancia tecnológica, ya que para que el modelo pueda operar, requiere de información inicial que lo alimente y posteriormente retroalimente el proceso. Para poder llevar a cabo esta actividad se emplean herramientas de tecnología de la información y comunicaciones.






Diversos autores aseveran que estamos en la era de la información y se habla de gestión del conocimiento y de la información y sociedades del conocimiento y del aprendizaje, todo esto se debe al constante crecimiento y rápida adopción de las tecnologías de información, de los dispositivos y entornos digitales y de las redes sociales, las cuales han generado una nueva oportunidad para la investigación y la obtención de información proveniente de cualquier lugar del mundo.

A esta nueva forma de investigación en línea se le conoce como ciencia de Internet o iScience y permite a los investigadores recoger datos a través de Internet mediante el uso de herramientas digitales cada vez más sofisticadas, como motores de búsqueda, herramientas de minería de datos e interfaces para el análisis de Big Data (Durango, 2015). El Anexo 1 enlista y clasifica diversas herramientas tecnológicas que pueden servir de apoyo en la vigilancia tecnológica y la investigación.

2.4 Biotecnología

Esta investigación se concentra en el estudio de la industria biotecnológica en Querétaro, entonces es importante conocer la definición de biotecnología y sus antecedentes, 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”, la biotecnología no es una ciencia básica es un conjunto de métodos, actividades, conocimientos y herramientas bajo un enfoque multidisciplinario, abarcando ciencias como la biología molecular, microbiología, inmunología, ingeniería bioquímica, genómica, bioinformática, ingeniería de proteínas, etc., con el objetivo de estudiar y manipular los sistemas biológicos para favorecer al ser humano.

La biotecnología tiene diversas aplicaciones como en la alimentación, agricultura, farmacia, química, medio ambiente, entre otras, las cuales se encuentran en la Tabla 1.

COLOR	DESCRIPCIÓN
Roja 	Usos relacionados con la medicina, vacunas, antibióticos, fármacos, técnicas moleculares de diagnóstico, terapias regenerativas, ingeniería genética, huellas de ADN.
Blanca 	Procesos industriales, diseño de procesos y productos que consuman menos recursos (más eficientes o menos contaminantes), bioindustrias, bioprocesos, bioplásticos, bioenergía.
Gris 	Soluciones para el medio ambiente: mantenimiento de la biodiversidad y eliminación de contaminantes, clonación para preservar especies, biofiltros, biorremediación.
Verde 	Agricultura, creación de nuevas variedades de plantas, biofertilizantes, biopesticidas, cultivo in vitro, clonación de vegetales, mejora de los cultivos, agroalimentación.
Azul 	Explotación de los recursos del mar para la generación de productos y aplicaciones industriales, cosméticos, fármacos, alimentos




Marrón 	Fármacos veterinarios, vacunas, pruebas de diagnóstico / desierto.
Violeta o Púrpura 	Bioseguridad, Propiedad intelectual, patentes, aspectos legales que rodean a la biotecnología.
Dorada 	Bioinformática y nanotecnología, nanorobots, nanocapsulas, biosensores, metagenómica, bases de datos de ADN.
Amarilla 	Industria de alimentos: nuevos y mejores alimentos, alimentos funcionales, nutricional.
Naranja 	Divulgación de la tecnología y la formación en ésta.
Negra 	Contra bioterrorismo.

Tabla 1. Clasificación de las aplicaciones de la biotecnología.

Fuente: Elaboración propia con información de (Díaz, 2011) y (Sharry, s.f.).

De acuerdo al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2018), la industria biotecnológica se encuentra dentro de las actividades secundarias y las industrias manufactureras (31-33); sin embargo, al ser tan diversos los productos que genera esta industria, la clasificación de las empresas biotecnológicas es muy variable, pudiendo pertenecer a la industria alimentaria (311) o la industria química (325) pero también podría formar parte de los servicios de salud (62), dependiendo del producto especializado biotecnológico que se desarrolle.

2.4.1 Tipos de empresas biotecnológicas

Las empresas biotecnológicas se pueden clasificar de acuerdo a la forma en que emplean sus recursos para producir y vender productos y servicios biotecnológicos de la siguiente forma (Van Beuzekom, 2009 y ProMéxico, 2017):

- Empresas biotecnológicas o grandes empresas integradas (GEI): Empresas comprometidas con la biotecnología que llevan a cabo parte de las actividades necesarias para el desarrollo de productos o servicios biotecnológicos como I+D, producción, distribución y comercialización o emplean técnicas biotecnológicas. Pueden ser empresas con solo una pequeña parte atribuible a la biotecnología.
- Empresas completamente biotecnológicas o ECB: Empresas cuyas principales actividades involucran técnicas biotecnológicas para producir bienes o servicios o mejorar la I+D biotecnológica. Incluye aquellas empresas que tiene el objetivo de desarrollar aplicaciones comercializables de los resultados de I+D realizadas en Universidades o centros de investigación y, en la mayoría de los casos, carecen de los medios para fabricar y distribuir sus productos o servicios.
- Empresas de I+D biotecnológica: Empresas que desarrollan I+D en biotecnológica. En este grupo también se encuentran las empresas de I+D dedicadas a biotecnología, siendo éstas, empresas que dedican por lo menos 75% de su capacidad de investigación total en el área exclusiva de biotecnología.

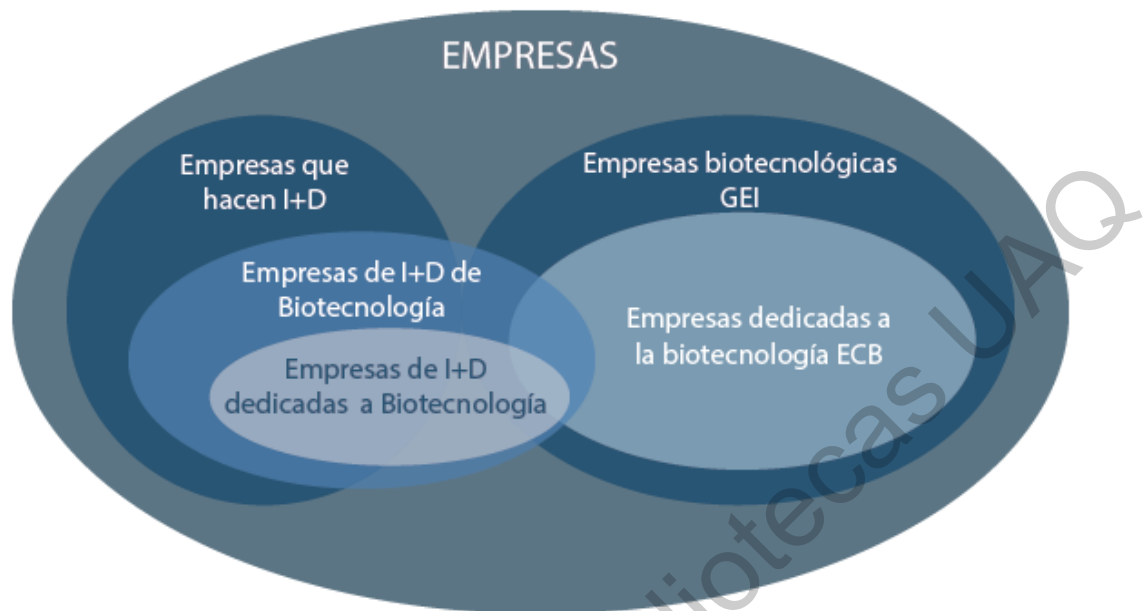


Figura 12. Clasificación de Empresas Biotecnológicas.

Fuente: ProMéxico (2017) y Van Beuzekom (2009).

2.4.2 Cadena de valor

La Figura 13 representa la cadena de valor de la industria biotecnológica en las ramas de salud, agroalimentaria e industrial (OCDE, 2009 y ProMéxico, 2017), tres de las ramas biotecnológicas mayor demandas, reflejando el proceso que sigue desde la investigación y generación de la idea hasta llegar al consumidor final. También se puede observar la comunicación existente entre las mismas áreas convirtiéndose entre ellos en proveedores.

En la rama de la salud el dominio del mercado lo tienen las grandes farmacéuticas e incluso compran empresas más pequeñas, sin embargo, las MiPymes de ésta área, en muchas ocasiones, tienen la posibilidad de acceder a programas de apoyo que les permiten continuar con sus operaciones y llegar al consumidor final o bien, distribuir sus productos a la parte intermedia de la cadena de valor.

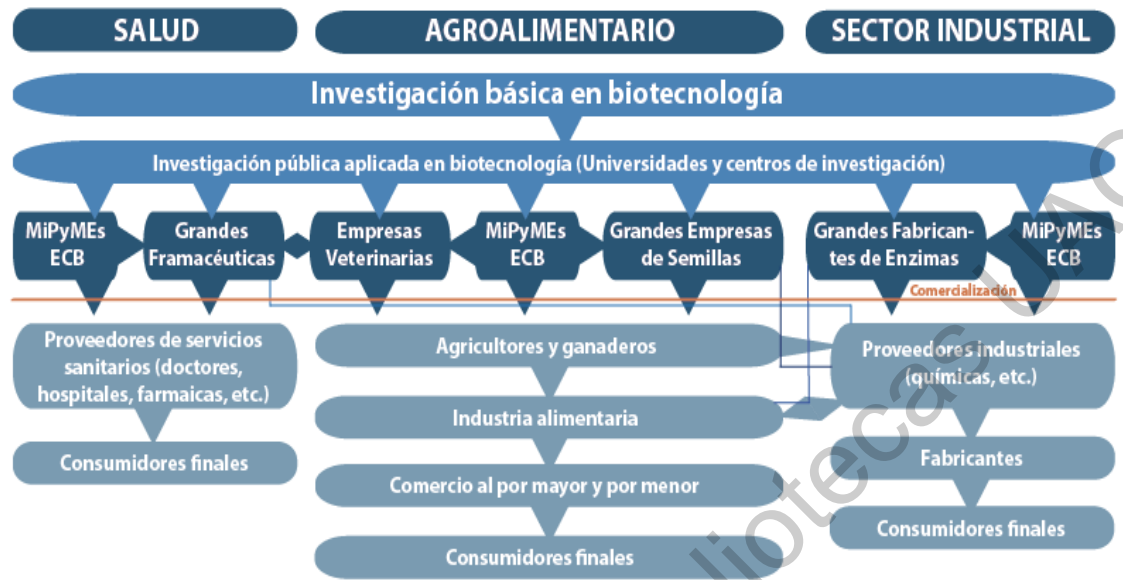


Figura 13. Cadena de valor de la industria biotecnológica.

Fuente: OCDE (2009).

En la rama agroalimentaria las capacidades tecnológicas y productivas se encuentran en las grandes empresas de semillas, lo que les permite adquirir empresas más pequeñas con nuevas tecnologías o pagar licencias. De la misma manera, en la rama industrial las capacidades de ingeniería y producción a gran escala se encuentran en las grandes empresas, y estas proveen productos o servicios para las ramas de salud y agroalimentación.

Considerando las empresas que podrían estar relacionadas con la biotecnología en los municipios de Querétaro, Corregidora, San Juan del Río y el Marqués, las relacionadas con el área industrial son 5745 (clasificación SCIAN 31-33), el número de empresas relacionadas con el área de la salud son 3531 (clasificación SCIAN 62) y las empresas del sector de agricultura y minería son 87 (clasificación 11 y 21) (INEGI, marzo 2018).

La Figura 14 muestra la cadena de valor de la industria biotecnológica agroalimentaria, donde se puede observar la participación de las instituciones científicas con investigación básica y aplicada y de las empresas biotecnológicas con el desarrollo de

tecnologías. Estas innovaciones pueden ser distribuidas a empresas productoras o como insumos. Finalmente llegan a las empresas de transformación que se encargan de la comercialización y la entrega al consumidor. Cabe recalcar que las biotecnologías roja y blanca tiene relación en diferentes puntos con la agroalimentaria.

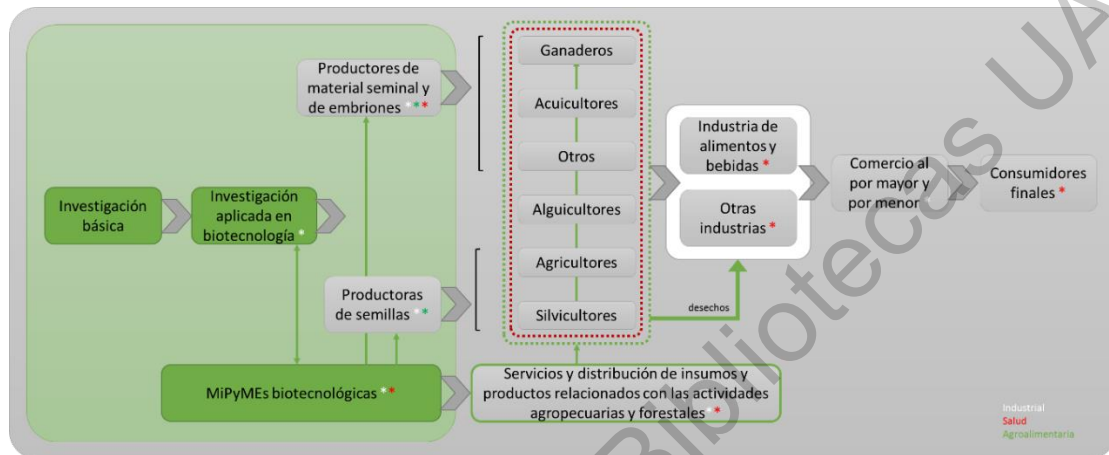


Figura 14. Cadena de valor de la industria biotecnológica agroalimentaria.

Fuente: ProMéxico (2017).

De la misma manera que en la industria agroalimentaria, en la industria de salud participan las instituciones científicas que desarrollan actividades de investigación básica y aplicada al igual que las empresas biotecnológicas. Estas distribuyen sus productos a las farmacéuticas o empresas fabricantes de dispositivos médicos o de kits de diagnóstico. Los productos se distribuyen a vendedores minoristas como farmacias, hospitales o laboratorios que atienden al consumidor final. Además, se puede observar que la biotecnología verde es proveedora de insumos.

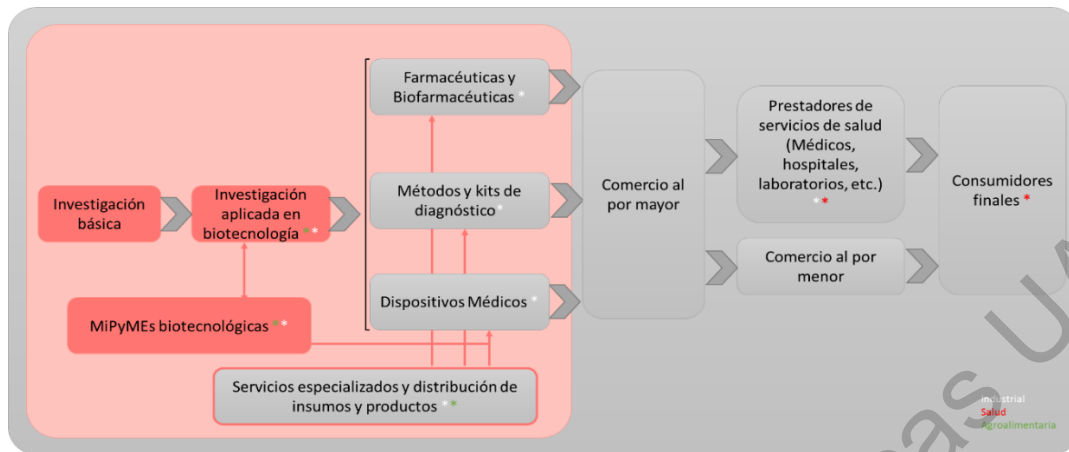


Figura 15. Cadena de valor de la industria biotecnológica de salud.

Fuente: ProMéxico (2017).

La Figura 16 muestra las diversas instituciones que participan en el desarrollo de biotecnología industrial y medio ambiental con investigación básica y aplicada así como MiPymes. Estas investigaciones son transferidas como insumos a la industria minera, producción primaria y fabricantes de enzimas. Por último, estos se emplean en diversas industrias que realizan procesos de transformación, donde se generan productos comercializables hasta que llegan al consumidor. La biotecnología industrial es empleada por las otras áreas, por lo que mantienen una estrecha relación.

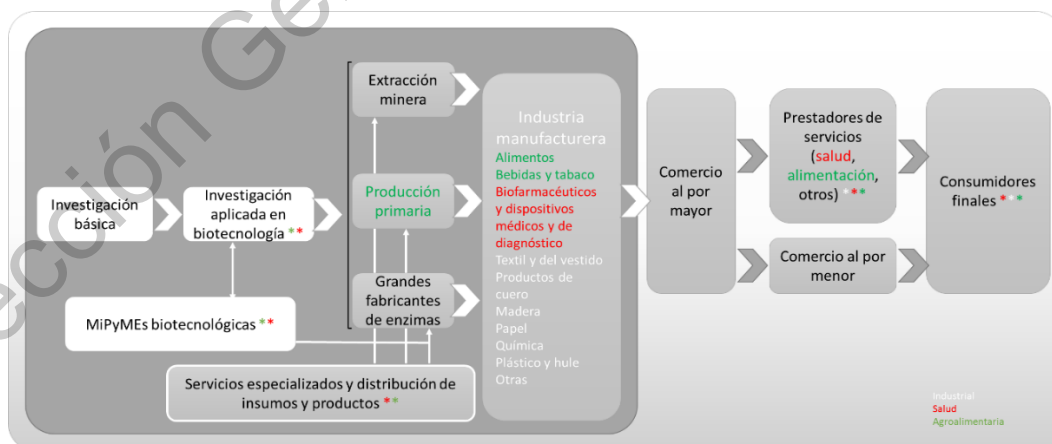


Figura 16. Cadena de valor de la industria biotecnológica industrial y medioambiental.

Fuente: ProMéxico (2017).

2.4.3 Análisis en retrospectiva del Entorno Biotecnológico

De acuerdo al modelo de prospectiva tecnológica para la identificación de oportunidades de negocio con base tecnológica (Romero, 2010), los primeros pasos en la implementación del modelo son el análisis de tendencias y la identificación de factores de cambio, mediante un análisis STEEP, es decir, en los ámbitos sociocultural, tecnológico, económico, ambiental y político-legal.

2.4.3.1 Entorno Tecnológico

La industria biotecnológica requiere de una alta inversión en investigación, desarrollo e innovación, los principales motores son las instituciones académicas, el sector privado y el sector público. En la Figura 17 se muestra el gasto Federal ejercido en Ciencia y Tecnología en México desde 1995, cabe recalcar que esta inversión presenta un incremento de 143%, en el 2016, con respecto al 2011. Sin embargo, se aprecia a partir del 2014 un claro estancamiento de dicha inversión.

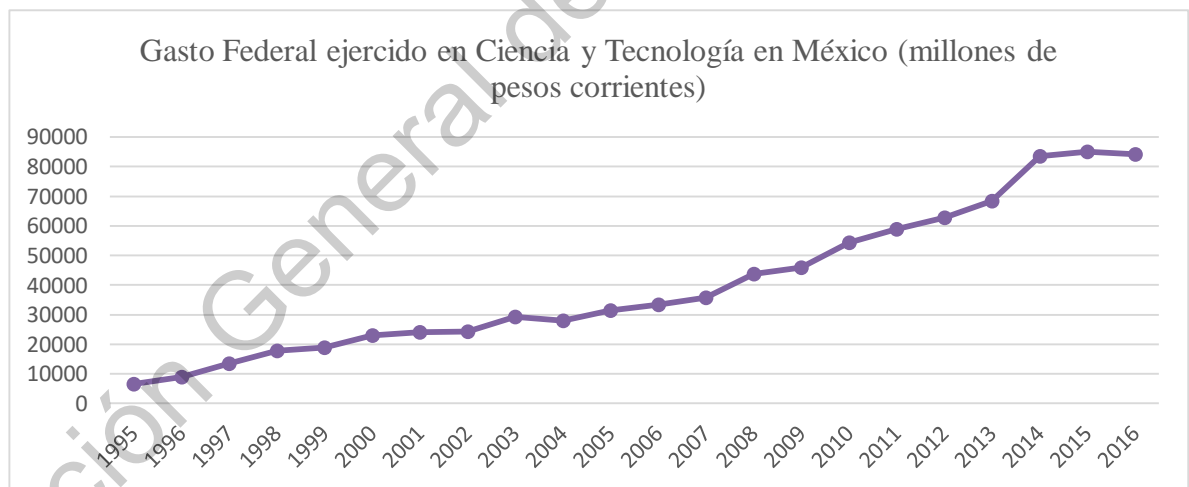


Figura 17. Gasto Federal ejercido en Ciencia y Tecnología en México.

Fuente: Elaboración propia con datos de Anuario estadístico y geográfico de los Estados Unidos Mexicanos (INEGI, 2017).

Con la finalidad de mostrar un indicador relativo que permita visualizar la dinámica de crecimiento del Gasto Federal ejercido en Ciencia y Tecnología en México se representa

en la Figura 18, a partir del año 2007, éste gasto pero como porcentaje del PIB y comparando los porcentajes se puede apreciar únicamente un incremento promedio del 2% anual desde el 2010.

La gráfica también muestra una comparación con el porcentaje del PIB en Gasto en Investigación y Desarrollo, donde aparentemente se aprecia un crecimiento constante con decrecimiento solo en algunos años, sin embargo, si se compara el crecimiento de estos porcentajes se aprecia que en los años 90s el crecimiento anual era en promedio del 11% y si se consideran los años posteriores al 2010 se calcula un crecimiento en promedio de 1% y en el último sexenio de 3.8%. Lo que muestra, más que un crecimiento en el gasto en CyT, un estancamiento en dicha inversión.

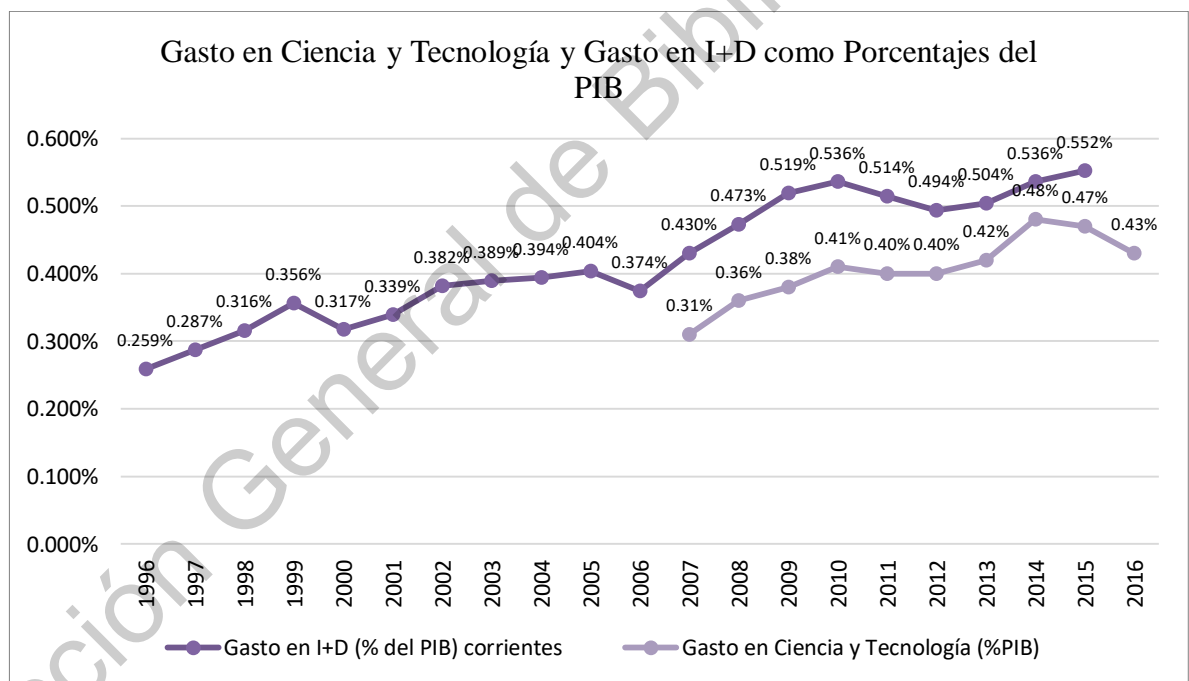


Figura 18. Porcentajes del PIB del Gasto Federal ejercido en Ciencia y Tecnología en México y Gasto en Investigación y Desarrollo.

Fuente: Elaboración propia con datos de Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2017) e Instituto de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2018).

En cuestión de gasto en I+D de acuerdo a datos de la OCDE (ProMéxico, 2016), México se encontró en el 2011 en la posición número 21 de datos de 28 países, con una inversión de 93.9 millones de dólares (ppa - paridad del poder adquisitivo) donde el tercer lugar lo ocupa Suiza con una inversión de 2,560, Francia en la segunda posición con 3,267.9 y Estados Unidos a la cabeza con 26,893.0. Para el 2013 (últimos datos identificados) la OCDE reportó una inversión en I+D biotecnológica de 35.40 millones de dólares PPP (paridad de poder adquisitivo) del sector empresarial, el cual correspondía al 1.10% de la inversión en I+D total empresarial.

Otro indicador de inversión en investigación es el Fondo aportado por el Fondo Mixto de apoyo a la investigación científica y tecnológica, este fondo se creó en 2002 como instrumento estratégico para impulsar la inversión en investigación científica y desarrollo tecnológico en áreas prioritarias de atención de cada una de las entidades federativas, además de fungir como complemento al presupuesto regular que se destina a la ciencia y la tecnología. El Fondo Mixto se genera con ayuda de los recursos del CONACYT y de los gobiernos de las entidades federativas. En la Figura 19 se muestra la inversión realizada en el Estado de Querétaro, donde se aprecia una clara alza en el presupuesto para el estado.

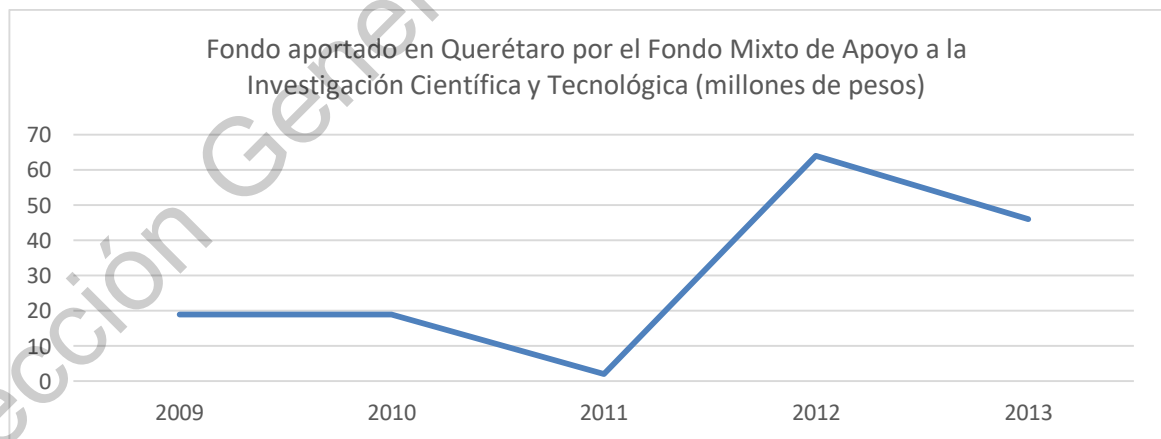


Figura 19. Fondo aportado en el Estado de Querétaro por el Fondo Mixto de Apoyo a la investigación científica y tecnológica.

Fuente: Elaboración propia con información de Anuarios Estadísticos y Geográficos por Entidad Federativa (INEGI, 2006 – 2017).

Por otro lado, en cuestión de PI México ha tenido un gran avance ubicándose, según datos de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) mencionados por ProMéxico (2014 y 2016), entre los diez países que registraron más patentes en el año 2012 y 2014 en seguida de Alemania y Francia. México ha registrado 299,173 solicitudes de patentes desde 1995 hasta el 2016 (Figura 20).

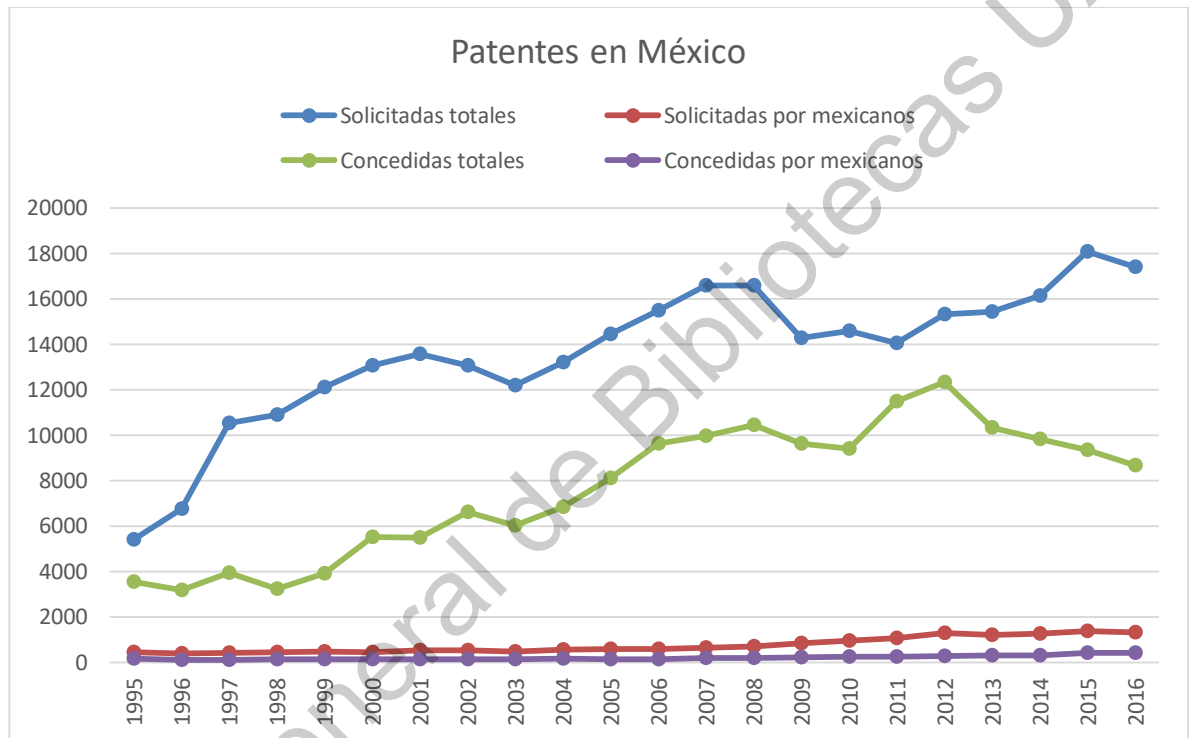


Figura 20. Indicador de patentes en México.

Fuente: Elaboración propia con datos de Anuario estadístico y geográfico de los Estados Unidos Mexicanos (INEGI, 2017).

En la gráfica se aprecia un crecimiento moderado pero constante que ronda en promedio 3% considerando los últimos años a partir de 2010. Por otro lado, se aprecia la diferencia abrumadora de patentes solicitadas en México a aquellas solicitadas por mexicanos, sin embargo, al realizar el análisis del crecimiento promedio anual de las patentes solicitadas por mexicanos se obtiene que ha sido de 7.3%, es decir, el doble de crecimiento que las patentes totales en México, dato que indica un despunte en el interés de los mexicanos

por la propiedad intelectual y se espera que continúe en crecimiento. En cuanto a la eficiencia de obtención de las solicitudes de patentes se observa una clara baja con un decrecimiento porcentual en los últimos años de -3.4%, un dato que debe considerarse para mejorarlo, sin embargo, la eficiencia de obtención de las patentes por mexicanos presenta un crecimiento de 3.8%.

En el periodo de 1998-2012, 14.39% de las patentes fueron referentes a la tecnología médica y farmacéutica; y excluyendo las patentes del área farmacéutica, el número de patentes registradas de innovaciones relacionadas con biotecnología alcanzaba 16,097. Cabe mencionar que la industria farmacéutica, a pesar de no ser líder de las empresas de base totalmente biotecnológica, sí encabeza la lista de patentes en el país seguida por las materias primas y la agricultura. En la Figura 21 se representa un histórico de las patentes exclusivamente biotecnológicas a nivel mundial comparado con México.

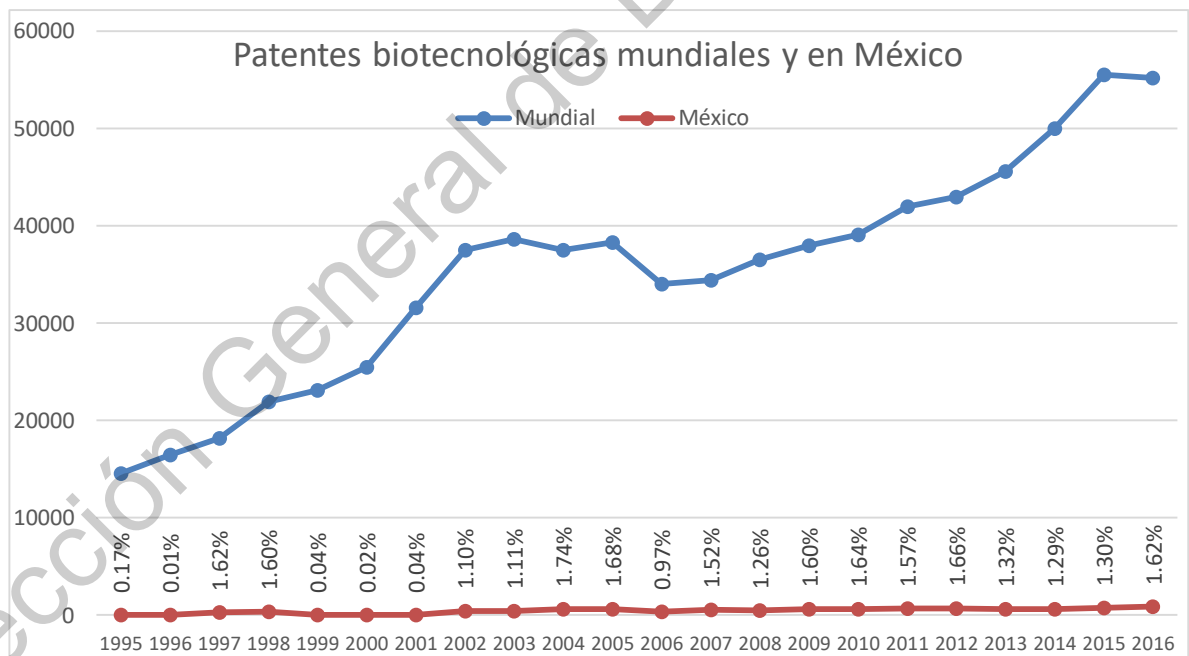


Figura 21. Indicador de patentes biotecnológicas mundiales y en México.

Fuente: Elaboración propia con datos de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI, 2018).

Es evidente la diferencia exponencial que existe entre las patentes mundiales y las de México, sin embargo, un dato que cabe resaltar es el crecimiento que se tuvo en el último año, a nivel mundial se tuvo un valor de -0.5% mientras que en México fue de 24% y en promedio desde 2010 el crecimiento a nivel mundial fue de 5.6% y en México fue superior a 6%.

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 pertenecen a inventores mexicanos. La problemática que se tiene en cuestión de patentes es más notable en la Figura 23 donde Van Beuzekom (2009) representa y permite la comparación de la cantidad de patentes generadas en Canadá, Estados Unidos y México.

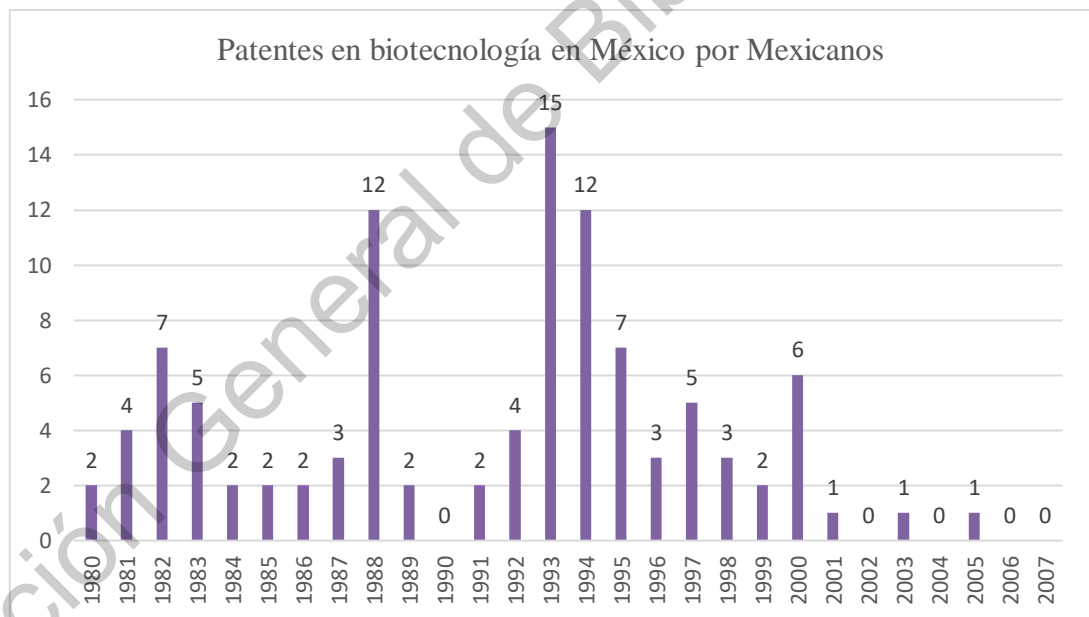


Figura 22. Patentes en México.

Fuente: Elaboración propia con datos de Van Beuzekom de la OCDE (2009) y Trejo (2014).

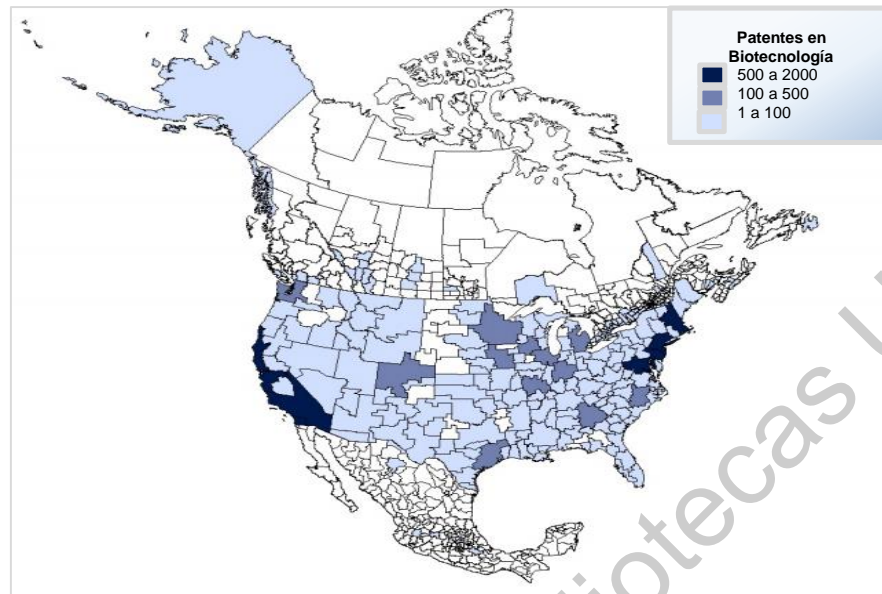


Figura 23. Número de patentes de Biotecnología.

Fuente OCDE (Van Beuzekom, 2009).

2.4.3.2 Entorno Económico

El proceso de I+D+i además de consumir recursos consume tiempo, sin embargo, su principal activo es la propiedad intelectual, permitiendo a pequeñas empresas, que inician, pero han logrado algún activo de esta índole, ser adquiridas por grandes empresas y hacer uso de su PI (más de 50% de las empresas de biotecnología pertenecientes a la OCDE cuentan con menos de 50 empleados). Las características mencionadas fomentan que las empresas en este ramo busquen concentrarse en clústeres para tener mayor contacto y apoyo (ProMéxico, Biotecnología, 2014).

En México se han creado varios clústeres biotecnológicos en estados como Guanajuato, Jalisco, Nuevo León, Morelos y Querétaro (ProMéxico, 2014). El Clúster biotecnológico de Querétaro BioTQ se creó con la finalidad de impulsar el desarrollo biotecnológico en el estado mediante el impulso de proyectos, transferencia de tecnología y fomento a los proyectos emprendedores; sin embargo, su crecimiento no fue el esperado, lo cual se representa en la Figura 24 donde se muestran las instituciones pertenecientes al Clúster y cómo estas fueron reduciéndose (datos del 2016 y 2017).

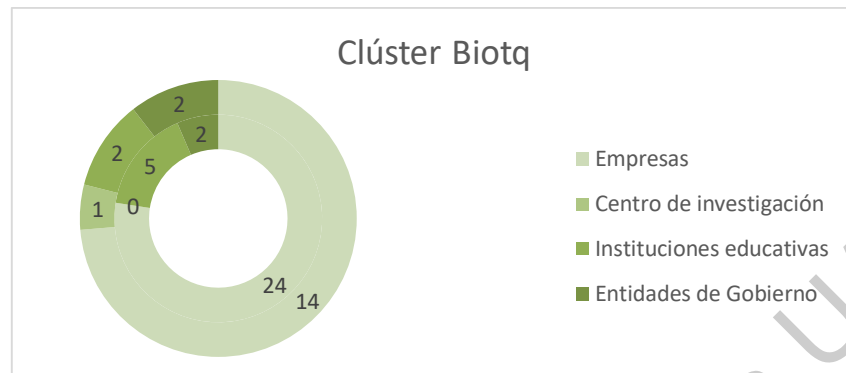


Figura 24. Instituciones del Clúster Biotq.

Fuente: Elaboración propia con datos del Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro (2016 y 2017).

De acuerdo a los datos recabados por ProMéxico y al reporte presentado por la Unidad de Inteligencia de negocios (ProMéxico, 2016), la industria biotecnológica ha tenido un amplio y constante crecimiento alcanzando en el año 2015 un valor de 307 miles de millones de dólares (mmd) con una tasa de crecimiento que ronda el 2%, la cual se espera continúe hasta el 2021, como se puede observar en la Tabla 2, o incluso lo llegue a superar ya que de acuerdo a datos del INEGI la industria biotecnológica tuvo un crecimiento de 10% en Querétaro (Almanza, 2015).

AÑO	VALOR (MMD)	CRECIMIENTO %
2015	306.8	2.7%
2016	336.4	9.7%
2017	343.4	2.1%
2018	351.7	2.4%
2019	358.5	1.9%
2020	365.9	2.1%
2021	374.4	2.3%

Tabla 2. Crecimiento de la industria biotecnológica.

Fuente: Izquierdo y Pérez (ProMéxico, 2014) y Unidad de Inteligencia de Negocios (ProMéxico, 2016).

En esta tabla los datos desde 2016 son pronosticados y como se puede observar en ese mismo año, se espera un crecimiento más acelerado del 9% o incluso de más del 10%. Sin embargo, el crecimiento que se tuvo fue más moderado, ejemplo de ello fue Estados Unidos con un crecimiento entre 2012 y 2017 de 1.6% anual, cifra incluso superior a lo que se está esperando para los siguientes cinco años (0.7%), por lo que se espera un estancamiento en las ventas del sector biotecnológico en general.

Las causas de este estancamiento o crecimiento moderado en el sector están asociadas a las dificultades del mismo, destacando la alta inversión necesaria en investigación y desarrollo, el largo tiempo de desarrollo de los productos y las fuertes regulaciones con las que cuenta (ICEX, 2018).

A pesar de la desaceleración del sector, las empresas biotecnológicas continúan invirtiendo sus ingresos en I+D y se consideran a ellas mismas a futuro, y a pesar de ser algunas empresas grandes, como compañías enfocadas en Investigación y Desarrollo, antes de poder percibir este retorno de inversión (Jacobs, 2015). Por otro lado, existen otros reportes, como el Global Market Insights, que sí pronostican un crecimiento más acelerado para 2024, de 9.9% (Contract Pharma, 2018).

El continente americano abarca la mayor parte del mercado en biotecnología con 46%, después se encuentra Europa y Asia-Pacífico con 26% cada uno. En cuanto a las aplicaciones de la biotecnología la que se encuentra a la cabeza es la medicina con 60% seguida por la industria de alimentos y agricultura con 14%, servicios 11%, tecnología 8% y medio ambiente y procesos industriales con 7% (ProMéxico 2014 y 2016).

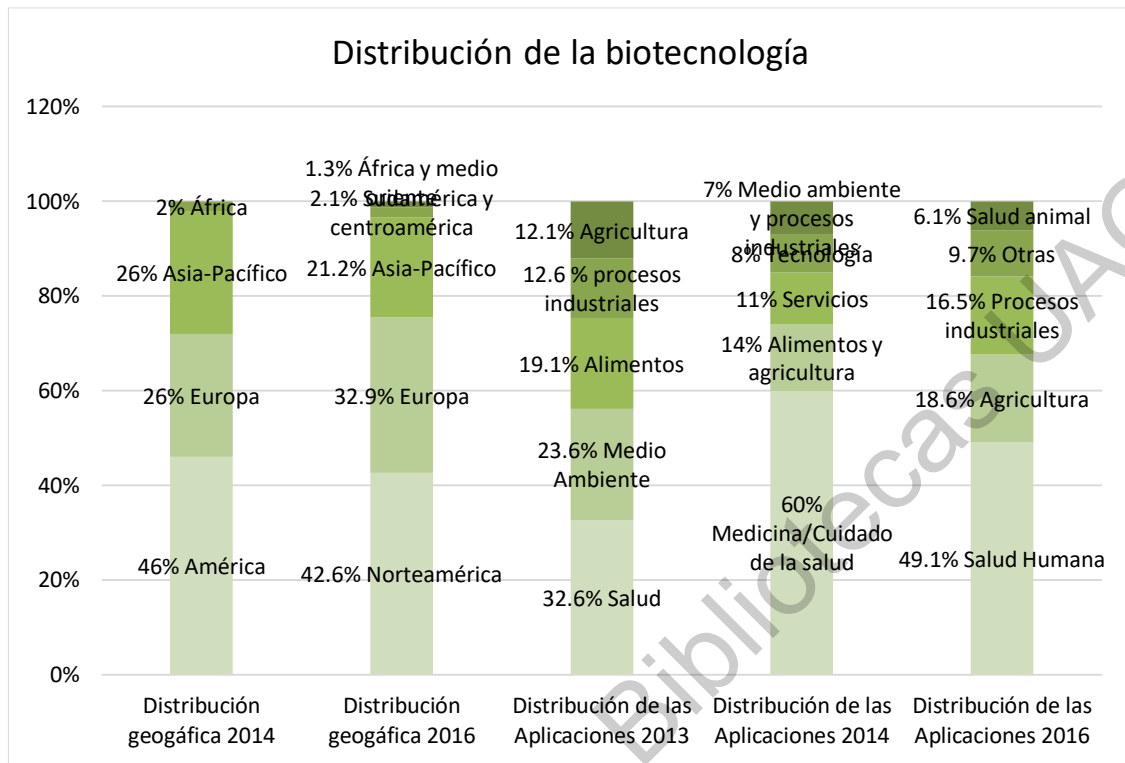


Figura 25. Distribución geográfica y por aplicación de la biotecnología.

Fuente: Elaboración propia con información de Unidad de Inteligencia de Negocios (ProMéxico, 2016), de Izquierdo y Pérez (ProMéxico, 2014) y de OCDE (2018).

La industria en México de productos de ciencias de la vida tiene un amplio mercado ya que se ha convertido en el tercer proveedor más importante para Estados Unidos con un monto para el 2013 de 3,533 millones de dólares. Las ciencias de la vida abarcan los campos enfocados al estudio de los seres vivos incluyendo plantas, animales y seres humanos y México se ha convertido en uno de los principales países en esta área con la exportación de equipo médico, instrumentos de medicina, productos farmacéuticos y también tecnologías de los alimentos (FUMEC, 2013).

Aunado a esto, otro indicador que capta la atención es la inversión extranjera que ha tenido México en los últimos años y que se pronostica continuará, la empresa 3M invirtió 15 mdd en el estado de San Luis Potosí en un proyecto de la industria biotecnológica generando 700 empleos y la empresa Amgen con perfil biotecnológico farmacéutico anunció su

inversión entre el 2011 y el 2016 en México con 100 mdd para destinarlo a recursos humanos y transferencia de tecnología (ProMéxico, 2014).

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; el mayor porcentaje de empresas que han empleado biotecnología pertenecen al sector farmacéutico y de salud con 36% según datos de Trejo (2010) y con 41.6% de acuerdo a un informe de la OCDE (2011).

Sin embargo, si se enfocan los datos en las empresas de base totalmente biotecnológica, el mayor porcentaje, en el 2010, lo ocupa la agrobiotecnología seguida por la fermentación/productos biológicos, farmacéutica, servicios, ambiental y alimentación de acuerdo a Trejo (2010), aunque estas posiciones varían constantemente con el tiempo de acuerdo a los datos presentados en el informe de ProMéxico (2014 y 2016); donde se refleja que se están generando nuevas aplicaciones en el medio ambiente, salud, alimentos e industria.

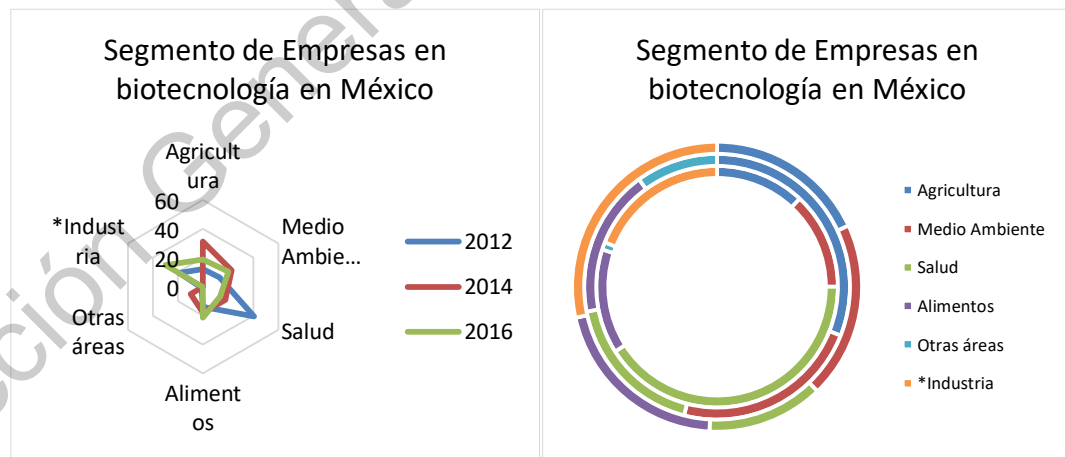


Figura 26. Segmento de empresas en Biotecnología en México.

Fuente: Elaboración propia con información de Izquierdo y Pérez (ProMéxico, 2012, 2014 y 2016).

Por lo anterior, 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, esto es de gran importancia para la economía nacional e internacional. INEGI desde 2015 ha incorporado algunas preguntas relacionadas con el tema para identificar aquellas empresas que usan biotecnología pero también a la población interesada en temas de desarrollos de ciencia y tecnología en biotecnología (Figura 27).

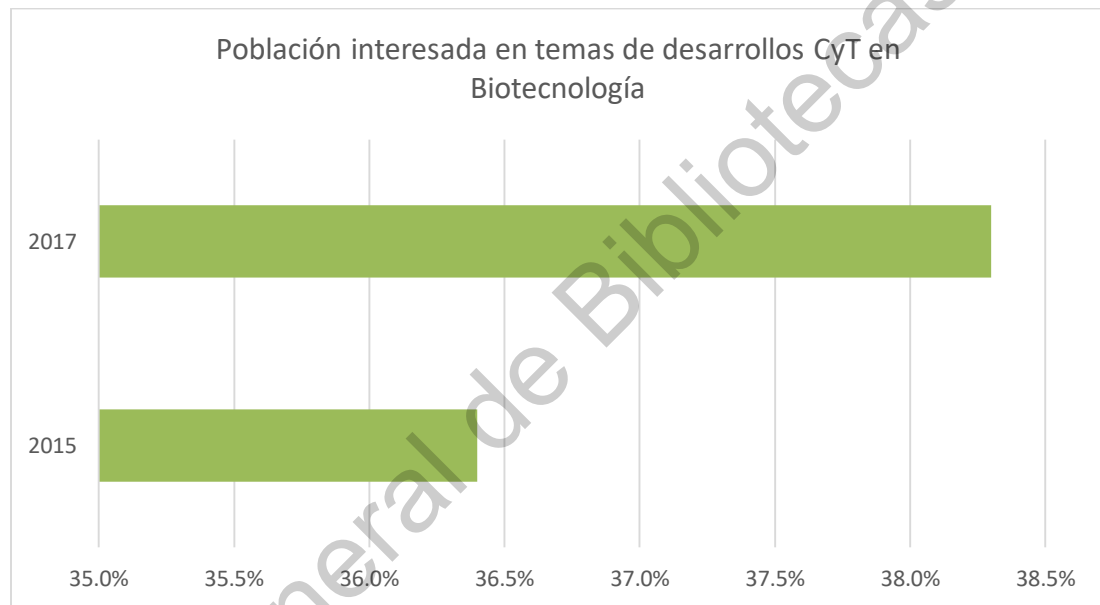


Figura 27. Población interesada en temas de desarrollos de ciencia y tecnología en Biotecnología.

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2013-2015).

2.4.3.3 Entorno Sociocultural

Como se puede observar en la Figura 25, la medicina y cuidado de la salud son las áreas que abarcan mayor espacio dentro de la biotecnología, esto se debe a diversos factores demográficos que impulsan este crecimiento y tendencia según datos mencionados por Izquierdo y Pérez (ProMéxico, 2014):

- ▶ Envejecimiento de la población y aumento del gasto en salud: el aumento de personas mayores de 60 años se relaciona con el aumento en la demanda de servicios de salud y medicamentos, donde se encuentra una gran oportunidad para la biotecnología.
- ▶ Crecimiento de la incidencia de enfermedades crónico-degenerativas: Aumento de enfermedades como diabetes, obesidad y enfermedades cardiovasculares.
- ▶ Terapias basadas en medicamentos innovadores: terapias a la medida de cada paciente.
- ▶ Crecimiento económico en los mercados emergentes: Los gastos de salud se desplazan hacia el sector público donde se tiene mayor acceso a tratamientos biotecnológicos.
- ▶ Vencimiento de patentes: Incremento de productos genéricos, pero a la par oportunidad para la introducción de medicamentos de la industria biotecnológica.
- ▶ Fusiones y adquisiciones: de empresas que desarrollan medicamentos biotecnológicos.

En México se han formado diversos centros de investigación dentro de los cuales se está trabajando también con el desarrollo biotecnológico, en la Figura 28 se muestran algunos de estos centros de investigación y las áreas de biotecnología en las cuales están trabajando.

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.

Figura 28. Centros de Investigación Relacionados con Biotecnología.

Fuente: Elaboración propia con información de Izquierdo y Pérez (ProMéxico, 2014).

Por otro lado, otros indicadores relevantes son los posgrados y licenciaturas relacionadas con Biotecnología, las instituciones que ofrecen estos programas y el número de investigadores y alumnos relacionados. En la Figura 29 se observa un crecimiento en el área que ronda 14%, sin embargo, destaca un incremento considerable de la cantidad de universidades que ofrecen programas educativos relacionados con biotecnología.

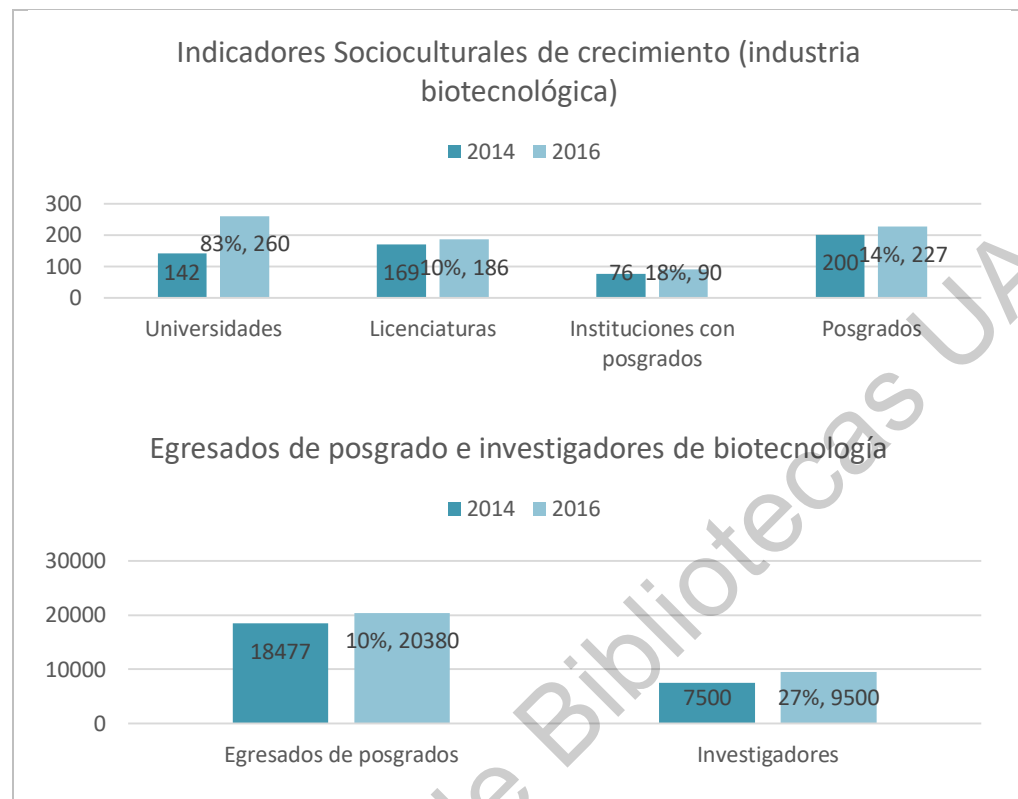


Figura 29. Ofertas educativas relacionadas con biotecnología.

Fuente: Elaboración propia con datos de Izquierdo y Pérez (ProMéxico, 2014), Unidad de Inteligencia de Negocios (ProMéxico, 2016), ANUIES (2017).

Se cuenta con 186 licenciaturas de áreas relacionadas como biología, bioquímica, biotecnología, ciencias biomédicas e ingeniería bioquímica, y 260 instituciones ofrecen programas educativos en estas ramas, de las cuales 90 ofrecen 227 posgrados. Según datos proporcionados por ANUIES, en el 2016 egresaron aproximadamente 20,400 alumnos de nivel posgrado. Todo este capital humano se concentra en su mayoría en regiones geográficas específicas del país donde se han creado clústeres.

Otro dato que destaca es el número de investigadores, con un incremento de 27%, los cuáles se enfocan principalmente a biología y química, biotecnología y ciencias agropecuarias y medicina y ciencias de la salud (ProMéxico, 2014 y 2016). En el 2016 se contaba con 9,500 investigadores directamente relacionados con biotecnología, de los cuales

2,842 eran miembros del Sistema Nacional de Investigadores. Además, en el año 2017 se presentó un incremento de 45.3% con respecto a cinco años atrás (2012). Finalmente, Querétaro también forma parte de estas estadísticas con 65 miembros SNI relacionados con biotecnología.

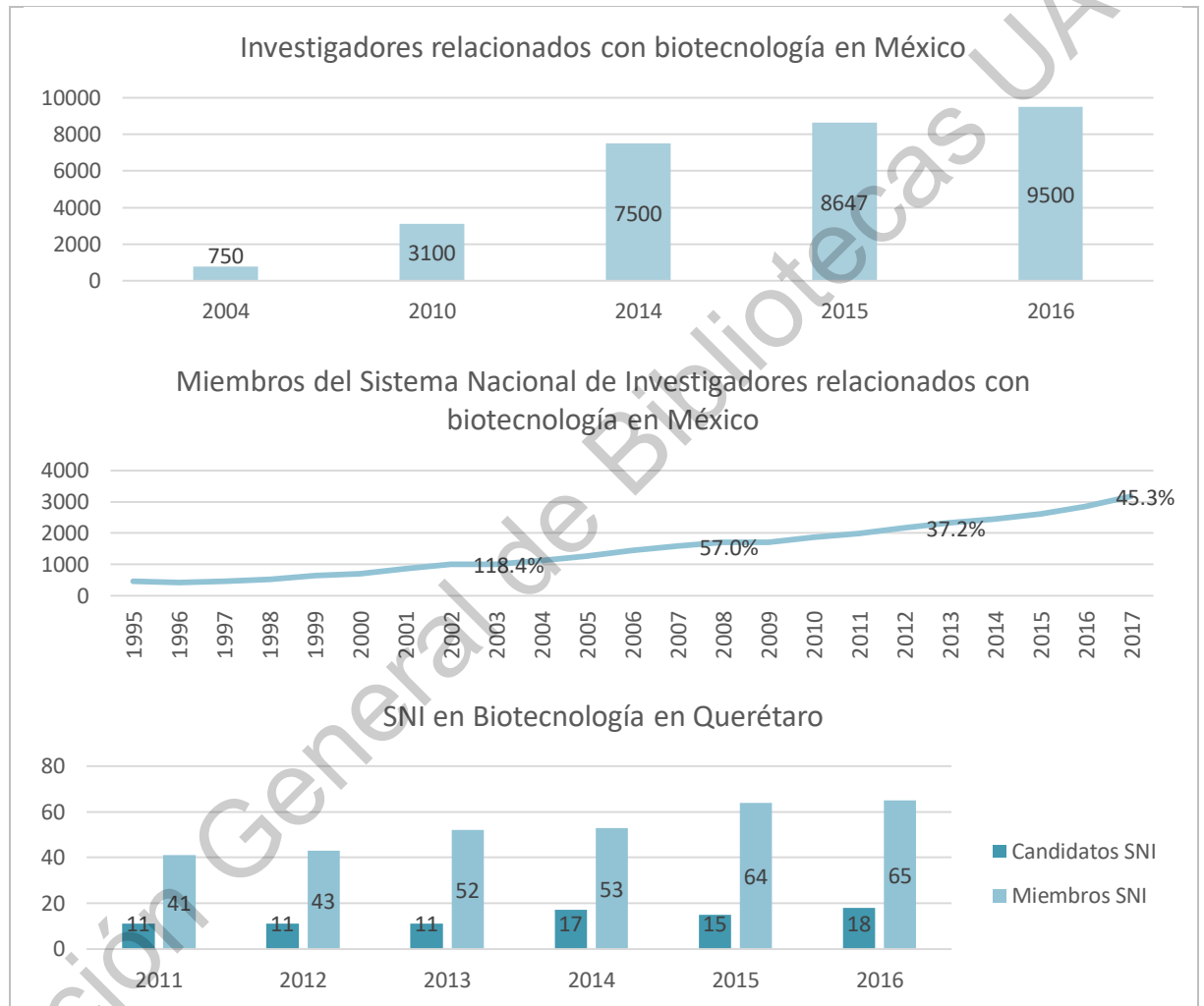


Figura 30. Investigadores relacionados con biotecnología.

Fuente: Elaboración propia con datos de Trejo (2010), OCDE (2011), Izquierdo y Pérez (ProMéxico, 2014), ProMéxico (2015), Unidad de Inteligencia de Negocios (ProMéxico, 2016), Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro (2016 y 2017), Anuario estadístico y geográfico de los Estados Unidos Mexicanos (INEGI, 2017).

2.4.3.4 Entorno Ambiental

La agricultura es la principal actividad biotecnológica desarrollada en México y un indicador que podría determinar el avance que se ha tenido en cuestión de biotecnología, son las solicitudes y liberaciones de organismos genéticamente modificados (OGMs).

Los OGMs 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 31, muestra el desempeño en recepción de solicitudes y permisos de liberación al ambiente de OGMs desde 1995 de acuerdo a la ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM), cabe mencionar que éste es un proceso delicado para el control de riesgos y permite evitar daños a especies tradicionales.

Se puede observar un crecimiento importante en los últimos ocho años sin embargo a partir del 2012 presenta una caída significativa debido, en parte, a las diversas movilizaciones que se han dado a favor de mantener las semillas originales de los alimentos principalmente del maíz y el algodón. En la gráfica también se muestran las autorizaciones de OGM emitidas por COFEPRIS.

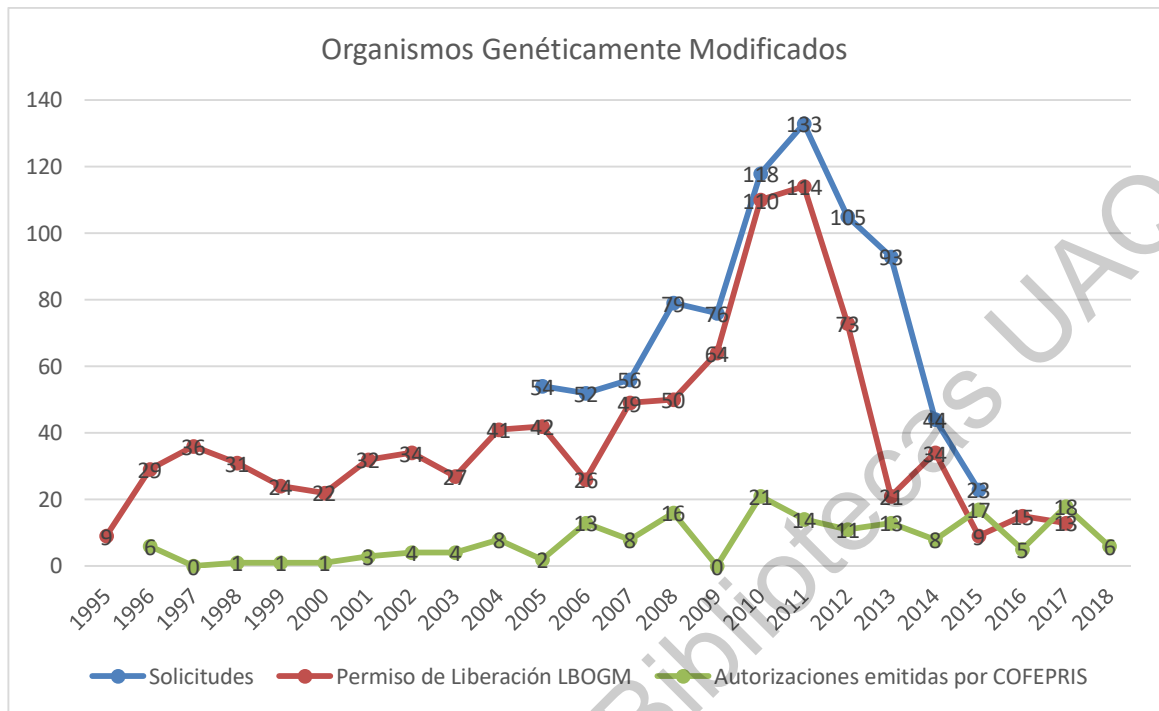


Figura 31. Solicitudes y Otorgamiento de Liberación de OGMs.

Fuente: Elaboración propia con datos de SENASICA, 2015, COFEPRIS, 2015, CONACYT 2015.

Para el apoyo y regulación de los OGMs fueron creadas la Ley de Bioseguridad de OGMs y la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los OGMs (CIBIOGEM), órgano del poder Ejecutivo Federal encargado de establecer las políticas relativas a la seguridad biotecnológica de los OGMs, el cual cuenta con el Fondo CIBIOGEM, la Red Mexicana de Monitoreo de OGM y la Red Nacional de Laboratorios de detección, identificación y cuantificación de OGMs (CONACYT, 2014).

2.4.3.5 Entorno Político-legal

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 32 se muestra el conjunto de leyes enfocadas a la biotecnología en México y su clasificación.

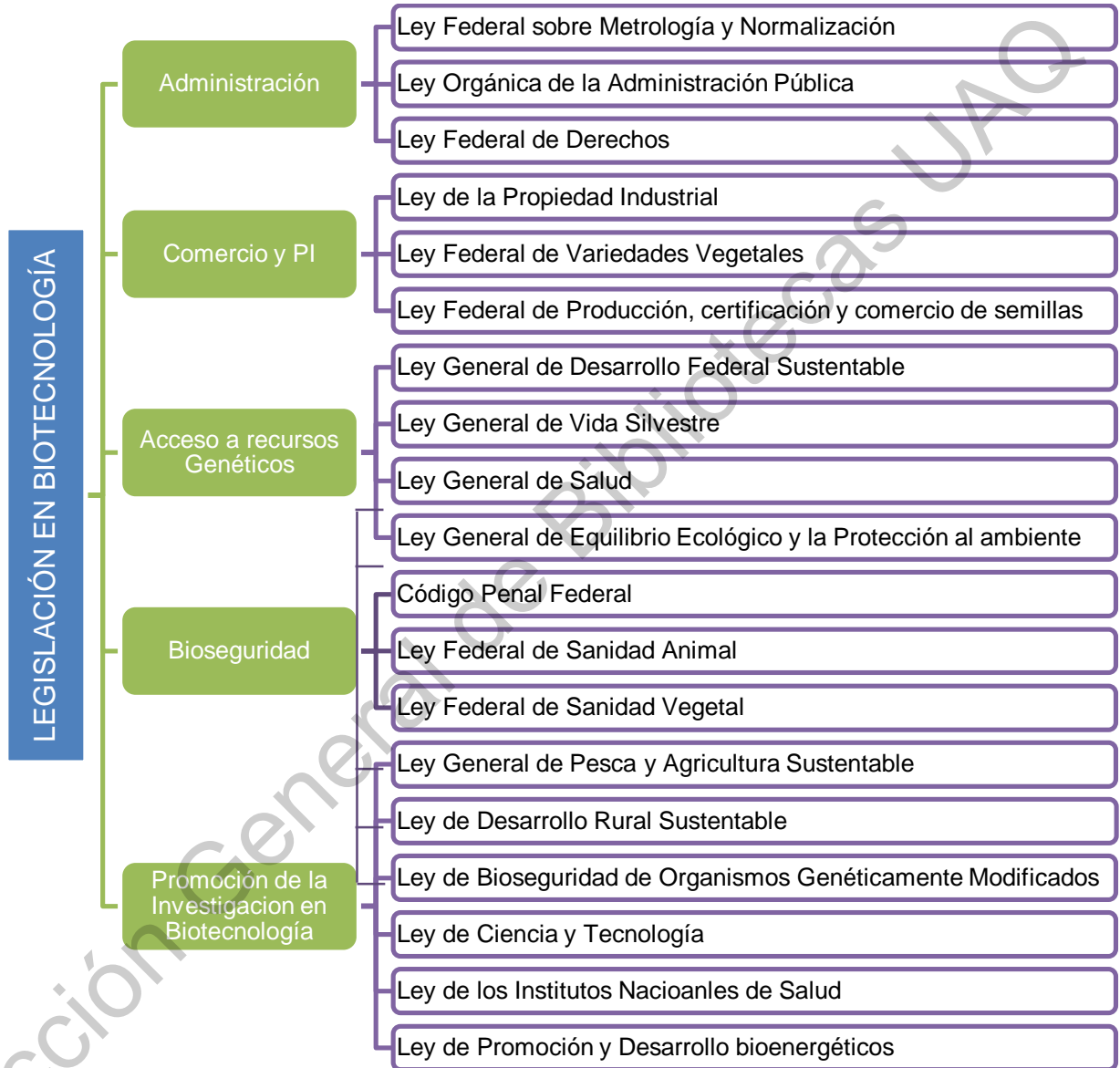


Figura 32. Legislación en Biotecnología en México.

Fuente Basado en Izquierdo y Pérez (ProMéxico, 2014) y Unidad de Inteligencia de Negocios (ProMéxico, 2016).

Además de las leyes que rigen a la industria biotecnológica en México existen diversas instituciones relacionadas con esta regulación, algunas de manera directa y otras instituciones que también tienen influencia en biotecnología a pesar de no ser la rama específica que abordan sino la rama de la Gestión, Tecnología e Innovación en general, estas instituciones se agrupan en la Figura 33 y se describen en el Anexo 5 (ProMéxico, 2014 y Barrios y otros, 2006).

Área Biotecnología	Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería A.C.
	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO
	Instituto Nacional de Medicina Genómica (INMEGEN)
	Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los OGM (CIBIOGEM)
	Subcomité Especializado en Agricultura (SEA)
	Subcomité de Medio Ambiente (SEMA)
	AgroBIO México
	Asociación Mexicana de Genética Humana A.C.
	Asociación Mexicana de Industrias de Investigación Farmacéutica A.C.
	Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica (CANIFARMA)
	Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS).
	Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA)
	Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS)
	Secretaría de Salud (SSA).
Área GTI	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)
	Academia Mexicana de Ciencias A.C.
	Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico
	Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI)
	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).
	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

Figura 33. Instituciones relacionadas con Biotecnología en México.

Fuente: Basado en Izquierdo y Pérez (ProMéxico, 2014), Unidad de Inteligencia de Negocios (ProMéxico, 2016) y Barrios y otros (2006).

2.4.4 Análisis comparativo de indicadores relacionados con biotecnología

2.4.4.1 Indicadores a nivel nacional

Se llevó a cabo un análisis para identificar aquellos estados con mayor presencia en la industria biotecnológica, que pudieran servir de comparativo para el Estado de Querétaro, entre los cuales se eligieron los estados de Jalisco, Nuevo León, Estado de México y Ciudad de México ya que son los estados con mayor presencia de industria biotecnológica (Figura 49). Para éste análisis a nivel nacional se identificaron indicadores pertenecientes al entorno sociocultural, tecnológico y económico.

Entorno Sociocultural

Los primeros indicadores del entorno sociocultural que se analizaron fueron los referentes a los programas educativos y los egresados de ellos (Figura 34), en primera instancia si se analizan los datos directos del número de programas educativos y los egresados con los que cuenta cada entidad, se observa a Querétaro en la última posición, lo que podría generar un reflejo negativo del Estado en cuestión de biotecnología.

Por ello, lo que se buscó fue realizar una comparación más específica al equiparar el número de programas educativos con respecto al número de universidades en cada entidad y, de igual manera, el número de egresados relacionados con biotecnología con el número de egresados totales de licenciaturas y posgrados respectivamente. De esta forma, se observa a Querétaro en primer lugar en cuestión de programas educativos y egresados de licenciatura y en segundo lugar con respecto a posgrados, lo que refleja el interés de la entidad por generar recursos humanos capacitados en la industria biotecnológica.

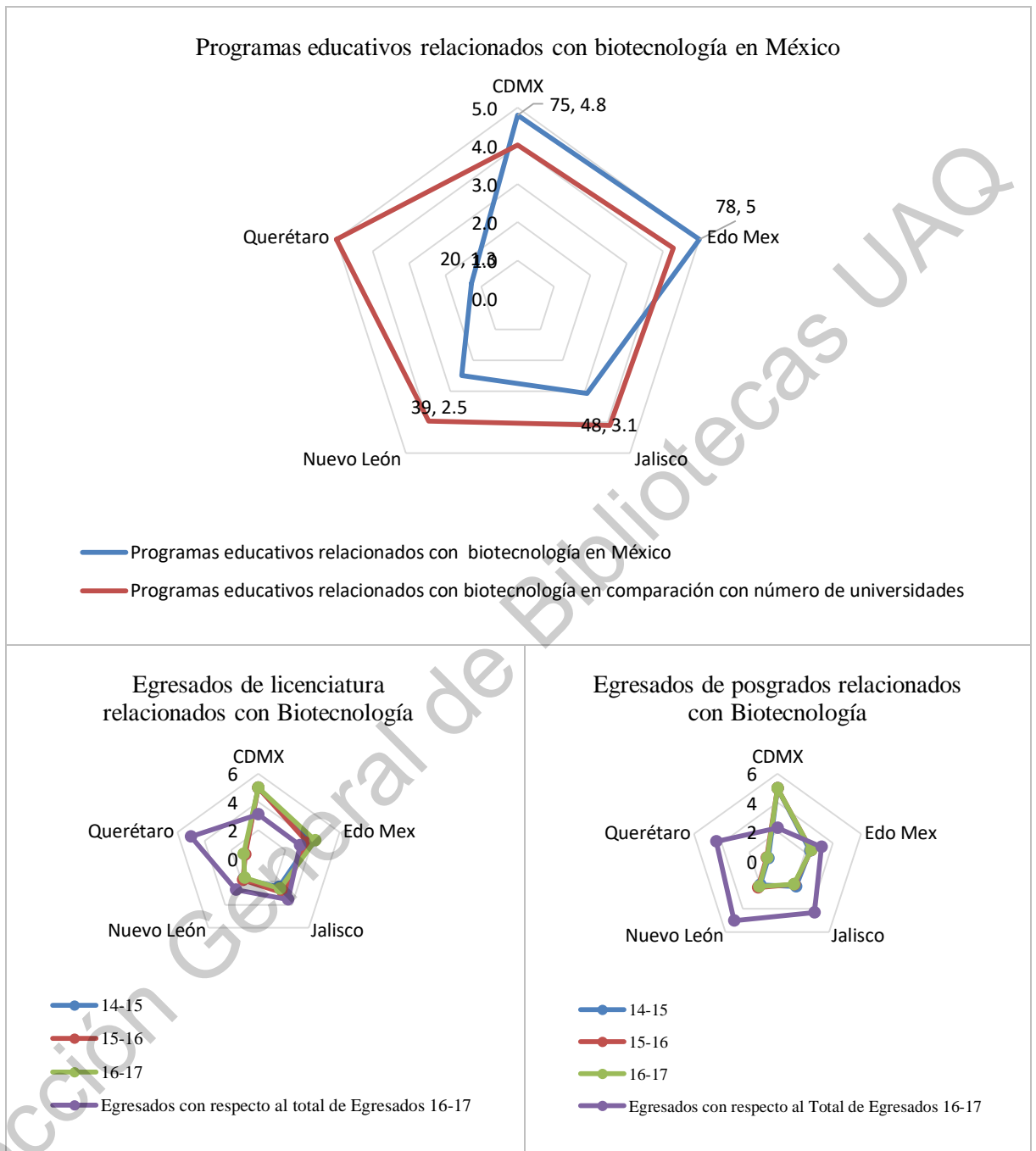


Figura 34. Programas educativos relacionados con biotecnología y egresados de licenciatura y posgrado.

Fuente: Elaboración propia basado en ProMexico (2015) con información de ANUIES (Ciclo escolar 2012-2013), ANUIES (Ciclo escolar 2014-2017) y SNIE (2017).

Otros indicadores relevantes referentes al entorno sociocultural es el número de investigadores en Biotecnología, para ello se tomó en cuenta el número de candidatos y miembros al SNI. Se observa en todos los estados un comportamiento de crecimiento principalmente en el número de candidatos, en cuanto a los miembros los estados de Nuevo León, Jalisco y Querétaro se encuentran con datos muy cercanos. Sin embargo, el comparativo que cabe resaltar es el porcentaje de crecimiento que se ha tenido en los últimos cinco años, siendo Nuevo León la entidad que ha presentado mayor crecimiento seguida por Querétaro, éste indicador se espera continúe creciendo a consecuencia de la oferta educativa existente.

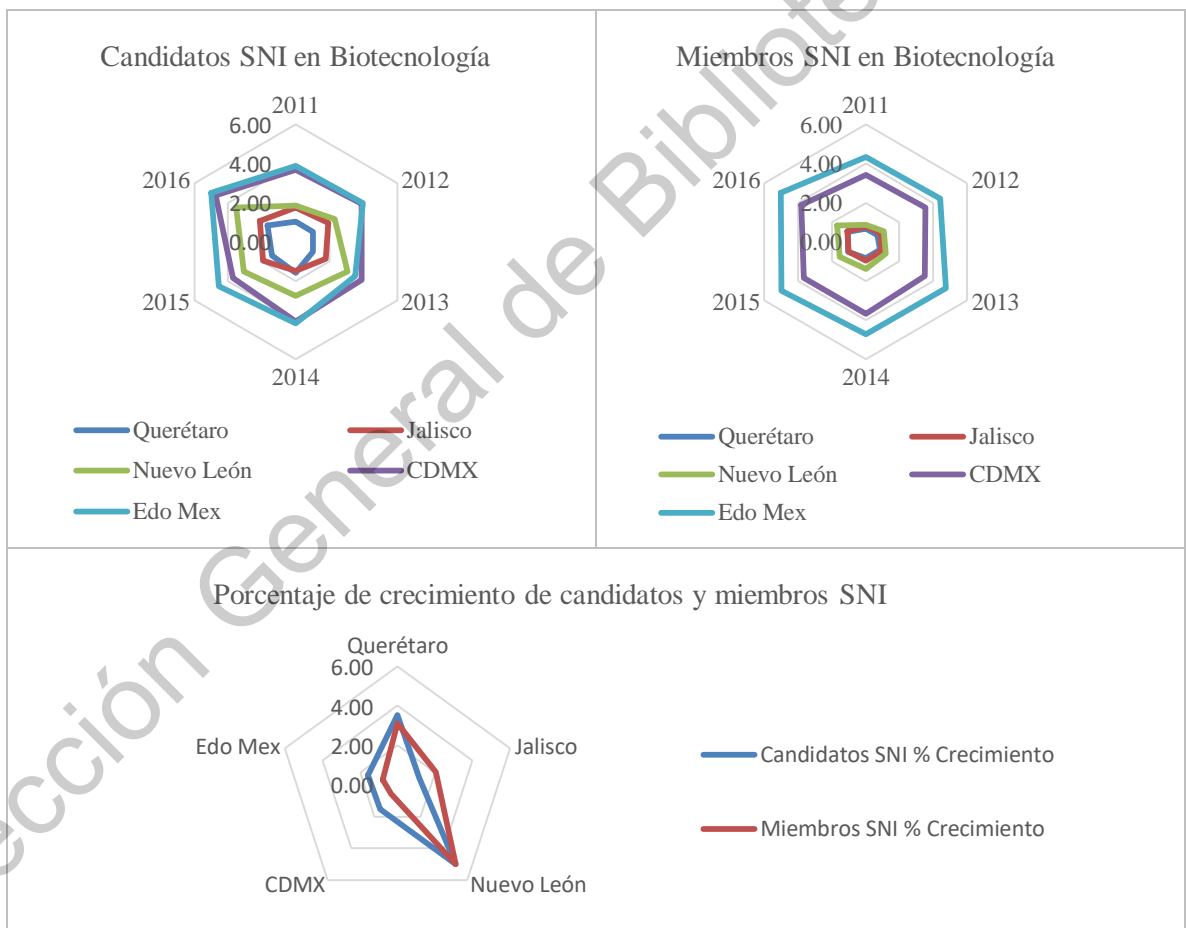


Figura 35. Índice comparativo de candidatos y miembros al Sistema Nacional de Investigadores del área Biotecnológica.

Fuente: Elaboración propia con información de Anuarios Estadísticos y Geográficos por Entidad Federativa (INEGI, 2013 – 2017).

Finalmente, otro indicador relevante para el análisis de los estados en materia sociocultural es el número de becas otorgadas, a pesar de que no se tiene el dato de cuántas de estas pertenecen al área biotecnológica, sí representa una muestra del interés que tienen los estados en la formación de profesionistas e investigadores especializados. En cuanto al estado de Querétaro cabe mencionar que ha tenido un crecimiento importante tanto en becarios vigentes como en el de nuevos becarios, siendo, con respecto al 2010, el estado con mayor porcentaje de crecimiento.

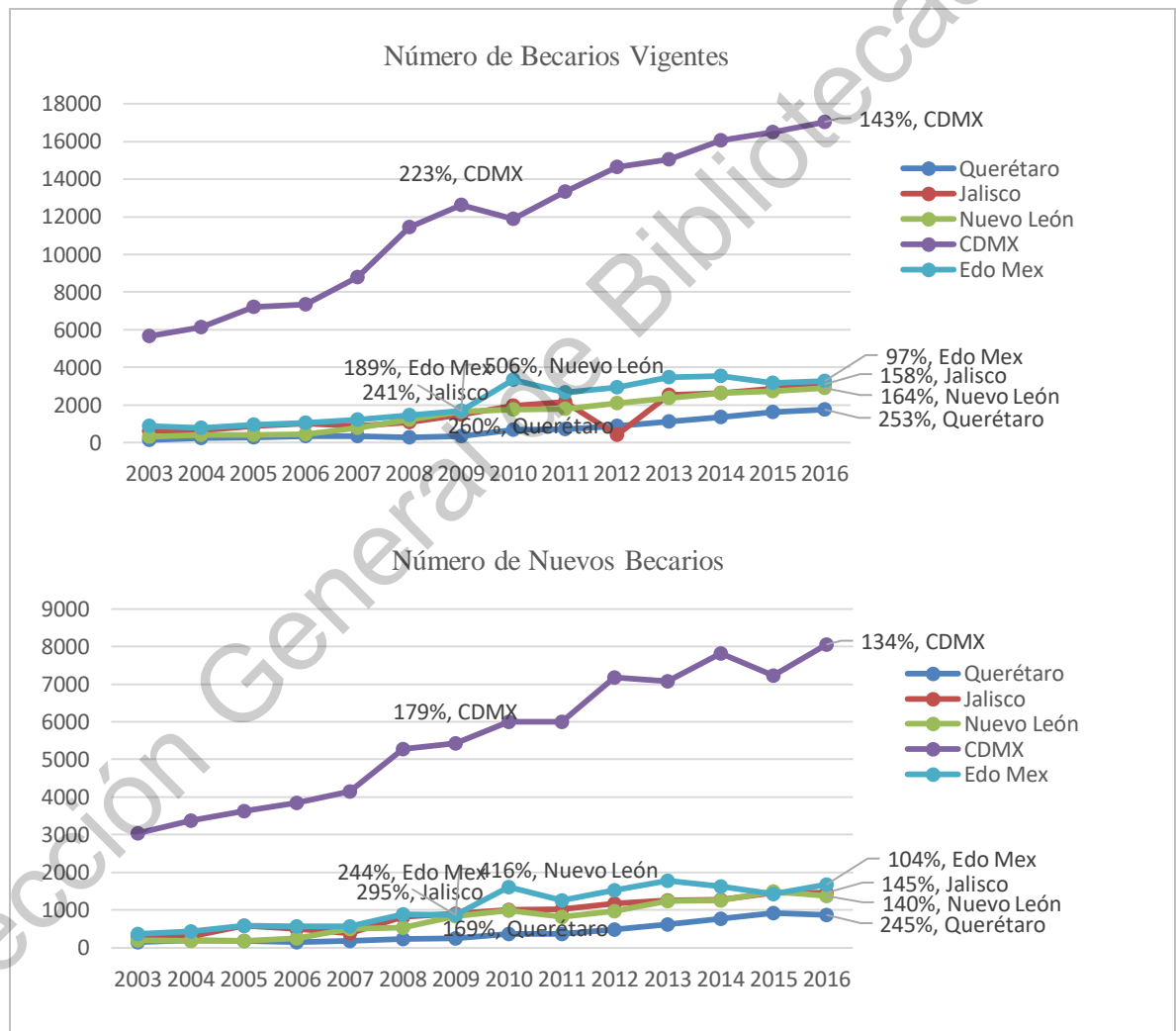


Figura 36. Índice comparativo de becarios vigentes y nuevos becarios.

Fuente: Elaboración propia con información de Anuarios Estadísticos y Geográficos por Entidad Federativa (INEGI, 2006 – 2017).

Entorno Tecnológico

El indicador que se utilizó para analizar el entorno Tecnológico a nivel nacional fue el número de patentes históricas por entidad, la Ciudad de México se encuentra a la cabeza, sin embargo, los otros cuatro estados se habían mantenido parejos hasta el año 2013, presentando un claro despunte para el año 2014. Comparando los indicadores del año 2015 contra el año 2013 el estado con mayor crecimiento fue Jalisco aumentando cuatro veces más la cantidad de patentes obtenidas y contradictoriamente la Ciudad de México fue la que presentó el menor crecimiento con 121%, siendo superada por Querétaro al aumentar 125%.

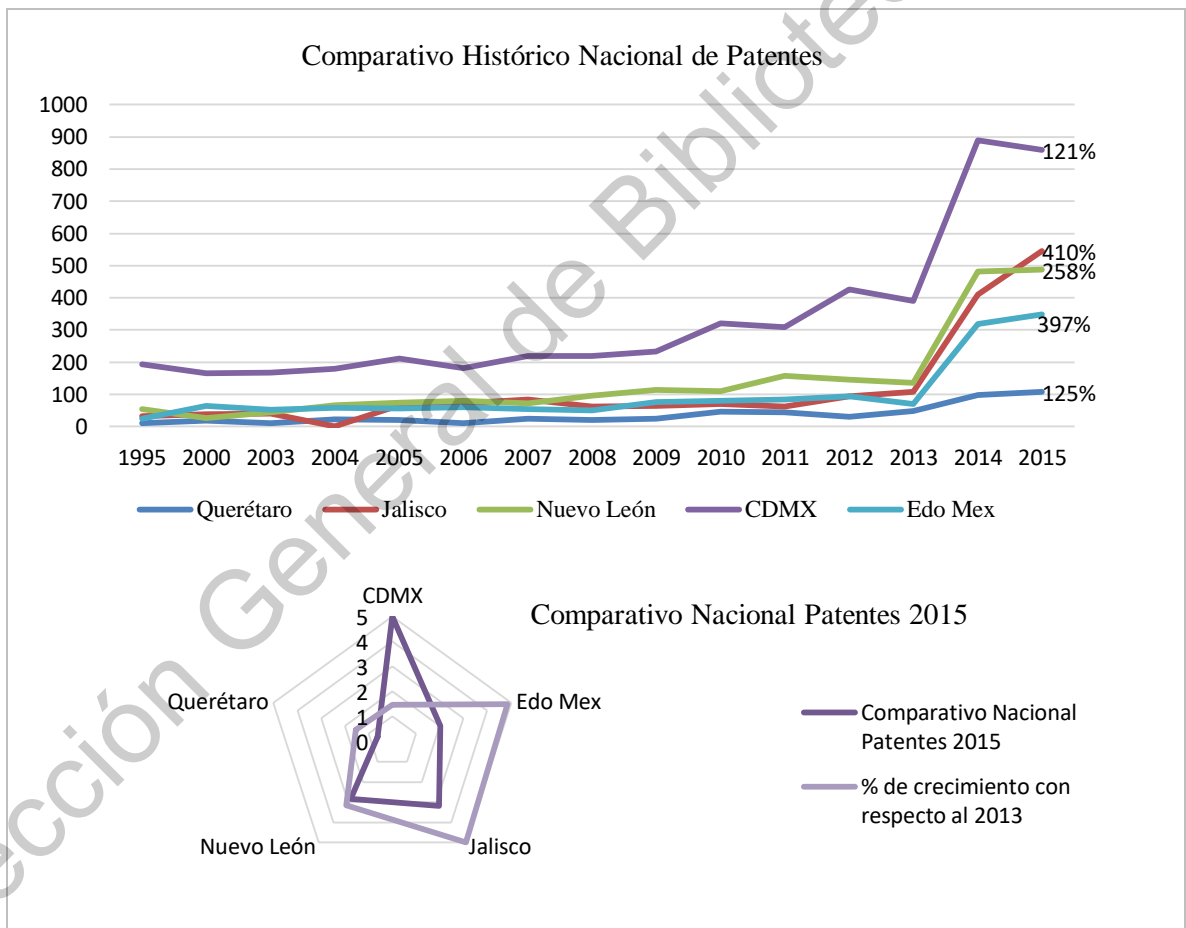


Figura 37. Histórico comparativo de patentes e índice comparativo del 2015.

Fuente: Elaboración propia con información de Anuarios Estadísticos y Geográficos por Entidad Federativa (INEGI, 2006 – 2017).

Entorno Económico

Finalmente, un indicador que permite visualizar hacia dónde se está encaminando la industria biotecnológica en cada entidad es la proporción de empresas biotecnológicas por entidad. Querétaro está principalmente a la agroalimentación al igual que el Estado de México y Nuevo León, aunque este último, también se enfoca al desarrollo industrial y del medio ambiente. Jalisco atiende casi por igual la rama verde y roja (salud), la Ciudad de México principalmente es de la rama de la salud.

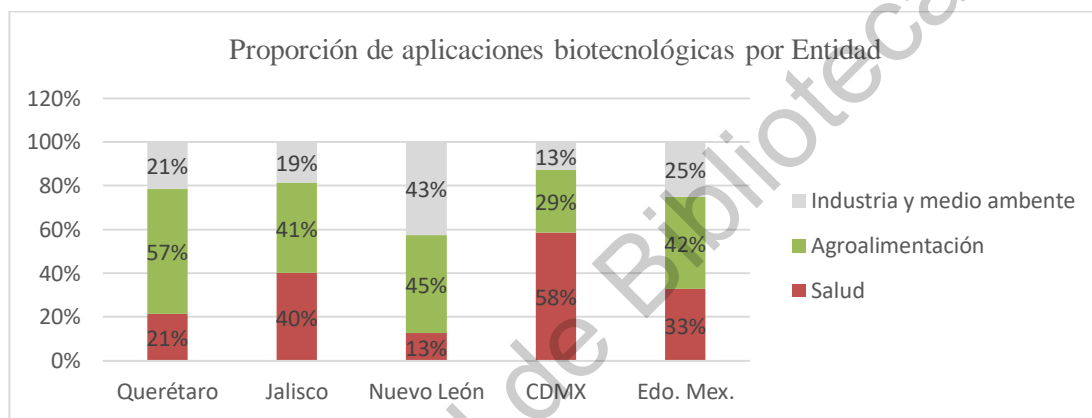


Figura 38. Proporción de empresas biotecnológicas por Entidad.

Fuente: Elaboración propia con información de ProMéxico (2017).

2.4.4.2 Indicadores a nivel internacional

Para realizar la comparación de indicadores a nivel internacional se eligieron los países con mayor desarrollo en la industria biotecnológica y de los cuales existe mayor información con respecto a los indicadores, entre ellos están Alemania, Dinamarca, España, Estados Unidos, Francia, Italia, Suecia y Suiza. Además del análisis comparativo con los países líderes en biotecnología pertenecientes a la OCDE, se realizó un análisis de los principales indicadores en biotecnología con los países líderes de Latinoamérica, seleccionando a, Argentina, Brasil, Chile y Colombia (ProMéxico, 2017). Los indicadores a nivel internacional se clasificaron con respecto al entorno Tecnológico y Económico.

Entorno Tecnológico

El indicador más utilizado en cuestión de innovación es el número de patentes. En la gráfica de la Figura 39 se muestran los indicadores tecnológicos relacionados con patentes como patentes generales solicitadas y concedidas, publicaciones de patentes biotecnológicas y el porcentaje de participación de las economías en patentes relacionadas con la biotecnología.

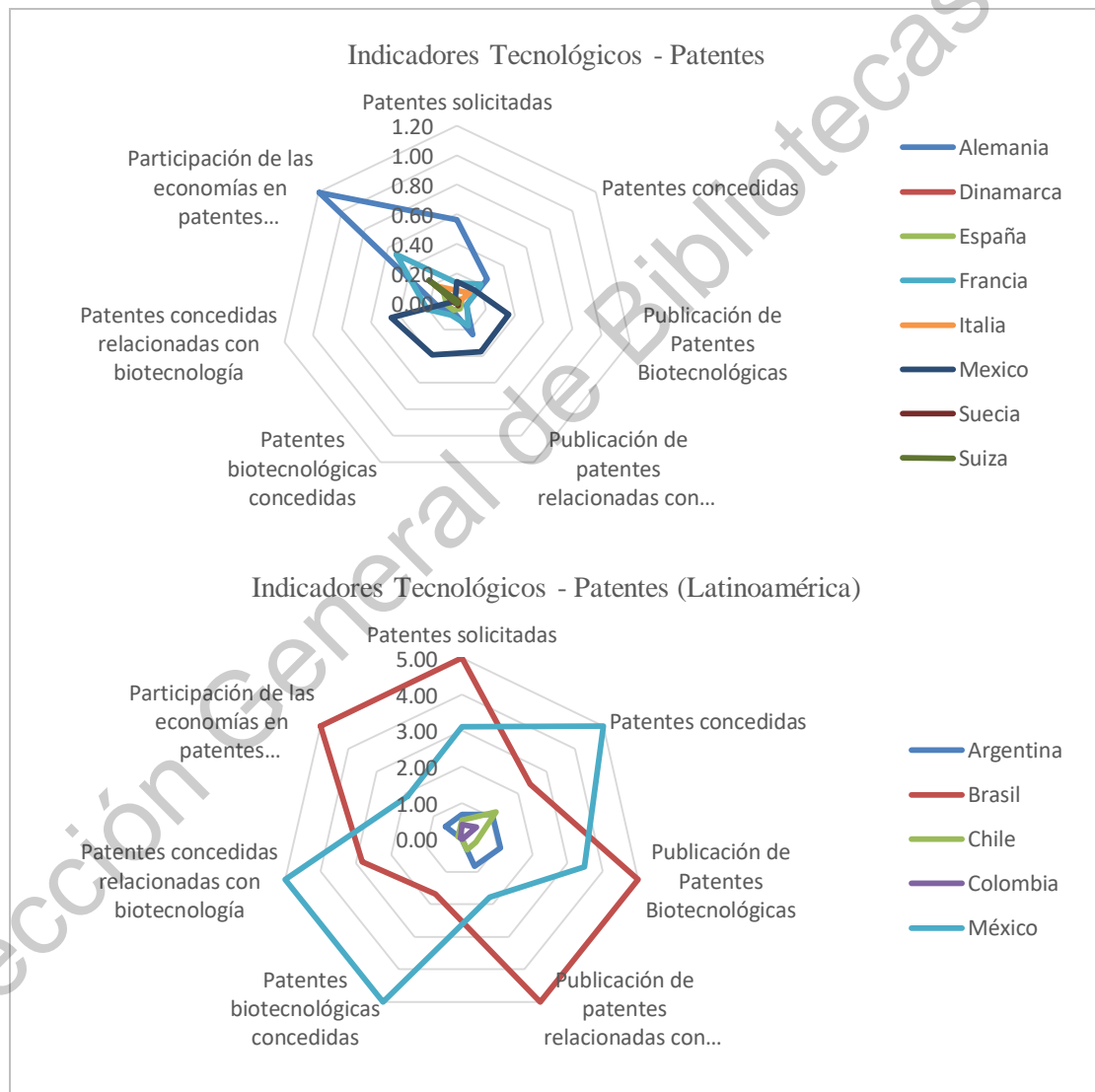


Figura 39. Indicadores tecnológicos - patentes.

Fuente: Elaboración propia con datos de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI, 2018).

Cabe mencionar que de esta gráfica se ocultó la participación de Estados Unidos ya que fue este país el que tuvo el máximo valor en todos los indicadores por lo que no permitía apreciar el comportamiento de los demás países al quedar todos muy por debajo de su valor. Esto además nos refleja el referente en cuestión de Propiedad Intelectual que representa Estados Unidos, estando en todo momento como punta de lanza en patentes.

México se presenta como uno de los principales países en indicadores tecnológicos junto con Alemania, Francia y Brasil, aún le hace falta trabajar en el fomento a la innovación en nivel general, pero en cuestión de biotecnología se aprecia un claro despunte en comparación con los otros países. Otro indicador que le hace falta trabajar a México es que estas patentes que está desarrollando tengan mayor participación en la economía, es decir, lleguen a la comercialización y explotación de la patente.

También se realizó un análisis del indicador de ventajas tecnológicas reveladas en biotecnología con los países líderes en biotecnología de Latinoamérica (Figura 40). Este índice está basado en familias de patentes del IP5 (recuentos fraccionarios), el cual corresponde a las cinco oficinas de PI más importantes del mundo: Oficina Europea de Patentes, Oficina Japonesa de Patentes, Oficina Coreana de PI, Oficina China de PI y Oficina de Patentes y Marcas de EU.

El índice se calcula como la participación del país en las patentes de biotecnología en relación con la participación del país en las patentes totales y México presenta un indicador bajo, lo que apoya el hecho que se debe seguir fomentando la PI tanto en biotecnología como en otras áreas.



Figura 40. Ventajas tecnológicas reveladas en biotecnología en Latinoamérica.

Fuente: Elaboración propia con información de OCDE Key Biotechnology Indicators (2018).

En la Figura 41 se muestra el comparativo internacional del número de patentes biotecnológicas, donde destaca en primer lugar la participación de Estados Unidos, pero al ocultar la información de EU refleja que de los países comparados México ocupa el primer lugar y presenta una curva creciente a diferencia de los otros países, lo que refleja su arduo trabajo en dicha industria al enfocar gran parte de sus desarrollos al área biotecnológica.

Dirección General de Biotecnología UAQ

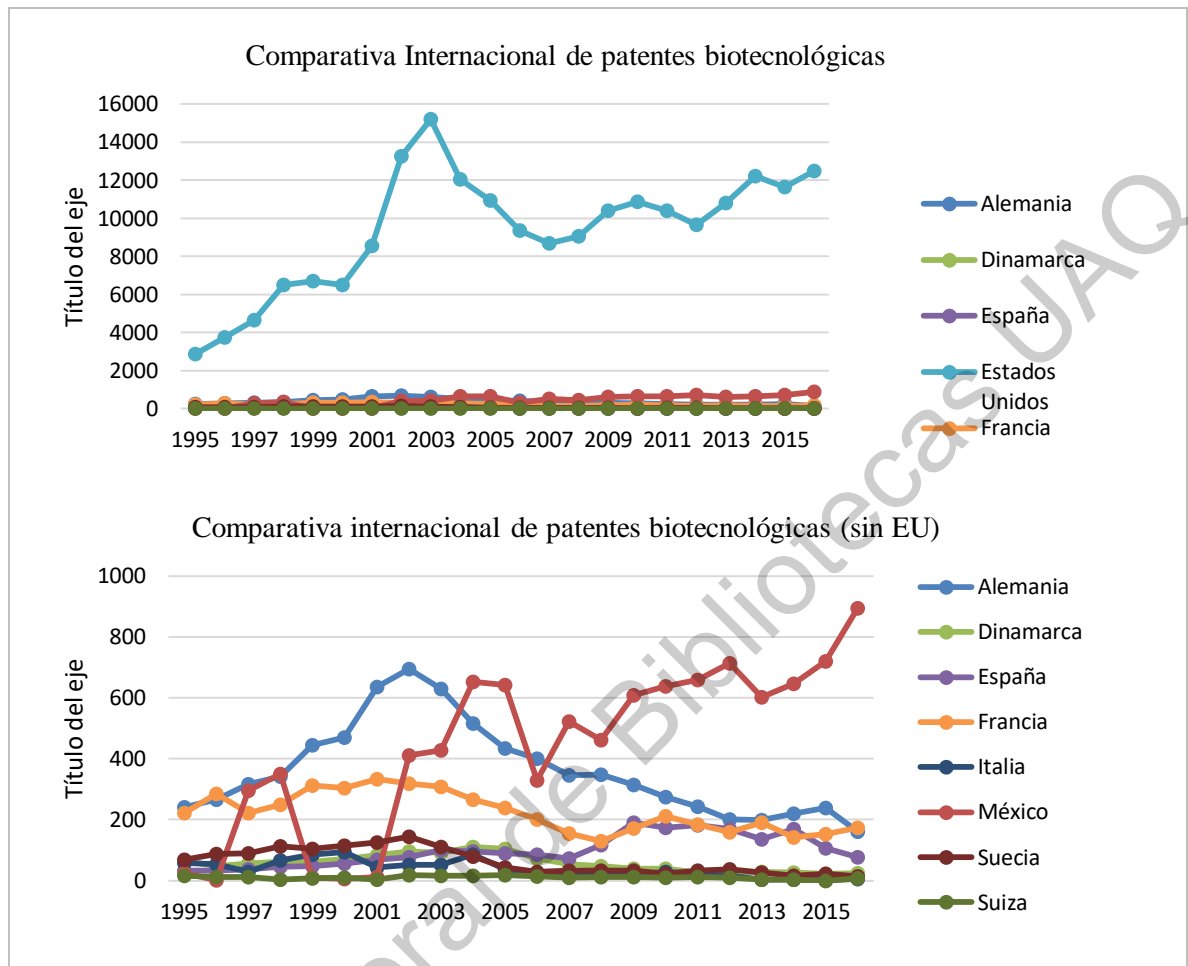


Figura 41. Histórico de patentes biotecnológicas mundiales.

Fuente: Elaboración propia con datos de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI, 2018).

En la Figura 42 se realiza la misma comparación histórica de patentes pero con países latinoamericanos, donde destaca la participación de Brasil y México, aunque en el último año reflejado se nota una caída en los indicadores en todos los países excepto en México. La rama históricamente atendida ha sido la salud, sin embargo, en el comparativo de los últimos años se aprecia una tendencia de desarrollo hacia el sector industrial y Brasil y México son los únicos países en atender la rama agroalimentaria (una de las principales actualmente).

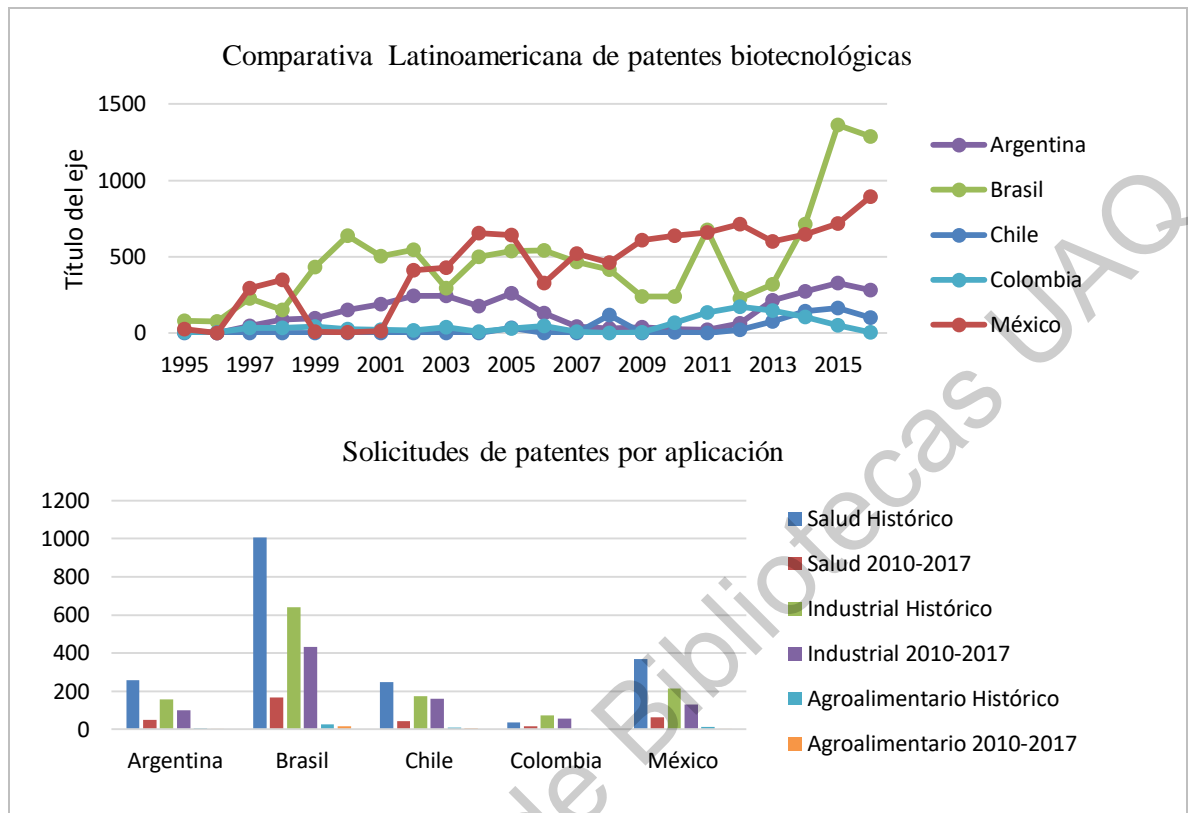


Figura 42. Histórico de patentes biotecnológicas en Latinoamérica y solicitud de patentes por aplicación.

Fuente: Fuente: Elaboración propia con datos de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI, 2018) y ProMéxico (2017).

En la Figura 43 se muestran aquellos indicadores referentes a la I+D en el área de la biotecnología, ésta información fue publicada por la OCDE como indicadores clave de la biotecnología. A diferencia de todas las otras gráficas donde se aprecia un país líder en el área, aquí se muestra un comportamiento irregular con países líderes en diferentes áreas, México fue el país con el mayor porcentaje de gasto en I+D por empresas biotecnológicas medianas y grandes; esto quiere decir que la inversión en biotecnología se está llevando a cabo en su mayoría por empresas grandes y falta inversión de empresas pequeñas. Además, falta mayor presencia de I+D a nivel empresarial, equiparando estos indicadores con los de patentes, da la impresión que en México se está trabajando mucho en desarrollo y patentes, pero a nivel investigación y falta mayor presencia de la industria en el cambio de la biotecnología.

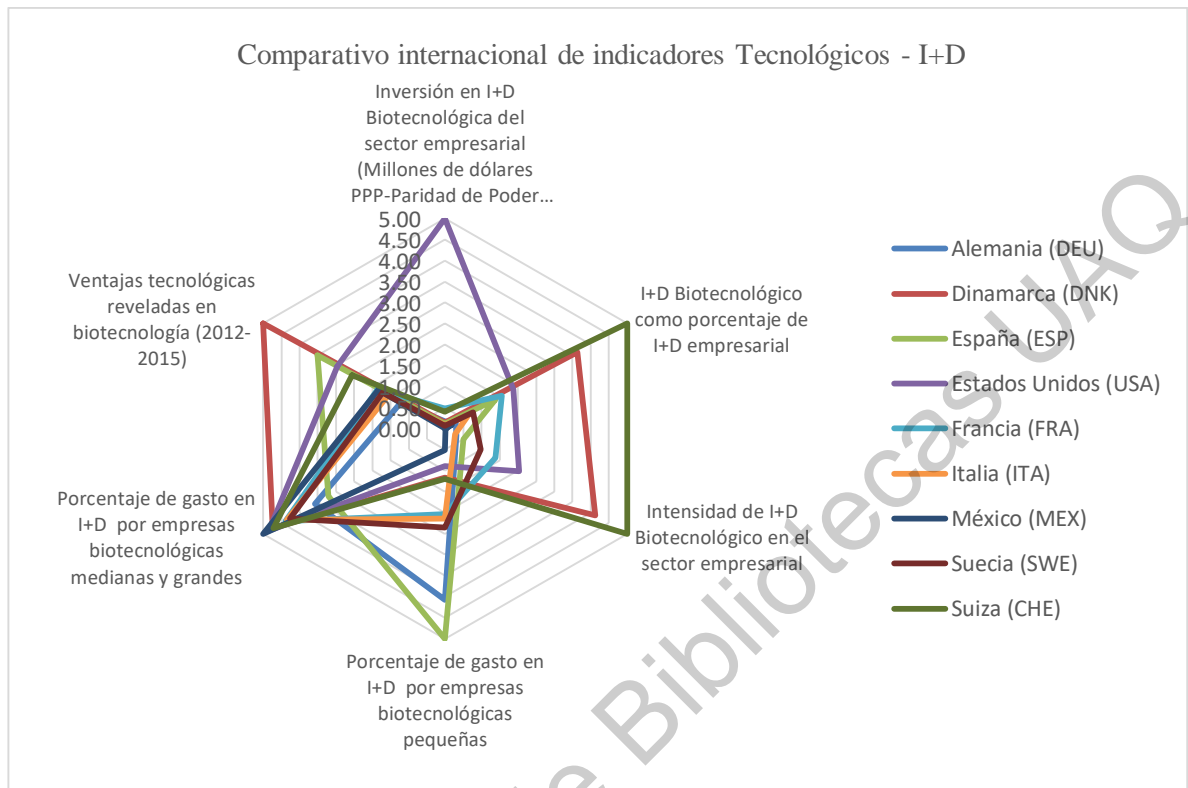


Figura 43. Índice comparativo de I+D biotecnológico en el sector empresarial.

Fuente: Elaboración propia con información de OCDE Key Biotechnology Indicators (2018).

Entorno Económico

El primer indicador del entorno económico es el número de empresas del área biotecnológica y las ramas a las cuales están enfocadas. La cantidad de empresas del área biotecnológica que tiene México es baja en comparación de países como Estados Unidos, Francia y España, sin embargo, está por encima de Dinamarca y Suecia. Además, se agregó un indicador relativo del número de empresas biotecnológicas con el PIB de cada país, obteniendo que México junto con Estados Unidos tienen el indicador más alto de PIB en comparación con el número de empresas.

La segunda gráfica muestra el número de empresas exclusivas de biotecnología, pero además se le agregó un indicador comparativo de número de empresas exclusivas e relación al total de empresas, donde se refleja que México tiene la mayor cantidad de empresas

exclusivas relativas, seguidas por Alemania y Francia. Sin embargo, sí es necesario continuar con el fomento a la biotecnología en las empresas para que empresas no biotecnológicas incorporen productos o servicios relacionados a sus actividades.

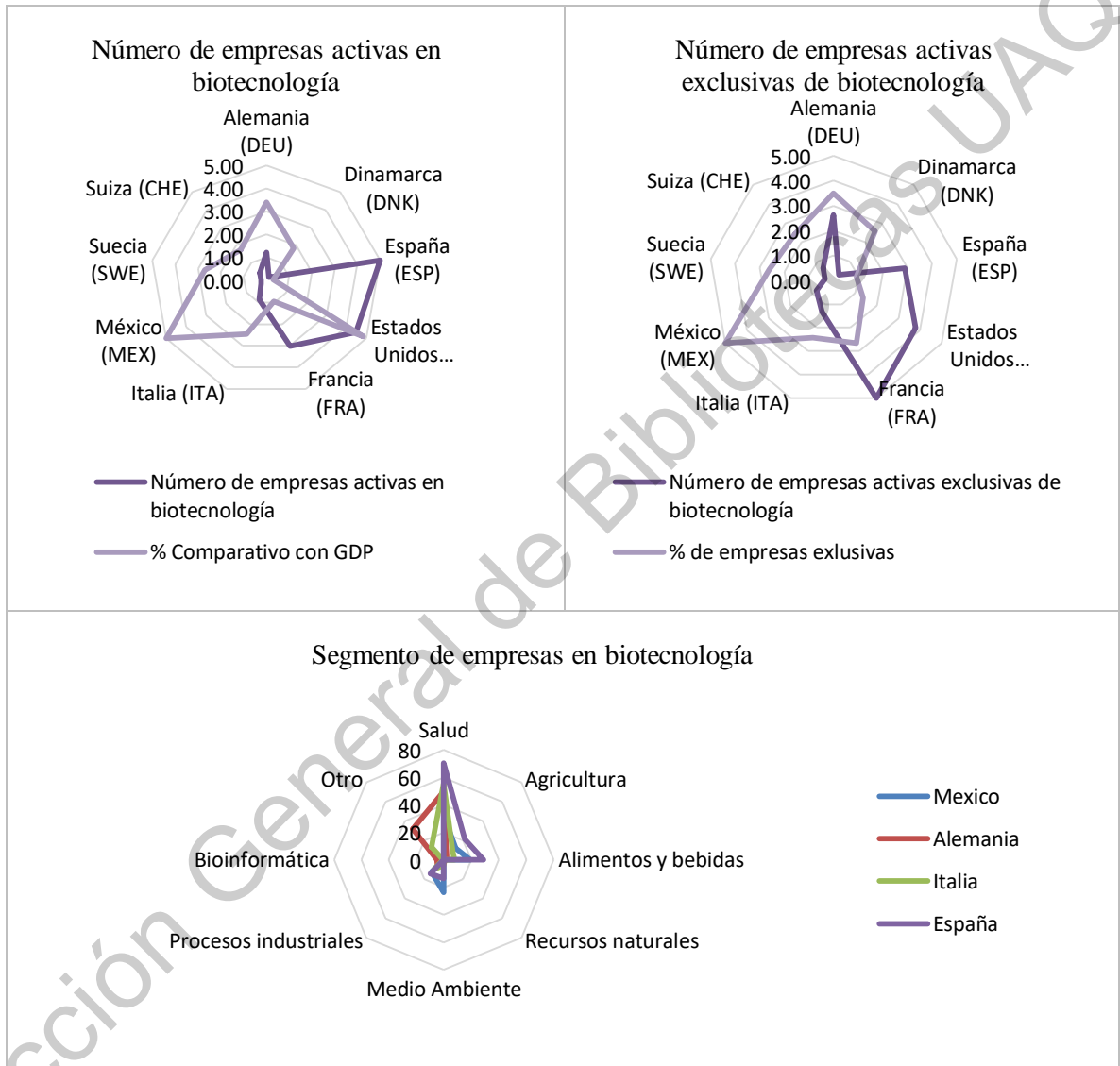


Figura 44. Índice comparativo de número y distribución de empresas activas y exclusivas de biotecnología.

Fuente: Elaboración propia con información de OCDE Key Biotechnology Indicators (2018).

En cuanto a las áreas más atendidas a nivel global se encuentra la rama de la salud, seguida por alimentos y bebidas, agricultura, medio ambiente, procesos industriales y por

último bioinformática y recursos naturales. México se enfoca principalmente en Salud, Medio ambiente, Alimentos y bebidas y Agricultura.

Otro indicador que refleja claramente el estado del entorno económico y la comercialización son las importaciones biotecnológicas a Estados Unidos. En la Figura 45 se representa este indicador donde se aprecia a Alemania y Suiza como principales distribuidores. Sin embargo analizando un poco más los datos se obtuvo que los países con mayor crecimiento de exportaciones son Alemania, España y México, incluso México se convirtió en el quinto proveedor de servicios/productos de ciencia de la vida para Estados Unidos, indicador que tiene lógica al ver la Figura 46 de Ahorros en costos de biotecnología.

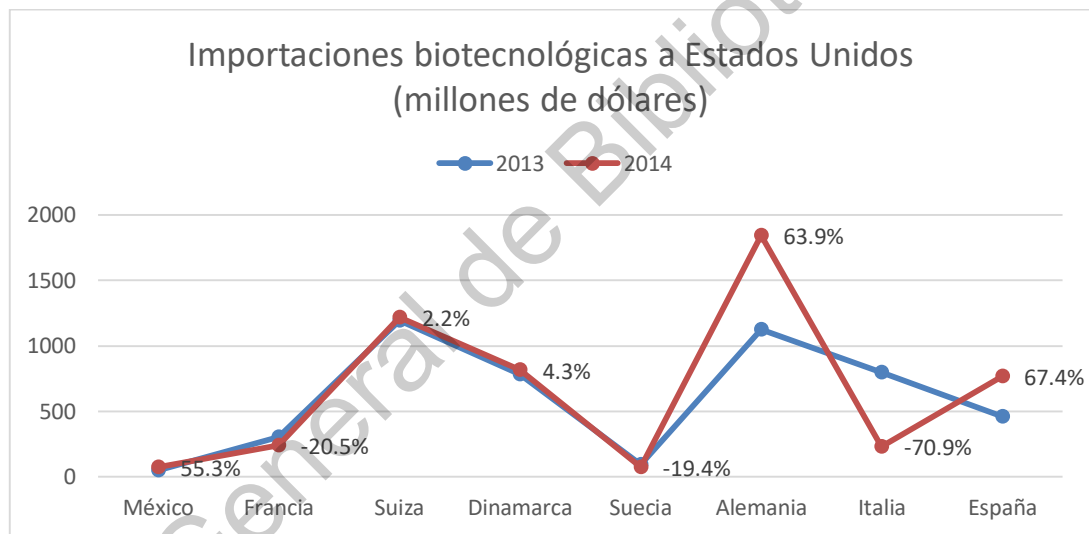


Figura 45. Comparación internacional de la distribución de empresas biotecnológicas.

Fuente: Elaboración propia con información de ProMéxico (2015).

Finalmente, el último indicador económico comparativo con Estados Unidos son los costos de desarrollos biotecnológicos, ofreciendo una oportunidad de subcontratación de servicios de desarrollo para Estados Unidos con ahorros entre el 20 y 45% en I+D, pruebas y fabricación de productos farmacéuticos.

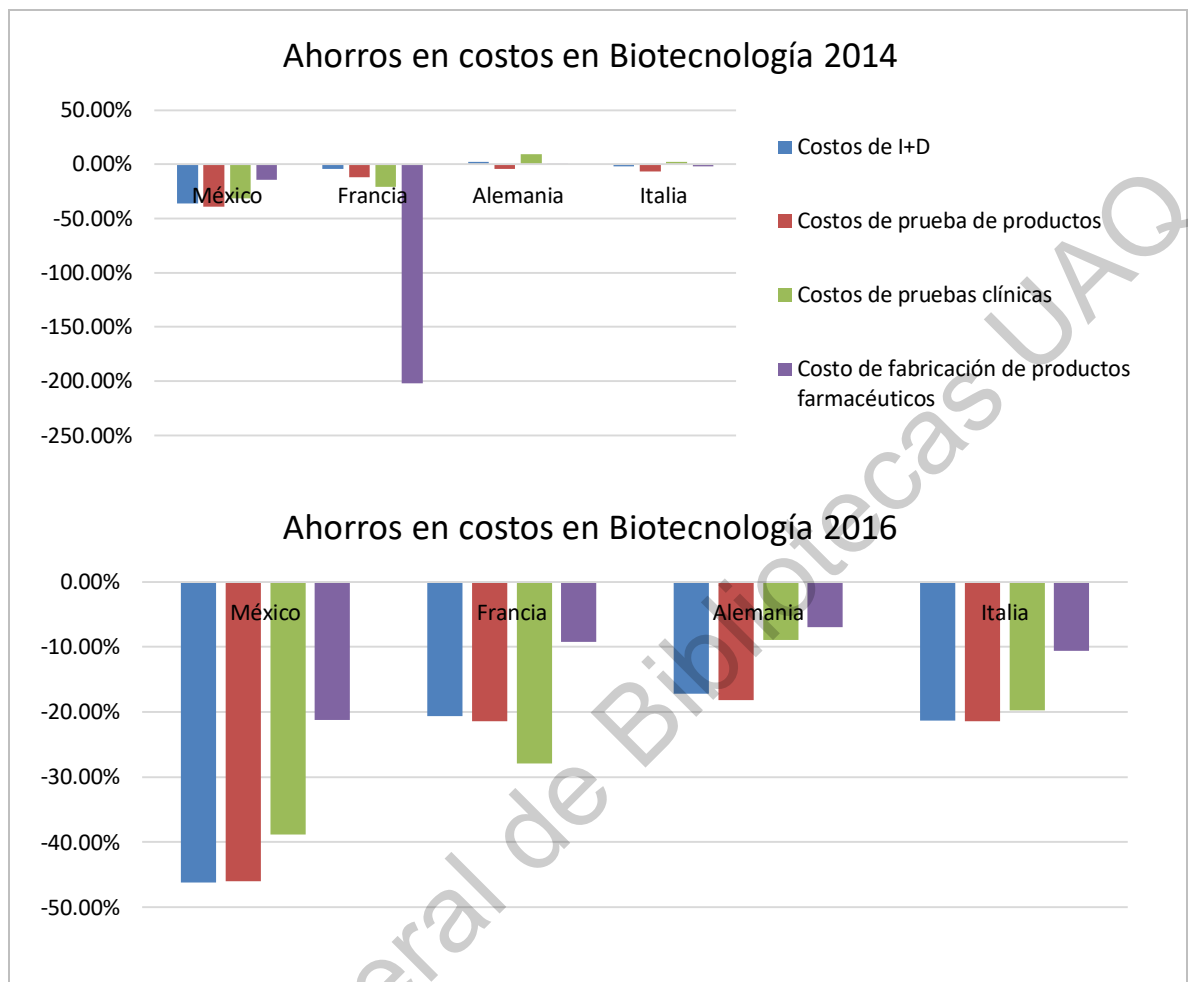


Figura 46. Ahorros en costos en biotecnología en comparación con Estados Unidos.

Fuente: Elaboración propia con información de ProMéxico (2014 y 2016).

2.5 Clúster

Según la definición aportada por Michael E. Porter (1998) los clústeres son concentraciones de empresas e instituciones de un sector específico, interconectadas entre sí y localizadas geográficamente de forma estratégica. Además de las empresas del ramo, estas concentraciones contienen proveedores de insumos críticos y de infraestructura especializada y en ocasiones también canales de distribución y clientes.



Figura 47. Clúster.

Fuente: (Cámara de comercio de Medellín para Antioquia, s.f.).

Los clústeres fomentan tanto la competencia como la cooperación entre las instituciones, permite generar ventajas competitivas duraderas ya que incluye factores como el conocimiento, la motivación y las relaciones entre los participantes, de esta forma la innovación y el éxito están concentradas en una zona geográfica específica. Navarrete, Montoya y Montoya (2009) afirman que algunas de las ventajas de los clústeres es estimular la competitividad y reconocimiento en una región, mejorar los procesos de innovación y de aprendizaje colectivo y promover la complementariedad entre las empresas.

De acuerdo a Navarrete, Montoya y Montoya (2009), desde los años 1800 han sido desarrollados numerosos trabajos académicos referentes a las aglomeraciones de empresas en cierto sitio geográfico y hacen referencia a algunos autores como Marshall en 1920 y Von Thünen en 1826 con “El Estado aislado”, el cual habla de una aglomeración de empresas agrícolas y el uso de la tierra alrededor de una ciudad, esto para poder ahorrar en la transportación de los productos.

También mencionan a otros autores de 1900 que hablan de la elección de las empresas por una localización específica de acuerdo al acceso a los mercados y los proveedores. Porter en 1990 señala que los clústeres tienen un impacto en la productividad y competitividad de las empresas y de la región donde se ubican, y además esta competencia tiene un impacto positivo en la innovación.

Muchas veces los clústeres son formados por cuestiones históricas como la investigación realizada en Harvard o en el MIT que culminaron en la formación de diversos clústeres en Massachusetts (Porter, 1999). Otro ejemplo son los problemas de contaminación en Finlandia, los cuales dieron origen al clúster ambiental.

En otras ocasiones algunas empresas exitosas son seguidas por más empresas en la búsqueda de su mercado como fue el caso de Medtronic o de America On Line que fueron detonantes para la formación del clúster de instrumentos médicos en Minneapolis y el de telecomunicaciones en Washington D.C., respectivamente.

Un caso de éxito muy renombrado en América fue el de Silicon Valley con el clúster tecnológico (microelectrónica y computación) el cual inició por el interés de universidades como Stanford de formar personal capacitado que junto con el apoyo a la innovación permitió la formación de empresas en el ramo en esta zona del norte de California. También, se encuentra Silicon Wadi en Israel, el segundo clúster más importante de innovación de productos y desarrollos de alta tecnología, cuna de diversas *startups* como waze adquirida por Google, CloudLock, comprada por Cisco, Wix, Mobileye, Moovit, entre otras (Yerman, 2019). Casos de éxito en Latinoamérica son el complejo oleaginoso de Argentina o el complejo industrial de minería en Chile (Herrera, 2015).

Esta tendencia de los ecosistemas de innovación está teniendo aún más auge desde 2008 según las seis olas de innovación planteadas por Ferrás (2013), él plantea que la innovación hoy en día está dada en gran parte por lo que se ha venido haciendo en cuestión de innovación desde la revolución industrial, clasificando cada etapa en una ola diferente.

Actualmente se presenta la sexta ola, caracterizada por territorios de alta densidad innovadora, una cultura emprendedora y el surgimiento nuevamente de innovaciones disruptivas que requieren una técnica de mercadeo denominada *technology-push*, ésta se refiere al desarrollo de tecnologías no esperadas por el mercado, las cuales necesitan de un esfuerzo mayor para darlas a conocer, lo que se hace en realidad es crear nuevas necesidades, sin embargo, este tipo de innovaciones disruptivas es una técnica bastante atractiva debido a que genera grandes ganancias en dado caso de acertar en el mercado.

Otro factor determinante en esta sexta ola es lo que se define como el Estado Emprendedor, esta se refiere al papel que juega y al impacto que tiene la administración pública (gobierno) sobre la detonación de innovaciones; su responsabilidad es apoyar esta actividad innovadora y las políticas que se implementen en gran parte son determinantes para que esta innovación surja y crezca o se estanque.

En cuestión política los clústeres requieren mucho apoyo del gobierno, este desempeña un papel fundamental que delimita en gran medida el desarrollo o freno del clúster, ya que es el encargado de establecer las circunstancias que apoyen a las empresas como las condiciones macroeconómicas, las de infraestructura y el reglamento legal. Entonces los clústeres establecen su estructura dentro de los límites políticos del país donde se establecen e influyen en su competitividad incluso a nivel internacional (Porter, 1999).

Aspiazu (1987) indica que los clústeres permiten la creación de ventajas competitivas dinámicas y se debe identificar aquellos que tengan potencial de desarrollo y proporcionarles un entorno ideal para poder promover los actores involucrados y fortalecer las regiones donde surjan. De igual forma, este tipo de organización beneficia a las Pymes ya que se realizan acciones colectivas y fomentan el aprendizaje entre los involucrados (Arteche, Santucci y Welsh, 2013).

Un ejemplo claro del papel e impacto que tiene el gobierno en el desarrollo de clústeres es el que menciona Kim (2000) en el caso de Corea en los años sesentas y setentas en el cual el gobierno fomentó la creación deliberada de grupos industriales relacionados

llamados “chaebols” aunado a otros esfuerzos paralelos como la educación de recursos humanos especializados y con capacidad de transferencia tecnológica, con el objetivo de impulsar la creación de conocimiento inicialmente bajo la técnica de imitación o ingeniería inversa, de esta forma se establecen las bases para el desarrollo posterior propio de tecnología (López, Mejía y Schmal, 2006).

2.5.1 Clústeres Biotecnológicos

Los clústeres biotecnológicos se conforman por todo tipo de empresa relacionada al ramo como empresas de manufactura e ingeniería, incluyendo empresas usuario como las de producción agrícola o farmacéutico y muy importante la parte de investigación académica. Uno de los clústeres más importantes es el RTP (Research Triangle Park) fundado en 1959 y localizado en Carolina del Norte, productor de alta tecnología que concentra diversas empresas incluyendo de la industria biotecnológica como Bayer, el programa nacional de toxicología o el departamento de agricultura, el objetivo general de este clúster es mejorar la calidad de vida de la población de la región mediante un conocimiento sustentable y tecnológico.

Otro clúster de EU es el clúster de Pharma de San Diego California, como su nombre lo dice busca la innovación en la biotecnología farmacéutica. Otro caso de éxito es el Medicon Valley en Escandinavia localizado en Copenhague Dinamarca y Skane del sur de Suecia, este clúster está conformado por universidades, hospitales y compañías relacionadas la industria, surgió por las investigaciones de microbiología y bioquímica iniciadas por la cervecería Carlsberg, la publicidad dedicada a este conjunto la ha posicionado como la bio-región más relevante de Europa.

En Suecia existen otros tres clústeres Biftec Umea, GoteborgBIO y Stockholm-Uppsala LifeScience, en Suiza también se han desarrollado cuatro clústeres BioAlps, BiopoloTicino, BioValleyBasel y GreaterZurichArea. Por otro lado, en América Latina los países con mayor despunte en este ramo son Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Cuba y

México (ProMéxico, 2017), enfocadas en las áreas de agricultura, salud, procesos alimentarios, aplicaciones ambientales y biotecnología industrial.

Hoy en día la mayoría de los clústeres biotecnológicos están localizados en Europa Occidental y en Estados Unidos, teniendo también un gran crecimiento en Asia, la mayoría de estos clústeres están enfocados a la biotecnología roja, aquella aplicada a la medicina y a las ciencias de la salud, la Figura 48 muestra la distribución de los clústeres más importantes a nivel mundial (ver Anexo 2 para más detalles).

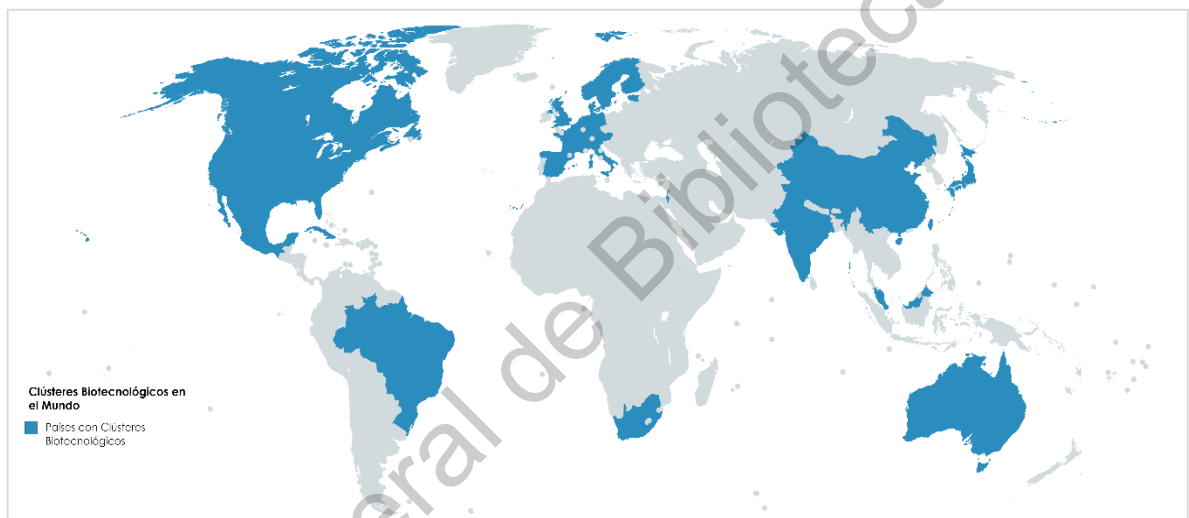


Figura 48. Distribución geográfica de principales clústeres biotecnológicos en el mundo.

Fuente: Elaboración propia con información de ProMéxico (2016), EASME (2015), European Biotechnology Network (2018).

En México se han creado varios clústeres biotecnológicos en estados como Guanajuato, Jalisco, Nuevo León, Morelos y Querétaro (ProMéxico, 2014 y European Biotechnology Network, 2018), algunos de ellos son:

- 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: Actualmente no se encuentra en operación, su objetivo era impulsar el desarrollo de la biotecnología en el Estado y congregar a sus integrantes mediante proyectos de I+D+i.

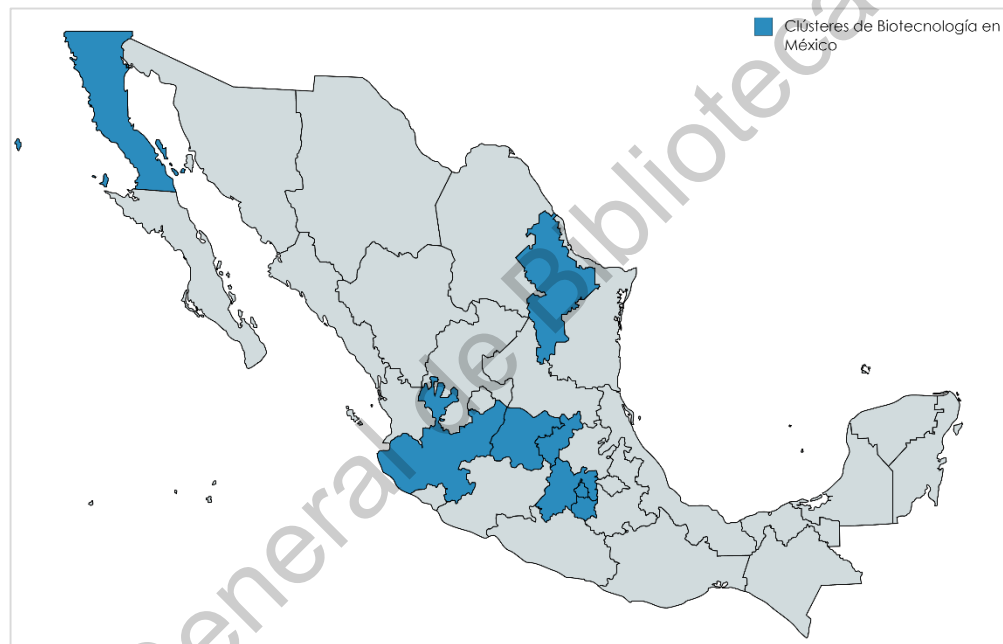


Figura 49. Distribución geográfica de principales clústeres biotecnológicos en México.

Fuente: Elaboración propia con información de ProMéxico (2016).

2.5.2 BIOTQ

El clúster biotecnológico en Querétaro lleva el nombre de BIOTQ, fue consolidado en noviembre de 2012, actualmente no se encuentra en operación. Asociación de la industria biotecnológica que estaba conformada por diversos elementos del ramo como empresas, centros de investigación, universidades y dependencias gubernamentales (BioTQ, Clúster BiotQ, 2014).

El objetivo que perseguía era congregar a sus integrantes mediante proyectos de I+D+i para impulsar el desarrollo de la biotecnología en el estado a través de la generación y aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos, la transferencia y comercialización de biotecnologías y el apoyo a emprendedores y proyectos productivos. Esta sinergia buscaba detonar la competitividad en el estado a través de estrategias de asociación entre los integrantes y encaminarlas a la inteligencia competitiva del mercado.

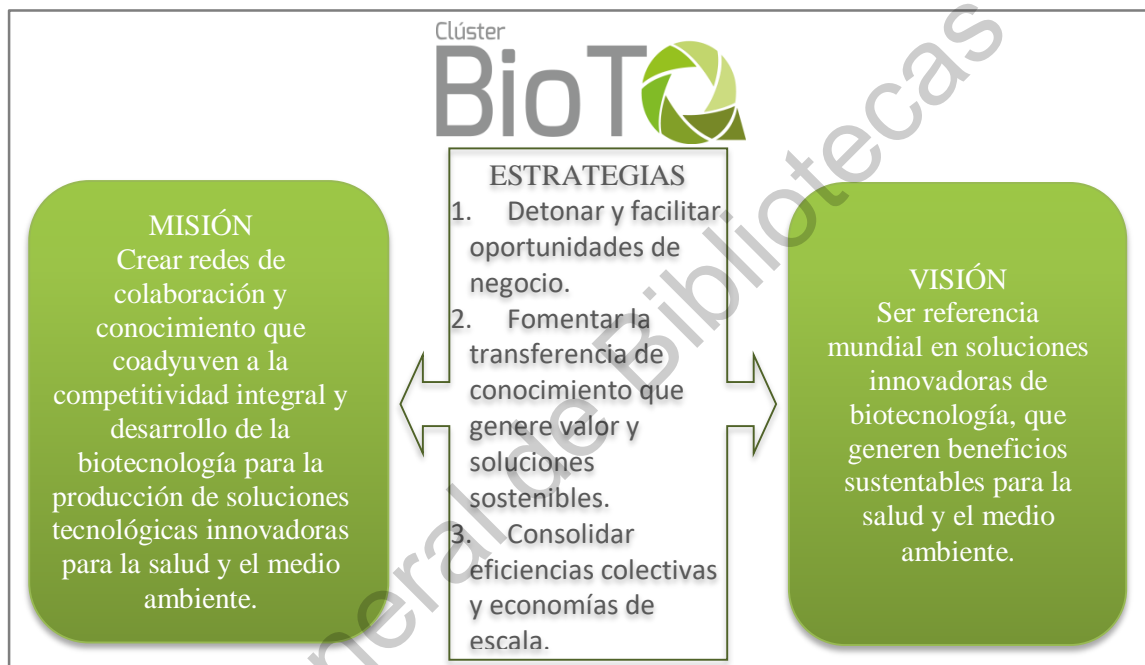


Figura 50. Clúster BioTQ.

Fuente: Elaboración propia, basado en BioTQ (2014).

Los servicios con los que contaba eran:

- Capacitación: Programa de capacitación continua, con estándares internacionales dirigido a empresas principalmente de la industria alimenticia e impartido por personal altamente capacitado.
- Vigilancia integral: Proporcionar información oportuna de la industria, ya sean sucesos políticos, económicos, sociales y/o tecnológicos, para contribuir a la correcta toma de decisiones y el crecimiento de las empresas, así como permitir

plantear estrategias con anticipación frente a los cambios que se susciten en la industria.

- Centro documental: Ofrecer información actualizada de la industria como estudios, normas oficiales, artículos de investigación, disposiciones gubernamentales, notas de prensa, entre otros.
- Comunicación: Flujo de información de eventos del clúster y de los integrantes a través de un boletín semanal y comunicados especiales.
- Comercio Exterior: Ofrece diversos servicios de vinculación con el objetivo de que sus asociados incrementen su mercado geográfico, como lo son: participación en ferias internacionales y misiones comerciales de ProMéxico; encuentros Business to Business (B2B) con empresas extranjeras que deseen incorporar empresas mexicanas como proveedores; y grupo de promoción de exportadores, un conjunto de empresas de un mismo sector de producción o canal de distribución, que cree sinergia y aumente la competitividad de sus exportaciones al mismo tiempo que reduce costos y riesgos.
- Alta en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT): Ofrecer guía y seguimiento a las empresas que deseen obtener apoyos CONACYT durante el proceso de registro del RENIECYT, el cual es un requisito indispensable que le permite al CONACYT identificar las instituciones, empresas, organismos, centros y personas que llevan a cabo actividades relacionada con la Investigación y Desarrollo de Ciencia y Tecnología en México.
- Integración de Proveedores: Organización de agendas de negocio uno a uno entre compradores y vendedores, esta medida permite a las empresas ancla (grandes empresas) localizar y establecer contacto con todo tipo de proveedores que cumpla con sus especificaciones, principalmente MiPymes locales, regionales y/o nacionales.
- Vinculación: Permitir la interacción entre empresas del ramo interesadas en proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) con Instituciones de Educación Superior como la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ),

Tecnológico de Monterrey, Universidad del Valle de México (UVM) y Universidad Tecnológica de Corregidora (UTC).

- Punto Mover a México: Red de apoyo al emprendedor, permitir la vinculación con programas de apoyo del gobierno para emprendedores y MiPymes. Ofrece diagnóstico empresarial y plan de mejora, asesoría, vinculación con los programas públicos o privados y asesoría para acceder a créditos.

El clúster Biotecnológico estaba conformado por 30 socios (BioTQ, Clúster BioTQ, 2014) entre los cuales se encontraban 5 instituciones educativas, laboratorios, 2 entidades de gobierno, y 24 empresas, médicas, químicas y principalmente de la industria agrónoma y agropecuaria, e incluso una empresa de gestión tecnológica, los nombres de estas instituciones se encuentran en la Tabla 3.

EMPRESAS		INSTITUCIONES
Sodif	Koppert México	Tecnológico de Monterrey Campus Querétaro
Granotec	IIIA Instituto Internacional de Investigación Animal	Universidad del Valle de México
Productos Naturales de Querétaro, S.A. de C.V. PRONAQRO	Euro Nutec Premix	Universidad Autónoma de Querétaro
Silliker México	Polhidro	Universidad Tecnológica de Corregidora
Terbium Industrial	Green Organics de México	Secretaría de Desarrollo Sustentable SEDESU
Nutrimeza	Rancho El Acicate	Cámara Franco Mexicana de Comercio e Industria Capítulo Bajío

Thor Químicos de México	Camacho & Meuer Agroconsulting	Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro CONCYTEQ
Sustentabilidad en Energía y Medio Ambiente S.A de C.V.	Biología Molecular Diagnóstica, S.A. de C.V. BIMODI	Anfer Consultores
Aquanimals S. de R.L. de C.V.	CMR Compañía Mexicana de Radiología	
ACH Biotecnología Sustentable	Nucitec	
App Factory	Waters	

Tabla 3. Integrantes del Clúster Biotecnológico.

Fuente: Elaboración Propia.

La clasificación de las empresas pertenecientes al clúster se realiza de acuerdo a los parámetros de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería, quedando ordenadas en empresas “grises” aquellas que utilizan procesos tradicionales de fermentación o subproductos como materia prima; las “amarillas” de los sectores alimenticios y de nutrición; y las “verdes” enfocadas a la crianza y control biológico animal (Vázquez, 2014). Aproximadamente 50% de estas empresas es de capital internacional y la mayoría está asentada en el municipio de Querétaro (Becerril, El Economista, 2013).

La formación de un clúster trae consigo múltiples beneficios para las empresas, entre ellos destaca una mayor accesibilidad y fluidez para la obtención de fondos del gobierno en el desarrollo de proyectos científicos, tecnológicos y de innovación como afirmó el director de Desarrollo Empresarial de la Secretaría de Desarrollo Sustentable de Querétaro, Juan Carlos Ituarte Zarza (Becerril, El Economista, 2013). Sin embargo, los cambios administrativos pueden complicar la gestión tecnológica y poner en riesgo la permanencia de una organización de éste tipo, situación que se encuentra actualmente con éste clúster. No

obstante, la industria biotecnológica en el estado continúa en crecimiento y el conocer los factores que influyeron en la formación y estancamiento del clúster BioTQ permitiría conocer mejor el entorno de la industria y las brechas de desarrollo existentes.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Antecedentes y/o fundamentación teórica

Esta sección tiene como objetivo mostrar las investigaciones que se han hecho en cuestión de prospectiva, principalmente en el desarrollo de modelos y la identificación de factores clave en el área de biotecnología. De igual forma, se indicará de qué manera estas investigaciones previas servirán de fundamento para el desarrollo de la presente investigación. En primer lugar, en la Tabla 4 se señalan las investigaciones más relevantes identificadas en el tema de modelos de prospectiva tecnológica y se describe el contexto para el que fueron desarrollados y la forma en la que contribuyen para la presente investigación. Además, estos modelos fueron abordados a más detalle en la sección del marco teórico de modelos prospectivos.

<i>Autor</i>	Título	Descripción
<i>Mojica (2008)</i>	Modelo de mayor complejidad de la prospectiva estratégica	Este modelo se identificó como uno de los más empleados y citados en las investigaciones de prospectiva, muestra una secuencia de pasos para llevar a cabo prospectiva que involucra herramientas de investigación de fuentes tanto primarias como secundarias y proporciona un listado de herramientas que se pueden emplear en cada una de estas etapas. Además, señala como actividades fundamentales el análisis del estado del arte, la vigilancia tecnológica, la detección de futuras tecnologías y la identificación de los factores de cambio y las variables estratégicas, definiendo una caja de herramientas específica para cada etapa. En la etapa de variables estratégicas lo aborda desde un concepto sistémico y complejo de la realidad abarcando variables tecnológicas, económicas, sociales, culturales, políticas y ambientales. Este modelo servirá de base en la investigación ya que define un contexto completo para la identificación de las variables de cambio y aporta aquellas herramientas que considera relevantes para la aplicación del modelo, sin embargo tendría que ser modificado y validado para el contexto biotecnológico

		además de identificar las variables claves específicas para la industria y el nivel de impacto de cada una.
SENA (2009)	Modelo de prospectiva y vigilancia tecnológica del SENA	Es un modelo que tiene el objetivo de apoyar el proceso de anticipación para la toma de decisiones para visualizar oportunidades y la orientación de la formación profesional y gestión del talento humano, es decir, para la definición de la oferta educativa. Modelo desarrollado en Colombia, realiza un análisis prospectivo de la demanda empresarial para determinar la oferta educativa del centro para el que fue desarrollado. Es un modelo más especializado para un sector específico; sin embargo, servirá para el análisis de las etapas y herramientas que se emplean, para determinar aquellas de utilidad para la investigación.
Balbi (2010)	Método MEYEP	En esta investigación se propone un método de prospectiva base, el cual podrá ser aplicado por completo o se podrá elaborar un diseño propio tomando en cuenta lo que se explica en cada etapa, es decir, lo considera como un eje metodológico base sin descartar otras propuestas o variantes. En esta investigación además indica cuáles son las bitácoras que se deben emplear durante cada etapa de la investigación. Es un modelo flexible que propone la modificación del mismo para la aplicación y mejora para otros casos de estudio y otras industrias.
Romero (2010)	Modelo de prospectiva tecnológica para la identificación de oportunidades de negocio con base tecnológica	Esta investigación propone un nuevo modelo de prospectiva con el objetivo de identificar oportunidades de desarrollo de negocios y define con más detalle el paso a paso que se debe de llevar, así como el conjunto de herramientas que se deben emplear, incorporando incluso un ejemplo de simulación de aplicación en una empresa. Esta investigación está enfocada para negocios de base tecnológica en general y propone como investigación futura la aplicación del modelo en una empresa de cualquier giro. Al igual que en el modelo de Mojica este modelo puede servir como base al comparar las herramientas que proponen y aplicarlo y validarlo para la industria biotecnológica.

Tabla 4. Modelos de Prospectiva como antecedentes y fundamento para la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

Los cuatro modelos que se identificaron ofrecen un conjunto de pasos, algunos más detallados que otros, y un listado de herramientas y técnicas de prospectiva, que buscan establecer un marco metodológico para llevar a cabo prospectiva en diferentes áreas principalmente de desarrollo tecnológico. Si bien, ninguno se enfoca directamente al análisis de esta industria, se propone como investigación futura la adecuación y aplicación de los mismos a empresas de otros sectores, por lo que las investigaciones anteriores en la materia dejan abierta la puerta para la presente investigación.

Se analizaron las características más relevantes de cada modelo, las cuales se resumen en la Tabla 5, donde se puede observar que el Modelo más completo para este caso específico de prospectiva biotecnológica y del que se tiene mayor información en la aplicación en otra industria es el Modelo de prospectiva tecnológica para la identificación de oportunidades de negocio con base tecnológica. Con base en éste modelo se decide llevar a cabo en la presente investigación, los primeros dos pasos que son el análisis de tendencias y la identificación de factores de cambio, a través de un análisis STEEP.

Característica	Modelo de Mayor complejidad de la prospectiva estratégica. (Mojica, 2008)	Modelo de prospectiva y vigilancia tecnológica del SENA. (SENA, 2009)	Método MEYEP Balbi (2010)	Modelo de prospectiva tecnológica para la identificación de oportunidades de negocio con base tecnológica. (Romero, 2010)
Referencia actual	✓	✓	✓	✓
Paso a paso detallado	✓	✓	✓	✓
Herramientas para evaluación	✓	✓	✓	✓
Análisis STEEP	✓	✓	✓	✓
Área tecnológica	✓	✗	✓	✓
Ejemplo de aplicación	✗	✗	✓	✓
✓ Si cumple ✓ Cumple medianamente ✗ No cumple				

Tabla 5 Análisis de modelos de prospectiva.

Fuente: Elaboración propia.

Entonces, el objetivo principal de esta investigación es identificar los factores de cambio que intervienen en la industria biotecnológica para definir el impacto que tienen y que servirán como variables alimentadoras del modelo de prospectiva. En esta área se identificaron dos investigaciones en las que se hace análisis de factores de cambio y megatendencias.

<i>Autor</i>	<i>Título</i>	<i>Descripción</i>
<i>Romero (2010)</i>	Modelo de prospectiva tecnológica para la identificación de oportunidades de negocio con base tecnológica	<p>Esta investigación presta especial interés a los factores de cambio en las dos primeras etapas del modelo que propone. El primer paso es la identificación y análisis de tendencias que incluye el monitoreo, pronóstico y evaluación de la tendencia.</p> <p>El segundo paso es la identificación de factores de cambio abarcando los factores clave, los tópicos emergentes y los puntos de quiebre.</p> <p>Esta investigación fue aplicada para un caso de estudio de PEMEX y en cada etapa se muestra la metodología, el ejemplo de tendencias y factores de cambio identificados y las herramientas empleadas como encuesta a empresas, análisis de patentes, revisión de literatura y análisis FODA.</p> <p>Esta investigación proporciona una guía específica que puede ser replicada, modificada y especializada para cualquier otro sector, investigación futura que propone el mismo autor.</p>
<i>Güemes-Castorena (2009)</i>	Megatrend methodology to Identify Development Opportunities	<p>Esta investigación consiste en el desarrollo de una metodología de prospectiva estratégica de megatendencias que permita identificar las oportunidades de desarrollo para cada estado en México. Esta metodología inicia con la selección de un área de conocimiento y la aplicación de la metodología que consta de siete pasos y se obtiene finalmente un escenario posible.</p> <p>Esta metodología opera con información proveniente de clústeres industriales y datos económicos, políticos y geográficos. Los pasos incluyen revisión literaria, entrevistas con expertos, rastreo de tecnologías emergentes, la evaluación del impacto de la megatendencia, entre otras.</p>

	<p>En esta investigación será fundamental ya que proporciona para cada paso un conjunto de sub pasos y actividades específicas que se deben llevar a cabo para la aplicación de la metodología, además de que ya se empleó esta metodología en un análisis de biotecnología en la agricultura y en la medicina, por lo cual servirá de base para la investigación en las otras ramas de la biotecnología para el caso específico de Querétaro.</p>
<p>Vecchiato (2010)</p>	<p>Strategic foresight in corporate organizations: Handling the effect and response uncertainty of technology and social drivers change</p> <p>Este es un artículo descriptivo que aborda el tema de cómo identificar y monitorear los factores de cambio en los negocios, tecnología, economía, política, sociedad, etc. y cómo afrontar estos factores de cambio desde un punto de vista empresarial. En el artículo se presentan ejemplos de empresas como Kodak, Starbucks y Nokia. En este artículo se resalta la importancia de la prospectiva estratégica y de los factores de cambio y cómo éstos afectan al desempeño de las empresas.</p>

Tabla 6. Investigaciones de análisis de factores de cambio y megatendencias como antecedentes y fundamento para la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

En la investigación de Romero (2010) se señala como una propuesta de estudio futuro un sistema de actualización de prospectiva tecnológica para evaluar tendencias y factores de cambio dentro del periodo de validez del trabajo prospectivo y realizar la aplicación del modelo en una empresa de cualquier giro y resaltar las conclusiones que resulten de la aplicación. Por otro lado, Güemes-Castorena proporciona una metodología de siete pasos para la identificación y análisis de megatendencias la cual ya ha sido aplicada para ciertas áreas de la industria biotecnológica, con la posibilidad de retomarla para un análisis completo y específico para Querétaro. Ambas investigaciones servirán de base para la definición de los factores de cambio y variables estratégicas que alimentarán al modelo de prospectiva biotecnológica en Querétaro.

3.2 Problema de estudio

La industria biotecnológica ha tenido un crecimiento constante y se pronostica que la demanda de sus productos y/o servicios continuará debido a que existen múltiples aplicaciones que tiene la biotecnología y que son ajustables a cualquier sector industrial o social. De acuerdo a una investigación y análisis económico de las tendencias del mercado y su contribución en la solución de desafíos sociales, la Comisión Europea (2012), identifica como KETs (Key Enabling Technologies) a la micro y nano electrónica, la nanotecnología, la fotónica, materiales avanzados, las tecnologías avanzadas de fabricación y a la biotecnología industrial, señalando a ésta última como la KET impulsora de la bioeconomía, donde cada euro invertido en I+D+i en esta área genera un rendimiento diez veces mayor.

En el Estado de Querétaro, la industria biotecnológica ha cobrado gran relevancia posicionándose dentro de las principales áreas de desarrollo, se calculan alrededor de 100 empresas vinculadas, que generan aproximadamente 25,000 empleos. Las áreas biotecnológicas en las que se enfocan principalmente son: grises, amarillas y verdes (Tabla 1), es decir, soluciones para el medio ambiente, industria de alimentos y agricultura, respectivamente.

Además de éstas áreas biotecnológicas, otras aplicaciones que se podrían desarrollar en Querétaro son: 1) biotecnología roja debido a la gran demanda que presenta y al crecimiento que ha tenido el sector salud en el Estado, incluso con la formación del clúster queretano médico y de salud, con el cual se abriría la posibilidad de conformar equipos multidisciplinarios; 2) biotecnología blanca debido a la orientación industrial que tiene Querétaro, enfocada a procesos industriales como el diseño de procesos y productos que consuman menos recursos, o 3) la biotecnología dorada y nanotecnología ya que el estado es fuente de importantes recursos humanos que podrían encaminarse a esta industria, además de contar con el clúster de TI en Querétaro.

Sin embargo, para analizar cuáles de estas ramas son más factibles de desarrollo y plantear los posibles escenarios se requiere de la prospectiva y de identificar aquellos factores

que intervienen en el desarrollo, crecimiento o estancamiento de las empresas. Estos factores pueden ser constantes cambios sociales, económicos, políticos o tecnológicos, como la globalización o la rápida evolución de la tecnología, principalmente de las TIC's, que combinados determinan el futuro de cierta empresa o sector y lo vuelven aún más incierto.

En contraste, la prospectiva tiene como objetivo reducir este nivel de incertidumbre al proporcionar conocimiento de los posibles escenarios futuros de la ciencia, tecnología, economía y sociedad.

Actualmente, ya existen modelos de prospectiva, sin embargo, éstos están enfocados al desarrollo tecnológico en general, los cuales serán tomados como punto de partida y con la selección de un modelo de prospectiva específico para la industria biotecnológica, no solo se indicará el proceso a seguir para la realización de la prospectiva y las herramientas que se emplean como vigilancia tecnológica, aplicación de Delphi y generación de escenarios, sino que previamente indicará cuáles son los factores de cambio y las variables estratégicas específicas para la industria biotecnológica así como el impacto que cada una de ellas tiene en la rama que se desee analizar, para que de esta manera se logre generar escenarios más certeros y realizar prospectiva biotecnológica.

Romero (2010) en su investigación y desarrollo del Modelo de Prospectiva Tecnológica, señala la clasificación de los factores de cambio en tres tipos:

- Factores Clave: Son los elementos que cambian contundentemente y pueden ser tangibles como alguna tecnología o intangibles como una idea, un concepto o un principio científico. La identificación de los factores clave permite encontrar las oportunidades de negocio factibles de desarrollo.
- Tópicos emergentes: Son fenómenos o procesos recientes pero que tienen la posibilidad de convertirse en una tendencia a futuro. Para identificarlos se requiere de una visión a futuro y de la participación de expertos y equipos multidisciplinarios.

- Puntos de quiebre: Son acontecimientos cuya ocurrencia implica una fractura o cambio abrupto en una tendencia existente.

Es por ello que lo que se plantea es efectuar una evaluación de experiencias de industrias biotecnológicas a nivel mundial, además de analizar en retrospectiva el crecimiento de la industria y realizando comparaciones con otros estados y países, con el fin de identificar los factores clave, tópicos emergentes y puntos de quiebre que tienen impacto en la industria y viceversa, para que con base en ellos se pueda alimentar el modelo que se elija y que permita plantear los escenarios factibles de desarrollo en Querétaro y así se determine la evolución pronosticada para el campo biotecnológico.

3.3 Pregunta de Investigación

La industria biotecnológica presenta un crecimiento constante desde los últimos años, sin embargo, los diferentes factores que influyen en su comportamiento, como los constantes cambios sociales, la globalización o la rápida evolución de la tecnología la convierten en una industria con un futuro aún más incierto.

La presente investigación plantea que es preciso identificar estos factores y el efecto que tienen para poder pronosticar las tendencias de desarrollo tecnológico que permitirán un crecimiento mayor en la industria, por ello se pretende resolver la siguiente pregunta de investigación: *¿Cuáles son los factores que intervienen en el impulso o freno de la biotecnología en el caso específico del Estado de Querétaro?*

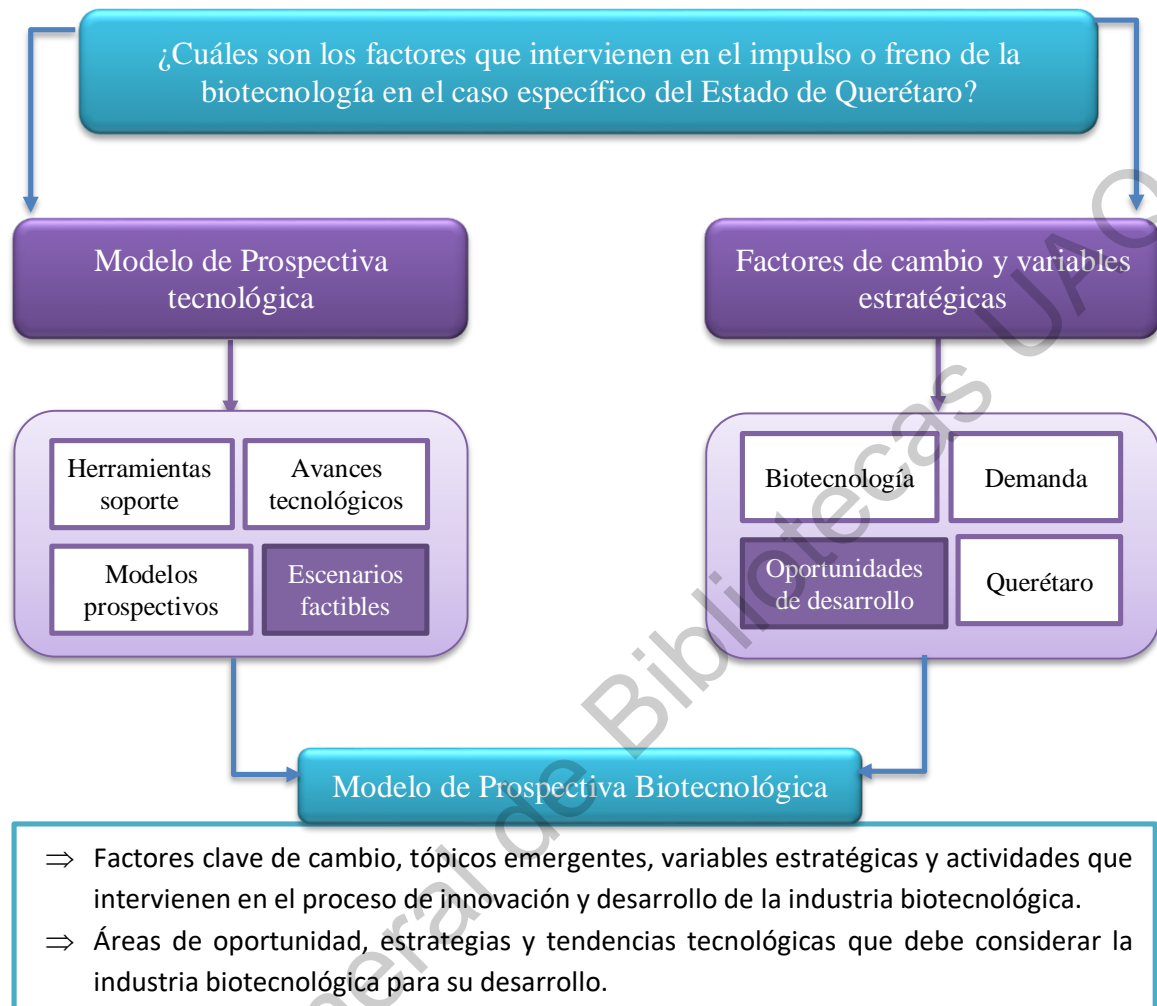


Figura 51. Esquema de planteamiento del problema.

Fuente: Elaboración propia

3.4 Hipótesis de Investigación

Para el establecimiento de las hipótesis, en primer lugar, se identificaron las dimensiones a analizar y se clasificaron en tres variables que son entorno, capacidad de desarrollo y desempeño organizacional (Figura 52). Además, se consideraron las áreas de estudio de la investigación que son Gestión de la Tecnología y la Biotecnología como subconjuntos de las dimensiones.

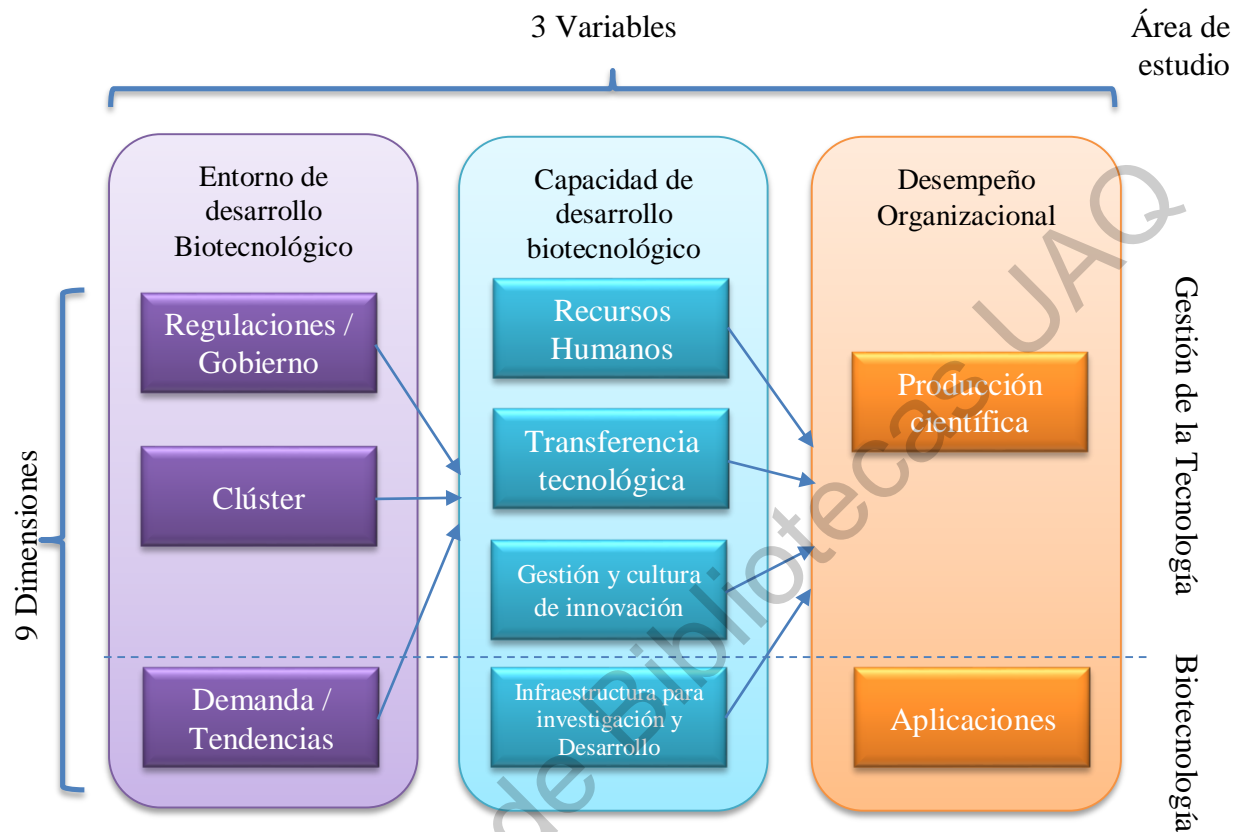


Figura 52. Variables de investigación.

Fuente: Elaboración propia.

La primera variable, comprende las dimensiones externas, aquellas que evalúan el entorno de desarrollo biotecnológico, entre las cuales se encuentran las regulaciones y apoyo de gobierno, el clúster biotecnológico (concentración de empresas) y la demanda y tendencias de desarrollo en el mercado.

$$\text{Entorno} = (\text{Regulaciones}, \text{Clúster}, \text{Demanda})$$

La segunda variable es la de capacidad de desarrollo biotecnológico, determinada por las dimensiones internas de la empresa, como recursos humanos, infraestructura para investigación y desarrollo, transferencia tecnológica y la gestión y cultura de innovación.

$$\text{Capacidades} = (\text{RH}, \text{Infraestructura}, \text{TT}, \text{Gestión de Innovación})$$

Las dimensiones externas afectan a la capacidad de desarrollo de la empresa, es decir:

$$\text{Capacidades} = f(\text{Entorno})$$

$$\text{Capacidades} = f(\text{Regulaciones, Clúster, Demanda}).$$

$$H1: (RH, Infraestructura, TT, GI) = f(\text{Regulaciones, Clúster, Demanda}).$$

Finalmente está la tercera variable, el desempeño organizacional, el cual está determinado por las variables anteriores y se puede evaluar con las dimensiones de las aplicaciones biotecnológicas que genera la empresa y su producción científica. Obteniendo:

$$\text{Desempeño} = (\text{Producción científica, Aplicaciones})$$

$$\text{Desempeño} = f(\text{Capacidades})$$

$$H2: (\text{Produc. Científica, App}) = f(RH, Infraestructura, TT, Gestión de Innovación).$$

Con base en estas variables se obtuvieron las siguientes hipótesis:

- H0: No existe correlación ni efecto alguno entre las dimensiones clave de la industria biotecnológica.
- H1: Los recursos humanos, la infraestructura, la transferencia tecnológica y la gestión de la innovación se encuentran en función de las regulaciones, el clúster y la demanda del mercado.
- H2: La producción científica y las Aplicaciones quedan en función de los Recursos humanos, la infraestructura, la Transferencia Tecnológica y la Gestión de Innovación.

Las dimensiones seleccionadas tienen sustento en las investigaciones de NEOS (2009), OCDE (2012), Guadarrama y Manzano (2016) y Moyeda y Arteaga (2016), los cuales, en investigaciones y reportes previos, aportan índices de medición de innovación y métricas de transferencia tecnológica para la industria biotecnológica (Tabla 7).

Dimensiones de Investigación	Descripción	Fuente
Regulaciones / Gobierno	Abarca el ambiente de políticas públicas y los mecanismos de regulación conforme a los cuales el gobierno del estado apoya las actividades de investigación y desarrollo e innovación	Guadarrama y Manzano (2016) OCDE (2012) NEOS (2009)
Clúster	Evalúa el impacto y desempeño del Clúster biotecnológico para identificar si es un clúster de conocimiento (concentraciones de empresas e instituciones de un sector específico, interconectadas entre sí y localizadas geográficamente de forma estratégica).	Porter (1998) OCDE (2012)
Demandas / Tendencias	Analiza el comportamiento que ha tenido el mercado biotecnológico y la probabilidad de crecimiento que se tiene	OCDE (2012) NEOS (2009)
Recursos Humanos (formación especializada)	Mide el status del personal de Investigación y Desarrollo a través del nivel de capacitación y la disponibilidad y permanencia.	Guadarrama y Manzano (2016) Moyeda y Arteaga (2016) OCDE (2012) NEOS (2009)
Infraestructura para Investigación y Desarrollo	Evalúa la capacidad que se tiene para llevar a cabo Investigación y Desarrollo.	Guadarrama y Manzano (2016) Moyeda y Arteaga (2016) OCDE (2012) NEOS (2009)
Gestión y cultura de innovación	Analiza las acciones llevadas a cabo para el estímulo, apoyo y coordinación del proceso de innovación, así como la probabilidad de innovación en nuevas áreas.	NEOS (2009)
Transferencia tecnológica	Mide la capacidad de la institución para la realización de transferencia tecnológica (“Transferencia de I+D, conocimientos tecnológicos o tecnologías (en cualquier estado de madurez) a una institución distinta a la que los produjo y que es capaz de utilizar dicha transferencia para producir valor”).	NEOS (2009) OCDE (2012) NEOS (2009)
Producción Científica	Muestra el acervo de figuras de propiedad intelectual, los indicadores de innovación y la producción y divulgación de los científicos e investigadores. Abarca el acceso, absorción, creación y difusión de conocimiento.	Guadarrama y Manzano (2016) Moyeda y Arteaga (2016) OCDE (2012) NEOS (2009)
Aplicaciones (ventas y nuevos productos)	Mide los resultados alcanzados en términos de comercialización de nuevos o existentes productos/servicios y el status de la plantilla laboral. Abarca la explotación del conocimiento.	Guadarrama y Manzano (2016) Moyeda y Arteaga (2016) OCDE (2012) NEOS (2009)

Tabla 7. Sustento teórico de variables e indicadores seleccionados.

Fuente: Elaboración propia.

3.5 Justificación de la investigación

3.5.1 Magnitud

Hoy en día Querétaro se ha convertido en la cuna de diferentes industrias tecnológicas entre las cuales se encuentra la automotriz, la aeronáutica, las tecnologías de la información y comunicaciones, la médica y de salud y la biotecnológica, y estas industrias constituyen cinco actividades claves para el crecimiento económico del Estado (Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro, Secretaría de Desarrollo Sustentable, 2016 y 2017).

En el estado de Querétaro, en 2015, el sector terciario generó 53% del PIB y el sector secundario aportó 44.9% del PIB, cabe mencionar que el sector industrial de Querétaro es uno de los de mayor participación a nivel nacional. Dentro de este sector industrial se encuentra la industria manufacturera, la cual proporcionó 64.7% del PIB del sector secundario, el cual representó 29.1% del PIB del Estado (Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro, Secretaría de Desarrollo Sustentable, 2016 y 2017).

Además, de esta producción manufacturera más de 50% se lleva a cabo solo por tres tipos de industria: fabricación de equipo de transporte (26.4%), alimentaria (15.6%) y química (10.8%), siendo estas últimas dos áreas parte de la industria biotecnológica (INEGI, 2016), que en conjunto suman 26.4% del PIB manufacturero al igual que el de equipo de transporte.

La biotecnología está teniendo un gran auge y demanda, y son diversos los factores involucrados en el comportamiento de la industria, es por ello, que conocer estos factores (indicadores) que muestran el comportamiento de la industria es fundamental, ya que contribuirán en la alimentación de un modelo prospectivo que permita generar los escenarios factibles de desarrollo en específico para el Estado de Querétaro.

La presente tesis pretende conocer cómo ha evolucionado la industria biotecnológica en el estado, qué cambios se han suscitado y qué cambios actuales y futuros se prospectan que tendrán un impacto en el desarrollo de la biotecnología.

De igual manera, se pretende indagar sobre la industria biotecnológica en otros países, principalmente de Europa y conocer la evolución que han tenido, para establecer así una base comparativa de la industria biotecnológica en México.

Con base en esta investigación se espera poder conocer las tendencias de crecimiento que pueda tener la industria biotecnológica en Querétaro, además de evaluar las fallas que se han tenido hasta el momento que pudieran frenar el crecimiento e identificar las tendencias de crecimiento que contribuyan favorablemente a su desarrollo y evolución, considerando siempre el entorno en el cual se encuentra.

3.5.2 Relevancia

La biotecnología es un área de generación de conocimiento científico y productos tecnológicos que ha tenido una evolución más acelerada en los últimos años y ésta tiene impacto en el desarrollo de diversos sectores económicos; las aplicaciones biotecnológicas son muy diversas y de gran importancia para la economía nacional e internacional. Al mismo tiempo, su mercado está en constante demanda, con un crecimiento casi fijo de 2% anual desde 2015 y se pronostica continúe de la misma manera; en el año 2012 alcanzó 304 mmd y 16,097 patentes excluyendo las de la rama farmacéutica (ProMéxico, 2014). Además, cabe destacar que 46% del mercado biotecnológico se encuentra en el continente americano y la aplicación más utilizada y/o producida es la medicina (60%), seguida por la de alimentos y agricultura (14%).

En el Estado de Querétaro se calculan alrededor de 100 empresas vinculadas con la industria biotecnológica generando alrededor de 25,000 empleos. Trejo (2014) afirma que algunos países como España, Italia, Corea del Sur y Cuba que contaban con niveles de

desarrollo comparables con México en los años 80's han basado su crecimiento económico en el desarrollo de la biotecnología y han tenido éxitos comerciales relevantes, incluso formaron clústeres biotecnológicos (Anexo 2). En el caso específico de Cuba, inició con la inauguración del Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) y el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB) y hoy en día la biotecnología es una de las ramas de mayor desarrollo principalmente en la salud (Pérez, 2016, Clúster Salud, 2017 y Ramón y Cuba Debate, 2019).

Entonces, al ser la biotecnología uno de los principales ejes económicos en Querétaro es importante analizar el entorno en el que se encuentra para impulsar su desarrollo. El identificar los indicadores clave que influyen en la industria biotecnológica y en específico en Querétaro, permitirá pronosticar y promover las tendencias tecnológicas que pueden ser desarrolladas por la industria y que generarían un mayor desarrollo en el sector contribuyendo favorablemente en el crecimiento económico y social.

3.5.3 Trascendencia

Para el Doctorado de Gestión Tecnológica e Innovación la línea de generación del conocimiento que atiende el presente proyecto de tesis es la de Prospectiva y Difusión de Tecnologías cuyo objetivo es el de detectar y pronosticar tendencias tecnológicas que generen nuevo conocimiento, el cual pueda ser aplicado y contribuya con el progreso, en este caso particular, del sector industrial que se investiga a través del análisis y desarrollo de métodos prospectivos para detección y pronóstico de las tendencias tecnológicas.

Respecto al tiempo será una investigación longitudinal ya que mediante mediciones periódicas se podrán identificar los cambios de las variables a través del tiempo, se realizará un estudio retrospectivo para conocer los hechos ocurridos en el pasado y un estudio prospectivo para poder identificar los fenómenos y escenarios que podrían presentarse.

El objetivo de la presente investigación es conocer las experiencias de otros estados y países con desarrollos biotecnológicos más avanzados, conocer su evolución, cambios que

han suscitado en la sociedad y cambios sociales, políticos o económicos que han impactado en el desarrollo de la biotecnología ya sea favorable o desfavorablemente, para que con base en estas experiencias se puedan identificar los factores clave que nutran un modelo prospectivo y permita plantear posibles escenarios y pronosticar la evolución de la industria biotecnológica local.

A la par se pretende realizar un análisis interno en retrospectiva de la industria biotecnológica en el estado de Querétaro para saber cómo ha evolucionado y cómo ha impactado en la sociedad, qué cambios se han dado en Querétaro que han contribuido a su crecimiento o que por el contrario han frenado su avance. En la prospectiva se analizarán los factores clave que fomentan el crecimiento de la industria y de esta forma impactar también en el desarrollo económico del Estado.

3.5.4 Factibilidad

La industria biotecnológica ha presentado un crecimiento constante en el número de empresas del ramo, empleos generados y oferta educativa que buscará satisfacer la demanda de expertos en el área, convirtiéndose en uno de los ejes económicos principales del Estado de Querétaro y por ello genera especial interés. Los dirigentes de la Secretaría de Desarrollo Sustentable constantemente se encuentran monitoreando y publicando los datos del comportamiento de la industria por lo que es factible recabar y analizar la información existente con el fin de plantear la evolución que se ha tenido a nivel estatal. Además, ya se cuenta con la información recabada del último censo 2015 por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Asimismo, se puede tener acceso a los expertos en la industria a través de parques biotecnológicos y de instituciones de educación superior con vínculo con la industria; por lo cual, llevar a cabo un estudio de prospectiva de la industria biotecnológica en Querétaro es viable.

3.6 Objetivos

3.6.1 Objetivo General:

El objetivo general de la investigación es: “Analizar y definir los factores de cambio que impactan el desarrollo de la biotecnología en Querétaro”. Esto sentará las bases para alimentar un modelo prospectivo y generar una línea de prospectiva particular e independiente a cualquier área biotecnológica, ayudando a identificar las aplicaciones más pertinentes y favorables para el Estado y con base en ello prever su evolución.

3.6.2 Objetivos Específicos:

- Identificar las diferentes aplicaciones de la biotecnología y señalar aquellas con mayor demanda a nivel nacional e internacional.
- Realizar un análisis en retrospectiva de la industria biotecnológica para conocer su evolución y cambios que ha suscitado.
- Seleccionar y analizar la trayectoria de algunas industrias biotecnológicas y clústeres más relevantes a nivel nacional y mundial y el impacto que han tenido sobre la región donde se ubican.
- Identificar ramas biotecnológicas con mayor demanda y tendencias de desarrollo
- Identificar los factores económicos, políticos, sociales o tecnológicos que han tenido efecto alguno sobre el desarrollo o freno del avance de la biotecnología.
- Determinar los retos y oportunidades que puede enfrentar la industria biotecnológica en Querétaro.
- Identificar el estado del arte de los modelos de prospectiva tecnológica y elegir el modelo óptimo para la industria biotecnológica.
- Definir los factores de cambio que ayudarán a alimentar el modelo para la industria biotecnológica y que permitirá explicar los escenarios que pueden presentarse en Querétaro.

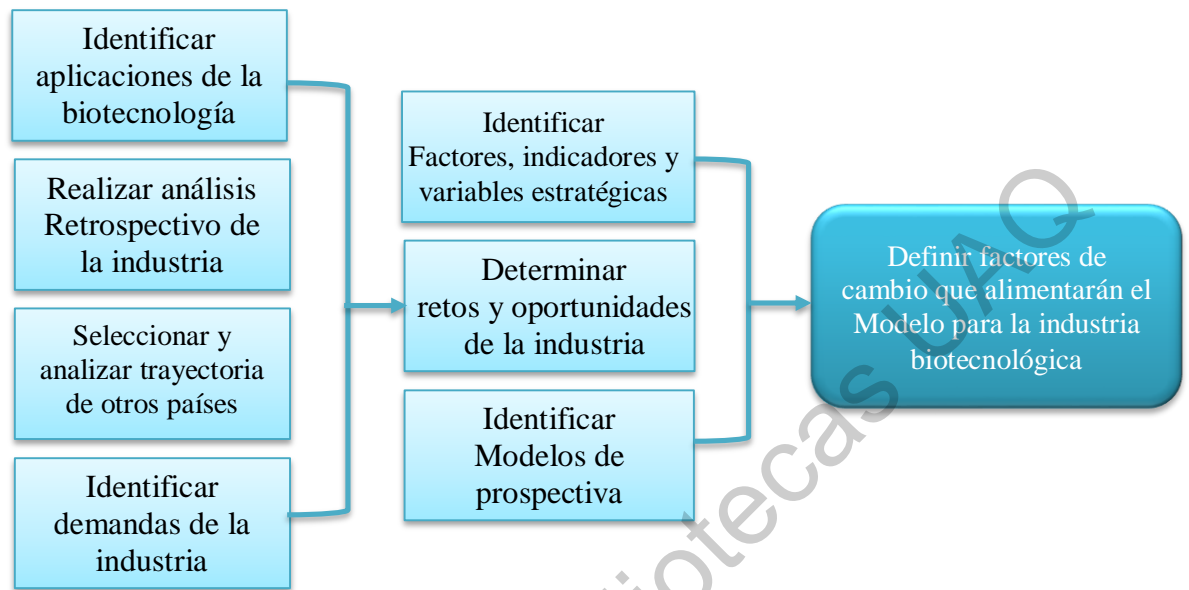


Figura 53. Esquema de Investigación.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 8 se muestran las áreas de estudio de la presente investigación con sus respectivas variables, dimensiones e indicadores.

TESIS: Análisis de Factores que impactan el desarrollo de la biotecnología en Querétaro	
Biotecnología	Gestión de la Tecnología e Innovación
Áreas de oportunidad, estrategias y tendencias tecnológicas que debe considerar la industria biotecnológica para su desarrollo	Factores de cambio, variables estratégicas y actividades que intervienen en el proceso de innovación y desarrollo de la industria biotecnológica
Proposiciones	
Al conocer cuál ha sido la evolución de la industria biotecnológica, qué cambios ha suscitado y cuáles han sido los proyectos en los cuáles se ha estado trabajando se podrán conocer las áreas de oportunidad con las que cuenta y las posibles estrategias a seguir con respecto a las tendencias tecnológicas que pueden ser desarrolladas.	Para lograr un correcto desarrollo tecnológico se debe promover, fomentar y preservar la investigación científica y tecnológica, crear un ambiente que motive y facilite la diseminación de las invenciones, establecer estándares y políticas de PI y correctas regulaciones para el desarrollo y comercialización de los productos o servicios.

Variables	Dimensiones	
Entorno de Desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> • Demanda y tendencias de desarrollo 	<ul style="list-style-type: none"> • Regulaciones y Gobierno • Clúster Biotecnológico
Capacidad de desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura para Investigación y Desarrollo 	<ul style="list-style-type: none"> • Recursos Humanos • Transferencia Tecnológica • Gestión y Cultura de Innovación
Desempeño Organizacional	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicaciones de la Biotecnología 	<ul style="list-style-type: none"> • Producción Científica
	Indicadores	
	<ul style="list-style-type: none"> • Nuevas líneas de investigación • Porcentaje que genera del PIB • Empleos generados • Nuevos productos /servicios • Porcentaje de exportaciones • Porcentaje de mercado • Tasa de incremento/decremento de posibles escenarios de desarrollo • Demanda de productos • Creación/Mortandad de empresas • Empresas de la industria y Spin-off • Instituciones educativas y programas por niveles • Egresados por niveles educativos 	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión en I+D+i • Personal en I+D+i • Personal en Biotecnología • Proyectos en I+D+i • Solicitudes de PI de biotecnología • Protecciones registradas • Conformación de grupos de investigación • Programas gubernamentales de apoyo • Políticas de regulación • Instituciones de regulación • Centros de investigación

Tabla 8. Planteamiento de Investigación por dimensión.

Fuente: Elaboración Propia.

3.7 Estructura del proyecto

Se llevará a cabo una investigación aplicada. De acuerdo a McMillan y Schumacher (2011), este tipo de investigación tiene como finalidad aumentar el conocimiento científico, así como establecer relaciones empíricas y generalizaciones analíticas en un campo determinado, que en este caso sería el biotecnológico, además este tipo de investigación se emplea en problemas concretos en circunstancias y características determinadas (Rodríguez, 2005).

Toda investigación aplicada requiere de un marco teórico, por lo cual este tipo de investigación también se encuentra ligada a la investigación básica ya que depende de los aportes teóricos y de los descubrimientos y conocimientos adquiridos previamente con el objeto de su aplicación o utilización. Entonces, la investigación aplicada se caracteriza por

el empleo de los conocimientos adquiridos además de conseguir otros después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación (Vargas, 2009), es decir, busca conocer la realidad mediante la utilización del conocimiento aunado a los resultados de la investigación.

La investigación se plantea realizar bajo un método cuantitativo, el cual según Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista (2006) es un proceso que recolecta datos con el objetivo de probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico. Será una investigación que busca describir, explicar y predecir los fenómenos (causalidad); la posición del investigador será externa, neutral e imparcial; se hará una revisión literaria extensa para buscar variables que puedan ser medidas; se evaluará la industria biotecnológica; se obtendrán datos cuantitativos y los reportes se presentarán en forma de tablas, diagramas y gráficas y con un tono objetivo e impersonal.

Será una investigación no experimental (McMillan, 2011) ya que no se realizará ninguna manipulación directa de las condiciones estudiadas, sino que se evaluará el desarrollo natural de los sucesos, tendrá un alcance principalmente explicativo para identificar los factores clave de la industria y exponer qué condiciones se requieren para el desarrollo de la industria; sin embargo, también tendrá alcance descriptivo para evaluar la situación actual de la industria, estudiar las diferencias entre el ramo biotecnológico en Querétaro y los ramos internacionales; y correlacional para valorar la relación entre el desarrollo o freno de la industria y los fenómenos políticos, sociales y/o económicos que ocurren en el estado.

También se realizará un estudio en retrospectiva, es decir, una revisión bibliográfica exhaustiva para conocer las condiciones iniciales de la industria y cómo ha influido en el estado hasta la fecha, si bien éste método es cualitativo, se le dará un uso cuantitativo mediante el análisis comparado y patentes. Otra técnica a emplear, para el levantamiento de información, será el cuestionario, a través de encuestas con una muestra de empleados/investigadores de las empresas y centros de investigación pertenecientes al ramo.

El muestreo que se considera adecuado para la investigación es el muestreo aleatorio estratificado, éste consiste en considerar categorías típicas diferentes entre sí, llamados estratos, que poseen cierta homogeneidad, con la finalidad de estratificar la industria biotecnológica en subramas y aplicar los cuestionarios a empresas y centros de investigación. Una vez estratificada, se empleará un muestreo aleatorio simple para seleccionar a los participantes.

Las herramientas tecnológicas que se emplearán para llevar a cabo la presente investigación son principalmente tecnologías de la información y comunicaciones desde el método para la recopilación de los antecedentes hasta la forma de contacto y comunicaciones con las empresas integrantes. Una de las tecnologías que se empleará será una herramienta especializada para la aplicación de encuestas o cuestionarios (Google Forms), esta herramienta permite el diseño a la medida de la técnica de recopilación de datos y también se logra la obtención de datos de forma inmediata y accesible para los usuarios ya que podrán ingresar desde cualquier equipo o dispositivo móvil, e incluso el análisis de los resultados presentados en gráficas y bases de datos.

El uso de programas informáticos también es de vital importancia a la hora de realizar el análisis de los datos que se recolectaron anteriormente, para poder llevar a cabo el estudio correlacional de los hechos que impactan o no en la industria biotecnológica, para ello se utilizarán programas básicos como Excel y programas especializados como el software SPSS el cual permite la captura de la información, realizar cálculos estadísticos, modelado para descubrir patrones o tendencias, etc. Estas dos herramientas serán empleadas una vez obtenidos los datos para el análisis de los resultados.

Los pasos a seguir para la obtención de los resultados son:

1. Revisión bibliográfica
2. Estudio de la cuestión (investigaciones relacionadas)
3. Análisis de la situación actual de la industria y establecimiento del contexto

4. Conocer las industrias biotecnológicas y clústeres a nivel nacional e internacional.
 - 4.1. Análisis retrospectivo
 - 4.2. Identificación de indicadores y tecnologías clave
 - 4.3. Análisis de patentes
 - 4.4. Análisis comparado
 - 4.5. Análisis de regresión
5. Cuestionario a centros de investigación y empresas biotecnológicas
 - 5.1. Pronóstico de tendencias
 - 5.2. Determinación de factores clave
 - 5.3. Análisis correlacional de indicadores
6. Conclusiones y recomendaciones

4. RESULTADOS ESTADÍSTICOS, DESCRIPTIVOS Y CORRELACIONALES

4.1 Conclusiones de Análisis del Entorno

Los indicadores identificados en el análisis del entorno mostraron ciertos problemas (debilidades) en los que se debe trabajar en el sector biotecnológico, pero también reflejó fortalezas como el crecimiento que se tiene en las solicitudes de patentes y en el interés de la población por la industria biotecnológica, lo que ha permitido un crecimiento de la industria biotecnológica en Querétaro por encima del crecimiento a nivel nacional y la amplia oferta educativa y de investigadores con la que se cuenta.

La Tabla 9 muestra un compendio de las debilidades y fortalezas que se identificaron así como los indicadores de cada área.

Entorno	Debilidades	Fortalezas	KPI indicadores
Tecnológico	✘ Estancamiento y baja inversión en Ciencia y Tecnología y en I+D	✓ Mayor apoyo a la investigación científica y tecnológica brindado para el Estado de Querétaro	<ul style="list-style-type: none"> – Gasto federal ejercido en Ciencia y Tecnología – Gasto en I+D – Fondo Mixto de Apoyo en Querétaro
	✘ Bajos indicadores de patentes comparados con Estados Unidos y a nivel mundial	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Crecimiento en las solicitudes de patentes en México y por mexicanos y en la eficiencia de obtención. ✓ Principales patentes biotecnológicas son de la industria farmacéutica 	<ul style="list-style-type: none"> – No. de patentes solicitadas – No. de patentes concedidas – No. de Patentes biotecnológicas – No. de Patentes por mexicanos
Económico	<ul style="list-style-type: none"> ✘ Decrecimiento del clúster biotecnológico en Querétaro ✘ Crecimiento moderado de la industria a nivel global 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Crecimiento de la industria biotecnológica en Querétaro por encima del nacional ✓ Continente americano con mayor parte del mercado en biotecnología 	<ul style="list-style-type: none"> – Clústeres – No. de instituciones pertenecientes al Clúster Biotq – % de crecimiento de la industria – % de población interesada

	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Alta inversión en I+D requerida 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ México proveedor de productos de ciencias de la vida ✓ Aplicaciones diversas de la biotecnología ✓ Crecimiento del interés de la población 	
Sociocultural		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Factores demográficos que impulsan el crecimiento de la biotecnología roja 	<ul style="list-style-type: none"> – Factores y tendencias demográficas – Centros de investigación
		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Crecimiento de oferta educativa, egresados e investigadores en el área 	<ul style="list-style-type: none"> – No. Universidades con programas relacionados – No. de Licenciaturas – No. de instituciones con posgrados – No. de Posgrados – No. de Egresados – No. de Investigadores – No. de Miembros SIN
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Decrecimiento en solicitudes de OGM 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agricultura principal actividad biotecnológica ✓ Regulaciones y organismos de bioseguridad 	<ul style="list-style-type: none"> – No. de solicitudes y otorgamiento de liberación de OGMs – Autorizaciones emitidas por COFEPRIS
Político-Legal		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diversas instituciones y regulaciones ✓ Tratados de Libre comercio ✓ Apoyos de fomento a la investigación 	<ul style="list-style-type: none"> – Leyes relacionadas – Instituciones reguladoras

Tabla 9. Conclusiones e indicadores identificados en el análisis del entorno.

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Conclusiones de indicadores a nivel nacional e internacional

Los indicadores encontrados para realizar la comparación a nivel internacional de la industria biotecnológica reflejaron algunas debilidades como indicadores aún bajos de patentes y falta de inversión en I+D a nivel empresarial. Sin embargo, también se encontraron fortalezas como crecimiento de las solicitudes de patentes biotecnológicas, crecimiento de exportaciones a Estados Unidos y principal opción de subcontratación debido a los ahorros en costos de producción biotecnológica. La Tabla 10, hace un compendio de las debilidades, fortalezas e indicadores encontrados en los entornos tecnológicos, económico y sociocultural a nivel nacional e internacional.

Entorno		Debilidades	Fortalezas	KPI indicadores
Tecnológico	Nacional	✘ Indicadores aún bajos de patentes	✓ Crecimiento de solicitudes de patentes	– Patentes
	Internacional	✘ Falta de impulso en indicadores de patentes en general ✘ Bajo indicador de participación de las economías en patentes biotecnológicas ✘ Falta mayor inversión en I+D a nivel empresarial.	✓ Indicador elevado de patentes biotecnológicas ✓ Inversión en I+D por grandes empresas	– Patentes (solicitadas, concedidas, publicaciones, participación en economía) – I+D (inversión, porcentaje empresarial, ventajas tecnológicas)
Económico	Nacional	✘ Oportunidad de crecimiento en Salud, industria y medio ambiente.	✓ Enfocado principalmente a Agroalimentación	– % de aplicaciones biotecnológicas
	Internacional	✘ Incrementar el número de empresas que utilizan biotecnología ✘ Indicadores globales bajos de	✓ Mayor número de empresas exclusivas en relación al total. ✓ Crecimiento de exportaciones a EU ✓ Ahorros en costos	– Empresas biotecnológicas – Empresas exclusivas – Aplicaciones

		exportaciones a EU		
Sociocultural	Nacional	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Cantidad baja de investigadores 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Proporción de enfoque al área biotecnológica superior ✓ Crecimiento alto de candidatos y miembros SIN ✓ Formación de profesionistas e investigadores especializados 	<ul style="list-style-type: none"> – Programas educativos – Egresados de Licenciatura – Egresados de Posgrado – Candidatos SNI – Miembros SNI – Becas otorgadas – Nuevas becas

Tabla 10. Conclusiones e indicadores identificados en análisis de entorno internacional.

Fuente: Elaboración propia.

Las fortalezas con las que se presenta México son en primer lugar el capital humano con una amplia oferta de universidades con programas relacionados con biotecnología, de las cuales han egresado una cantidad importante de estudiantes e investigadores. Otra fortaleza son los centros de investigación y clústeres que se han establecido a lo largo del país donde se busca impulsar a la industria biotecnológica.

Por otro lado, la apuesta que se está haciendo en propiedad intelectual está logrando que México avance en los indicadores de innovación, aunque aún haga falta mucho esfuerzo más. Además, se está posicionando como el país con los costos más competitivos para la generación de productos/servicios biotecnológicos, lo que lo ha establecido como uno de los principales países de exportación de productos (farmacéuticos) para Estados Unidos, aprovechando su posición geográfica. La estrategia se debe concentrar en continuar impulsando estas fortalezas y generar un crecimiento mayor para la industria.

4.3 Estudio de Regresión

Se realizó un análisis de regresión lineal para estudiar la relación entre los indicadores identificados en el análisis del entorno, se emplearon aquellos indicadores de los que se obtuvieron datos históricos, en específico del 2006 al 2015.

Es una regresión múltiple que incorpora más de dos variables como son la inversión en I+D, la cantidad de investigadores de biotecnología y las patentes biotecnológicas, con respecto a la productividad obtenida como PIB o GDP. Las gráficas obtenidas de la correlación de cada indicador se representan en la Figura 54.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

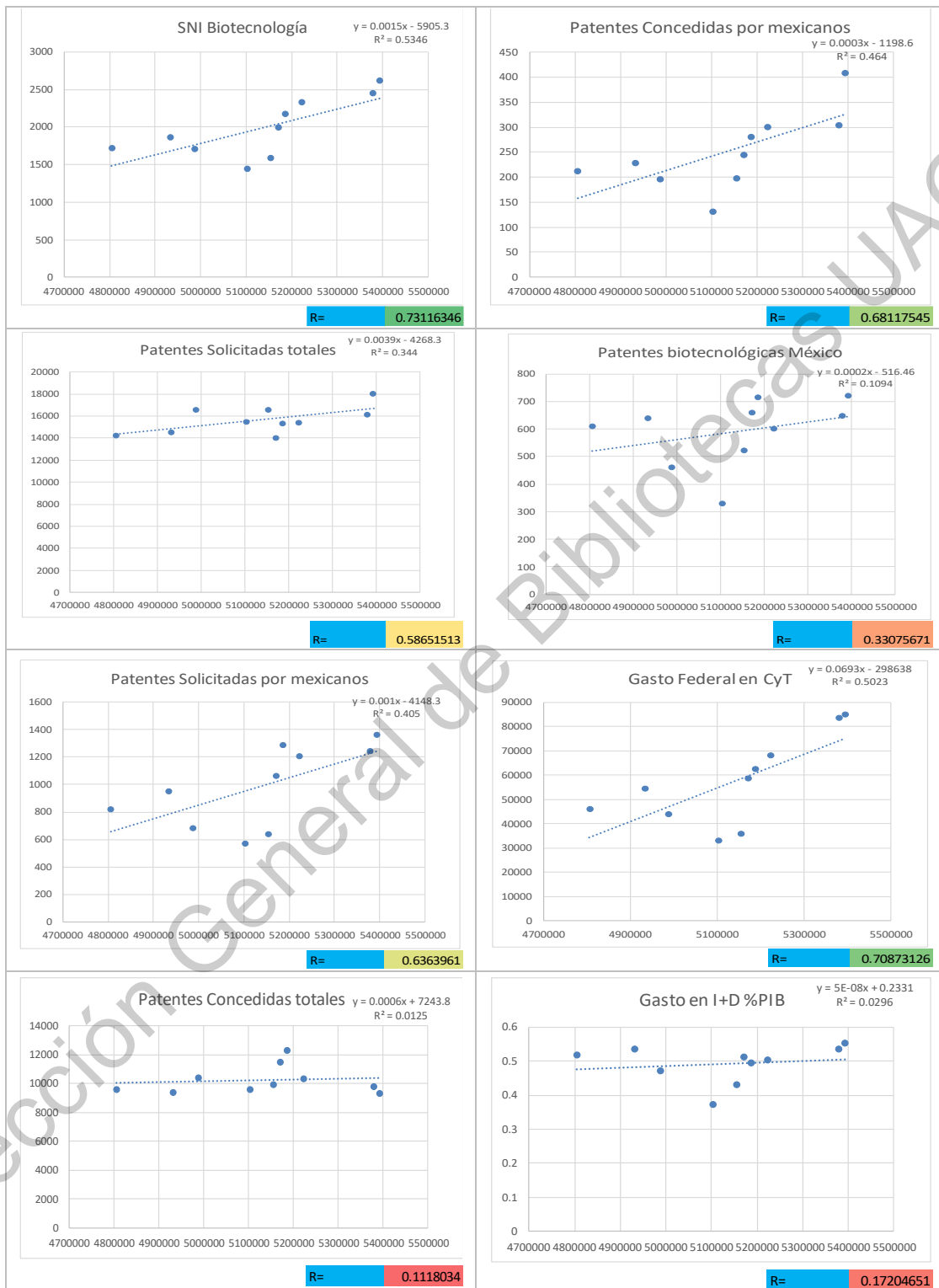


Figura 54. Gráficas de correlación de indicadores históricos.

Fuente: Elaboración propia.

De esta regresión se seleccionaron los indicadores con mayor nivel de correlación y así se obtuvo una ecuación lineal que tendrá fines predictivos.

INDICADOR	ECUACIÓN	R2	R	NIVEL
SNI Biotecnología	$y = 0.0015x - 5905.3$	0.5346	0.731	Alto
Patentes Solicitadas totales	$y = 0.0039x - 4268.3$	0.344	0.587	Medio
Patentes Solicitadas por mexicanos	$y = 0.001x - 4148.3$	0.405	0.636	Medio
Patentes Concedidas totales	$y = 0.0006x + 7243.8$	0.0125	0.112	Bajo
Patentes Concedidas por mexicanos	$y = 0.0003x - 1198.6$	0.464	0.681	Alto
Patentes biotecnológicas México	$y = 0.0002x - 516.46$	0.1094	0.331	Bajo
Gasto Federal en CyT	$y = 0.0693x - 298638$	0.5023	0.709	Alto
Gasto en I+D %PIB	$y = 5E-08x + 0.2331$	0.0296	0.172	Bajo

$$\begin{aligned}
 PIB = & 353.579 \text{ SNI Biotecnológicos} + -31.884 \text{ Patentes solicitadas totales} \\
 & + -1375.014 \text{ Patentes solicitadas por mexicanos} \\
 & + 1158.15682 \text{ Patentes concedidas a mexicanos} \\
 & + 22.279 \text{ Gasto en CyT} + 6241730.92
 \end{aligned}$$

Figura 55. Ecuación lineal de indicadores del sector biotecnológico.

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Cuestionario

En un inicio, se diseñó un cuestionario como instrumento de investigación para llevar a cabo un primer acercamiento con la industria biotecnológica. Éste fue planteado para ser aplicado a los investigadores del parque biotecnológico de Querétaro con el objetivo de conocer las diferentes perspectivas que ellos tienen de la industria en general, cuál ha sido el crecimiento que ha tenido y de qué manera impactó el establecimiento de un clúster, así como el apoyo percibido de gobierno.

El cuestionario se dividió en cinco dimensiones y una vez aplicadas las encuestas, se llevó a cabo el análisis de fiabilidad del instrumento mediante el programa SPSS y el análisis de Alpha de Cronbach, con la finalidad de conocer qué dimensiones debían ser replanteadas para incrementar la fiabilidad del instrumento y seguir siendo aplicado a una muestra más grande del objeto de estudio. En el Anexo 3 se muestra el cuestionario y los resultados obtenidos del análisis del instrumento en general y de cada una de las dimensiones.

Tomando en cuenta los resultados de confiabilidad del cuestionario piloto se llevó a cabo una reestructuración de los ítems, incorporando nuevas preguntas que permitieran obtener información más certera acerca de los factores clave en el desarrollo de la industria biotecnológica y cuidando que cada variable a evaluar tuviera aproximadamente la misma cantidad de ítems (cinco o seis).

Se consideraron nuevamente las dimensiones del cuestionario piloto, pero se incorporaron otras con la finalidad de llevar a cabo un análisis más profundo, quedando dividido el cuestionario en nueve dimensiones. En la Figura 56 se muestran las dimensiones iniciales y finales que se consideraron en los cuestionarios.

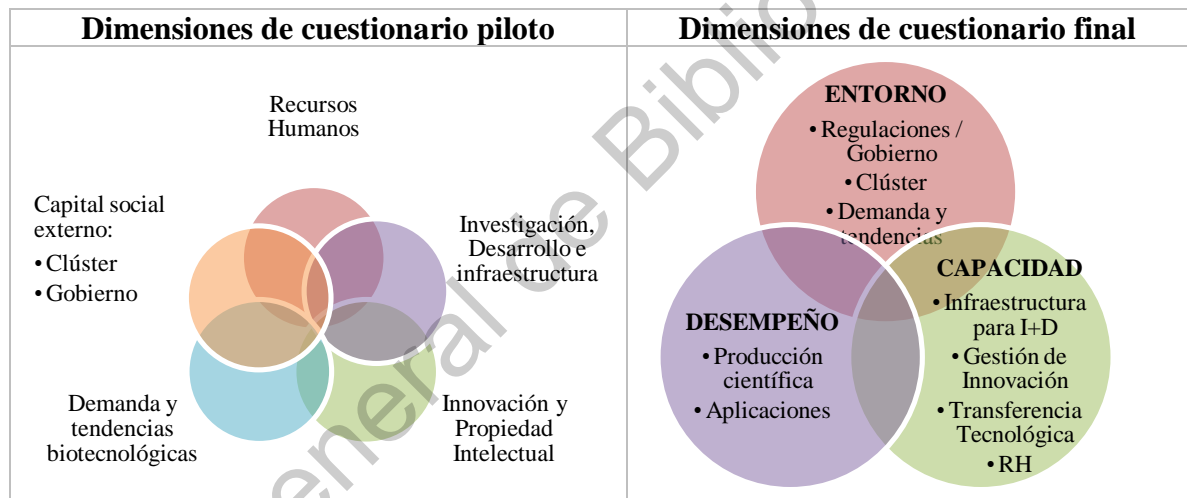


Figura 56. Dimensiones para el diseño del cuestionario.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 11 se muestran las variables a evaluar así como la definición que se considera para esta investigación, además de especificar los parámetros de medición y los indicadores que se esperan obtener en cada sección. También, se indica la dimensión general a la que pertenece cada ítem, ya sea de Gestión Tecnológica e Innovación o de Biotecnología, incluso de ambas.

DIMENSIONES	PARÁMETROS	INDICADORES	ÁREA DE ESTUDIO	ÍTEMES
Regulaciones / Gobierno Abarca el ambiente de políticas públicas y los mecanismos de regulación conforme a los cuales el gobierno del estado apoya las actividades de investigación y desarrollo e innovación (Guadarrama, A. V. H. y Manzano, M. F. J., 2016).	1 - Totalmente de acuerdo 2 - De acuerdo 3 - Ni de acuerdo ni en desacuerdo 4 - En desacuerdo 5 - Totalmente en desacuerdo	Instituciones recibiendo apoyo público para la innovación. Difusión de programas de apoyo público Conocimiento de normativas y regulaciones de la industria	GTI	Gobierno otorga diversos apoyos económicos y programas a las empresas y centros de investigación para fomentar la innovación y la Investigación y Desarrollo (I+D)
			GTI	La empresa / centro ha recibido apoyos económicos para la innovación y desarrollo de proyectos
			GTI	A mi parecer, gobierno ha implementado las regulaciones requeridas para el correcto desarrollo de la biotecnología
			GTI	Considero que los procesos para protección de innovaciones (creación y comercialización de nuevos productos/servicios) que ofrece el gobierno son adecuados
			GTI	Gobierno facilita los canales de comunicación para realizar transferencia tecnológica
Clúster Evalúa el impacto y desempeño del Clúster biotecnológico para identificar si es un clúster de conocimiento (concentraciones de empresas e instituciones de un sector específico, interconectadas entre sí y localizadas geográficamente de forma estratégica. Porter, 1998).		Instituciones con conocimiento del clúster Instituciones pertenecientes al clúster Impacto del clúster en la industria	GTI	Considero que el pertenecer a un clúster ayuda en el crecimiento de las empresas / centro de investigación que lo integran
			GTI	Es de mi conocimiento que existe un clúster biotecnológico en Querétaro
			GTI	El centro está convencido de pertenecer o querer pertenecer al clúster biotecnológico de Querétaro
			GTI	El clúster ha contribuido favorablemente y fomenta la comunicación entre las empresas biotecnológicas en el Estado de Querétaro
			GTI	Considero que las actividades y contribuciones del clúster pueden mejorar para fomentar más el desarrollo de la industria biotecnológica
Demandas / Tendencias Analiza el comportamiento que ha tenido el mercado biotecnológico y la probabilidad de crecimiento que se tiene.		Instituciones con oportunidad de crecimiento Pronóstico de crecimiento por área Demanda de productos por área	BIO	A mi parecer existe una amplia y creciente competencia de investigación y desarrollo de nuevos productos en la biotecnología
			BIO	En los últimos años ha crecido el mercado (demanda) en el que se venden los productos/servicios
			BIO	Considero que existen claras oportunidades de crecimiento en la rama biotecnológica que se atiende
			BIO	Los factores sociales y ambientales apuntan a que la demanda de productos de esta rama crecerá
			BIO	En los próximos 10 años considero que será una de las ramas biotecnológicas más demandadas
			BIO	En los próximos 10 años considero que existen otras ramas biotecnológicas que presentarán mayor demanda
			BIO	En los próximos 10 años considero que existen otras ramas biotecnológicas que presentarán mayor demanda
Recursos Humanos (formación especializada)		Personal en I+D	GTI	Se cuenta con personal especializado y actualizado en el área de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)

Mide el estatus del personal de Investigación y Desarrollo a través del nivel de capacitación y la disponibilidad y permanencia.	Capacitación del personal de I+D	GTI	Se conserva la plantilla laboral de la empresa/centro y ha crecido en los últimos años
	Directivos y gestores en I+D	GTI	Se cuenta con gerentes, directivos y gestores especializados en el proceso de I+D+i
	Personal egresado por IES del estado	GTI	El personal que se requiere para investigación egresa de Instituciones de Educación Superior del Estado de Querétaro
	Rotación del personal de I+D	GTI/BIO	Se capacita cada año al personal de I+D+i en nuevas áreas del conocimiento (ramas biotecnológicas)
Infraestructura para Investigación y Desarrollo Evalúa la capacidad que se tiene para llevar a cabo Investigación y Desarrollo.	Inversión en I+D	GTI	Considero que la asignación de recursos económicos para la I+D es el adecuado
	Instituciones con infraestructura	GTI / BIO	Actualmente, se llevan a cabo proyectos en I+D que contribuyen al desarrollo de la empresa
	Instituciones con proyectos de I+D	BIO	La empresa cuenta con un laboratorio para Investigación y Desarrollo
	Instituciones con laboratorio de investigación	BIO	La empresa cuenta con la infraestructura necesaria para el desarrollo de nuevos productos / servicios
	Instituciones con infraestructura para nuevas áreas	BIO	Considero que la infraestructura con la que se cuenta permitiría el desarrollo de productos/servicios en otras ramas biotecnológicas
Gestión y cultura de innovación Analiza las acciones llevadas a cabo para el estímulo, apoyo y coordinación del proceso de innovación, así como la probabilidad de innovación en nuevas áreas.	Instituciones: Con cooperación en actividades de innovación	GTI	Observar, analizar y difundir los contextos científico, tecnológico y económico actuales y futuros (vigilancia tecnológica) es un factor determinante para el desarrollo de la empresa
	Que realizan vigilancia tecnológica	GTI	En la empresa se lleva a cabo continuamente vigilancia tecnológica
	Trabajando en nuevas líneas de investigación	GTI / BIO	Dentro de la empresa se fomenta la innovación continua en los productos/servicios
	Con probabilidad de innovación en nuevas áreas	GTI	A mi parecer la empresa cuenta con un ambiente que motiva la diseminación de invenciones en todos los niveles
		GTI	A mi parecer el área de I+D siempre es apoyada por las áreas relacionadas y la alta dirección
Transferencia tecnológica Mide la capacidad de la institución para la realización de transferencia tecnológica ("Transferencia de I+D, conocimientos tecnológicos o tecnologías, en cualquier estado de madurez, a una institución distinta a la que los produjo y que es capaz de utilizar dicha transferencia para producir valor" NEOS, 2009).	Instituciones con capacidad para TT	GTI	La empresa cuenta con los conocimientos necesarios para realizar transferencia tecnológica
	Instituciones con colaboración o acuerdos de licenciamiento	GTI / BIO	Es viable, para esta empresa/centro de investigación, hacer alianzas estratégicas para innovar en las actuales áreas de desarrollo
	Instituciones con probable colaboración o licenciamiento	GTI / BIO	Para incursionar en nuevas áreas biotecnológicas, es viable para esta empresa/centro de investigación, hacer alianzas estratégicas con otras empresa o centros de investigación
		GTI	Actualmente se tiene colaboración con otras empresas o centros de investigación
		GTI	Es viable el licenciamiento o adquisición de patentes para el desarrollo de productos/servicios en esta empresa/centro de investigación

<p>Producción Científica</p> <p>Muestra el acervo de figuras de propiedad intelectual, los indicadores de innovación y la producción y divulgación de los científicos e investigadores (Guadarrama y Manzano, 2016). Abarca el acceso, absorción, creación y difusión de conocimiento.</p> <p>Aplicaciones (ventas y nuevos productos)</p> <p>Mide los resultados alcanzados en términos de comercialización de nuevos o existentes productos/servicios y el estatus de la plantilla laboral. Abarca la explotación del conocimiento.</p>	<p>Difusión de producción científica en el estado</p> <p>Instituciones con solicitud de patentes</p> <p>Instituciones con publicaciones</p>	GTI	Actualmente se cuenta con licenciamiento o adquisición de patentes para el desarrollo de productos/servicios en la empresa
		GTI	Con base en mi experiencia, en Querétaro existen patentes del área biotecnológica
		GTI	Con base en mi experiencia, considero que constantemente se realizan publicaciones científicas de la rama biotecnológica en el Estado de Querétaro (mínimo dos veces por año)
		GTI	Con base en mi experiencia, considero que existe basta información del estado actual de la industria biotecnológica en el Estado de Querétaro
		GTI	En la empresa / centro de investigación se han solicitado patentes del área biotecnológica
		GTI	En la empresa / centro se hacen constantemente publicaciones científicas (mínimo dos veces por año)
	<p>Instituciones con innovación en productos / servicios</p> <p>Instituciones activas en mercados internacionales</p> <p>Instituciones en crecimiento por área</p>	BIO	Considero que son redituables los productos/servicios de la rama biotecnológica en la que esta empresa/centro trabaja
		BIO	Han incrementado en los últimos años los ingresos por la venta de los productos/servicios que se ofertan
		BIO	En los últimos años considero que ha incrementado la productividad y competitividad de la empresa o centro de investigación
		BIO	La empresa/centro realiza exportación de productos biotecnológicos
		BIO	Se ha ampliado el catálogo de nuevos productos/servicios que se ofertan
		BIO	Actualmente se está trabajando en nuevas líneas de investigación
		BIO	

Tabla 11. Ítems y dimensiones con parámetros y significado.

Fuente: Elaboración propia.

El instrumento (Anexo 4) se basó en los cuestionarios realizados por Feria (2009), Balbi (2012) y Sangjae, Byung y Hoyal, (2011). Además, con la finalidad de elaborar un cuestionario con un mayor grado de confiabilidad, se realizó una validación por expertos previa a la aplicación del instrumento, con el objetivo de obtener información más certera y garantizar la comprensión y pertinencia de las preguntas. El análisis de confiabilidad más utilizado, se realiza mediante el análisis de Alpha de Cronbach, el cual será aplicado una vez que se cuente con los resultados del cuestionario, sin embargo, existe otro análisis llamado validación por expertos.

La validación por expertos es un compendio de opiniones informadas de personas con trayectorias en el tema a investigar, reconocidas por otros como expertos cualificados, de tal forma que pueden brindar información, evidencia, valoraciones y un juicio del tema (Escobar y Cuervo, 2008). En el juicio de expertos participaron diez investigadores y docentes con formación académica a nivel de maestría y doctorado; expertos en el área de biotecnología, de gestión tecnológica y de comunicación y lingüística. La participación se llevó a cabo a través de una plataforma virtual donde como primera etapa se analizó la pertinencia de las líneas de investigación, así como la de cada sección del cuestionario. De esta primera etapa se obtuvo la siguiente gráfica, que muestra una aceptación del 89% de las preguntas contenidas en el cuestionario.

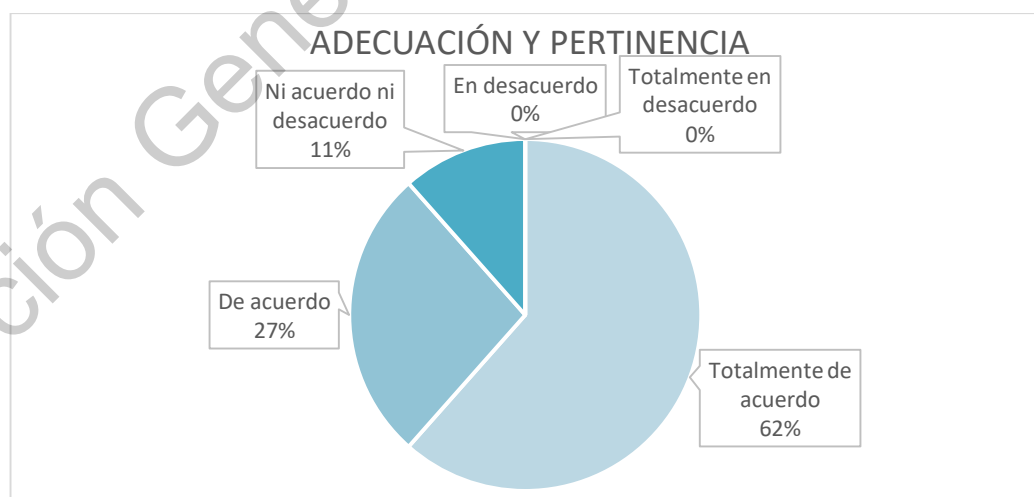


Figura 57. Resultados de evaluación de adecuación y pertinencia.

Fuente: Elaboración propia.

Además del nivel de adecuación y pertinencia de las líneas de investigación, se obtuvieron comentarios acerca de cada sección e ítems, lo que permitió analizar y corregir el instrumento para la segunda etapa de la evaluación por expertos, la cual consistió en el análisis de validez de cada ítem. Se evaluó el grado en el que cada pregunta realmente mide la variable que se desea medir; esto con el objetivo de garantizar la confiabilidad del instrumento, para que con las futuras réplicas del cuestionario se puedan obtener los mismos datos. La evaluación del instrumento se realizó desde cuatro áreas con valoración del 1 al 4 en cada una:

CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1 No cumple con el criterio	El ítem no es claro
	2 Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación grande.
	3 Moderado nivel	Se requiere una modificación específica en algunos términos.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1 No cumple con el criterio	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión
	2 Bajo Nivel	El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión.
	3 Moderado nivel	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se mide.
	4. Alto nivel	El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1 No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin afectar la medición de la dimensión
	2 Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede incluir lo que mide éste.
	3 Moderado nivel	El ítem es relativamente importante
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.
SUFICIENCIA Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de ésta.	1 No cumple con el criterio	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión
	2 Bajo Nivel	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión pero no corresponden con la dimensión total
	3 Moderado nivel	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente
	4. Alto nivel	Los ítems son suficientes

Tabla 12. Indicadores para validación por expertos.

Fuente: (Escobar y Cuervo, 2008).

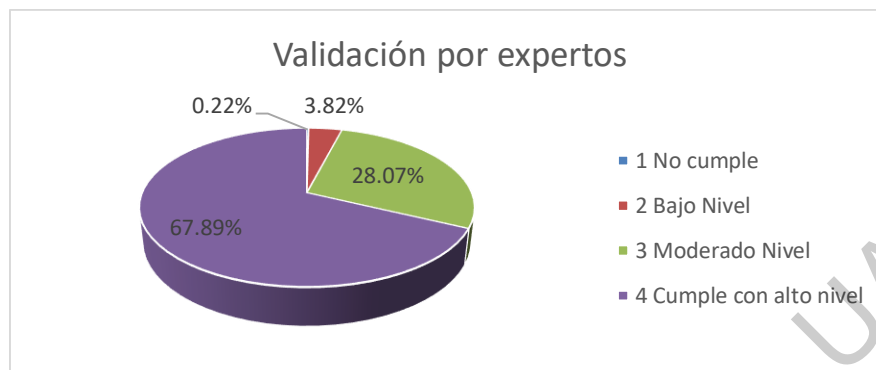


Figura 58. Resultados de evaluación por expertos.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la validación por expertos arrojaron que las preguntas cumplen con los criterios de claridad, coherencia, relevancia y suficiencia en un alto nivel con 68% y en un nivel moderado con 28% de los resultados. Se tomaron en cuenta estos indicadores y los comentarios emitidos por los expertos para realizar las últimas modificaciones en los ítems. Finalmente, se llevó a cabo el análisis de fiabilidad del instrumento de validación por expertos mediante el programa SPSS y el análisis de Alpha de Cronbach, donde se obtuvo un resultado de 0.991, indicando una fiabilidad muy alta de la evaluación de los expertos.

Para la aplicación del instrumento se identificaron dos perfiles de encuestados, por un lado se tiene el perfil de empresa al que fue dirigido el cuestionario en sus totalidad y que incluirá las nueve dimensiones con las que se creó el instrumento (Figura 56); el otro perfil es el de investigador o centros de investigación que estará conformado por siete de las nueve dimensiones al omitir aquellas relacionadas con ingresos por comercialización de los productos/servicios. Una vez aplicados los instrumentos se realizó el análisis de Alpha de Cronbach a cada uno de los instrumentos donde se obtuvieron los siguientes resultados:

	Cuestionario para empresas	Cuestionario para Investigadores
No. de Ítems	48	36
Alpha de Cronbach	0.972	0.844

Tabla 13. Resultados de Alpha de Cronbach.

Fuente: Elaboración propia.

Ambos instrumentos de investigación obtuvieron un coeficiente de fiabilidad muy bueno. Sin embargo, se analizaron los coeficientes individuales por dimensión para identificar aquellas dimensiones con valores de fiabilidad más bajos. Los resultados obtenidos en el cuestionario de centros de investigación se muestran en la Figura 59.

Regulaciones	Clúster	Tendencias de desarrollo	Infraestructura para I+D	Transferencia tecnológica	Producción científica	Aplicaciones
.805	.727	.771	.629	.312	0.651	0.738

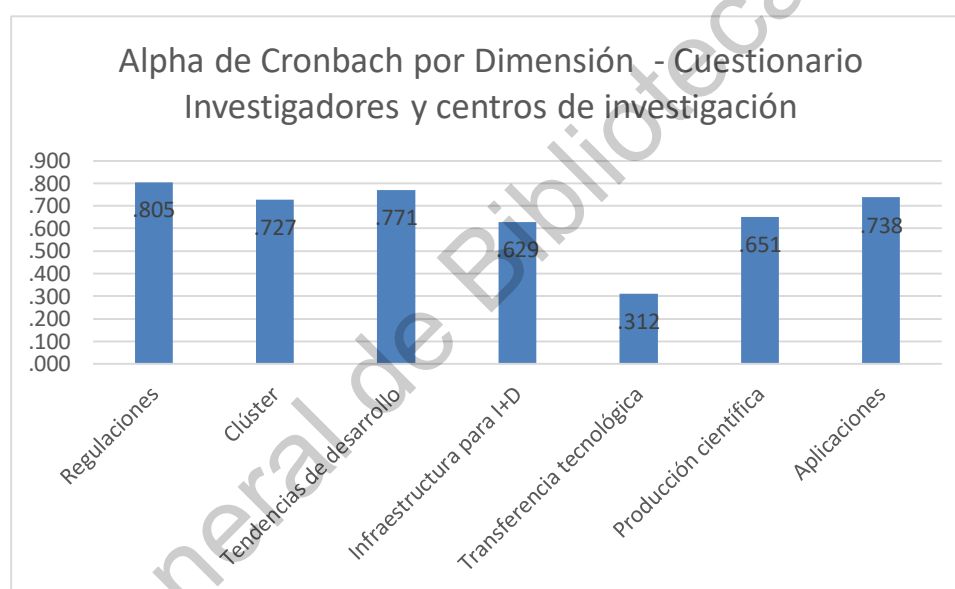


Figura 59. Resultados de Alpha de Cronbach por dimensión de Instrumento para investigadores y centros de investigación.

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de los investigadores la dimensión más baja fue la referente a la transferencia tecnológica con una fiabilidad de 0.312. Las otras dos dimensiones de mediana fiabilidad fueron la infraestructura para I+D y la producción científica con valores alrededor de 0.65. Por otro lado, la fiabilidad por dimensiones del cuestionario aplicado a empresas refleja una fiabilidad muy alta, donde la única dimensión con mediana fiabilidad fue la de clúster (Figura 60).

Regulaciones / Gobierno	Clúster	Recursos Humanos	Infraestructura para I+D	Gestión y cultura de innovación	Transferencia tecnológica	Producción científica	Aplicaciones	Tendencias de desarrollo
.873	.626	.739	.840	.913	.919	.877	.894	.893

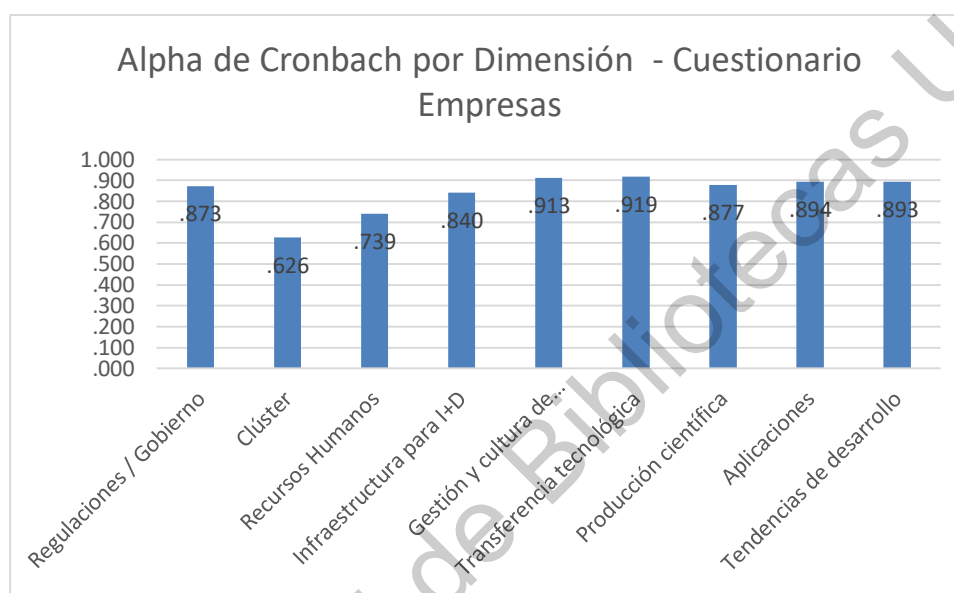


Figura 60. Resultados Alpha de Cronbach por dimensión, instrumento para empresas.

Fuente: Elaboración propia.

Esto refleja la diferencia de opiniones que se tiene respecto a la industria biotecnológica de los dos perfiles a los que se les aplicó el instrumento y de los cuales comparar sus resultados arrojará una visión más completa y certera.

4.5 Tipología de las empresas y centros de investigación estudiados

Se realizaron encuestas en once empresas biotecnológicas de diferentes ramas y se encuestó a los empleados de las áreas de laboratorio (24 personas). La muestra arrojó que la mayoría de los empleados cuentan con licenciatura o ingeniería en el área y han laborado en las empresas por menos de dos años (60-70%), los puestos más comunes fueron auxiliares de calidad y técnicos analistas. Las personas entrevistadas de más de dos años en la empresa

la mayoría cuenta con Maestría o Doctorado y los puestos que desempeñan son Gerentes o Jefes de Laboratorio, con áreas de calidad y producción.

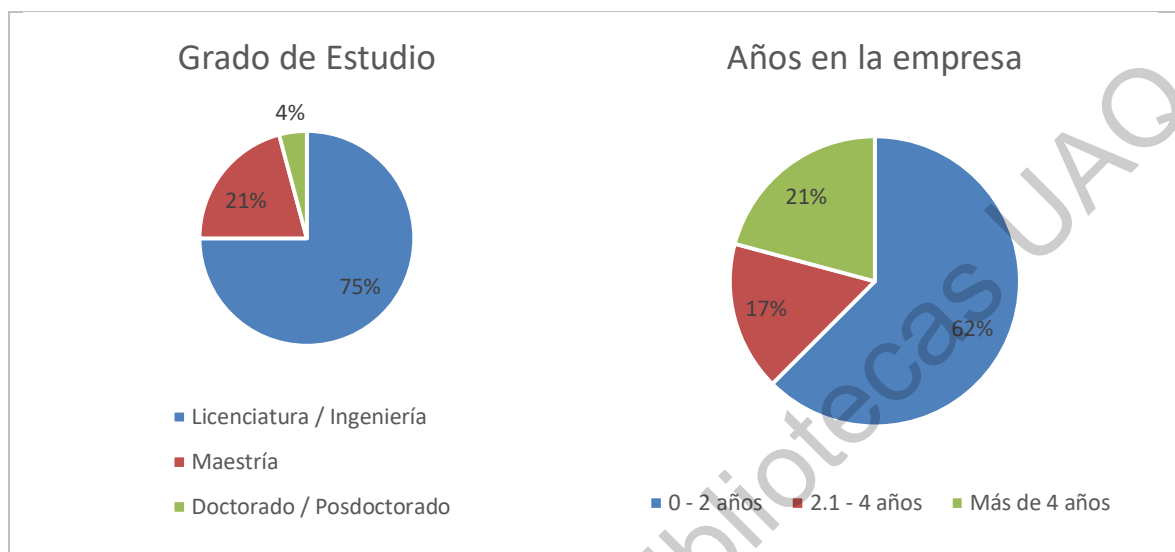


Figura 61. Tipología de Investigadores/Empleados de laboratorio en Empresas.

Fuente: Elaboración propia.

En el 64% de las empresas encuestadas se cuenta con investigadores del área biotecnológica; la cantidad de investigadores ronda entre 2 a 13 personas. Sin embargo, no todas las empresas cuentan con laboratorio para realizar las investigaciones, solo el 55% de las empresas si cuenta con laboratorio dentro de la empresa y en algunos casos lo subcontratan. Cabe mencionar que de esas empresas encuestadas únicamente una de ellas perteneció al Clúster biotecnológico BIOTQ, lo que refleja que la difusión del clúster no fue la óptima para fomentar su crecimiento.

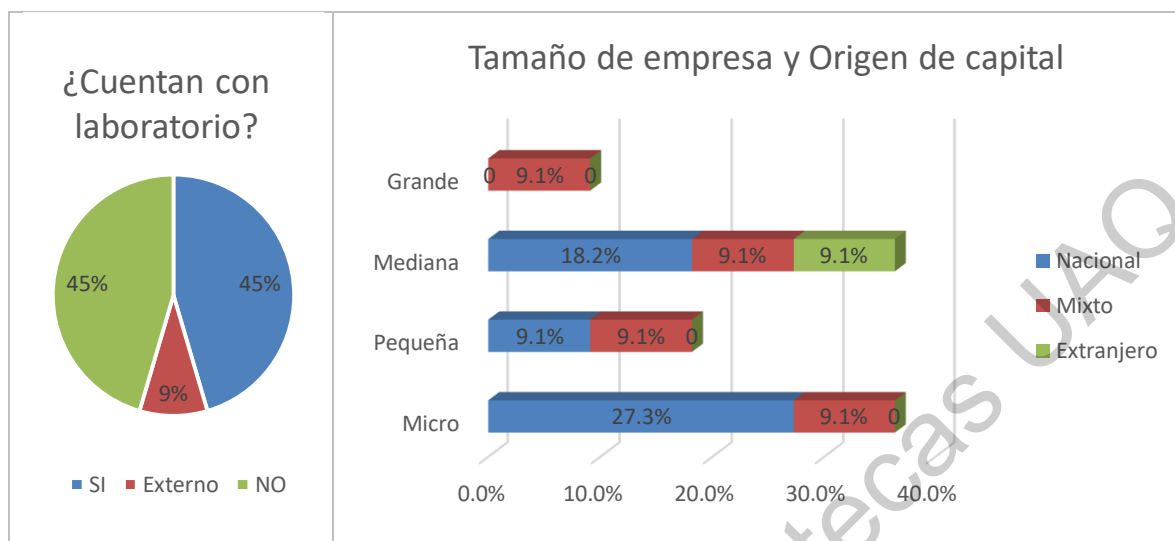


Figura 62. Tipología de Empresas Encuestadas.

Fuente: Elaboración propia.

Las empresas biotecnológicas encuestadas son en su mayoría MiPymes de capital privado principalmente nacional (55%) o mixto (36%), con giro de enfoque Industrial (73%) y de servicios (18%). Son empresas ya conformadas, en su mayoría jóvenes de mediana edad, entre 5 y 24 años (55%), y maduras de más de 25 años (27%). En su mayoría las empresas atienden a la subrama biotecnológica de alimentos (35%), en segundo lugar, a la de salud (29%) y en tercer lugar a la de Agricultura (18%). También, se puede observar cómo el capital nacional está enfocado en estas tres ramas más demandadas, ramas con empresas adolescentes de entre 3 a 4 años y jóvenes de mediana edad de hasta 24 años; mientras que el capital extranjero se observa solamente en la rama de la salud. En cuanto a los años de operación, también se observa que las empresas maduras se enfocan a Alimentos, Agricultura y Veterinaria, por lo que se observa que la rama veterinaria ya no está siendo tan atendida y en cambio la rama de la Salud ha captado la atención.

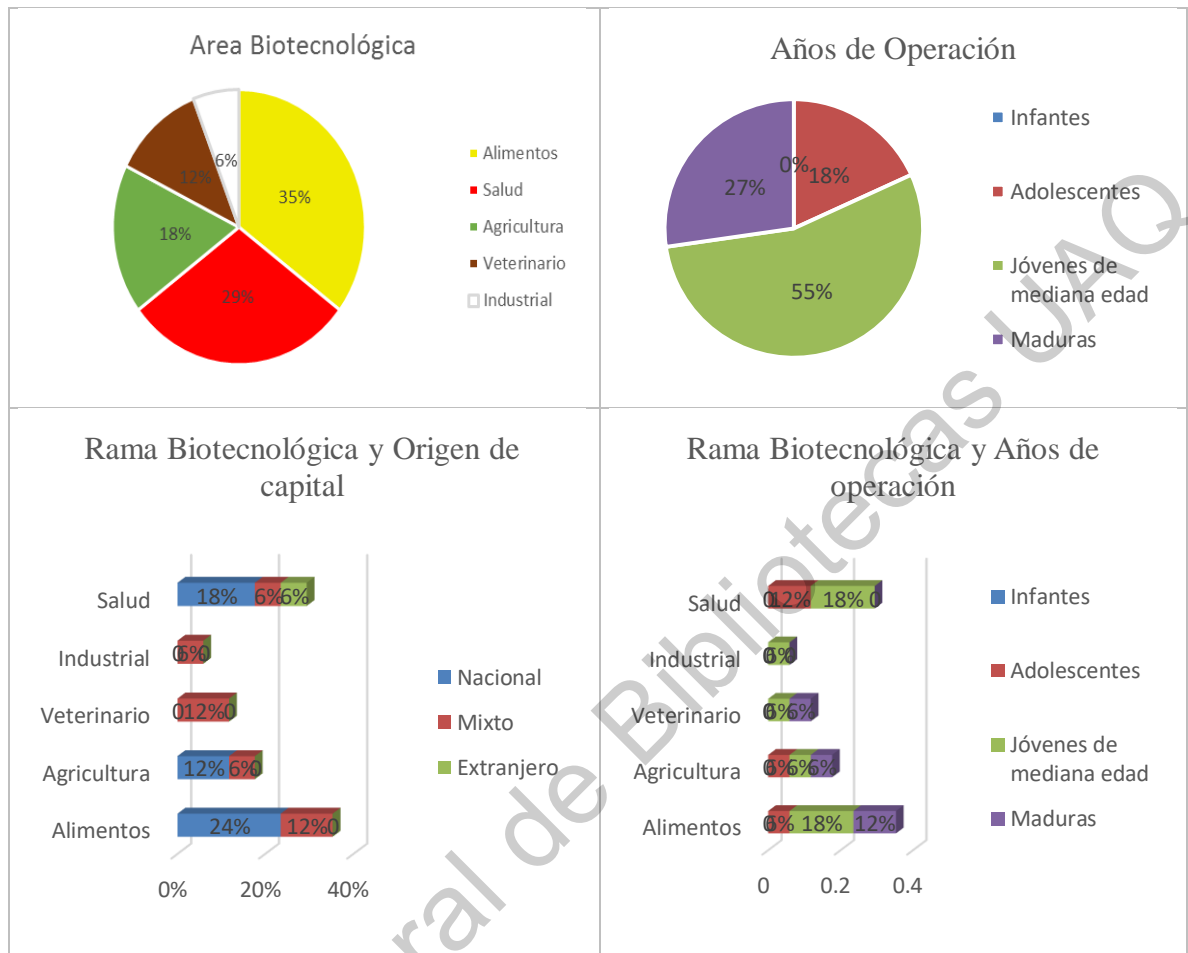


Figura 63. Tipología de empresas encuestadas con ramas biotecnológicas.

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, se realizaron encuestas en 7 Instituciones de investigación (20 personas), en su mayoría (55%) medianas (51-250 personas) y todas con origen de capital nacional/público, para conocer la opinión de investigadores del área de biotecnología acerca de la industria, donde el 60% fueron centros de investigación y el 40% fueron Universidades. El grado de estudio de los encuestados en un 80% fue de nivel Doctorado o Posdoctorado y en un 50% tienen más de 4 años en la institución en la que laboran. El número de investigadores en estas instituciones y laboratorios ronda entre los 2 a 100 investigadores con un promedio de 23 personas. Todas las instituciones encuestadas cuentan con un laboratorio dentro de las instalaciones para realizar sus funciones de investigación.

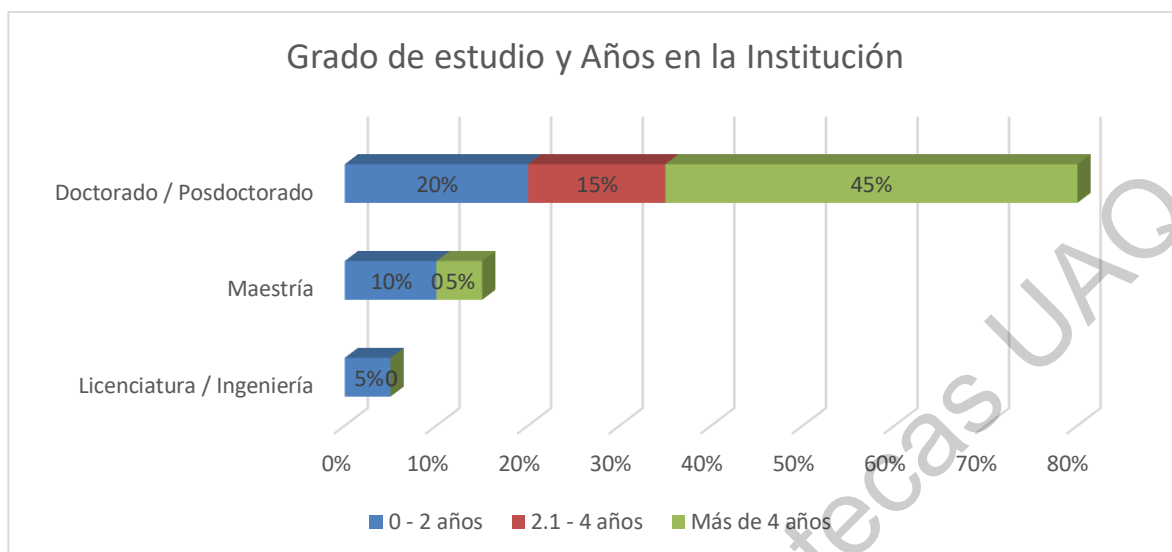


Figura 64. Tipología de Instituciones de Investigación.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las áreas biotecnológicas en las que se está trabajando, en las empresas se observan en los primeros tres lugares alimentos, salud y agricultura, sin embargo, en el área de investigación a pesar de estar presentes estas tres ramas, también se encuentran otras áreas como medio ambiente en segundo lugar, Industria y Bioinformática, en cuarto y quinto lugar respectivamente. Esto concuerda con la opinión de las empresas de aquellas ramas viables de desarrollo en Querétaro, lo cual confirma que las investigaciones ya están en caminadas en esas áreas, con investigaciones como conservación de alimentos, materiales, remediación de agua y suelos, aprovechamiento de residuos agroindustriales, entre muchas otras.

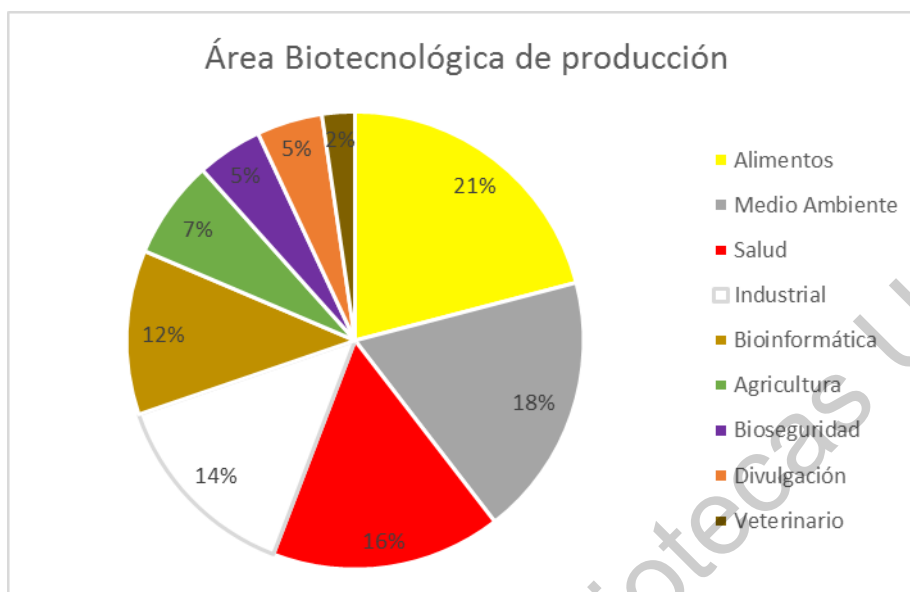


Figura 65. Área biotecnológica de producción en instituciones de investigación.

Fuente: Elaboración propia.

Uno de los retos a los que se enfrentó la investigación en un inicio, fue a la falta de participación por parte de los objetos de estudio. Sin embargo, se pudo identificar la causa de esta baja participación, y es que existen áreas de especialización que no se encuentran tan familiarizadas con el uso de tecnologías de la información, ya que, de acuerdo a la metodología de investigación planteada, se pretendía llegar a los objetos de estudio a través de herramientas digitales de recopilación de datos (Google Forms). Herramientas que por el área de especialización que tiene el investigador es de muy fácil acceso y distribución, sin embargo, con algunos sujetos de estudio se tuvo que cambiar la técnica y aplicar los cuestionarios de manera física para agilizar la obtención de los datos, obteniendo entonces una respuesta del 71% de los encuestados.

Por otro lado, el haber realizado la investigación con dos tipos tan definidos de sujetos de estudio provocó que los resultados obtenidos fueran amplios, ya que incorporaba perspectivas diferentes, y a su vez irregulares por los elementos y circunstancias tan particulares que rodean a cada uno, a pesar de pertenecer y estudiar a la misma industria, sus opiniones al respecto fueron completamente desiguales. Entonces, al realizar una

investigación como en este caso de un sector completo es importante analizar e identificar los actores involucrados para obtener los resultados más imparciales posibles.

Finalmente, se tuvo una respuesta favorable de las personas encuestadas, ya que el 87% están dispuestas a participar en exploraciones futuras, entonces esta investigación abrió la oportunidad para continuar con la aplicación del modelo de prospectiva e iniciar la aplicación del cuestionario Delphi.

4.6 Pronóstico de tendencias de desarrollo en Querétaro

Una de las principales preguntas que se les realizó a las empresas y centros de investigación de estudio fue la tendencia de desarrollo de las diferentes ramas biotecnológicas en Querétaro, los resultados obtenidos fueron los siguientes.

Las empresas encuestadas están de acuerdo en que las ramas que actualmente atienden continuarán en crecimiento para los próximos 10 años (Figura 63), sin embargo, también apuestan por la probabilidad del crecimiento de ramas biotecnológicas nuevas para el estado.

En cuanto a las ramas viables de desarrollo en el estado y para las empresas biotecnológicas están en primer lugar, las de alimentos y salud, sin embargo, agricultura queda desplazada por las ramas de medio ambiente e industrial, lo cual muestra interés por el mantenimiento de la biodiversidad, eliminación de contaminantes, el diseño de procesos y productos que consuman menos recursos y plantea el desarrollo de bioindustrias, bioprocesos, bioenergía y bioplásticos.

Las ramas de la agricultura y veterinaria continuarán presentes, pero es probable el crecimiento de ramas completamente nuevas para el estado como la Bioseguridad, la Bioinformática y la nanotecnología, áreas quizá más desafiantes por el grado de novedad para el estado, pero completamente viables por los recursos humanos de áreas de sistemas y de gestión de innovación existentes en el estado.

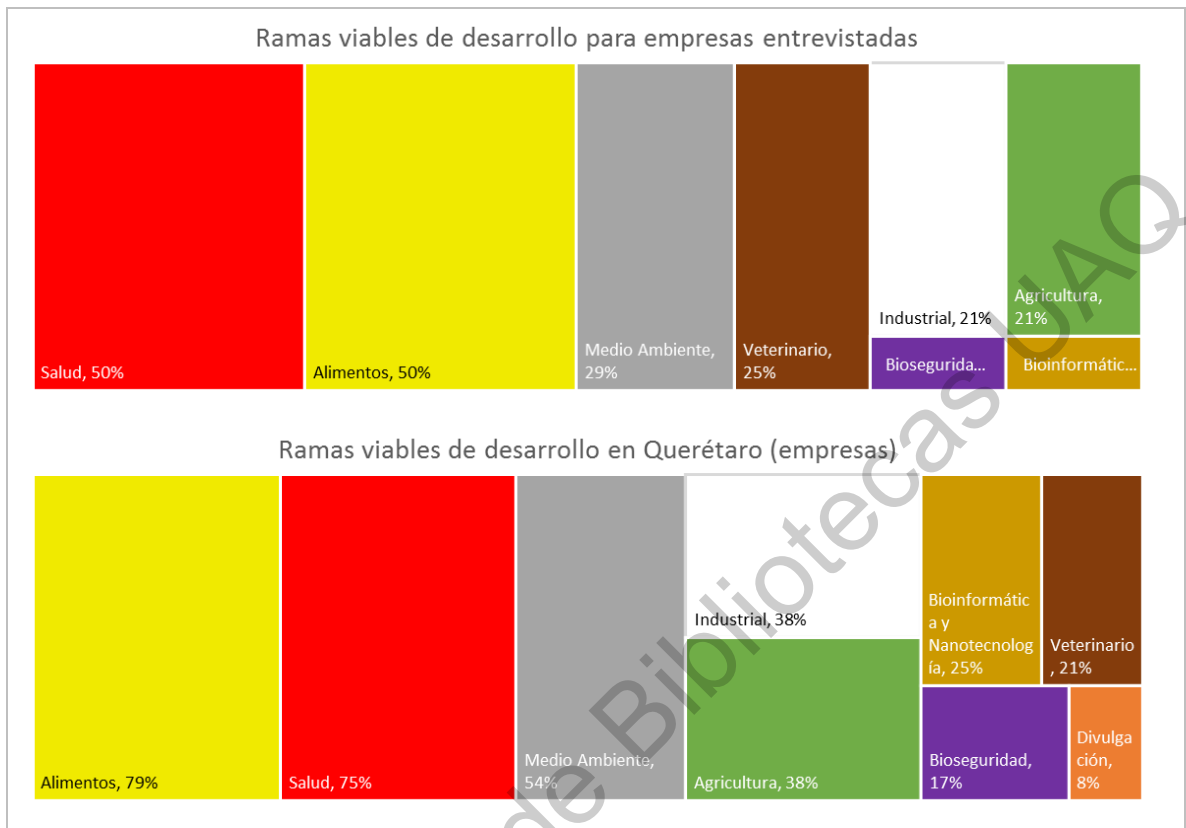


Figura 66. Tendencias de desarrollo de ramas biotecnológicas en Querétaro según empresas encuestadas.

Fuente: Elaboración propia.

Al igual que con las empresas, los investigadores afirman que dentro de las ramas viables de desarrollo en Querétaro y para las Instituciones de Investigación están Alimentos, Salud, Medio Ambiente y la Industria; sin embargo, en la opinión de los investigadores destaca más una rama que las empresas consideraron, pero no en tal porcentaje como los investigadores y es la Bioinformática y nanotecnología.

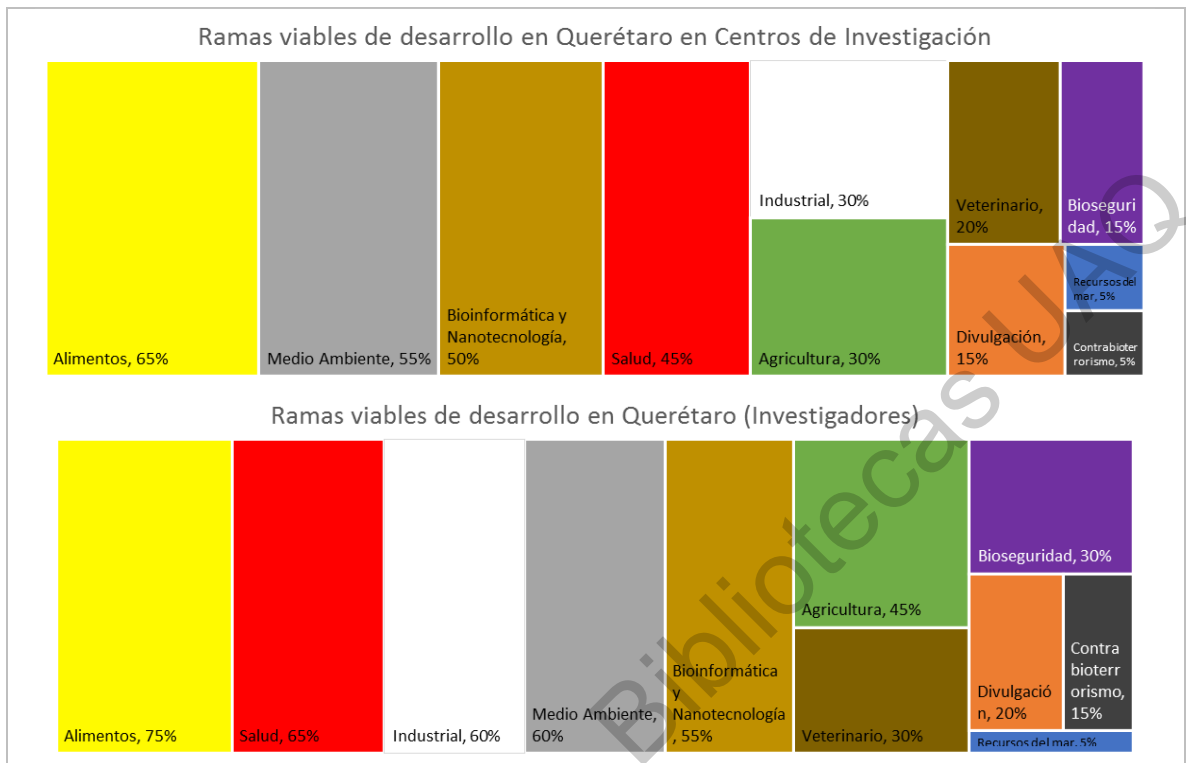


Figura 67. Tendencias de desarrollo de ramas biotecnológicas en Querétaro según investigadores.

Fuente: Elaboración propia.

Entonces, juntando las opiniones de empresas e Instituciones de investigación se obtiene que las seis ramas más prometedoras para el estado son Alimentos, Salud, Medio Ambiente, Industrial, Agricultura y Bioinformática.

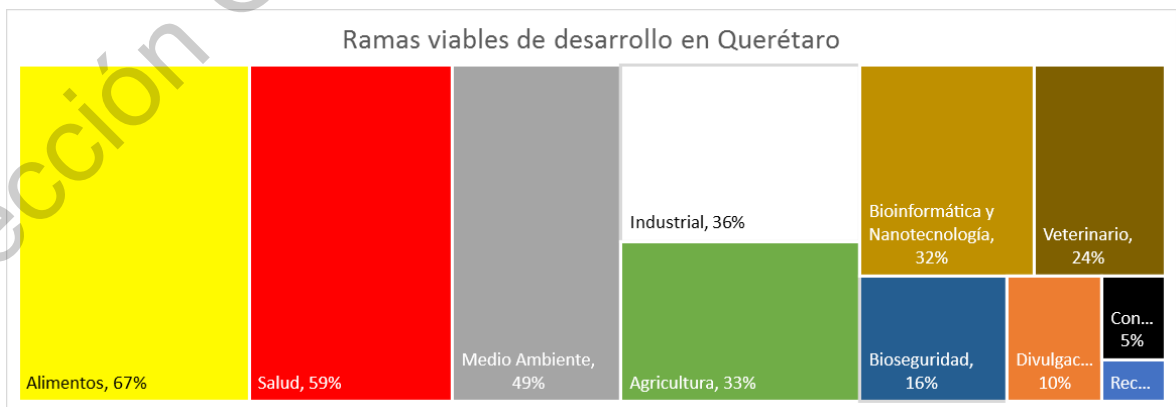


Figura 68. Tendencias de desarrollo de ramas biotecnológicas en Querétaro.

Fuente: Elaboración propia.

4.7 Determinación de variables (dimensiones) estratégicas

De acuerdo a la información capturada por las empresas biotecnológicas encuestadas, las cuatro dimensiones más relevantes para el sector biotecnológico son la innovación, la transferencia tecnológica, el personal involucrado y la infraestructura con la que cuenta la empresa; estas cuatro dimensiones dejan ver que el trabajo fuerte que se espera de las empresas está en el esfuerzo colaborativo y la explotación del Know How de los recursos humanos y de la infraestructura, generando innovaciones y realizando transferencia tecnológica de otras empresas o países más desarrollados y establecidos en la rama biotecnológica.

De acuerdo a la clasificación de las variables de investigación, la capacidad de desarrollo biotecnológico de las empresas es la parte más relevante y determinante para el crecimiento del sector. Si bien éstas están determinadas por el entorno externo de las empresas, la capacidad de la empresa es la que va a determinar el crecimiento o estancamiento de las empresas y el sector.

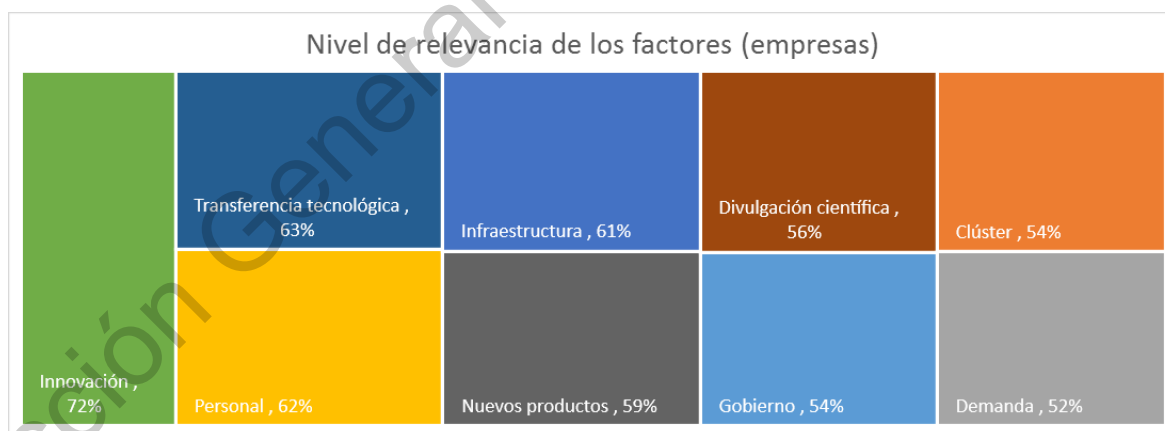


Figura 69. Factores clave para el sector biotecnológico según empresas encuestadas.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al nivel de relevancia de las variables, los investigadores le dan un valor muy similar a la mayoría de las dimensiones destacando la infraestructura y la innovación y

dejando en el nivel más bajo al clúster ya que no se le dio la difusión adecuada ni brindó el apoyo necesario para contribuir con la industria.

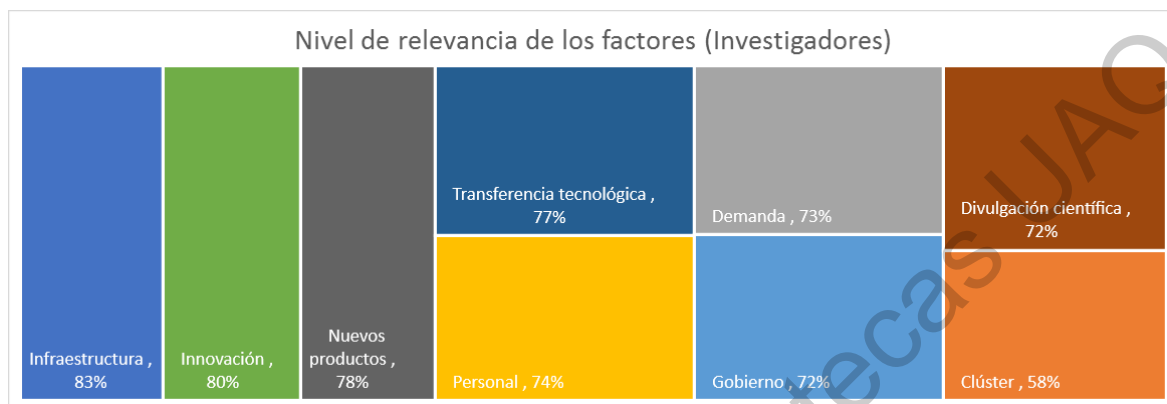


Figura 70. Factores clave para sector biotecnológico según investigadores encuestados.

Fuente: Elaboración propia.

Uniendo la información aportada por empresas e investigadores se obtiene que las dimensiones principales para la industria biotecnológica son los correspondientes a la capacidad de desarrollo biotecnológico de las empresas, es decir, innovación, infraestructura, transferencia tecnológica y Personal. Estos se reflejan en la generación de nuevos productos y la divulgación científica y se desarrollan en un entorno biotecnológico dado por Gobierno, demanda y clúster.

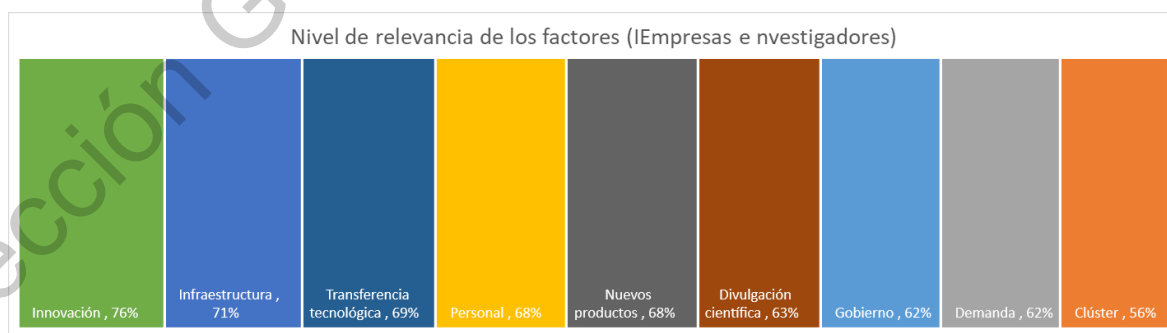


Figura 71. Factores clave para el sector biotecnológico.

Fuente: Elaboración propia.

4.8 Estudio correlacional

Como primer paso, se realizó un estudio correlacional entre las siete dimensiones del cuestionario aplicado a investigadores. De acuerdo a las respuestas obtenidas, no se encuentra correlación alguna entre las dimensiones, ya que el valor más alto obtenido fue de 0.64.



Figura 72. Correlación de Dimensiones en Cuestionario a Investigadores.

Fuente: Elaboración propia.

Dichos resultados difieren de los obtenidos en las correlaciones realizadas con los resultados de las 9 dimensiones del instrumento aplicado a empresas.

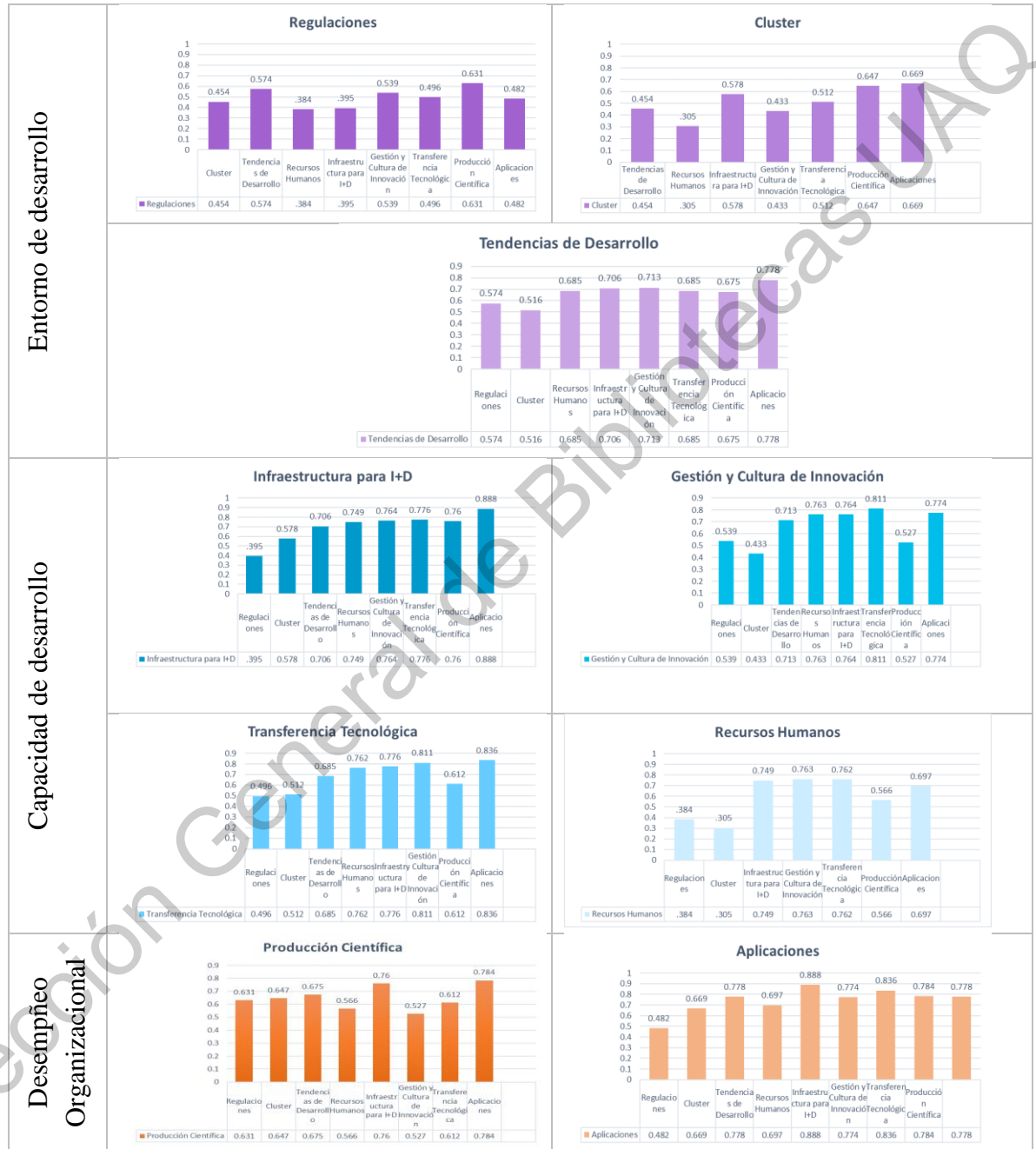


Figura 73. Correlación de Dimensiones en Cuestionario a Empresas.

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que para la primera variable de entorno de desarrollo biotecnológico no se encuentra correlación entre sus dimensiones, ni con las dimensiones de las otras dos variables. Sin embargo, para la segunda variable de capacidad de desarrollo biotecnológico, sí se encuentra una correlación alta entre sus cuatro dimensiones, al igual con las dos dimensiones que conforman la tercera variable de desempeño organizacional.

Con el objetivo de comprobar o refutar las hipótesis de investigación, se realizó otro estudio de correlación, pero entre las tres variables de estudio, donde se obtuvieron los siguientes resultados.

Correlaciones

		ENTORNO	CAPACIDAD	DESEMPEÑO
ENTORNO	Pearson Correlation	1	.435	0.465
	Sig. (2-tailed)		.055	.039
	N	20	20	20
CAPACIDAD	Pearson Correlation	.435	1	.378
	Sig. (2-tailed)	.055		.100
	N	20	20	20
DESEMPEÑO	Pearson Correlation	0.465	.378	1
	Sig. (2-tailed)	.039	.100	
	N	20	20	20

Figura 74. Correlación de variables en cuestionario a investigadores.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados arrojados por los investigadores, no existe correlación alguna entre las tres variables de investigación, es decir, la capacidad de desarrollo biotecnológico no está determinada por las dimensiones del entorno de desarrollo biotecnológico y, el desempeño organizacional tampoco está determinado por la capacidad de desarrollo biotecnológico.

Por otro lado, los resultados obtenidos de la correlación realizada a las empresas, difiere completamente de los resultados generados por los investigadores. Esto refleja la perspectiva completamente opuesta que se tiene con ambos campos de estudio. Las empresas sí identifican una correlación alta entre las variables, comprobando de esta manera las hipótesis de la investigación, las cuales determinan que existe una correlación alta entre la capacidad de desarrollo biotecnológico y el entorno de desarrollo biotecnológico, así como la correlación existente entre el desempeño organizacional y la capacidad de desarrollo biotecnológico.

		ENTORNO	CAPACIDAD	DESEMPEÑO
ENTORNO	Pearson Correlation	1	0.735	0.834
	Sig. (2-tailed)		.000	.000
	N	24	24	24
CAPACIDAD	Pearson Correlation	0.735	1	0.837
	Sig. (2-tailed)	.000		.000
	N	24	24	24
DESEMPEÑO	Pearson Correlation	0.834	0.837	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	
	N	24	24	24

Figura 75. Correlación de variables en cuestionario a empresas.

Fuente: Elaboración propia.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Industria Biotecnológica

El sector biotecnológico se presenta como una oportunidad de desarrollo, otros países han concentrado sus esfuerzos en el impulso de la biotecnología y han tenido un crecimiento económico relevante. Sin embargo, el crecimiento de la industria en general ya no es la pronosticada hace cinco años, sino que es un crecimiento más reservado que ronda el 2%. Esto no significa que ya no sea una industria redituable, sino que ha sido causa de las características especiales de la misma, como que requiere una alta inversión en Investigación y Desarrollo con retornos de inversión a largo plazo y las fuertes regulaciones que han tenido que implementarse dada la naturaleza de la biotecnología.

Se reflejaron en los resultados grandes fortalezas del sector biotecnológico en México y Querétaro, sin embargo, también fueron detectadas algunas problemáticas. Algunos de los comentarios adicionales obtenidos por parte de los sujetos de estudio fue la inquietud por el clúster biotecnológico, ya que anteriormente habían escuchado de él, pero no tenían información de su localización ni de sus funciones, por ello se muestran indiferentes ante la posibilidad de pertenecer al clúster y desconocen los beneficios que esto les podría aportar.

A diferencia del resto de la encuesta, en esta dimensión los investigadores están más informados del clúster, en gran parte se debe a que varios de ellos pertenecen a la institución donde se encontraba, sin embargo, tampoco identificaron como sobresalientes los beneficios de su creación. La Tabla 14 muestra el plan estratégico que se plantea para contrarrestar aquellas problemáticas que fueron detectadas con la investigación, definir las posibles causas y las estrategias y acciones a seguir.

Problema	Causas Posibles	Estrategias	Acciones	KPI indicadores
Estancamiento y baja inversión en Ciencia y Tecnología y en I+D	Cambios de legislación Necesidad de retorno de inversión a corto plazo	Seguimiento y control Análisis económico	Plan de control y seguimiento a becas y SNI Colaboración bajo modelo Triple Hélice Alianzas estratégicas	– Gasto federal ejercido en Ciencia y Tecnología – Gasto en I+D – Fondo Mixto de Apoyo en Querétaro
Bajos indicadores de patentes comparados con Estados Unidos y a nivel mundial	Falta de apoyos para I+D Desconocimiento de procedimientos en empresas Fuga de cerebros	Difusión Apoyo económico	Capacitación a personal en empresas Campaña de fomento a patentes Reestructuración de procedimiento para reducción de tiempo Incentivos económicos Becas para especialización Programas de apoyo para investigación	– No. de patentes solicitadas – No. de patentes concedidas – No. de Patentes biotecnológicas No. de Patentes por Mexicanos
Decrecimiento del clúster biotecnológico en Querétaro	Falta de difusión y organización	Reestructuración Difusión	Plan de trabajo Campañas de difusión de patentes Alianzas estratégicas locales, nacionales e internacionales	– Clústeres – No. de instituciones pertenecientes al Clúster Biotq – % de crecimiento de la industria – % de población interesada

Tabla 14. Plan estratégico para contrarrestar problemas de la industria biotecnológica.

Fuente: Elaboración propia.

La consolidación de un clúster va más allá de la firma de un documento, requiere trabajo en equipo y difusión, se necesita un esfuerzo importante para lograr la transferencia tecnológica y vinculación con empresas más desarrolladas, de forma tal que la consolidación del clúster realmente sea por un posicionamiento geográfico y esta unión se vuelva favorable para todos los integrantes.

Esta vinculación, transferencia tecnológica y fomento de I+D+i es una necesidad latente para las empresas, tal como lo expresaron algunas de las empresas encuestadas, al mencionar que requieren la capacitación del personal para fomentar la innovación y el desarrollo y la investigación.

Finalmente, al realizar la investigación y comparar indicadores nacionales e internacionales demuestra las brechas de desarrollo que tiene México con respecto a sus competidores y abre la pregunta de qué papel representa México y Querétaro en la cadena de valor de la industria biotecnológica.

De acuerdo a los datos obtenidos se refleja que las inversiones en I+D del área biotecnológica las están realizando las empresas medianas y grandes y México tiene la mayor cantidad de empresas exclusivas dedicadas a biotecnología (Figura 12. Clasificación de Empresas Biotecnológicas.).

Entonces, en la cadena de valor la industria en México se posicionaría principalmente en las primeras etapas de investigación básica e investigación pública. Sin embargo, un campo fuerte de la biotecnología es incorporar algunos productos biotecnológicos a otras empresas que no sean exclusivas, de esta forma se generaría mayor demanda de los mismos productos.

También, si bien se cuenta con empresas a lo largo de toda la cadena de valor hasta llegar al consumidor final, el reto para Querétaro sería atraer a las grandes empresas de cada rama para aumentar la inversión en infraestructura e investigación y desarrollo, ya que, por la muestra obtenida de las encuestas, las empresas principalmente son de capital nacional y jóvenes de mediana edad.

Además de que se presenta a la industria biotecnológica en México como la principal opción de subcontratación por los altos ahorros en costos de producción biotecnológica para las grandes empresas. Característica que por un lado se debe aprovechar ya que se ha invertido en Recursos Humanos capacitados, con una gran variedad de instituciones y programas de estudio relacionados a la biotecnología; no obstante, por otro lado, se debe

tener cuidado en el sentido que se le dará a esto, ya que no se debe reflejar como mano de obra capacitada barata, sino definirla como los mejores recursos humanos capacitados para investigación y desarrollo.

5.2. Respuestas a la pregunta de investigación

Los principales indicadores comparativos a nivel nacional e internacional que caracterizan los estados y países más sobresalientes de la industria son: Gasto en Investigación y desarrollo y Patentes; de estos se puede encontrar información histórica que permite hacer comparaciones en retrospectiva, e incluso análisis de regresión para determinar los indicadores clave para cierta empresa o industria.

En el análisis de regresión que se realizó, se obtuvo que el indicador con mayor impacto en el PIB son los investigadores biotecnológicos (SNI), seguido por el gasto federal en ciencia y tecnología y las patentes concedidas por mexicanos. Estos tres indicadores van de la mano y reflejan que la inversión que se realiza en investigación sí genera resultados, para el caso específico de la industria biotecnológica, este retorno de inversión tarda, pero es bastante redituable y la inversión que se realiza en educación para generar recursos humanos capacitados e investigadores termina reflejándose en las patentes.

Factores Clave y variables estratégicas

Los factores clave son los elementos que cambian contundentemente, la identificación de los factores clave permite encontrar las oportunidades de negocio factibles de desarrollo. Con base en la investigación y los indicadores se observa que el factor clave dentro de la industria biotecnológica es la innovación, este cambio de percepción del interés puesto en la investigación y desarrollo y en la generación de patentes. Las empresas de la industria biotecnológica están conscientes de que la obtención de resultados es tardada y la inversión es alta, pero los resultados se obtienen y por ello la inversión de las grandes empresas se ha estado dando.

Para la determinación de las variables estratégicas se les cuestionó a los investigadores y empresas la ponderación que le dan a cada dimensión investigada, obteniendo que la variable estratégica para la industria biotecnológica fue la de capacidad de desarrollo, determinada por las dimensiones de Recursos Humanos, Transferencia Tecnológica, Gestión y cultura de innovación e infraestructura para I+D. El trabajo que se espera de las empresas se encuentra en el Know-How de sus recursos humanos, el trabajo colaborativo con la transferencia tecnológica y el fomento a la innovación.

La segunda variable en nivel de relevancia es el desempeño organizacional que muestra el reflejo del trabajo con las aplicaciones desarrolladas y la producción científica. Finalmente, todas estas están dadas por el entorno de desarrollo biotecnológico.

Tópicos emergentes

Estos se definen como fenómenos o procesos que tienen la posibilidad de convertirse en una tendencia a futuro y para identificarlos se requiere de una visión a futuro y de la participación de expertos. De acuerdo a los datos recabados por los expertos encuestados en empresas biotecnológicas y centros de investigación se obtuvo que las ramas más viables de desarrollo en Querétaro son alimentos, salud, medio ambiente, industrial y agricultura; además se obtuvieron otras ramas emergentes como la bioinformática y nanotecnología y la bioseguridad. Esta información abre las puertas para nuevas investigaciones en el estado y refleja posibles tendencias de desarrollo.

Puntos de quiebre

Son acontecimientos cuya ocurrencia implica una fractura o cambio abrupto en una tendencia existente. De acuerdo a la investigación realizada los puntos de quiebre que se han presentado en la industria biotecnológica, en específico en la rama de la Salud son el envejecimiento de la población, el crecimiento de incidencias de enfermedades crónico-degenerativas, la creación de medicamentos innovadores y el vencimiento de patentes para la fabricación de productos genéricos. Por otro lado, para el caso específico de la rama de

agricultura, el punto de quiebre que se dio fue la regulación de los OGMs y las movilizaciones de ciertos grupos sociales por mantener las semillas originales de los alimentos como el maíz y el algodón.

5.3. Comprobación y discusión de las hipótesis

La comprobación de las hipótesis se realizó mediante un estudio correlacional donde se obtuvo por el lado de los investigadores, que no existe correlación alguna entre las 7 dimensiones evaluadas y de igual forma, no existe correlación entre las tres variables de estudio, refutando así las hipótesis 1 y 2 y comprobando la hipótesis nula. Para los investigadores no existe correlación entre el entorno de desarrollo, la capacidad de desarrollo y el desempeño organizacional.

Estos resultados son comprensibles dado el entorno de operación bajo el cual se trabaja en instituciones de educación y centros de investigación, ya que no se está tan pendiente de la demanda del mercado sino de una gestión de innovación más interna y sobre todo la producción científica, pero no necesariamente de aplicaciones.

Por otro lado, el estudio de correlación realizado con los datos de las empresas, muestra una correlación interna alta entre las dimensiones pertenecientes a la capacidad de desarrollo (Recursos humanos, transferencia tecnológica, gestión y cultura de innovación e I+D) y de manera independiente también existe una correlación interna alta entre las dos dimensiones del desempeño organizacional (producción científica y aplicaciones). La variable que no mostró correlación entre sus dimensiones fue la del entorno de desarrollo, debido al bajo interés y falta de información que se reflejó con la dimensión de clúster.

En cuanto a los resultados obtenidos de las correlaciones existentes entre las tres variables de medición se obtuvieron datos positivos, con correlaciones altas para la relación entre las tres variables, lo cual comprueba las hipótesis H1: Los recursos humanos, la infraestructura, la transferencia tecnológica y la gestión de la innovación se encuentran en función de las regulaciones, el clúster y la demanda del mercado y la H2: La producción

científica y las Aplicaciones quedan en función de los Recursos humanos, la infraestructura, la Transferencia Tecnológica y la Gestión de Innovación.

5.4. Recomendaciones para futuras investigaciones

El alcance de la presente investigación fue determinar los indicadores, factores clave, tópicos emergentes, puntos de quiebre y variables estratégicas que intervienen en el freno o desarrollo de la industria biotecnológica, esto asienta las bases en las cuales se puede llevar a cabo un estudio y emplear un modelo prospectivo específico para cualquier rama o empresa de la industria biotecnológica, por lo que el siguiente paso en la investigación sería la aplicación de un cuestionario Delphi, que permita plantear escenarios.

Otro estudio que se puede realizar a partir de esta investigación es la medición de empresas bajo un estudio de caso, lo cual permita asignarle a cada empresa un nivel de preparación para el desarrollo biotecnológico, cambiando la orientación de las preguntas a un estudio intrínseco de la empresa y no del sector en general.

También, podría desarrollarse una herramienta de monitoreo tecnológico que permita la identificación de tendencias de desarrollo y factores de cambio para cualquier industria tecnológica. Quedando abiertas diversas oportunidades para continuar con la presente investigación.

6. CONCLUSIONES

El objetivo de la presente investigación fue conocer cuáles son los factores que intervienen en el desarrollo de la biotecnología en Querétaro, esto con la finalidad de sentar las bases que ayudarán a alimentar un modelo de prospectiva biotecnológica. Para cumplir con el objetivo se llevaron a cabo varios objetivos específicos cuyos resultados serán puntualizados a continuación.

Se llevó a cabo un análisis de cuatro modelos de prospectiva tecnológica, donde se identificó que todo modelo de prospectiva requiere como etapa inicial, conocer los factores de cambio e indicadores clave que intervienen en la industria que se analiza, por ello, la importancia de la presente investigación. Además, se realizó un análisis comparativo de los cuatro modelos y se concluye que el modelo más viable de ser empleado para la industria biotecnológica es el Modelo de prospectiva tecnológica para la identificación de oportunidades de negocio con base tecnológica (Romero, 2010), debido a que se enfoca en un área tecnológica, muestra información amplia de las herramientas y pasos que se deben llevar a cabo y realiza un análisis STEEP.

En la investigación también se empleó un análisis STEEP a través del cual se pudieron identificar todos los indicadores cuantitativos de la industria biotecnológica, así como las tendencias de desarrollo:

- ✓ A nivel internacional las ramas biotecnológicas predominantes son Salud, Agricultura e Industrial, éstas han sido favorecidas por ciertos puntos de quiebre como regulaciones de los OGMs, crecimiento de incidencias en enfermedades y envejecimiento de la población.
- ✓ Las seis ramas más prometedoras (tópicos emergentes) para el estado de Querétaro son Alimentos, Salud, Medio Ambiente, Industrial, Agricultura y Bioinformática.

- ✓ Las variables estratégicas para el sector biotecnológico son las relacionadas con la capacidad de desarrollo de las empresas, es decir, innovación, infraestructura, transferencia tecnológica y Recursos Humanos.
- ✓ Las principales áreas de oportunidad en las que se debe trabajar es la inversión en Ciencia y Tecnología e I+D, mismos que se reflejan en los bajos indicadores de patentes. Además, estos indicadores son los más accesibles para poder realizar análisis retrospectivos de cualquier industria.
- ✓ Otro factor que predominó fue el decrecimiento del Clúster biotecnológico, donde cuatro años atrás se encontraba en auge y no se continuó con ese impulso, este podría convertirse en un punto de quiebre para la industria, con la gestión adecuada lograría potenciar el crecimiento de la industria.
- ✓ El factor clave para la industria es la innovación, este es determinante para potenciar las oportunidades de negocio factibles en el estado.

El conocer estos puntos de quiebre, tópicos emergentes, variables estratégicas, áreas de oportunidad y factores clave comprende las bases requeridas para implementar un modelo de prospectiva para la industria biotecnológica, sin importar la rama biotecnológica específica sobre la cual se desee implementar, con estos resultados se cumple con el objetivo planteado para la investigación.

Por otro lado, al ser aplicados dos instrumentos a dos estratos de la industria biotecnológica (investigadores y empresas) se obtuvieron resultados diferentes y por un lado, de parte de los investigadores biotecnológicos, se comprueba la hipótesis nula que afirma que no existe correlación ni efecto alguno entre las dimensiones clave de la industria. En cambio, las empresas afirman que existe correlación entre las tres variables: Entorno de desarrollo biotecnológico, capacidad de desarrollo biotecnológico y desempeño organizacional.

El resultado de hipótesis que se considera como válido es el obtenido con los resultados de las empresas, debido a que la visión que los investigadores pueden tener sobre la industria es de carácter más interno y específico a su área de investigación, se enfocan más

en la última variable de producción científica pero no necesariamente de las aplicaciones finales. En cambio, las empresas tienden a tener una perspectiva más amplia del status de la industria ya que determina su permanencia en el mercado y es parte de sus funciones el estar al pendiente de las tendencias de desarrollo, de la competencia y de la innovación.

Entonces con la investigación realizada se cumplió el objetivo de identificar los factores que impactan el desarrollo de la biotecnología en Querétaro y se comprueban las hipótesis H1: Los recursos humanos, la infraestructura, la transferencia tecnológica y la gestión de la innovación se encuentran en función de las regulaciones, el clúster y la demanda del mercado y la H2: La producción científica y las Aplicaciones quedan en función de los Recursos humanos, la infraestructura, la Transferencia Tecnológica y la Gestión de Innovación.

Donde de estas dimensiones, las más relevantes para la industria son las comprendidas por la misma empresa, es decir, 1) los recursos humanos, el capital humano que se ha capacitado en las ramas biotecnológicas y los cuales representan los principales indicadores del estado de Querétaro; 2) la infraestructura, las herramientas, maquinaria e instalaciones con las que cuentan las empresas para operar e innovar; 3) la transferencia tecnológica, el intercambio de información con otras empresas, la capacitación de sus empleados con áreas externas que generen y permitan la diseminación de conocimientos internos en la empresa y 4) la gestión que se realiza de éstas innovaciones.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alavi, M. y Leidner, D. E. (March de 2001). Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues. *MIS Quarterly*, 25(1), 107-136. Obtenido de https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/950622/mod_resource/content/1/MISQ%202001%20Vol%2025%20No.%201%20page%20107%20Alavi%20Leidner.pdf
- Alcántar, F. J. (2017). La prospectiva en tiempos de turbulencia. *VI Coloquio Internacional en Gestión Tecnológica e Innovación*. Querétaro.
- Almanza, L. (28 de Diciembre de 2015). Crece 10% sector biotecnológico. *El Economista*. Obtenido de <http://eleconomista.com.mx/estados/queretaro/2015/12/28/crece-10-sector-biotecnologico>
- Almanza, L. (04 de Abril de 2016). Sector biotecnológico entra en auge. *El Economista*. Obtenido de <http://eleconomista.com.mx/estados/queretaro/2016/04/04/sector-biotecnologico-entra-auge-0>
- Angulo, M. N. (1996). *Manual de tecnología y recursos de la información*. México: Instituto Politécnico Nacional.
- ANUIES. (2014-2017). *Anuarios Estadísticos de Educación Superior*. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. Recuperado el Julio de 2018, de <http://www.anui.es/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>
- Aranda, H. R. (26 de Junio de 2015). *Investigación y Desarrollo ID*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2015, de Los clústers como generadores de éxito en la región: <http://invdes.com.mx/innovacion-mobil/7896-los-clusters-como-generadores-de-exito-en-la-region>
- Arteche, M. S. (Abril-Junio de 2013). Redes y clusters para la innovación y la transferencia del conocimiento. Impacto en el crecimiento regional en Argentina. *Estudios Gerenciales*, 29(127), 127 - 138. Recuperado el 29 de Noviembre de 2016, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0123592313000028>

- Aspiazu, D. (1987). *La promoción industrial en Argentina, 1973-1983. Efectos e implicancias* (Vol. Documento de trabajo no. 19). Buenos Aires: Oficina de Buenos Aires de la CEPAL y Consejo Empresarial Mendocino.
- Balbi, E. R. (7 de Septiembre de 2008). *Prospectiva - Método MEYEP*. Recuperado el 03 de Agosto de 2017, de <http://prospectivarmeyep.blogspot.mx/>
- Balbi, E. R. (2010). *Método MEYEP de prospectiva*. Buenos Aires, Argentina: Red EyE (Escenarios y Estrategia) en América Latina. Obtenido de <http://190.104.117.163/2014/agosto/enfoque/contenido/ponencias/futuro32.pdf>
- Balbi, E. R. (2012). *Creación de un observatorio de prospectiva en la provincia del Chaco*. Universidad de Ciencias Empresariales y sociales. Obtenido de <http://www.centropaz.com.ar/publicaciones/futuro/futuro37.pdf>
- Becerril, D. (24 de Enero de 2013). *El Economista*. Recuperado el 10 de Octubre de 2015, de BiotQ recurrirá a fondos sectoriales: <http://eleconomista.com.mx/estados/2013/01/24/biotq-recurrira-fondos-sectoriales>
- Becerril, D. (17 de Febrero de 2014). *El Economista*. Recuperado el 11 de Noviembre de 2015, de Alianza entre clústers biotecnológicos: <http://eleconomista.com.mx/estados/2014/02/17/alianza-entre-clusteres-biotecnologicos>
- Biotecnoblogs. (2015). *Biotecno blogs*. Recuperado el 28 de Noviembre de 2015, de Los colores de la biotecnología: <http://www.biotecnoblogs.es/los-colores-de-la-biotecnologia/>
- BioTQ. (2014). *Clúster BiotQ*. Recuperado el 10 de Octubre de 2015, de <http://clusterbiotq.org/>
- BioTQ. (2014). *Clúster BioTQ*. Recuperado el 15 de Octubre de 2015, de <http://clusterbiotq.org/socios.php?idioma=es>
- BioTQ. (2014). *Clúster BioTQ*. Recuperado el 22 de Noviembre de 2015, de <http://clusterbiotq.org/nosotros.php?idioma=es>
- Broad, E. (17 de Septiembre de 2015). *Open Data Institute, ODI*. Recuperado el 01 de Agosto de 2017, de Closed, share, open data: what's in a name?: <https://theodi.org/blog/closed-shared-open-data-whats-in-a-name>

- Buenrostro, E. (29 de Enero de 2013). *El Economista*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2015, de La industria biotecnológica genera 20% del PIB queretano: <http://eleconomista.com.mx/estados/2013/01/29/industria-biotecnologica-genera-20-pib-queretano>
- Cámara de comercio de Medellín para Antioquia*. (s.f.). Recuperado el 22 de Octubre de 2015, de Comunidad Cluster: <http://www.camaramedellin.com.co/site/Cluster-y-Competitividad/Comunidad-Cluster.aspx>
- Cluster Salud. (26 de Junio de 2017). *Cluster Salud*. Obtenido de Cuba: Así avanza la industria biotecnológica en la isla : <https://clustersalud.americaeconomia.com/farmaceuticas/cuba-asi-avanza-la-industria-biotecnologica-en-la-isla>
- COFEPRIS. (2015). *¿Cuáles son los principales cultivos utilizados en la generación de OGMs?* Recuperado el 27 de Febrero de 2016, de <http://www.cofepris.gob.mx/AZ/Paginas/OGMS/Cultivos.aspx>
- COFEPRIS. (2015). *Lista de evaluación de inocuidad caso por caso de los OGMs*. Recuperado el 27 de Febrero de 2016, de <http://www.cofepris.gob.mx/AZ/Paginas/OGMS/Lista.aspx>
- CONACYT. (2014). *CIBIOGEM*. Obtenido de <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/cibiogem/acerca-de-la-cibiogem>
- CONACYT. (2015). *Liberación al ambiente de OGMs*. Recuperado el 27 de Febrero de 2016, de <http://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/sistema-nacional-de-informacion/estadisticas>
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (2017). *Informe General del Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*. CONACYT. Recuperado el 05 de Octubre de 2018, de <http://www.siicyt.gob.mx/index.php/transparencia/informes-conacyt/informe-general-del-estado-de-la-ciencia-tecnologia-e-innovacion/informe-general-2016/3835-informe-general-2016/file>
- Contract Pharma. (26 de Enero de 2018). *Contract Pharma Breaking News*. Obtenido de Massive Growth for the Biotechnology Market by 2024:

[https://www.contractpharma.com/contents/view_breaking-news/2018-01-](https://www.contractpharma.com/contents/view_breaking-news/2018-01-26/massive-growth-for-the-biotechnology-market-by-2024/11680)

[26/massive-growth-for-the-biotechnology-market-by-2024/11680](https://www.contractpharma.com/contents/view_breaking-news/2018-01-26/massive-growth-for-the-biotechnology-market-by-2024/11680)

Cuantrix. (s.f.). *Consultoría de marketing digital y comercio electrónico*. Recuperado el 01 de Agosto de 2017, de Clasificación de los datos según restricciones de uso: <https://cuantrix.com/open-data/clasificacion-datos/>

Cuba Debate. (28 de Marzo de 2019). *Cuba Debate*. Obtenido de Crece cooperación entre Cuba y China en el sector biotecnológico y farmacéutico: <http://www.cubadebate.cu/noticias/2019/03/28/crece-cooperacion-entre-cuba-y-china-en-el-sector-biotecnologico-y-farmacutico/#.XYU6hShKg2w>

Díaz, M. V. (10 de Febrero de 2011). *BiotechSpain*. Recuperado el 28 de Noviembre de 2015, de Los colores de la biotecnología: https://biotechspain.com/es/tema.cfm?iid=colores_biotecnologia

Durango, A. (2015). *Mercadotecnia en los Medios Sociales*. IT Campus Academy. Obtenido de <https://books.google.com.mx/books?id=sJzfCgAAQBAJ&pg=PT83&lpg=PT83&dq=iscience+ciencia+internet&source=bl&ots=gbt4w9Wo6k&sig=KcOVPD0qxqjEwhpBFkVLFijUxd0&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwirpanO08fTAhUn1oMKHY3gAA8Q6AEITzAI#v=onepage&q=iscience%20ciencia%20internet&f=f>

EASME Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises. (2015). *Preparatory Briefing on Mexico*. European Cluster Collaboration Platform. Recuperado el 10 de Septiembre de 2018, de https://www.clustercollaboration.eu/sites/default/files/mexico_preparatory_briefing.pdf

El Universal. (15 de Febrero de 2014). Biotecnología, 17.4% del PIB. *El Universal*. Recuperado el 15 de Junio de 2016, de <http://www.eluniversalqueretaro.mx/portada/15-02-2014/biotecnologia-174-del-pib>

El Universal. (05 de Abril de 2016). Crece biotecnología en el Estado. *El Universal*. Recuperado el 30 de Noviembre de 2017, de <http://www.eluniversalqueretaro.mx/cartera/05-04-2016/crece-biotecnologia-en-el-estado>

- Escamilla, S. C., Kato, V. E. L. y Pastrana, P. A. (2014). Métodos utilizados para realizar prospectiva tecnológica. En S. N. Ramos, *Gestión, Tecnología e Innovación* (págs. 221-228). México: Pearson Educación.
- Escobar y Cuervo. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en Medición*, 6(1), 27-36. Recuperado el 01 de Junio de 2018, de http://www.humanas.unal.edu.co/psicometria/files/7113/8574/5708/Articulo3_Juicio_de_expertos_27-36.pdf
- Escorsa, P. y Cruz. E. (2008). Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. Barcelona: Asociación Multisectorial de Empresas AMEC.
- European Biotechnology Network. (2018). *Cluster, Bioregions, Technology Parks*. Recuperado el 14 de Septiembre de 2018, de <http://european-biotechnology.net/services/linklist/cluster-bioregions-technology-parks.html>
- European Commission. (2012). A European strategy for Key Enabling Technologies - A bridge to growth and jobs. *Communication from the Commission to the European parliament, the Council, the European economic and social committee and the committee of the regions*. Brussels. Obtenido de <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2012/EN/1-2012-341-EN-F1-1.Pdf>
- Feria, P. V. H. (2009). *Propuesta de un modelo de transferencia de conocimiento científico-tecnológico para México*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Fernández, L. J. A., Cabello, C. L. M. y García, M. R. A. (2017). Propuesta de marco metodológico para la construcción de un gobierno abierto. *Global Conference on Business and Finance Proceedings*, 12(2). Recuperado el 18 de Julio de 2017, de <http://www.theibfr.com/INTERNET/CR031717377%20Fernandez%20Lopez.pdf>
- Ferrás, X. (2013). *Las seis olas de la innovación*. Recuperado el 09 de Noviembre de 2015, de ManagementSociety: <http://managementsociety.net/newsletter-content/918-las-seis-olas-de-la-innovacion.html>
- FOREN. (2001). *A practical guide to regional foresight*. Sevilla, España: European Commission, Joint Research Centre, Institute for Prospectiva Technological Studies.

Recuperado el 01 de Agosto de 2017, de <http://foresight.jrc.ec.europa.eu/documents/eur20128en.pdf>

FUMEC. (2013). *Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia*. Recuperado el 19 de Septiembre de 2017, de Ciencias de la Vida: http://fumec.org/v6/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=79&Itemid=457&lang=es

Fundación Premio Nacional de Tecnología e Innovación. (2016). *Modelo Nacional de Gestión de Tecnología*. Recuperado el 02 de Agosto de 2017, de <http://pnt.org.mx/modelo-nacional/>

Garrido, M. y Quaglia, N. (2012). *Creación de un observatorio de prospectiva en la provincia del Chaco*. Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales UCES. Recuperado el 15 de Julio de 2017, de <http://www.centropaz.com.ar/publicaciones/futuro/futuro37.pdf>

Giménez, R. E. y Roman, R. A. (Mayo de 2001). Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva: conceptos, profesionales, servicios y fuentes de información. *El profesional de la información*, 10(5), 11-20.

Godet, M. (1993). *De la anticipación a la acción, manual de prospectiva y estrategia*. España: Marcombo. Obtenido de <https://administracion.uexternado.edu.co/matdi/clap/De%20la%20anticipaci%C3%B3n%20a%20la%20acci%C3%B3n.pdf>

Gómez, H. D. y Almaraz, R. I. (2014). El origen de la prospectiva y su relación con la gestión de la tecnología. En S. N. Ramos, *Gestión, Tecnología e Innovación* (págs. 215-220). México: Pearson Educación.

Guadarrama, A. V. H. y Manzano, M. F. J. (Agosto de 2016). *Foro consultivo Científico y Tecnológico*. Recuperado el 25 de Mayo de 2018, de Indicadores de Ciencia y Tecnología e Innovación: http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/INDICADORES_CTI.pdf

Güemes-Castorena, D. (2009). Megatrend methodology to identify development opportunities. *PICMET 2009 Proceedings*, (págs. 2391-2396). Portland, Oregon, USA. Recuperado el 24 de Noviembre de 2017, de

https://www.researchgate.net/publication/241162085_Megatrend_methodology_to_identify_development_opportunities

- Han, J. y Kamber, M. (2006). *Data mining: concepts and techniques* (2° ed.). Morgan Kaufmann Publishers.
- Hernández, S. R., Fernández, C. C., y Baptista, L. P. (2010). *Metodología de la investigación* (Vol. Quinta edición). Ciudad de México, México: Mc Graw Hill. doi:ISBN: 978-607-15-0291-9
- Hernández-Sampieri, R. F. (2006). *Metodología de la investigación* (Cuarta edición ed.). México: Mc Graw Hill.
- Hernández-Sampieri, R. F. (2014). *Metodología de la Investigación* (sexta ed.). México D.F., México: Mc Graw Hill. Recuperado el 01 de Junio de 2016
- Herrera, B. J. (2015). *Ecolink*. Recuperado el 29 de Octubre de 2015, de Clústers Industriales la experiencia internacional: <http://www.econlink.com.ar/economia/clusters/clusters.shtml>
- Ibarra, B. C. (2002). *Lógica*. México: Pearson Educación.
- ICEX España Exportación e Inversiones. (2018). *El mercado de la Biotecnología en Estados Unidos*. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Chicago. Recuperado el Octubre de 05 de 2018, de https://www.biocat.cat/sites/default/files/estudio_de_mercado_de_la_biotecnologia_en_estados_unidos_2018.pdf
- Indacochea, A. (2016). La prospectiva estratégica y los estudios de futuro. *Strategia Liderazgo y Gerencia*, 51-54. Recuperado el 01 de Agosto de 2017, de <https://indacocheanoticias.files.wordpress.com/2016/08/prospectiva-estudios-de-futuro.pdf>
- INEGI. (2013-2017). *Anuario Estadístico y Geográfico por Entidad Federativa*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado el Julio de 2018, de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/buscador/default.html?q=Anuarios+Estad%3%ADstico+y+geogr%3%A1fico+por+entidad+federativa>

- INEGI. (2015-2017). *Encuesta sobre la percepción pública de la Ciencia y Tecnología ENPECYT*. Obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/enpecyt/2013/>
- INEGI. (2017). *Anuario estadístico y geográfico de los Estados Unidos Mexicanos*. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Obtenido de http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/AEGEUM_2017/702825097912.pdf
- INEGI. (Marzo de 2018). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. Obtenido de DENEUE Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/descarga/?ti=6>
- INEGI. (2018). *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México SCIAN*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado el 22 de Abril de 2018, de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825099695>
- Instituto de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (30 de Junio de 2018). *Banco Mundial*. Obtenido de Gasto en Investigación y desarrollo (% del PIB): https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?end=2015&locations=MX&name_desc=true&start=1996
- Izquierdo, T. A. (2014). *Biotecnología*. México, D.F.: ProMexico.
- Jacobs, J. (04 de Marzo de 2015). *Biotechnology: One of the Last Great Growth Frontiers for Retail Investors*. *Forbes*. Recuperado el 02 de Octubre de 2018, de <https://www.forbes.com/sites/johnjacobs/2015/03/04/biotechnology-one-of-the-last-great-growth-frontiers-for-retail-investors/#38d23a2876c1>
- Kim, L. (2000). *La dinámica del aprendizaje tecnológico en la industrialización*. United Nations University, Institute for New Technologies. Recuperado el 10 de Noviembre de 2017, de <http://www.oei.es/historico/salactsi/limsu.pdf>
- Laudon, K. C. y Laudon, J. P. (2014). *Management information systems managing the digital firm* (13 ed.). Pearson. Obtenido de <http://www.icto.info/laudon-management-information-systems-13th-global-edition-c2014-1.pdf>

- Linstone, H.A. y Turrof, M. (1975). *The Delphi method, techniques and applications*. Addison wesley publishing.
- Long, P. y Siemens, G. (Septiembre-Octubre de 2011). Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Educations. *Educause Review*, 30-40. Obtenido de www.education.edu/er
- López, G. M. del S., Mejía, C. J. C. y Schmal, S. R. (Enero-Junio de 2006). Un acercamiento al concepto de la transferencia de tecnología en las universidades y sus diferentes manifestaciones. *Panorama Socioeconómico*, 24(32), 70-81. Recuperado el 11 de Noviembre de 2017, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39903208>
- Mannila, H. (1996). Data Mining: Machine Learning, Statistics and Databases. *Proceedings of the 8th International Conference of Scientific and Statistical Database Management*, (págs. 2-9).
- Manyika, J. e. (May de 2011). *Big Data: The Next Frontier for Innovation, Competition and Productivity*. McKinsey Global Institute. Obtenido de <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/big-data-the-next-frontier-for-innovation>
- Martin, B. (1995). Foresight in science and technology. *Technology Analysis & Strategic Management*, 7(2), 139-168. Recuperado el 10 de Octubre de 2017, de <http://paper.shiftit.ir/sites/default/files/article/7GII-BR%20Martin-1995.pdf>
- Martin, B. (2010). The origins of the concept of foresight in science and technology: An insider's perspective. *Technological Forecasting & Social Change*, 77(9), 1438-1447. Obtenido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162510001307?via%3Dihub>
- Martínez, R. H. (2012). *Metodología de la investigación con enfoque en competencias*. Ciudad de México, México: CENGAGE Learning. doi:ISBN 13: 978-607-481-721-8
- McAfee, A. y Brynjolfsson, E. (October de 2012). Big Data: The management revolution. *Harvard Business Review*, 1-9.
- McMillan, J. y. (2011). *Investigación educativa* (5° ed.). Madrid, España: Pearson Educación, S.A.

- Miklos, T. y. (2015). El oficio prospectivo en la práctica. En P. G. Baena, & U. N. México (Ed.), *Planeación prospectiva estratégica, teorías metodologías y buenas prácticas en América Latina* (págs. 69-92). México, D.F.: Metadata. Recuperado el 01 de Agosto de 2017, de https://www2.politicas.unam.mx/publicaciones/wp-content/uploads/2015/08/Libro-PPE_interactivo1.pdf
- Miklos, T., Jiménez, E. y Arroyo, M. (2008). *Prospectiva, gobernabilidad y riesgo político, instrumentos para la acción*. México, D.F.: Limusa.
- Miles, I. D., Georghiou, L., Harper, J., Keenan, M. P., & Popper, R. (2008). *The Handbook of Technology Foresight - Concepts and Practice*. Edward Elgar.
- Mojica, F. J. (Septiembre de 2008). *Dos modelos de la escuela voluntarista de prospectiva estratégica*. Obtenido de Francisco Mojica: <http://www.franciscojojica.com/articulos/modprosp.pdf>
- Morales, V. G. (2011). *La investigación de mercados online y la Netnografía*. Santiago, Chile: Universidad de Chile, Facultad de Economía y Negocios, Escuela de Economía y Administración. Obtenido de http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2011/ec-morales_v/pdfAmont/ec-morales_v.pdf
- Moyeda, M. C. y Arteaga, G. J. C. (Enero-Abril de 2016). Medición de la Innovación, una perspectiva microeconómica basada en la ESIDET-MBN 2012. *Realidad, Datos y Espacio. Revista internacional de Estadística y Geografía*, 7(1), 38-57. Obtenido de http://www.inegi.org.mx/rde/rde_17/doctos/rde_17_art3.pdf
- Navarrete, N. J. D., Montoya, R. L. A. y Montoya, R. I. A. (Mayo-Agosto de 2009). Clusters como un modelo en el desarrollo de los negocios electrónicos. *INNOVAR*, 19(34), 35-52. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/inno/v19n34/v19n34a04.pdf>
- NEOS. (2009). *Métricas de transferencia tecnológica para el sector biotecnológico*. Chile: CONICYT.
- OCDE. (2009). *The Bioeconomy to 2030: Designing a policy Agenda*. Recuperado el 20 de Octubre de 2018, de https://read.oecd-ilibrary.org/economics/the-bioeconomy-to-2030_9789264056886-en#page166
- OCDE. (2012). *La medición de la innovación*. París: Foro Consultivo científico y tecnológico. doi:ISBN 978-607-9217-11-2

- OCDE. (2018). *Organisation for Economic Co-operation and Development*. Obtenido de Key biotechnology indicators: <http://www.oecd.org/sti/inno/keybiotechnologyindicators.htm>
- ODI. (s.f.). *Open Data Institute*. Recuperado el 01 de Agosto de 2017, de The Data Spectrum: <https://theodi.org/data-spectrum>
- OMPI. (Mayo de 2018). *Organización Mundial de la Propiedad Intelectual*. Obtenido de IP Statistics Data Center: <https://www3.wipo.int/ipstats/index.htm?tab=patent>
- Open Knowledge International. (s.f.). *Open Data Handbook*. Recuperado el 18 de Julio de 2017, de ¿Qué son los datos abiertos?: <http://opendatahandbook.org/guide/es/what-is-open-data/>
- Orellana, L. D. M y Sánchez, G. M. C. (2006). Técnicas de recolección de datos en entornos virtuales más usadas en la investigación cualitativa. (U. d. Salamanca, Ed.) *Revsita de Investigación Educativa*, 24(1), 205-222.
- Ortakaya, F. (2010). Knowledge Management IT Systems. Obtenido de <https://es.slideshare.net/ortakayafaruk/knowledge-management-information-technology-systems>
- Padilla, S. (12 de Marzo de 1993). *Excelsior*, pág. 6.
- Peñaloza, L. D. (21 de Enero de 2014). *El Economista*. Recuperado el 03 de Octubre de 2015, de BioTQ impulsa aduana local para el sector: <http://eleconomista.com.mx/estados/2014/01/21/biotq-impulsa-aduana-local-sector>
- Pérez, A. (01 de Agosto de 2016). *Cuba News*. Obtenido de Biotecnología cubana: más que un boom: <https://oncubanews.com/cuba/biotecnologia-cubana-mas-que-un-boom/>
- Pérez, D. y Dressler, M. (Enero-Marzo de 2007). Tecnologías de la información para la gestión del conocimiento. *Intangible Capital*, 3(15), 31-59.
- Pérez-Arce, S. S. (2011). Fundamentos de la Prospección Tecnológica y Casos. En D. G. Hernández, & U. A. Querétaro (Ed.), *Prospectiva e Innovación Tecnológica* (págs. 84-114). México: Siglo XXI Editores.
- Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro. (2016). *Anuario Económico*. Secretaría de Desarrollo Sustentable, Querétaro.

- Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro. (2017). *Anuario Económico*. Secretaría de Desarrollo Sustentable.
- Porter, M. (enero-febrero de 1999). Los clusters y la competencia. *Trend Management*, 1(2).
- Premio Nacional de Tecnología e Innovación. (s.f.). *Premio Nacional de Tecnología e Innovación*. Recuperado el 24 de Octubre de 2015, de Glosario: http://www.fpnt.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=112&Itemid=54
- ProMéxico. (2012). *ProMéxico Mexico Investment Map*. Obtenido de Sector de Biotecnología en México: http://mim.promexico.gob.mx/swb/mim/Perfil_del_sector_bio/_lang/es
- ProMéxico. (2014). *Biotecnología*. México, D.F.: ProMéxico.
- ProMéxico. (2015). *Biotechnology in Mexico*. Secretaría de Economía. Obtenido de http://mim.promexico.gob.mx/work/models/mim/templates/JS/MIM/PerfilDelSector/Biotecnologia/150727_Biotecnologia_ING.pdf
- ProMéxico. (2015). *Biotecnología: Lista específica*. Ciudad de México. Recuperado el Junio de 2018, de <http://mim.promexico.gob.mx/work/models/mim/templates/JS/MIM/InformacionEsTatal/sectores/BIOTECNO/BiotecListaEsp.pdf>
- ProMéxico. (17 de Febrero de 2016). *Biotecnología*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2018, de Acciones y Programas: <https://www.gob.mx/promexico/acciones-y-programas/biotecnologia>
- ProMéxico. (2016). *Biotecnología: Diagnóstico Sectorial*. Unidad de Inteligencia de Negocios, Ciudad de México. Recuperado el Febrero de 2018
- ProMéxico. (2017). *Panorama actual de la Industria Biotecnológica en México*. Unidad de Inteligencia de Negocios. Recuperado el 10 de Octubre de 2018
- Ramón, M. del C. (15 de Enero de 2019). *Cuba Debate*. Obtenido de Revolución en 60: ¿Cómo Cuba se convirtió en potencia mundial de la Biotecnología?: <http://www.cubadebate.cu/especiales/2019/01/15/como-cuba-se-convirtio-en-potencia-mundial-de-la-biotecnologia/#.XYU6hChKg2w>

- Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la Lengua Española* (Vol. 23). Madrid, España: Real Academia Española. Recuperado el 30 de Septiembre de 2015, de Tecnología: <http://dle.rae.es/?w=tecnolog%C3%ADa&o=h>
- Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la Lengua Española* (Vol. 23). Madrid, España: Real Academia Española.
- Reips, U.-D. (2015). La investigación científica con la ayuda de internet. *Infoamérica Iberoamerican Communication Review*, 9, 59-70. Obtenido de http://www.infoamerica.org/icr/n09/IA9_Investigacion.pdf
- Rodríguez, C. Y. (2016). La Gestión del conocimiento y su incidencia en la toma de decisiones estratégicas: mirada crítica desde una perspectiva informacional y de gestión de información. *XIV Congreso internacional de información Info 2016*. La Habana. Obtenido de <http://www.congreso-info.cu/index.php/info/2016/paper/view/218>
- Rodríguez, M. E. (2005). En *Metodología de la Investigación* (págs. 22-26). Villahermosa, Tabasco: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Romero, R. M. (2010). *Modelo prospectiva tecnológica para la identificación de oportunidades de negocio de base tecnológica*. Monterrey, México: Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey. Recuperado el 16 de Julio de 2017, de https://repositorio.itesm.mx/ortec/bitstream/11285/569954/1/DocsTec_10833.pdf
- Sangjae, L. Byung, G. K. y Hoyal, K. (2012). An integrated view of knowledge management for performance. (E. g. Limited, Ed.) *Journal of Knowledge Management*, 16(2), 183-203.
- Schwartz, P. (1995). *The art of the long view*. Currency doubleday.
- SENA. (2010). *Modelo de prospectiva y vigilancia tecnológica del SENA para la respuesta institucional de formación*. Cali, Colombia: Servicio Nacional de Aprendizaje SENA y Universidad del Valle. Recuperado el 15 de Julio de 2017, de http://sigp.sena.edu.co/soporte/Plan/01_Modelo%20PVT
- SENASICA. (2015). *Información Pública sobre OGM*. Recuperado el 27 de Febrero de 2016, de <http://www.senasica.gob.mx/?id=6496>

- Sharry, S. (s.f.). *CEDAF*. Recuperado el Noviembre de 28 de 2015, de Biotecnología a todo color: <http://www.cedaf.org.do/impulsabio/campaign/colores.pdf>
- SNIE. (Septiembre de 2017). *Sistema Nacional de Información Estadística Educativa*. Recuperado el 05 de Diciembre de 2018, de Secretaría de Educación: http://www.snie.sep.gob.mx/x_entidad_federativa.html
- Spendolini, M. (2005). *Benchmarking*. Bogotá: Grupo Editorial Norma.
- Trejo, E. S. (10 de Agosto de 2014). *GBC Group Biotech Solutions for your Business*. (C. d. IPN, Ed.) Recuperado el 20 de Septiembre de 2015, de La biotecnología en México: situación de la biotecnología en el mundo y situación de la biotecnología en el México y su factibilidad de desarrollo: http://www.gbcbiotech.com/en/imagenes/biotecnologia/33BioTecnologia_mexico.pdf
- Turpo, G. O. (10 de Octubre de 2008). La netnografía: un método de investigación en Internet. *Revista Iberoamericana de Educación*, 2(47). Obtenido de <http://rieoei.org/2486.htm>
- Universidad de Deusto San Sebastian. (s.f.). *El método Delphi*. Recuperado el 26 de Octubre de 2015, de www.codesyntax.com/Eneko/Metodo_delphi.doc
- Van Beuzekom, B. y. (2009). *OECD Biotechnology Statistics 2009*. Recuperado el 28 de Febrero de 2016, de <http://www.oecd.org/sti/sci-tech/42833898.pdf>
- Vargas, C. Z. (2009). La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Redalyc.org*, Vol. 33, num. 1, pp. 159-161.
- Vázquez, V. (26 de Junio de 2014). *El Economista*. Recuperado el 13 de Octubre de 2015, de <http://eleconomista.com.mx/estados/2014/06/26/preve-biotq-triplicar-agremiados>
- Vitale, J. A. (9 y 10 de Diciembre de 2010). Taller herramientas estratégicas para la gestión de la innovación: vigilancia estratégica e inteligencia competitiva. (C. d. Universidad Nacional de Cuyo UNCUYO, Ed.) Mendoza, Argentina. Recuperado el 15 de Julio de 2017, de http://www.idits.org.ar/Nuevo/Servicios/Cursos/tallerVTeIC/JavierVitale/VTeIC-CentroEstudiosProspectivos_UNCuyo.pdf

Yerman, J. (22 de May de 2019). *APEX*. Recuperado el 01 de Junio de 2019, de A Startup Nation: Why Israel Has Become The New Silicon Valley: <https://apex.aero/2019/05/22/startup-nation-israel-become-silicon-valley>

Dirección General de Bibliotecas UAQ

8. ANEXOS

Anexo 1. Clasificación de herramientas de TI en metodologías virtuales de investigación.

Herramientas Tecnológicas de Apoyo para la Investigación y Obtención de Datos

INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

- Encuestas: Herramientas que te permiten personalizar las preguntas y forma de respuestas, además de entregar un análisis de resultados. (Survey Monkey, Online Encuesta, ZohoSurvey, Survio, Typeform, Google forms, Polldaddy, Survey Planet, Eval&Go, Lime Survey, E-encuesta, QuestionPro).

SONDEOS ONLINE

Permiten una administración simple, se interactúa con grupos muy grandes, procesos de priorización.

- Blog: Emplea Tags para clasificación por categorías, lo que permite que los temas sean fáciles de encontrar. Los reportes del status son automáticos. (Existe una gran cantidad de Blogs, la mayoría de las páginas cuenta con alguno y los temas son diversos, algunos ejemplos son El Universal, Excelsior o La Jornada).
- Microblog: generación de ideas espontáneas, disponibilidad de avisos y comentarios. (Twitter-líder, twitxr).
- Foros: fácil integración, contenido y discusión en el mismo lugar, manejo de diferente tipo de formatos (incorporar archivos). (Foros México proporciona un listado de foros).

NOTICIAS

- RSS: Tecnología que permite recibir información actualizada de las páginas elegidas. Mensajes rápidos, transparencia, se puede decidir qué es importante para el investigador, información actualizada automáticamente.

BUSCADORES ESPECIALIZADOS

Los motores de búsqueda rastrean fuentes de datos de forma rápida y directa

- Google Académico: Permite hacer una búsqueda especializada de temas uniendo conceptos con el símbolo +
- Google Trends: Permite identificar los temas recientes y hacer comparaciones históricas estadísticas entre temas.
- Google Correlate: Busca patrones de búsqueda de las tendencias.
- Búsqueda de publicaciones científicas (Scopus, ResearchGate Web of Science, SlideShare, Science direct)

TRATAMIENTO DE INFORMACIÓN

El Big data y minería de datos permite la explotación y análisis de datos proveniente de todas las fuentes anteriores.

-
- Hoja de cálculo: Herramienta de análisis de datos, tienen versión online.
 - SPSS: Programa estadístico informático, sirve de apoyo a la toma de decisiones.
 - Vigiale: Software de vigilancia tecnológica, permite programar alertas, análisis de la información
 - Matheo: Matheo Patent realiza la búsqueda de patentes en EU y en la Oficina Europea de Patentes, Matheo Analyzer permite el análisis de información obtenidas de bases de datos y Matheo Web automatiza las tareas de búsqueda, almacenaje y análisis de información de Internet.
 - IBM Watson: Sistema inteligente capaz de entender el lenguaje y dar respuestas a las preguntas.
 - SAAS: Empresa de desarrollo de software de analítica
 - Adobe Analytics: Análisis de mercado y reportes en tiempo real.
 - Google Analytics: Análisis del impacto de publicidad pagada en google.

Fuente: Elaboración propia, con información de Ortakaya (2016), Escorza y Cruz (2008), Reips (2015), Pérez y Dressler (2006).

Anexo 2. Principales clústeres de Biotecnología a nivel Mundial

ÁFRICA

- Sudáfrica
 - Capetown

AMÉRICA DEL NORTE

- Estados Unidos
 - Austin San Marcos
 - Baltimore/Washington D.C.
 - Boston
 - Los Ángeles Long Beach
 - Minneapolis /St. Paul / Rochester
 - New York /New Jersey
 - Oakland
 - Orange Country
 - Philadelphia
 - Research Triangle NC (Raleigh-Durham-Chapel Hill)
 - San Diego
 - San Francisco
 - Seattle – Bellevue - Everett
- Canadá
 - Alberta
 - British Columbia
 - Manitoba
 - Montreal
 - Nova Scotia
 - Saskatchewan
 - Toronto
- México
 - Baja California
 - Guanajuato
 - Jalisco
 - Estado de México
 - Morelos
 - Nuevo León
 - Querétaro

CENTRO Y SUDAMÉRICA

- Brasil
 - Belo Horizonte, Rio de Janeiro
 - Sao Paulo
- Cuba
 - West Havana

ASIA

- China
 - Beijing
 - Hong-Kong
 - Shanghai
 - Shenzhen

- India
 - Bangalore
 - Hyderabad
 - Nueva Delhi

- Japón
 - Hokkaido
 - Kansai
 - Tokio-Kanto

- Malasia
 - Dengkil
- Singapur
 - Biopolis Biocluster
- Taiwán
 - Hsinchu
 - Taipei

EUROPA

- Alemania
 - Bavarian Biotechnology Cluster
 - BioCampus Cologne Grundbesitz GmbH & Co.KG
 - BioCon Valley
 - BioLago
 - BioM
 - BioNord
 - Bio NRW
 - BioPark Regensburg
 - BioRegion Rhein-Neckar-Dreieck
 - Bio River
 - BioSaxony
 - BioTop
 - Center for Regenerative Therapies
 - Dresden
 - EECPS
 - Healthcare Industries Cluster
 - Heidelberg Technology Park
 - Life Science Nord
 - MedialValley
 - Rebirth
 - Bio Valley (Alemania/Francia/Suiza)
- Austria
 - Cluster Life Sciences Tyrol
 - Food Cluster of Lower Austria
 - Heath Technology Cluster
 - LISA Vienna Region
 - Vienna Biocenter
- Bélgica

- ARESA
 - BioWin
 - Flanders BIO
 - CEBR
 - Dinamarca
 - Centre of Health Technology
 - ScanBalt
 - Medicon Valley Alliance (Dinamarca/Suecia)
 - Estonia
 - Tartu Biotechnology Park
 - España
 - Barcelona Science Park
 - BioBasque
 - Biocat
 - Biomadrid
 - Finlandia
 - Health BIO cluster
 - Turku BioCity
 - Turku Science Park Ltd/BIO Turku
 - Uppsala BIO
 - Culminatium Innovation Oy Ltd
 - Francia
 - Alsace Biovalley
 - Atlantopole
 - Biogenouest
 - Biopole Santé
 - Capbioteck
 - Cancer-Bio-Santé Cluster
 - Cancéropole Grand Ouest
 - Eurobiomed
 - Genopole
 - Lyonbiopole
 - Medicen Paris Region
 - Pole Nutrition Santé Longevité
 - Sophia Antipolis
 - Holanda
 - Leiden Bio Science Park
 - Italia
 - Bioindustry Park del Canavese SpA
 - BioMilano
 - Insubrias BioPark
 - Sardegna Ricerche
 - Parco Tecnológico Padano
 - Technapoli Science and Technology Park
 - Noruega/Suecia
 - MedCoast Scandinavia
 - Reino Unido
 - Escocia: Glasgow-Edinburgh
 - Inglaterra: Manchester-Liverpool, Londres, Cambridge
 - Healthcare and Bioscience iNet
 - One Nucleus
 - BioCity Nottingham
 - BioDundee
 - Kent Bioscience Sector
 - Oxfordshire Bioscience Network
 - Nexxus
 - SEHTA
 - SYBEN
 - Irlanda
 - Dublín
 - Suecia
 - Biotech Umea
 - GöteborgBio
 - Uppsala BIO
 - Suiza
 - BioAlps
 - Biotech Center Zürich
 - Lifescience Zürich
 - The Ark
 - Toolpoint for Life Science
- MEDIO ORIENTE**
- Israel
 - Jerusalem
 - Tel-Aviv
- OCEANÍA**
- Australia
 - Sydney
 - Brisbane
 - Parkville Precint
 - Perth Biotech Cluster
 - Melbourne
 - Nueva Zelanda
 - Dunedin

Anexo 3. Resultados de Cuestionario Piloto

CUESTIONARIO PILOTO ENCUESTA INDUSTRIA BIOTECNOLÓGICA 2016			
Fecha de la encuesta ____ / ____ / 2016		No. de cuestionario: _____	
<hr/>			
Sección I.- Datos relacionados de la persona encuestada			
Escolaridad: Bachillerato <input type="checkbox"/> Licenciatura/Ingeniería <input type="checkbox"/> Maestría <input type="checkbox"/> Doctorado/Posdoctorado <input type="checkbox"/>			
Puesto o cargo que ocupa: _____			
Tiempo en el puesto o proyecto: 0-1 año <input type="checkbox"/> 1-3 años <input type="checkbox"/> Más de 3 <input type="checkbox"/>			
<hr/>			
Sección II.- Datos generales de la empresa			
Nombre del proyecto/Empresa: _____			
Número de investigadores: _____		Sector: Industria <input type="checkbox"/> Comercio <input type="checkbox"/> Servicios <input type="checkbox"/>	
Giro:			
Salud <input type="checkbox"/>	Industrial <input type="checkbox"/>	Medio Ambiente <input type="checkbox"/>	Agricultura <input type="checkbox"/>
Contrabioterrorismo <input type="checkbox"/>	Veterinario <input type="checkbox"/>	Bioseguridad <input type="checkbox"/>	Alimentos <input type="checkbox"/>
Bioinformática/Nanotecnol. <input type="checkbox"/>	Divulgación <input type="checkbox"/>	Recursos del mar <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>
Año/mes en que inició operaciones: _____			
Principales líneas de productos o servicios: _____			
<hr/>			
Considero viables de desarrollo en Querétaro las siguientes ramas de la biotecnología:			
Giro:			
Salud <input type="checkbox"/>	Industrial <input type="checkbox"/>	Medio Ambiente <input type="checkbox"/>	Agricultura <input type="checkbox"/>
Contrabioterrorismo <input type="checkbox"/>	Veterinario <input type="checkbox"/>	Bioseguridad <input type="checkbox"/>	Alimentos <input type="checkbox"/>
Bioinformática/Nanotecnol. <input type="checkbox"/>	Divulgación <input type="checkbox"/>	Recursos del mar <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>

Sección III.- Encuesta

Marque con una X el grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes afirmaciones:		Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutro	En desacuerdo	Totalmente en Desacuerdo
RH1	Las empresas biotecnológicas tienen personal encargado de Investigación y Desarrollo					
RH2	Las empresas cuenta con el personal necesario en el área de Investigación y Desarrollo					
RH3	Considero que el personal de I+D se encuentra capacitado					
RH4	El personal que se requiere para investigación egresa de instituciones del Estado					
RH5	La capacitación es un factor determinante en el desarrollo de las empresas					
RH6	Constantemente se capacita al personal de I+D en nuevas áreas					
RH7	Existe poco grado de rotación del personal de I+D					
IDI1	Las empresas cuenta con un laboratorio para Investigación y Desarrollo					
IDI2	Considero que se otorga un óptimo porcentaje de recursos al área de I+D					
IDI3	A mi parecer el área de I+D siempre es apoyada					
IDI4	Se llevan a cabo diversos proyectos en I+D que contribuyen al desarrollo de las empresas					
IDI5	Se está trabajando en nuevas líneas de investigación					
IDI6	Considero que en general se cuenta con los conocimientos necesarios para incursionar en nuevas rama biotecnológicas					
IDI7	Las empresas cuentan con la infraestructura necesaria para el desarrollo de nuevos productos/ servicios					
IDI8	Considero que la infraestructura con la que se cuenta permitiría el desarrollo de productos/servicios en otras ramas biotecnológicas					
PI1	En Querétaro existe patentes del área biotecnológica					
PI2	Se han solicitado patentes del área biotecnológica en los últimos tres años					
PI3	Considero que la innovación es un factor muy importante para las empresas					
PI4	Dentro de las empresas se fomenta la innovación continua en los productos/servicios					
PI5	A mi parecer las empresas cuenta con un ambiente que motiva la diseminación de invenciones en todos los niveles					
DT1	Considero que es redituable la rama de la biotecnología en la que se trabaja					
DT2	Ha incrementado en los últimos años la demanda de los productos/servicios que se ofertan					
DT3	Las empresas realizan exportación de productos biotecnológicos					
DT4	Ha crecido la plantilla laboral de las empresas en los últimos años					
DT5	A mi parecer existe una amplia competencia en la biotecnología					
DT6	Considero que existen claras oportunidades de crecimiento en la rama que se atiende					

DT7	La vigilancia tecnológica es un factor determinante para el desarrollo de las empresas						
DT8	Se ha considerado que se podría abarcar otras ramas biotecnológicas						
DT9	Considero viable que las empresas se incorporen a otra rama biotecnológica						
DT10	Considero viable hacer alianzas estratégicas con otras empresas para incursionar en nuevas áreas						
CS1	Considero que el pertenecer a un clúster ayuda en el crecimiento de las empresas						
CS2	El clúster fomenta la comunicación entre las empresas biotecnológicas						
CS3	Considero que la formación del clúster ha contribuido favorablemente en el sector biotecnológico						
CS4	Considero que se cuenta con el apoyo de gobierno para el fomento a I+D						
CS5	Existen apoyos que otorga gobierno para la I+D						
CS6	A mi parecer existen las regulaciones necesarias para el correcto desarrollo de la biotecnología						

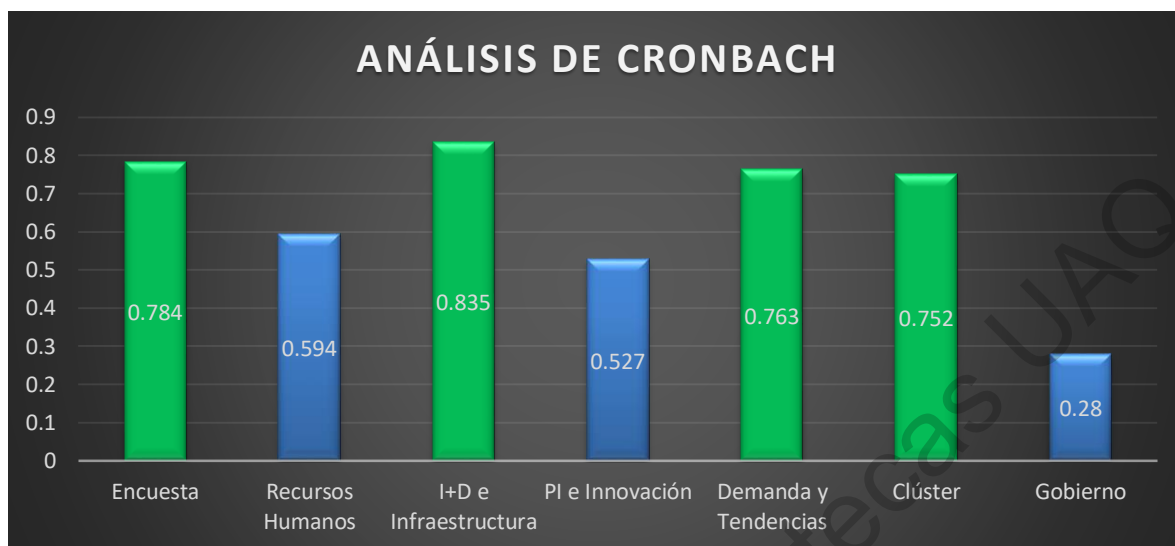
¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Cuestionario Piloto. Fuente: Elaboración propia.

Validación

ANÁLISIS DE CRONBACH

	Encuesta	Recursos Humanos	I+D e Infraestructura	PI e Innovación	Demanda y Tendencias	Clúster	Gobierno
Cronbach's Alpha	0.784	0.594	0.835	0.527	0.763	0.752	0.28
Ítems	36	7	8	5	10	3	3



Gráfica de Análisis de Cronbach. Fuente: Elaboración propia.

A través del análisis del cuestionario mediante el Alpha de Cronbach se obtiene que el instrumento en general es fiable ya que se consiguió un puntaje de 0.784, donde las preguntas que presentan un valor más alto son la 34 que habla del apoyo que ofrece gobierno, la 29 que habla de la diversificación de las empresas y la 32 que es acerca del clúster.

Sin embargo, para conocer más a fondo la fiabilidad del cuestionario se realizó el análisis a cada una de las dimensiones, donde se obtuvo que la dimensión de Recursos Humanos cuenta con baja fiabilidad al obtener un valor de 0.594, para incrementar la fiabilidad del instrumento las preguntas de esta dimensión deben ser replanteadas de tal forma que permita medir en realidad el aspecto de recursos humanos que se desea medir.

En cambio, la dimensión de Investigación, desarrollo e infraestructura con 8 ítems obtuvo un puntaje muy bueno de 0.835 demostrando que el conjunto de preguntas perteneciente a esta dimensión es consistente y fiable.

Otra de las dimensiones que obtuvo un puntaje bajo fue la de Propiedad Intelectual e Innovación con un valor pobre de 0.527 y si se analizan los ítems por separado se observa que la pregunta 17 obtuvo un puntaje negativo, esta hablaba de las patentes solicitadas en los

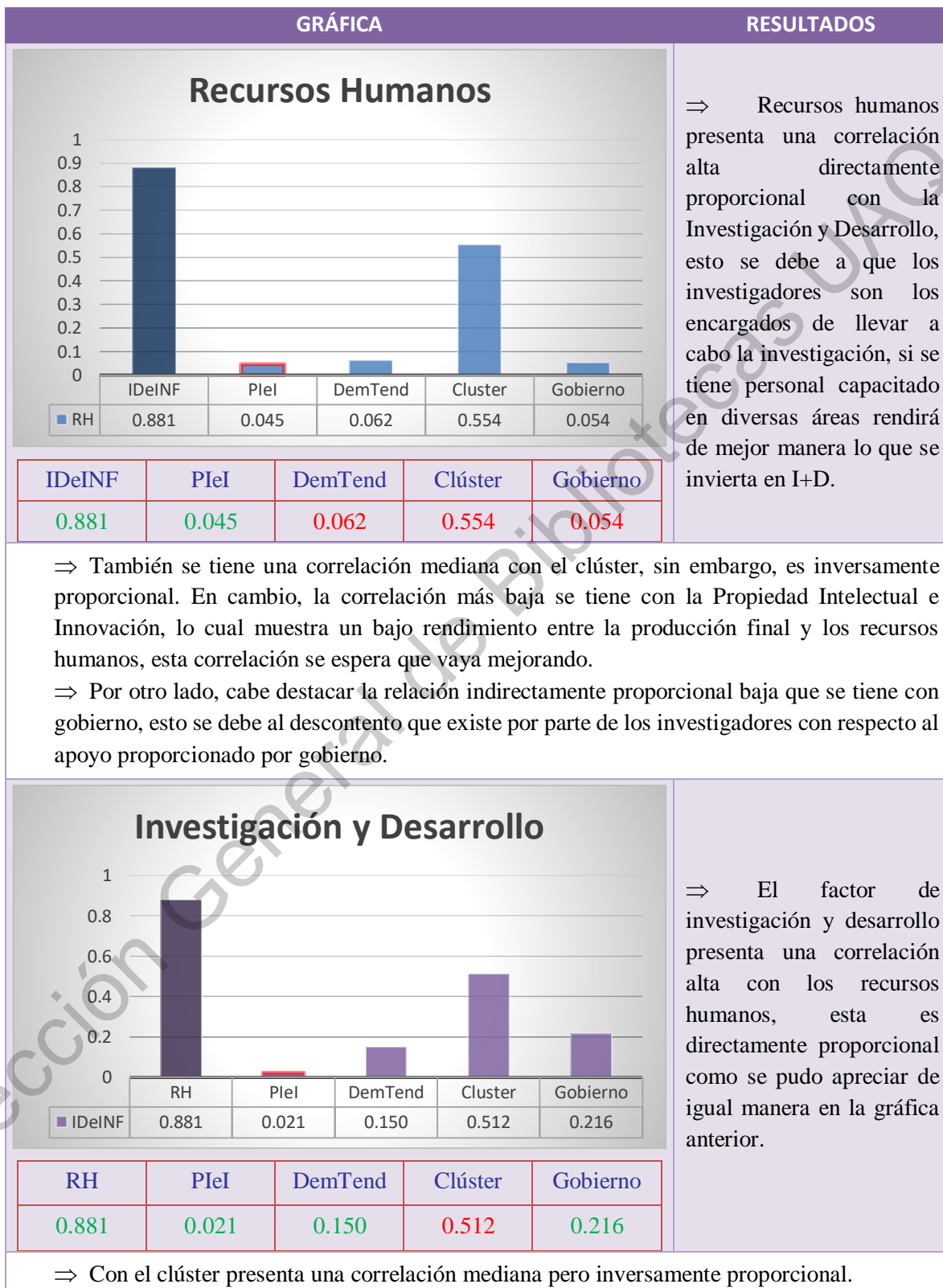
últimos años. Este conjunto de preguntas debe de ser replanteado y quizá incrementar la cantidad de ítems ya que son solo 5, cuando en las otras dimensiones se manejan 7-10.

La dimensión de Demanda y Tendencias Biotecnológicas generó una fiabilidad buena de 0.763, sin embargo, aun así, se podría analizar aquellas preguntas que presentan un Cronbach más abajo para replantearlas o incluso eliminarlas ya que es la sección que tiene más preguntas.

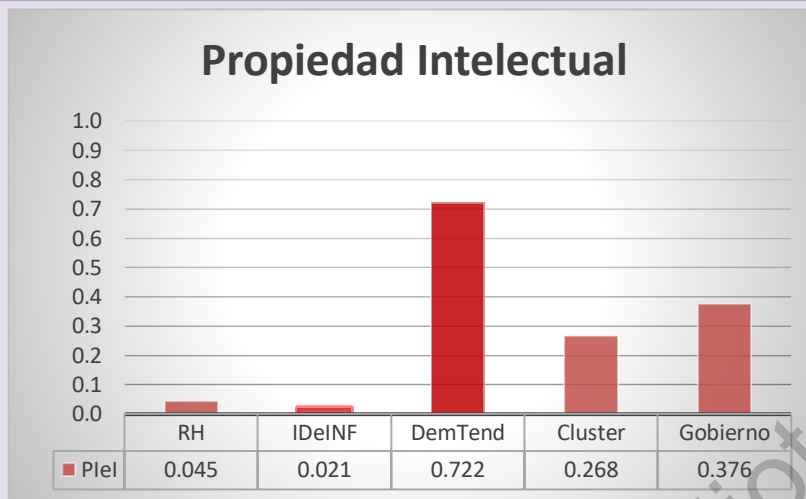
Por último, en un inicio se englobó en una dimensión de capital social externo lo referente al clúster y al gobierno, sin embargo, al obtener en el análisis un valor muy bajo se decidió analizarlas por separado para identificar qué preguntas eran las que estaban afectando la fiabilidad del instrumento. Se obtuvo en la parte del clúster un valor aceptable de 0.752, lo que se puede hacer en esta dimensión es aumentar la cantidad de preguntas ya que fueron solo 3 ítems. En cambio, las preguntas referentes a Gobierno obtuvieron una fiabilidad inaceptable de 0.280 por lo que deben ser reformuladas ya que dos de ellas presentan valores negativos y de igual manera se debe incrementar el número de ítems.

Correlación

En la siguiente tabla se muestran los niveles de correlación existentes entre las dimensiones evaluadas en el cuestionario, se diferencian por color verde las correlaciones directamente proporcionales y en rojo las inversamente proporcionales:



⇒ La correlación más baja es la Propiedad Intelectual, al igual con el punto anterior muestra un bajo rendimiento en la producción ya que sí deberían estar relacionadas en un nivel alto.



⇒ La propiedad intelectual e innovación presenta una correlación alta con la demanda y tendencias, esto indica que mientras mayor sea la demanda y nuevas tendencias de desarrollo más será la motivación para incrementar patentes e innovaciones.

RH	IDeINF	DemTend	Clúster	Gobierno
0.045	0.021	0.722	0.268	0.376

⇒ Existe una correlación inversa mediana con gobierno, esto se debe a la percepción que tienen los investigadores del bajo apoyo que otorga gobierno, la correlación debería ser directamente proporcional.

⇒ Por último, presenta una muy baja correlación con Investigación y desarrollo, ésta debería ser de igual forma alta, lo cual indica que se tiene una baja productividad entre investigación y desarrollo y la PI e innovaciones.

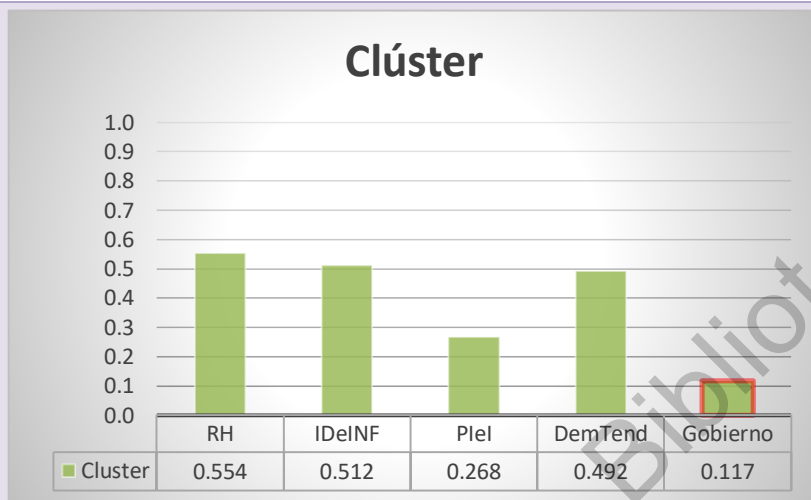


⇒ La demanda y tendencias presentan una correlación alta con la Propiedad Intelectual e innovaciones, la constante demanda de productos biotecnológicos ha tenido impacto positivo en el fomento a las innovaciones.

RH	IDeINF	PIel	Clúster	Gobierno
0.062	0.150	0.722	0.492	0.133

⇒ Se tiene una demanda mediana con el clúster, la cual se esperaría que fuera incrementando para que se obtuviera mayor apoyo y fomento por parte del clúster dada la constante demanda y tendencias de desarrollo de la industria biotecnológica.

⇒ Se tiene una muy baja correlación con los recursos humanos y es inversamente proporcional, indica que no ha habido aumento en los recursos humanos dada la demanda de productos biotecnológicos.

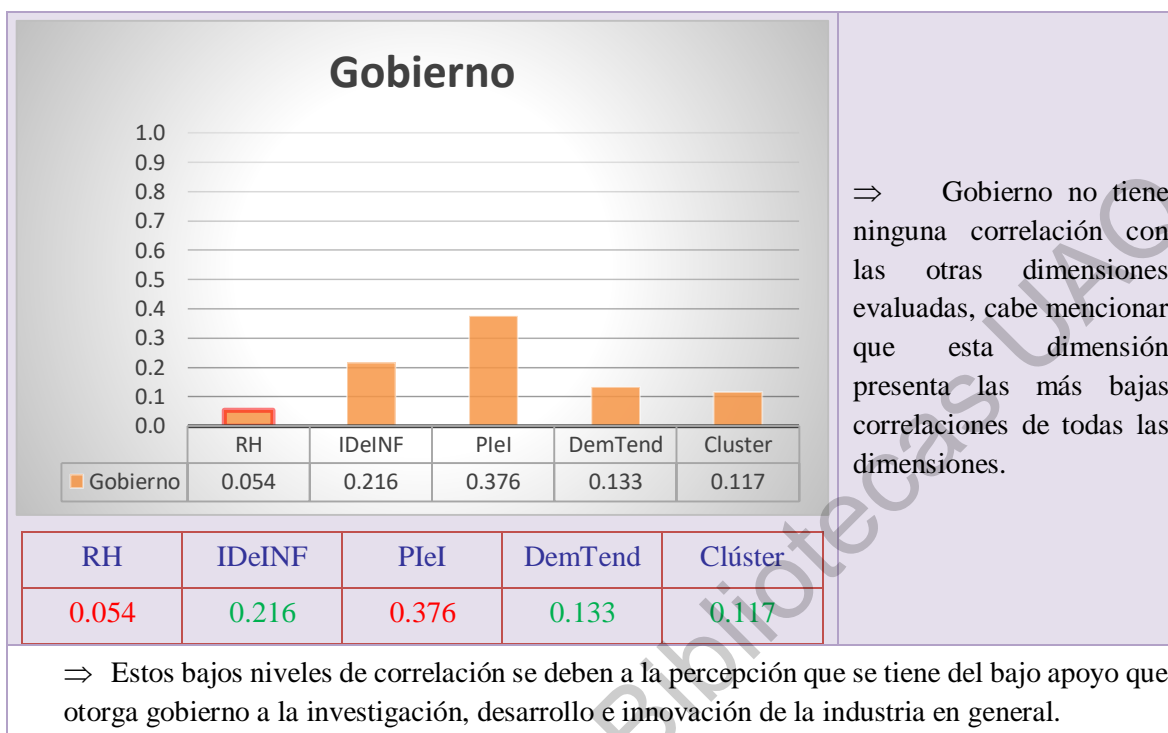


⇒ Cabe destacar que la correlación más baja se tiene con el Gobierno, la cual debería incrementar dada la relación existente con el clúster al tener secretarías gubernamentales como miembros.

RH	IDeINF	PleI	DemTend	Gobierno
0.554	0.512	0.268	0.492	0.117

⇒ El clúster no presenta correlación con ninguna de las dimensiones analizadas, esto se debe a la percepción que se tiene del clúster por parte de los investigadores, donde en teoría debería fomentar la comunicación con las empresas y servir de apoyo para el desarrollo de la industria biotecnológica, pero no ha podido aterrizar sus actividades de forma satisfactoria.

Dirección General de Biotecnología UAQ



Análisis de gráficas de correlación por dimensión. Fuente: Elaboración Propia.

Discusión de resultados

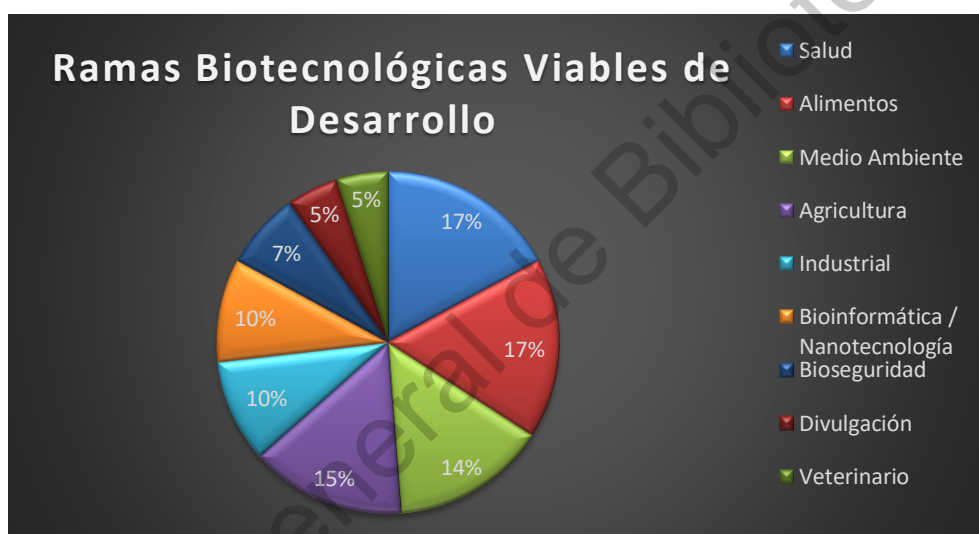
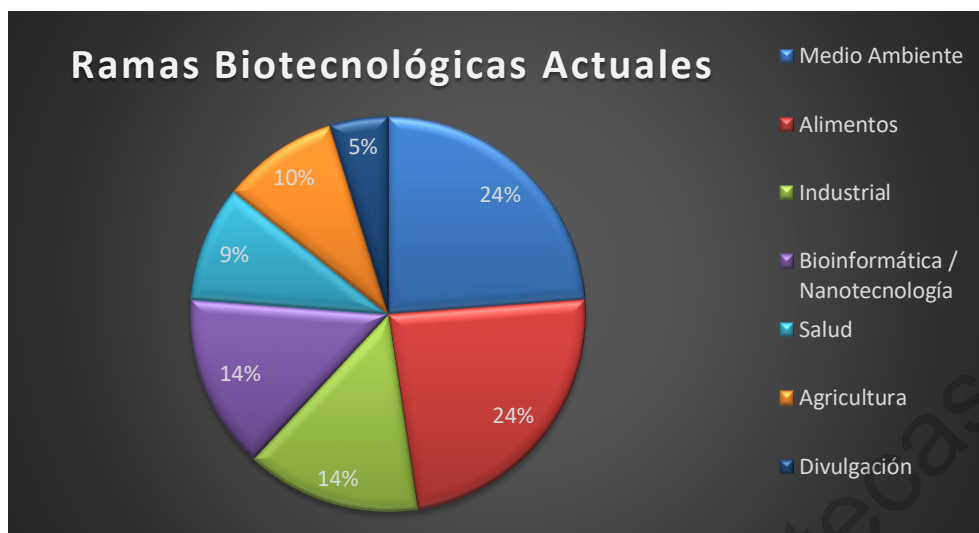
Con el análisis de Alpha de Cronbach se obtuvo que la fiabilidad del instrumento es aceptable, sin embargo, puede mejorarse al replantear e incrementar las preguntas relacionadas con las dimensiones de Recursos Humanos, Propiedad Intelectual y Gobierno. Por otro lado, el análisis de correlación de las dimensiones expuso mayor información acerca de los datos, obteniendo una correlación directamente proporcional alta entre los Recursos humanos e Investigación y Desarrollo, sin embargo, ambas presentan una correlación muy baja con Propiedad Intelectual, lo que deja ver una baja productividad final de los trabajos llevados a cabo en la industria.

Con quien sí presentan una correlación alta la Propiedad Intelectual es con la Demanda y Tendencias, es decir el constante incremento de la demanda de productos biotecnológicos y las nuevas tendencias de desarrollo sí se encuentran ligadas a la PI. Sin embargo, esta demanda presenta una correlación baja e inversa con los Recursos Humanos, es decir que se requiere personal capacitado en las nuevas áreas de desarrollo biotecnológico.

Finalmente, Clúster y Gobierno no presentan correlación alguna con las otras dimensiones ni entre sí, estas áreas además de ser replanteadas en el instrumento para obtener mayor información son las que deben ser atendidas con mayor importancia debido a la percepción que se tiene de baja productividad y bajo apoyo para el fomento a la investigación. Por ello se concentró principalmente el plan de acción en éstas dos dimensiones que en realidad deberían presentar correlaciones altas directamente proporcionales con las demás dimensiones evaluadas.

En cuanto a los datos en general que arrojaron las encuestas se obtuvo que dentro de las ramas atendidas actualmente por el parque biotecnológico están el medio ambiente y los alimentos, sin embargo, los investigadores afirman que además de estas dos ramas la salud y la agricultura también son viables de desarrollo en Querétaro (Figura 30).

Dirección General de Bibliotecas UAQ



Ramas biotecnológicas atendidas y viables de desarrollo. Elaboración propia.

Además, en las respuestas a las preguntas se pudo observar valores intermedios en cuanto a los recursos humanos que demuestran que se tiene personal en I+D y se busca la capacitación continua, pero en ocasiones a las empresas les hace falta este personal dentro de la empresa por lo que se buscan investigadores externos. En cuanto a la dimensión de I+D e infraestructura, se tiene la percepción de que no se cuenta con el apoyo necesario ni la infraestructura para desarrollo de nuevas ramas a pesar de que los investigadores buscan trabajar en nuevas líneas de investigación.

Además, el área de PI necesita de mayor trabajo ya que sí se están haciendo solicitudes de patentes y se considera que la innovación es un factor muy importante, pero es necesario impulsar dentro de las empresas la motivación y disseminación de la innovación en todos los niveles. La dimensión que obtuvo una alta fiabilidad y además puntajes generalmente medio-altos fue la de Demanda y Tendencias lo cual deja a la vista el crecimiento de la industria biotecnológica, la viabilidad de incorporación de nuevas ramas biotecnológicas y lo redituable que se considera a la biotecnología.

La información que se obtuvo referente al clúster fue que pertenecer al clúster ayuda en el crecimiento de las empresas, sin embargo, aún no se puede apreciar la contribución favorable que ha hecho el clúster debido al lento crecimiento que ha tenido. Por otro lado, se cuenta con apoyo de gobierno, pero no se consideran suficientes los programas de fomento a la investigación además de que se considera que las regulaciones para el desarrollo biotecnológico aún tienen áreas de oportunidad para el correcto desarrollo.

Plan Estratégico

Problema	Causas Posibles	Estrategias	Acciones	KPI indicadores
Freno de innovaciones dentro de las empresas	No cuentan con el personal necesario para I+D Falta de ambiente que motive la disseminación de invenciones en todos los niveles Porcentaje de recursos para I+D no es óptimo Falta de infraestructura	Recursos humanos Nivel estratégico Finanzas	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitación de personal - Colaboración bajo el modelo de Triple hélice. - Plan de fomento a la innovación - Reconocimientos por innovaciones - Alianzas estratégicas - Aumento de Porcentaje de ventas destinado a I+D - Inversión en Infraestructura 	<ul style="list-style-type: none"> - Nuevas líneas de investigación - Nuevos productos o servicios - Ventas (antes y después) - Patentes (antes y después) - Personal en I+D (antes y después) - Proyectos en I+D (antes y después)
Baja productividad del clúster	Falta de organización interna Falta de difusión	Directivos Difusión y Promoción	<ul style="list-style-type: none"> - Diseñar un plan de acción anual - Establecimiento de roles y actividades - Diseñar formato de auditoría - Elaborar plan de difusión - Búsqueda y captación de empresas de la industria - Búsqueda y obtención de recursos 	<ul style="list-style-type: none"> - Resultados de auditorías - Número de miembros del clúster - Estudio de percepción del clúster - Recursos obtenidos para desarrollo del clúster

Percepción de falta de apoyo de Gobierno	Falta de difusión de programas de apoyo a I+D Falta de comunicación con gobierno	Operación	<ul style="list-style-type: none"> – Elaborar plan de difusión – Fomento a la colaboración bajo el modelo de Triple hélice. – Plan de fomento a la innovación – Reconocimientos por innovaciones – Aumento de inversión a I+D 	<ul style="list-style-type: none"> – Montos otorgados para I+D (antes y después) – Número de programas de fomento (antes y después) – Patentes (antes y después)
--	---	-----------	--	---

Plan Estratégico. Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente, este primer acercamiento a la industria biotecnológica fue muy redituable ya que dio a conocer el nivel de fiabilidad del instrumento de investigación, lo que permitirá reestructurarlo en las dimensiones donde se obtuvo una baja fiabilidad, aunque para esta primera fase de investigación se obtuvo una fiabilidad buena. Por otro lado, la correlación mostró la relación existente entre las dimensiones de investigación y de igual manera mostró los puntos débiles al identificar las correlaciones bajas e incluso inversamente proporcionales entre dimensiones que deberían estar relacionadas directamente.

El análisis de los resultados permite observar la viabilidad de la investigación y la percepción positiva que se tiene de la industria biotecnológica a pesar de la falta de apoyo que se tiene. Sin embargo, identificar ésta área de oportunidad permite establecer un plan de acción para estos puntos débiles con la finalidad de lograr un beneficio mayor para la industria biotecnológica.

Anexo 4. Cuestionario Final

Fecha de la encuesta Haga clic aquí para escribir una fecha.

No. de cuestionario: No.

Sección I.- Datos de la persona encuestada

Escolaridad: Bachillerato Licenciatura/Ingeniería Maestría Doctorado/Posdoctorado

Puesto o cargo que ocupa: Haga clic aquí para escribir texto.

Tiempo en el puesto o proyecto: 0-2 años 2.1-4 años Más de 4 años

Sección II.- Datos generales de la Empresa / Centro de Investigación

Nombre del Centro/Empresa: Haga clic aquí para escribir texto.**Número de investigadores:** Haga clic aquí para escribir texto.**Cuenta con laboratorio para la****investigación biotecnológica:** Si, dentro de las instalaciones Si, externo No**¿La empresa pertenece al clúster****biotecnológico de Querétaro?** Si, actualmente Perteneció anteriormente No, nunca ha pertenecido**Sector:** Industria Comercio Servicios**Tipo de Organización:** Empresa Centro de investigación Universidad**Tamaño:** Micro (1-10 personas) Pequeña (11-50 personas) Mediana (51-250 personas) Grande (mayor a 250 personas)**Origen de Capital:** Nacional Extranjero Mixto Público Privado Mixto**Giro de producción / investigación:** Salud Industrial Medio Ambiente Agricultura Veterinario Alimentos Bioinformática / Nanotecnología Bioseguridad Divulgación Recursos del mar Contra bioterrorismo Otro ¿Cuál?**Años de operación:**

Haga clic aquí para escribir texto.

Principales líneas de productos o servicios:

Haga clic aquí para escribir texto.

Considero viables de desarrollo en Querétaro las siguientes ramas de la biotecnología Salud Industrial Medio Ambiente Agricultura Veterinario Alimentos Bioinformática / Nanotecnología Bioseguridad Divulgación Recursos del mar Contra bioterrorismo Otro ¿Cuál?**Considero viables de desarrollo para esta empresa las siguientes ramas de la biotecnología** Salud Industrial Medio Ambiente Agricultura Veterinario Alimentos Bioinformática / Nanotecnología Bioseguridad Divulgación Recursos del mar Contra bioterrorismo Otro ¿Cuál?

Sección III.- Encuesta

Marque con una X el grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes afirmaciones:		Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutro	En desacuerdo	Totalmente Desacuerdo
Var.	Ítems					
Regulaciones / Gobierno						
RG1	Gobierno otorga diversos apoyos económicos y programas a las empresas y centros de investigación para fomentar la innovación y la Investigación y Desarrollo (I+D)					
RG2	La empresa / centro ha recibido apoyos económicos para la innovación y desarrollo de proyectos					
RG3	A mi parecer, gobierno ha implementado las regulaciones requeridas para el desarrollo de la biotecnología					
RG4	Considero que los procesos para protección de innovaciones (creación y comercialización de nuevos productos/servicios) que ofrece el gobierno son adecuados					
RG5	Gobierno facilita los canales de comunicación para realizar transferencia tecnológica					
Clúster						
CL1	Considero que el pertenecer a un clúster ayuda en el crecimiento de las empresas / centro de investigación que lo integran					
CL2	Es de mi conocimiento que existe un clúster biotecnológico en Querétaro					
CL3	El centro está convencido de pertenecer o querer pertenecer al clúster biotecnológico de Querétaro					
CL4	El clúster ha contribuido favorablemente y fomenta la comunicación entre las empresas biotecnológicas en el Estado de Querétaro					
CL5	Considero que las actividades y contribuciones del clúster pueden mejorar para fomentar más el desarrollo de la industria biotecnológica					
Tendencias de Desarrollo						
DT1	A mi parecer existe una amplia y creciente competencia de investigación y desarrollo de nuevos productos en la biotecnología					
DT2	En los últimos años ha crecido el mercado (demanda) en el que se venden los productos/servicios					
DT3	Considero que existen claras oportunidades de crecimiento en la rama biotecnológica que se atiende					
DT4	Los factores sociales y ambientales apuntan a que la demanda de productos de esta rama crecerá					
DT5	En los próximos 10 años considero que será una de las ramas biotecnológicas más demandadas					
DT6	En los próximos 10 años considero que existen otras ramas biotecnológicas que presentarán mayor demanda					
Recursos Humanos (formación especializada)						
RH1	Se cuenta con personal especializado y actualizado en el área de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)					
RH2	Se conserva la plantilla laboral de la empresa/centro y ha crecido en los últimos años					
RH3	Se cuenta con gerentes, directivos y gestores especializados en el proceso de I+D+i					
RH4	El personal que se requiere para investigación egresa de Instituciones de Educación Superior del Estado de Querétaro					

RH5	Se capacita cada año al personal de I+D+i en nuevas áreas del conocimiento (ramas biotecnológicas)					
Infraestructura para Investigación y Desarrollo						
IID1	Considero que la asignación de recursos económicos para la I+D es el adecuado					
IID2	Actualmente, se llevan a cabo proyectos en I+D que contribuyen al desarrollo de la empresa					
IID3	La empresa cuenta con un laboratorio para Investigación y Desarrollo					
IID4	La empresa cuenta con la infraestructura necesaria para el desarrollo de nuevos productos / servicios					
IID5	Considero que la infraestructura con la que se cuenta permitiría el desarrollo de productos/servicios en otras ramas biotecnológicas					
Gestión y cultura de innovación						
INN1	Observar, analizar y difundir los contextos científico, tecnológico y económico actuales y futuros (vigilancia tecnológica) es un factor determinante para el desarrollo de la empresa					
INN2	En la empresa se lleva a cabo continuamente vigilancia tecnológica					
INN3	Dentro de la empresa se fomenta la innovación continua en los productos/servicios					
INN4	A mi parecer la empresa cuenta con un ambiente que motiva la diseminación de invenciones en todos los niveles					
INN5	A mi parecer el área de I+D siempre es apoyada por las áreas relacionadas y la alta dirección					
Transferencia tecnológica						
TT1	La empresa cuenta con los conocimientos necesarios para realizar transferencia tecnológica					
TT2	Es viable, para esta empresa/centro de investigación, hacer alianzas estratégicas para innovar en las actuales áreas de desarrollo					
TT3	Para incursionar en nuevas áreas biotecnológicas, es viable para esta empresa/centro de investigación, hacer alianzas estratégicas con otras empresa o centros de investigación					
TT4	Actualmente se tiene colaboración con otras empresas o centros de investigación					
TT5	Es viable el licenciamiento o adquisición de patentes para el desarrollo de productos/servicios en esta empresa/centro de investigación					
TT6	Actualmente se cuenta con licenciamiento o adquisición de patentes para el desarrollo de productos/servicios					
Producción Científica						
PC1	Con base en mi experiencia, en Querétaro existen patentes del área biotecnológica					
PC2	Con base en mi experiencia, considero que constantemente se realizan publicaciones científicas de la rama biotecnológica en el Estado de Querétaro (mínimo dos veces por año)					
PC3	Con base en mi experiencia, considero que existe basta información del estado actual de la industria biotecnológica en el Estado de Querétaro					
PC4	En la empresa / centro de investigación se han solicitado patentes del área biotecnológica					
PC5	En la empresa / centro se hacen constantemente publicaciones científicas (mínimo dos veces por año)					
Aplicaciones (ventas y nuevos productos)						
APP1	Considero que son redituables los productos/servicios de la rama biotecnológica en la que esta empresa/centro trabaja					

APP2	Han incrementado en los últimos años los ingresos por la venta de los productos/servicios que se ofertan								
APP3	En los últimos años considero que ha incrementado la productividad y competitividad de la empresa o centro de investigación								
APP4	La empresa/centro realiza exportación de productos biotecnológicos								
APP5	Se ha ampliado el catálogo de nuevos productos/servicios que se ofertan								
APP6	Actualmente se está trabajando en nuevas líneas de investigación								

Para finalizar ordena los siguientes factores por nivel de relevancia para el desarrollo de las empresas e industria biotecnológica (1- el menos relevante, 9 el más relevante) (Selecciona el valor una sola vez)

Factor	+ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	- 10
Gobierno										
Clúster										
Demanda										
Personal										
Infraestructura										
Innovación										
Transferencia Tecnológica										
Divulgación científica										
Nuevos productos										

Desea seguir participando en la investigación futura Si No Tal vez

Correo electrónico: _____

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Dirección General de Bibliotecas UAQ

Anexo 5. Instituciones de regulación de la Biotecnología

- 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 Secretaría de Agricultura conformado por expertos en áreas como biología molecular, genética, agronomía, microbiología, ecología, entomología, bioquímica, salud, etc., para el análisis de solicitudes para la liberación de productos genéticamente modificados y el establecimiento de regulaciones y políticas.
- Subcomité de Medio Ambiente (SEMA): Coordinado por el Instituto Nacional de Ecología (INE): Tiene como funciones 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.
- 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.

- Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS): En productos biotecnológicos es la encargada de la protección contra riesgos sanitarios.
- 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.

Otras instituciones con influencia en biotecnología:

- 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. Cuenta con el RENIECYT que es la plataforma informática y base de datos que contiene la información de los sujetos de apoyo de los diversos fondos del CONACYT y con el SINECYT que es una instancia permanente de coordinación con el propósito de garantizar que la evaluación de las propuestas de los fondos se efectúe de manera transparente y objetiva. A su vez los evaluadores se dan de alta en el Registro CONACYT de Evaluadores Acreditados (RCEA).
- 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. Cuenta con el Subcomité de Bioseguridad, Productos Orgánicos y Bioenergéticos del Comité Consultivo Nacional de Normalización Agroalimentaria.
- 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 para propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable.

Otras organizaciones Internacionales relacionadas son:

- Centro de Intercambio de Información sobre Seguridad de la Biotecnología (CIISB).
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).
- La Conferencia de las Partes (COP) es el máximo órgano de gobierno del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB): Reúne a los representantes de los países parte y actores clave encargados de promover la aplicación de dicho Convenio.