



AGENDA DE INNOVACIÓN DE BAJA CALIFORNIA

DOCUMENTOS DE TRABAJO

4.2. ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN: BIOTECNOLOGÍA

CONTENIDO

1	Introducción a las áreas de especialización seleccionadas por la agenda.....	6
1.1	Introducción a criterios de priorización utilizados	6
1.2	Aplicación de criterios para la selección de áreas de especialización.....	7
1.3	Áreas de especialización seleccionadas y gráfico representativo de la agenda.....	8
2	Caracterización del área de especialización en el estado y en el contexto nacional	9
2.1	Breve descripción del área de especialización	9
2.2	Distribución del área de especialización en México.....	12
2.3	Posicionamiento del estado en el área de especialización	19
2.4	Principales tendencias de la innovación en el área de especialización a nivel mundial	21
3	Breve descripción del ecosistema de innovación	27
3.1	Mapa de los agentes del ecosistema de innovación	27
3.2	Principales Instituciones de Educación Superior (IES) y Centros de Investigación y sus principales líneas de investigación	28
3.2.1	Instituciones de Educación Superior	30
3.2.2	Centros de Investigación	30
3.3	Detalle de empresas RENIECYT del área de especialización	32
3.4	Evolución de apoyos en el área de especialización	39
4	Análisis FODA del área de especialización	40
4.1	Fortalezas.....	40
4.2	Oportunidades	41

4.3	Debilidades	41
4.4	Amenazas	42
5	Marco estratégico y objetivos del área de especialización	43
6	Nichos de especialización.....	45
6.1	Acuicultura	46
6.2	Biotecnología Médica	46
7	Caracterización de proyectos prioritarios y plan de proyectos	48
7.2	Descripción de proyectos prioritarios.....	48
7.2.1	Red público-privada de Biotecnología Acuícola	48
7.2.1	Fortalecimiento de la Investigación aplicada en la unidad de anticuerpos terapéuticos y de diagnóstico	50
7.3	Matriz de proyectos.....	54
8	Referencias.....	56
	Apéndices	60
	Apéndice A. Listas de asistencia a los talleres sectoriales.....	60
	Apéndice B: Entidades gubernamentales de apoyo al área de especialización	62

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Esquema sobre áreas y nichos de especialización para la Agenda Estatal de Innovación en Baja California	8
Ilustración 2. Código de colores para identificar las aplicaciones de la Biotecnología moderna	10
Ilustración 3 Ecosistema de innovación del área Biotecnológica.....	27
Ilustración 4. Distribución de las empresas biotecnológicas por municipio y sector industrial	33
Ilustración 5. Principales eslabones de la cadena de suministro del sector vitivinícola de Baja California.....	35
Ilustración 6. Principales eslabones de la cadena de suministro del jurel de la empresa Ocean Baja Labs	37
Ilustración 7. Porcentaje de investigadores de SNI en el área de Biotecnología en Baja California (% , 2007-2012)	39
Ilustración 8. Mapa de ruta del Proyecto Red público-privada de Biotecnología Acuícola.	49
Ilustración 9. Mapa de Ruta del Proyecto Fortalecimiento a la unidad de anticuerpos terapéuticos.....	51

Índice de Tablas

Tabla 1. Ejemplos de productos y servicios obtenidos mediante Biotecnología por tipo de industria.....	11
Tabla 2.Principales instituciones de investigación relacionadas con Biotecnología en México	13
Tabla 3. Ejemplos de empresas mexicanas exitosas que utilizan herramientas biotecnológicas en sus productos y/o procesos	17
Tabla 4 Tecnologías críticas para el desarrollo de la Biotecnología agropecuaria.....	23
Tabla 5. Principales plataformas tecnológicas de la Biotecnología	23
Tabla 6. Principales tendencias de las aplicaciones de la Biotecnología	25
Tabla 7. Instituciones y programas de posgrado en el CICESE y la UABC relacionados con Biotecnología y pertenecen a los PNPC 2011.....	28
Tabla 8. Programas de nivel licenciatura acreditados por COPAES 2011, que se relacionan con Biotecnología en Baja California	29
Tabla 9. Capacidades de Investigación del CICESE en materia de Biotecnología	31
Tabla 10. Número de empresas relacionadas con Biotecnología por tipo de industria	32
Tabla 11. Empresas biotecnológicas líderes en Baja California	33
Tabla 12. Instituciones con interés de participar en el Clúster de Bioeconomía de Baja California.....	38
Tabla 13. Descripción de proyectos complementarios para aplicaciones de Biotecnología Médica	53
Tabla 14. Matriz de proyectos del área de especialización en Biotecnología de Baja California	54

1 INTRODUCCIÓN A LAS ÁREAS DE ESPECIALIZACIÓN SELECCIONADAS POR LA AGENDA

1.1 Introducción a criterios de priorización utilizados

La **Agenda Estatal de Innovación de Baja California** tiene por objetivo identificar las principales áreas estratégicas en materia de innovación, para ser desarrolladas en los próximos años. El documento se integra por las **Agendas Sectoriales de Innovación**, correspondientes a cada *Área de especialización* (sector económico) definida para el estado, en función del desarrollo de capacidades que fomenten el mejoramiento de las condiciones económicas, políticas, educativas, sociales y ambientales de la población.

A su vez, las **Agendas Sectoriales** desarrollan las líneas de innovación para fortalecer cada *Área de especialización* e impulsar los *Nichos* identificados, mediante la propuesta de proyectos específicos, apoyada en los recursos de la entidad.

La **Agenda Sectorial de Innovación en Biotecnología de Baja California** tiene por objetivo identificar los ejes estratégicos de acción para detonar actividades de innovación; para ello se toma en cuenta la vocación del estado y las oportunidades de mercado que se vislumbran. Como resultado, se proponen *Nichos de Especialización* y proyectos específicos acordes con las fortalezas detectadas en materia de infraestructura, recurso humano, localización geográfica y capacidades tecnológicas para promover la innovación empresarial y la diversificación productiva con una perspectiva de mediano y largo plazo.

El **Área de Biotecnología** fue seleccionada por líderes de opinión y representantes de sector empresarial, académico y gubernamental que conforman el Grupo Consultivo del estado, quienes basados en criterios socioeconómicos, científico-tecnológicos y de mercado, identificaron a la Biotecnología como un área que puede contribuir a potenciar sectores económicos importantes para Baja California como Acuicultura y la Industria Farmacéutica.

Adicionalmente, para el caso concreto de la Biotecnología, se considera como un factor trascendente la posición geográfica de Baja California, pues la ciudad vecina de San Diego en Estados Unidos, es líder mundial en el desarrollo y uso de técnicas biotecnológicas aplicadas en la mejora de procesos y productos de interés para el estado. Sin duda, esta circunstancia es ventajosa tanto para la formación de recursos humanos como para monitorear permanentemente los avances tecnológicos en el área.

1.2 Aplicación de criterios para la selección de áreas de especialización

El punto de partida fue el reconocimiento de problemas y oportunidades para el desarrollo competitivo del Estado para, en función de éstos, priorizar la generación y aplicación de conocimiento en plataformas tecnológicas dentro de áreas de especialización que pudieran impactar la solución de problemas críticos del área, así como en el aprovechamiento de las oportunidades percibidas y jerarquizadas por los actores del ecosistema de innovación.

Para la selección de Áreas de Especialización se usó un modelo de priorización basado en indicadores económicos, sociales, de oportunidad de mercado y de desarrollo tecnológico (capacidades físicas y humanas, así como la experiencia y vocación del estado).

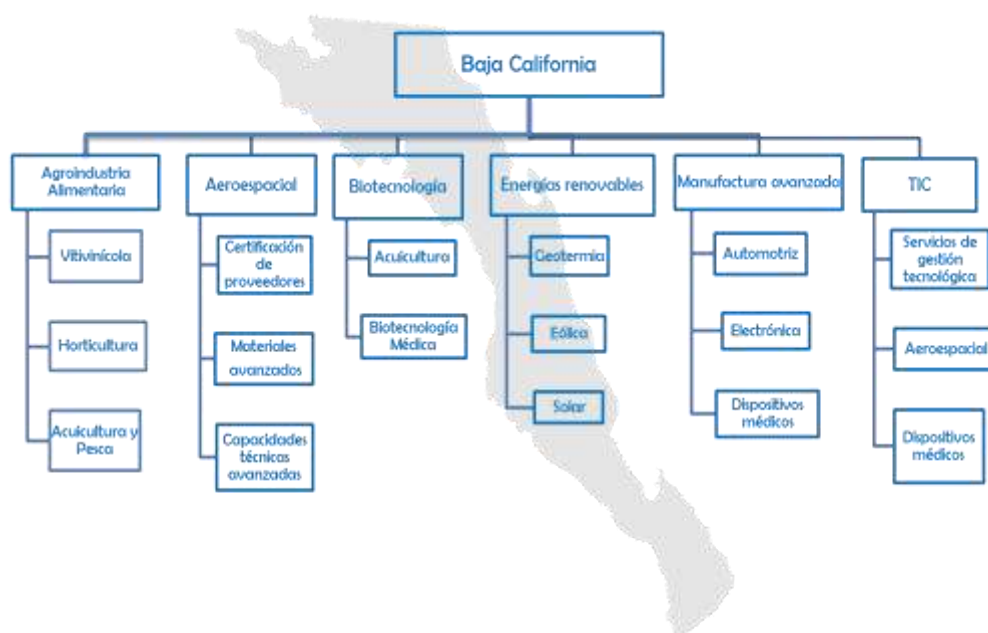
En las ocasiones en las que la valoración era eminentemente cualitativa, la decisión se tomó mediante un análisis específico del Comité de Gestión en función de la pertinencia para el Estado y dicha decisión fue validada por el Consejo Consultivo.

1.3 Áreas de especialización seleccionadas y gráfico representativo de la agenda

A través de la Agenda Estatal de Innovación, con cada uno de los sectores se busca hacer recomendaciones de política en materia de innovación y desarrollo tecnológico que ayuden a cerrar las brechas de desventajas en cada uno de los sectores. Así como promover un crecimiento inteligente, basado en el conocimiento y la innovación, sustentable, promoviendo una economía verde, eficiente y competitiva, e incluyente, fomentando un alto nivel de empleo y logrando una cohesión económica, social y territorial.

Las áreas y nichos de especialización seleccionados por el Comité de Gestión y el Grupo Consultivo del estado de Baja California para el desarrollo de la Agenda Estatal de Innovación son:

Ilustración 1. Esquema sobre áreas y nichos de especialización para la Agenda Estatal de Innovación en Baja California



Fuente: CamBioTec A.C., 2014

2 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN EN EL ESTADO Y EN EL CONTEXTO NACIONAL

2.1 Breve descripción del área de especialización

La Biotecnología abarca un amplio y creciente conjunto de tecnologías y herramientas que utilizan células, moléculas y procesos biológicos en aplicaciones para diversas industrias y sectores. De la manera más sencilla, se describe a la Biotecnología como la tecnología basada en el uso de organismos vivos y sus partes para la producción de bienes y servicios útiles a la sociedad.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, por sus siglas en inglés), define a la Biotecnología como la aplicación de la ciencia y la tecnología a los organismos vivos, así como a partes, productos y modelos de éstos con el objetivo de alterar materiales vivos o inertes para la producción de conocimiento, bienes y servicios (OECD, 2005).

La utilización de procesos biológicos para la elaboración de alimentos, tales como pan y queso; la producción de bebidas, por ejemplo vinos y cerveza, y la conservación de productos, como los lácteos se ha realizado por más de 6,000 años. Por lo que se puede decir que la Biotecnología ha estado presente desde que la humanidad comenzó a manipular el entorno natural para mejorar el suministro de alimentos, vivienda y salud (OECD, 2005) (Biotechnology Industry Organization, 2014) (Pazdernik, 2011).

Convencionalmente, el desarrollo de la Biotecnología se divide en tres generaciones:

- La Biotecnología de primera generación se basa en la fermentación como proceso básico para la producción de bebidas, alimentos y combustibles.
- La Biotecnología de segunda generación se define por el uso de los conocimientos científicos y de ingeniería para la obtención de procesos a escala industrial. Se

integran las aplicaciones de la Microbiología, la Bioquímica y la Ingeniería Química. Esta generación se caracteriza por el uso de fermentaciones para la producción de fármacos (por ejemplo antibióticos), combustibles y alimentos, entre otras aplicaciones. Se desarrollan técnicas como las de inmovilización de enzimas y las de cultivo de tejidos vegetales y animales.

- La Biotecnología de tercera generación se inicia con el descubrimiento de la tecnología del ADN recombinante. Esta generación se basa en la biología molecular y la ingeniería genética y tiene avances significativos con el arribo de la Bioinformática que permitió el mapeo de genes para dar paso a la genómica. Los campos más recientes de la Biotecnología de tercera generación son la transcriptómica, la proteómica y la metabolómica (nivel de expresión de los genes, funcionalidad de las proteínas y los metabolitos).

El conjunto de tecnologías que agrupa la Biotecnología puede aplicarse en una amplia variedad de industrias. Por ello, recientemente se ha utilizado un código de colores para identificar los campos de aplicación (Ilustración 2).

Ilustración 2. Código de colores para identificar las aplicaciones de la Biotecnología moderna



Fuente: CamBioTec A.C., 2014 con base en Mas, 2009 y Renneberg, 2008

La Biotecnología ha logrado una evolución acelerada en las últimas décadas y ha impactado fuertemente en el desarrollo de diversos sectores económicos, en particular los orientados al mejoramiento de la salud, producción agrícola, producción pecuaria, prevención del deterioro y mejoramiento del ambiente, así como a la transformación industrial orientada a la producción de fármacos y alimentos. El amplio abanico de aplicaciones de la Biotecnología se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Ejemplos de productos y servicios obtenidos mediante Biotecnología por tipo de industria

Industria	Aplicaciones	Ejemplos
Farmacéutica	Terapéuticos, diagnóstico, farmacogenética, alimentos funcionales, dispositivos médicos	Insulina, Interferón, vacuna para la hepatitis B, biosensores de enzimas
Alimenticia	Productos fermentados, aditivos para alimentos, enzimas	Yogurt, vino, aspartamo o aspartame, quimosina, pectinasas
Textil	Productos para ablandar telas	Enzimas
Polímeros	Plásticos biodegradables	Ácido poliláctico, poliuretano
Agricultura y sector pecuario	Mejora de cultivos y especies animales; fertilizantes, control biológico de plagas; vacunas veterinarias; kits de diagnóstico de enfermedades	Maíz tolerante a herbicidas; crianza de insectos para control de plagas; vacuna contra la influenza
Combustibles	Biocombustibles obtenidos a partir de fermentaciones	Bioetanol, biodiesel
Servicios ambientales	Limpieza de suelos y agua	Limpieza de suelos contaminados con hidrocarburos

Fuente: CamBioTec A.C., 2014, con información de (OECD, 2009)

La importancia de la Biotecnología radica en varios factores, el primero es que el conjunto de tecnologías que la integran es de aplicación transversal; a través de la Biotecnología ha sido posible obtener productos totalmente nuevos y que resuelven problemas cruciales tales como el incremento de la productividad del campo y el sector pecuario; mejorar el

diagnóstico y erradicación de enfermedades de humanos y especies animales; ha permitido conocer más detalladamente los genes y las moléculas asociadas a éstos (por ejemplo, las proteínas), pero quizá el elemento más importante sea su potencial aparentemente ilimitado.

2.2 Distribución del área de especialización en México

El desarrollo de la Biotecnología moderna en México tuvo un gran impulso en la década de los 80s con el establecimiento de Centros de Investigación importantes dedicados exclusivamente al conjunto de las tecnologías comprendidas en la Biotecnología (por ejemplo el Instituto de Biotecnología de la UNAM, cuyos orígenes se remontan a 1982); así como con el fortalecimiento de áreas de Biotecnología en Centros de Investigación e Instituciones de Educación Superior ya establecidos; por ejemplo, en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) se impulsó la Biotecnología robusteciendo sus instalaciones de la Unidad Zacatenco en México, D.F. y las nuevas instalaciones de la Unidad Irapuato establecidas en 1981; esta última unidad se ha caracterizado por el gran impulso de la Biotecnología verde (UNAM, 2014), (CINVESTAV, 2014).

Adicionalmente, dentro del CINVESTAV Irapuato, en 2005 se estableció una nueva unidad de investigación denominada Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad (inaugurado en 2005), lo cual demuestra que las inversiones en infraestructura continúan impulsándose en el país con el propósito de realizar investigaciones de calidad y formar recursos humanos (CINVESTAV, 2005).

Otros Centros de Investigación con áreas importantes en Biotecnología que se pueden mencionar son: El Centro de Investigación Científica de Yucatán, creado por decreto presidencial en 1979, pero cuya consolidación se dio a partir de 1982 y cuyas investigaciones

asociadas a la innovación biotecnológica se dan en distintos cultivos agrícolas de interés para el país, por ejemplo el henequén, agave azul y chile habanero (Luis del Castillo, 2010).

Las instituciones mencionadas, son sólo algunos ejemplos, pues según estudios recientes, en el país existen más de 140 entidades de investigación (en diferentes instituciones nacionales), en las que trabajan más de mil investigadores miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), enfocados a diferentes problemas y aplicaciones de la Biotecnología; sin embargo, a pesar de la infraestructura física y capital humano de alto nivel con que se cuenta en el país, en este momento hay rezagos en aplicaciones tales como: la Biotecnología marina, la producción de animales transgénicos y proyectos de secuenciación y análisis de genomas (Conacyt, AMC, UNAM, 2003).

Las aplicaciones de la Biotecnología con más desarrollo en el país, es decir, que se han concretado en productos en el mercado, son aquellas relacionadas con el sector agrícola, sobre todo en lo que compete a la mejora de especies vegetales, bio-fertilizantes y control de plagas. Si bien en el área de salud hay también investigaciones importantes, el número de productos que se venden es mucho menor.

Un área relativamente nueva en donde varias instituciones han comenzado a centrar su trabajo es en Biotecnología Marina; tal es el caso del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) (Cruz, 2000), la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) y el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) en La Paz, Baja California Sur.

Tabla 2.Principales instituciones de investigación relacionadas con Biotecnología en México

Institución	Departamentos	Ubicación	Principales áreas de trabajo
UNAM	Instituto de Biotecnología (1982)	Morelos	Biología molecular de plantas, virus y bacterias; Péptidos y proteínas; Genómica de microorganismos; Ingeniería de enzimas
	Centro de Ciencias Genómicas (2004, aunque su antecedente	Morelos	Ingeniería genómica; Genómica computacional; Ecología genómica

	fue el Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno, establecido en 1980)		
	Instituto de Investigaciones Biomédicas (1961, su antecesor data de 1941)	D.F.	Biología Celular y molecular; Biotecnología; Inmunología y medicina genómica.
	Facultad de Química (1965, su antecedente data de 1916)	D.F.	Enzimas para diversas industrias; Genética molecular y diabetes; Microbiología ambiental; Tratamiento biológico de aguas; Proteínas.
	Instituto de Fisiología Celular (1968)	D.F.	Genética Molecular; Bioquímica y biología estructural.
UAEM	Centro de Investigación en Biotecnología (1992)	Morelos	Biorremediación de ambientes contaminados y tratamiento de residuos. Actividad biológica de compuestos naturales y antropogénicos. Biotransformación de hidrocarburos poliaromáticos: en cultivos secuenciales de hongos y bacterias. Estudios fisiológicos y sus efectos sobre la biodisponibilidad y toxicidad. Aislamiento y caracterización bioquímica y genética de las casas producidas por trametes versicolor crecido en residuos de la industria forestal.
Instituto Politécnico Nacional	CINVESTAV (1981)	Irapuato, Guanajuato	Ingeniería genética de plantas, bioquímica de proteínas vegetales, biología molecular
	Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad (Langebio) (2005)	Irapuato, Guanajuato	Secuenciación con: Tecnología capilar (Técnica de Sanger) Nueva generación, Pirosecuenciación En Chip Semiconductor Secuenciación por Síntesis Secuenciación por ligación Servicios de apoyo • PCR¹ Tiempo Real • Extracción de ADN Nuclear
	CINVESTAV Zacatenco (1961)	D.F.	Biotecnología; biomedicina molecular, bioingeniería; biología celular; biología

¹ Reacción en cadena de la polimerasa (PCR, por sus siglas en inglés).

			molecular, genética, patogénica, molecular; Bioprocesos.
	Centro de Biotecnología Genómica (1999)	Tamaulipas	Secuenciación de genomas, genotipificación de especies, detección molecular de patógenos, interacción molecular planta –microorganismo.
	Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (1984)	Morelos	Biotecnología de plantas; Alimentos funcionales.
	Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (2003)	Tlaxcala	Biotecnología Ambiental; Bioprocesos; Biosensores; Biología molecular; Biotecnología agroindustrial y alimentaria.
	Centro Interdisciplinario en Ciencias Marinas (1976)	Baja California Sur	Biotecnología Marina y Acuicultura; Biodiversidad.
	Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (1979)	Durango	Biotecnología Alimentaria, ambiental, médica, vegetal y farmacéutica; Bioinformática.
	Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (1997)	Sinaloa	Metabolismo, cultivo de moluscos, crustáceos y peces; Bioenergéticos
CICY (1979)	Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.	Yucatán	Bioquímica y biología molecular de plantas, agro Biotecnología, fármaco Biotecnología, biocombustibles
UANL	Facultad de Ciencias Biológicas (1952)	Nuevo León	Biotecnología agrícola (microorganismos para control biológico de plagas); Biotecnología ambiental; Biotecnología en salud.
UAM-Iztapalapa	División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Departamento de Biotecnología	D.F.	Biotecnología ambiental (aire y agua); Bioprocesos fermentativos y enzimológicos; Biotecnología de productos lácteos; Mejoramientos genéticos de microorganismos.
CICESE	Departamento de Biotecnología Marina (2000)	Baja California	Biotecnología acuícola; Biotecnología ambiental costera; Bioprocesos marinos; Metabolitos secundarios; Microbiología molecular.
CIATEJ (1976)	Centro de Investigación y Asistencia en	Jalisco	Biotecnología vegetal, Biotecnología industrial (procesos enzimáticos);

	Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco		Biotecnología médica (vacunas y métodos de diagnóstico).
CIAD (1982)	Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.	Sonora	Biotecnología vegetal; Fisiología y bioquímica vegetal.
INECOL (1973)	Instituto de Ecología	Veracruz	Fitorremediación; Cultivo de tejidos vegetales; Manejo biotecnológico de recursos; Biología evolutiva.
CIBNOR (1975)	Acuicultura	Baja California Sur	Biotecnología de plancton; Biología de crustáceos, moluscos y peces; Biogenética de peces.

Fuente: CamBioTec A.C., 2014, con base en la información que se proporciona en las páginas WEB oficiales de las instituciones mencionadas en la Tabla

Durante la década de los 90 se consideró a México como líder en América Latina en el campo de la Biotecnología y hacia finales de esa década y primeros años del siglo XXI se realizaron varios trabajos sobre el futuro de esta tecnología en el país, los resultados de éstos mostraban que las oportunidades y fortalezas eran mayores que las debilidades y amenazas, por lo que se pronosticaba un futuro prometedor en el uso de la Biotecnología en el país. Sin embargo, esto no fue así, las grandes limitaciones para el impulso de la Biotecnología se han dado en la parte de aplicación pues han sido pocas las empresas que han apostado sus inversiones a la incorporación de técnicas biotecnológicas. Este hecho se relaciona con:

- La escasa vinculación que se tiene entre las universidades y las entidades productivas.
- La investigación sólo se ha fomentado en instituciones públicas.
- Los fondos para promover *start ups* basadas en biotecnología han sido sumamente limitados.
- Los avances en el marco jurídico para normar las aplicaciones de la biotecnología han sido lentos y escasos.
- Los avances técnicos han evolucionado mucho más rápido.
- No se promueve la participación de los investigadores en la solución de problemas reales.

A pesar de las limitaciones mencionadas, existen empresas nacionales muy exitosas que utilizan la Biotecnología (excluyendo las industrias clásicas de fermentación, tales como cervezas y vino) y que son ejemplos a seguir; en estos casos se ha observado que la participación de grupos de investigadores en las empresas es crucial, ya sea en su papel como asesores o bien porque han establecido sus empresas con base en la tecnología desarrollada por ellos (Tabla 3).

Tabla 3. Ejemplos de empresas mexicanas exitosas que utilizan herramientas biotecnológicas en sus productos y/o procesos

Nombre	Sector	Vinculación con Centros de Investigación y/o IES
Probiomed	Farmacéutico: desarrollo y producción de proteínas recombinantes para uso terapéutico en humanos (por ejemplo: interferones, insulina humana, eritropoyetina)	Universidad Nacional Autónoma de México (Instituto de Biotecnología, Facultad de Química) Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Instituto Bioclon	Farmacéutico: producción de anti venenos utilizando un proceso enzimático que permite un producto con menos efectos adversos	UNAM (Instituto de Biotecnología)
Laboratorios Silanes	Farmacéuticos: anticuerpos para uso terapéutico humano	CICESE (Departamento de Biotecnología marina)
Agro biológicos del Noroeste	Agrícola: producción de hongos entomopatógenos para control de plagas	CIAD
Industrializadora Integral de Agave	Producción de Fructosa a partir de agave	Universidad de Agave
Agromod	Agricultura: micropropagación de agave	
IBTech, S.A.	Tratamiento de agua con procesos anaerobios	UNAM (Instituto de Ingeniería)
Agro&Biotecnia	Agricultura: Biofungicida para antracnosis	UNAM (Instituto de Biotecnología)
Laboratorios Bioquimex	Industrial: obtención de colorantes del cempasúchil	UNAM (Facultad de Química)
Asesoría Integral Agropecuaria y Administrativa (ASIA)	Agricultura; biofertilizantes basados en la bacteria Azospirillum	Centro de Ciencias Genómicas
Agroindustria Fungi-Agrícola de Oriente de Puebla	Agricultura: control biológico de plagas	

Neolac, S.A de C.V.	Alimentos: Leche Deslactosada	En sus orígenes la tecnología se desarrolló en la UNAM
----------------------------	-------------------------------	--

Fuente: Celaya y Barajas, 2012

Por último, cabe destacar que el área de la Biotecnología es considerada un sector estratégico para el país. Así se establece en el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECiTI) 2014-2018 donde se señala que la Biotecnología será una plataforma prioritaria para impactar a los sectores agroalimentario, salud e industrias de proceso y protección ambiental (Secretaría de Economía, 2014).

Específicamente, el Objetivo 6 del PECiTI 2014-2018 indica “Fortalecer las capacidades de CTI en Biotecnología para resolver necesidades del país de acuerdo con el marco normativo en bioseguridad”, reconoce que “México cuenta con infraestructura y recursos humanos especializados para realizar investigación en Biotecnología moderna, que requieren incentivos y apoyos para lograr generar desarrollos biotecnológicos que incluyan, desde el diseño experimental, una cultura de bioseguridad congruente con el uso responsable de la Biotecnología permitiendo su tránsito por el entramado regulatorio” (CONACYT, 2014, p.45).

De acuerdo con esto, se esperaría que para los próximos cuatro años, los programas federales de apoyo den preferencia a las actividades de investigación, educación e innovación relacionadas con la Biotecnología.

La Biotecnología en México es un área que incide en amplios sectores, genera un alto índice de producción científica y tiene gran potencial de innovación. En 2010 el SNI contaba con 2,200 investigadores en Biotecnología y Ciencias Agropecuarias, 167 (7.5%) desarrollaban actividades de investigación con Organismos Genéticamente Modificados (OGM), de las cuales 35.9% eran en agricultura y 16.1% en biorremediación.

Los Centros Públicos de Investigación (CPI) en el periodo 1988-2005 participaron con más del 40% del total de solicitudes de permisos para liberación experimental de organismos genéticamente modificados. De 2005 a 2012, la participación del sector público disminuyó

a 7.2%. Se requiere de incentivos y apoyos para lograr que la investigación nacional con OGM transite adecuadamente por la normatividad vigente y se refleje en aplicaciones seguras y útiles para el desarrollo del país. (CONACYT, 2013)

2.3 Posicionamiento del estado en el área de especialización

La Biotecnología, en Baja California, ha sido considerada como sector estratégico en diversos momentos; pero ha sido en los inicios del siglo XXI cuando se han tenido algunas iniciativas para impulsarla. Concretamente en 2003, surgió la Comisión de Alto Valor Agregado apoyada por académicos de la UABC y del CICESE, así como de Organismos locales gubernamentales (CONACYT, Secretaría de Desarrollo Económico, Centro Regional para la Competitividad Empresarial, Comisión de Promoción Económica de Ensenada) y No Gubernamentales (ONG) (CENTRIS-Innovación y Desarrollo Empresarial, Centro de Inteligencia Estratégica-PRODUCEN, Cámara Nacional de la Industria de la Transformación). Más tarde esta Comisión se convirtió en el Consejo Empresarial de Bionegocios, A.C. (CDITBC), (Celaya, M.Y Barajas, M.R., 2012).

El CDITBC organizó a los actores estratégicos del estado en materia de Biotecnología para realizar el evento “Identificación de oportunidades y estrategias para la conformación del clúster de Biotecnología de Baja California”, cuyo objetivo fue nuevamente estrechar lazos entre los actores regionales con la finalidad de intercambiar experiencias e información, y vincular proyectos productivos de Biotecnología; a principios de 2014, el CDITBC desapareció, sin que haya podido concretar acciones específicas.

Actualmente, se ha integrado el Clúster de Bioeconomía de Baja California que es una Asociación Civil que busca ser el enlace del sector productivo con las Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación para lograr elaborar proyectos de desarrollo

tecnológico y acceder a tecnologías mediante mecanismos de transferencia (Castro et al., 2013; Clúster de Bioeconomía de Baja California, 2010).

En el Plan de Desarrollo del citado Clúster se define en su Misión *“Ayudar a la articulación del Clúster de Bioeconomía de Baja California a través de proyectos específicos de desarrollo tecnológico e innovación aplicados a mejorar la salud, alimentación y sustentabilidad”*. (Clúster de Bioeconomía de Baja California, 2010)

En lo que se refiere a la investigación en Biotecnología, los primeros indicios de trabajos en Ciencias de la Vida se remontan a 1960 con la creación de la Escuela Superior de Ciencias Marinas en la Universidad Autónoma de Baja California en Ensenada, con el apoyo del Scripps Institution of Oceanography (SIO) ubicado en La Jolla, California. (UABC, 2014)

Posteriormente, en 1973, se crea el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada en donde se han desarrollado capacidades en Biotecnología Marina, no sólo en lo que concierne a la Acuicultura, sino también en la identificación de organismos que pueden ser utilizados para la producción de anticuerpos con uso terapéutico.

En Baja California, el municipio con mayor trayectoria en Biotecnología, desde el punto de vista de la investigación, es Ensenada, justamente porque ahí se localizan el CICESE y algunas unidades de la UABC.

En cuanto a las actividades de investigación y desarrollo, relacionadas con Biotecnología, para el periodo 2001-2012 se canalizaron cerca de 14 millones de pesos a través del Fondo Mixto de Baja California de los cuales el 33% fueron proyectos relacionados con agroindustria; el 33% proyectos de acuicultura; el 28% para cuestiones de medicina y el resto a otras áreas (CONACYT, 2014).

En 2007, las IES de Baja California contaban con 414 académicos pertenecientes al SNI, susceptibles de apoyar el desarrollo industrial; 42% de ellos se concentraba en el campo de la física, las matemáticas y las Geociencias; 16% en Ciencias de la Ingeniería; 15% en Biología y Química y 8% en Biotecnología y Agropecuarias (Celaya, M. y Barajas, M.R., 2012).

La tasa de crecimiento de investigadores del SNI para el área de Biotecnología fue de 4.83% para el periodo 2004–2011; sin embargo un área asociada a la Biotecnología que mostró gran crecimiento fue Medicina y Ciencias de la Salud con una tasa de crecimiento de 9% para el mismo periodo. Esto indica que el crecimiento en investigación para el área analizada sigue en aumento (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC., 2012).

Por otra parte, con respecto al uso de herramientas biotecnológicas por la industria, no hay duda en decir que las primeras aplicaciones en Baja California provienen de la industria vinícola, en el municipio de Ensenada, la cual tiene sus inicios en 1928, con la empresa L.A. Cetto, y que se ha fortalecido con otras empresas vitivinícolas tales como Santo Tomás, Monte Xanic, Cavas Valmar, Chateau Camou y Viñas Liceaga, entre otras (Vinos Mexicanos, 2012).

Actualmente, en Baja California existen otros sectores económicos en los que la Biotecnología ha impactado positivamente: el sector farmacéutico con empresas dedicadas a los kits de diagnóstico basados en anticuerpos y el sector acuícola. De los fondos FOMIX del Estado para el periodo 2001-2012, aproximadamente el 44% de los fondos fueron a proyectos presentados por empresas, preponderantemente de los sectores acuícola, médico y agroindustrial (cálculos realizados con información de los fondos mixtos (CONACYT, 2014).

2.4 Principales tendencias de la innovación en el área de especialización a nivel mundial

Como se ha indicado, la Biotecnología incluye a un conjunto de conocimientos multidisciplinarios y que incluyen entre otros: Biología Celular, Microbiología, Nanotecnología, Informática, Matemáticas, Estadística, Ecología, Procesos de fermentación

separación y purificación. Así, las tendencias tecnológicas asociadas a ésta dependen también de los desarrollos en las áreas indicadas.

Tecnologías críticas para el desarrollo de la Biotecnología industrial (Genoma España, 2006):

- ✓ Desarrollo de nuevas enzimas para aplicaciones específicas.
- ✓ Nuevos métodos para inmovilización de enzimas.
- ✓ Mejora de tecnologías para la producción, purificación y estabilización de enzimas.
- ✓ Sistemas de control de expresión de múltiples genes para ingeniería metabólica y producción de sistemas enzimáticos complejos.
- ✓ Convergencia de la bionanotecnología para el desarrollo de múltiples dispositivos.

Tecnologías críticas para el sector biofarmacéutico (Genoma España, 2006):

- ✓ Automatización de la separación e identificación de proteínas.
- ✓ Establecimiento de la estructura terciaria de proteínas.
- ✓ Desarrollo de algoritmos de bioinformática para predecir bioactividad y funcionalidad de proteínas.
- ✓ Métodos masivos para el análisis de las interacciones proteína – proteína y proteína – librería combinatoria.
- ✓ Ultrasecuenciación
- ✓ Caracterización molecular de subtipos de enfermedades.
- ✓ Métodos de generación de modelos animales.
- ✓ SIRNA (Small Interference RNA) para análisis funcional masivo y validación de dianas terapéuticas.
- ✓ Ingeniería de células y tejidos.
- ✓ Modulación controlada de células pluri-potenciales para uso en terapias.
- ✓ Vectores de terapias génicas.
- ✓ Diagnóstico molecular de enfermedades (micro arreglos).

En las Tablas 4, 5 y 6 se muestran los detalles de tecnologías críticas para el desarrollo de la Biotecnología agropecuaria y las principales plataformas tecnológicas de esta área.

Tabla 4 Tecnologías críticas para el desarrollo de la Biotecnología agropecuaria

Mapas genéticos	Mapas genómicos completos de las principales especies vegetales y animales de interés comercial
Protocolos y vectores de transformación	Optimización de promotores específicos de tejidos y de estadio de desarrollo para controlar la expresión de genes
Transcriptómica	Análisis de la expresión génica mediante micro arreglos de ADN y PCR
Vectores y métodos de contención biológica	Vectores para evitar la diseminación de transgénesis
Biochips para diagnóstico molecular	Diagnóstico molecular en campo mediante biochips portátiles que determinen estados patológicos y enfermedades
Vacunas recombinantes	Para Ganadería y Acuicultura
Selección Asistida por Marcadores	Microsatélites y SNP ² para mejora genética de plantas y animales
Genotecas y colecciones de EST³	Genotecas de genomas vegetales y animales
Vacunas de ADN	Para Acuicultura y ganadería
Metabólica	Automatización de las características de metabolitos

Fuente: Genoma España, 2006.

Tabla 5. Principales plataformas tecnológicas de la Biotecnología

Plataforma	Definición	Estado Actual (2006)	Prospectiva al 2015
Bioinformática	Uso de las tecnologías de la información para la compilación, análisis y modelado de datos de ciencias de la vida. Generalmente se refiere a bases de datos de genomas y secuencias de proteínas.	Ampliamente usada. Numerosas bases de datos son de acceso libre; éstas contienen información genética de diversos organismos e incluso secuencias genéticas completas. Las herramientas de la bioinformática se requieren para diseñar secuencias de genes.	La disminución de los costos de secuenciación permitirá generar más bases de datos con información genética. Se integrará información de varias disciplinas con el propósito de modelar células como sistemas y predecir su función.
Secuenciación de ADN	Proceso para determinar el orden de los nucleótidos en una	Existen los procesos para secuencias genes, pero estos son aún costosos.	Los costos de secuenciación disminuirán con lo que

² Polimorfismo de nucleótido simple (SNP, por sus siglas en inglés)

³ Etiquetas de secuencias expresadas (EST, por sus siglas en inglés)

Plataforma	Definición	Estado Actual (2006)	Prospectiva al 2015
	molécula de ADN. Esta actividad es esencial para descubrir genes y su función.		será posible secuenciar grandes cantidades de genes.
Síntesis de ADN	Ensamblar secuencias conocidas de AND usando químicos sintéticos.	Existe una industria sólida que oferta servicios para sintetizar ADN.	Disminución de costos para sintetizar genes.
Modificación genética	Inserción de uno o más genes de un organismo en el ADN de otros organismos. Ampliamente usada para proporcionar nuevas características a plantas, modificar microorganismos que son usados para producir fármacos u otros productos.	Técnica ampliamente usada en diversas aplicaciones de la Biotecnología. Actualmente las técnicas se han simplificado bastante y han mostrado mejorar la eficiencia de los resultados esperados.	Seguirá siendo la base para una amplia gama de aplicaciones de la Biotecnología. Permitirá comprender mejor las funciones de los genes y se empleará para conseguir más de una característica deseada (eventos apilados).
ARN de interferencia	Son técnicas que permiten silenciar o activar genes interfiriendo con la producción de ARN.	El principal sector que usa esta plataforma es el farmacéutico, para el desarrollo de nuevas terapias.	Pocos productos habrán llegado al mercado; sin embargo la tecnología promete ser una herramienta indispensable para determinar la función de genes individuales.
Biología sintética	Diseño y construcción de nuevas partes biológicas, dispositivos y sistemas. Un subconjunto de la biología sintética lo conforma la ingeniería de ruta metabólica, la cual altera las reacciones químicas en un organismo vivo e induce la producción o consumo de una sustancia deseada.	La mayor parte de la biología sintética está aún en investigación, pero se han generado muchas expectativas con ella, en particular para la producción de químicos de alto valor.	La ingeniería de rutas metabólicas tendrá aplicación en la producción de químicos, incluyendo combustibles de alta densidad y algunos compuestos farmacéuticos y polímeros.

Fuente: OECD (2009). The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda

Tabla 6. Principales tendencias de las aplicaciones de la Biotecnología⁴

Salud		
Área	Definición	Tendencias
Productos terapéuticos	Incluye biofarmacéuticos (moléculas terapéuticas producidas mediante tecnologías de ADN recombinante); tratamientos experimentales (ingeniería de tejidos, vacunas, investigación de células madre y terapia génica) y fármacos de moléculas pequeñas que usan la Biotecnología en su desarrollo, manufactura o uso.	El número de productos terapéuticos se incrementará ligeramente, aunque no se espera que esto impacte notoriamente la participación de estos productos en el mercado total de fármacos. Sin duda alguna la aprobación de biofármacos que se encuentran en pruebas clínicas podrá cambiar esta tendencia
Diagnóstico	Pruebas de diagnóstico In vivo (invasivas) o in vitro (no invasivas) pueden diagnosticar enfermedades de manera temprana o inclusive ayudar a determinar el factor de riesgo para desarrollar alguna enfermedad	Se espera un incremento en el número de diagnósticos in vivo, aunque con un crecimiento menor que en años anteriores. Las pruebas genéticas relacionadas con mutaciones de un solo gene darán paso a identificar factores de riesgo asociadas a múltiples genes.
Fármaco-genética	Estudia la interacción gene – fármaco utilizando diagnósticos, bioinformática y biomarcadores. Se utiliza para identificar subgrupos que responden a un determinado tratamiento, para establecer dosis apropiadas y reducir los efectos adversos de los fármacos.	Se espera un incremento en los biofármacos que respondan a las necesidades de grupos de personas con características genéticas similares, aunque esto depende de la aprobación de los órganos reguladores
Alimentos funcionales y nutraceuticos	Los alimentos funcionales tienen beneficios para la salud más allá de las funciones básicas de nutrición, por otro lado, los nutraceuticos son complementos alimenticios derivados de plantas o animales aislados y purificados.	Se espera un incremento en variedades de plantas con características mejoradas.
Industria		
Enzimas industriales	Las enzimas son proteínas que actúan como catalizadores de reacciones bioquímicas dentro de las células. Las enzimas tienen diversidad de aplicaciones en el sector de la química, alimentos, alimentos balanceados, detergentes, industria textil y la producción de pulpa y papel.	Se puede considerar que el uso industrial de enzimas es un área madura; sin embargo seguirá creciendo. La tendencia será la identificación de enzimas más específicas que permitan ahorros en la producción mediante la reducción de consumo de energía y la disminución de productos dañinos.

⁴ Sólo se describen las áreas que pudieran tener impacto en el contexto de innovación de Baja California

Servicios ambientales	La Biotecnología puede ser usada para monitorear las condiciones ambientales mediante biosensores. Además la biorremediación usa microorganismos o plantas para remover contaminantes de agua, suelo y aire.	El desarrollo de microorganismos específicos para ciertos contaminantes permitirá incrementar la participación de la Biotecnología para remediar suelo, agua y aire. Por otro lado, se espera que los biosensores sigan aplicando a lugares donde es necesario monitorear constantemente la calidad, por ejemplo alimentos y agua.
Producción primaria		
Nuevas variedades de plantas	La ingeniería genética con sus múltiples herramientas seguirá siendo la técnica más empleada para conseguir variedades con características específicas	Nuevas variedades con nuevos atributos agronómicos y de calidad serán desarrolladas. Para el caso de los cultivos más importantes (maíz, trigo, arroz) la tendencia es el incremento de variedades con eventos apilados (es decir con más de una característica deseada).
Diagnóstico de enfermedades de plantas	Detección temprana de patógenos para evitar pérdidas económicas y daños al medio ambiente.	Los micro arreglos de ADN serán la alternativa para identificar múltiples patógenos a un costo bajo y directamente en campo.
Mejora genética de animales	La ingeniería genética y la selección asistida por marcadores técnicas son la alternativa para realizar mejoras genéticas con mayor rapidez y asertividad.	La selección asistida por marcadores será la técnica más usada para mejorar las características deseadas en animales (incluyendo peces).
Diagnóstico de enfermedades y productos terapéuticos	Los productos biotecnológicos incluyen pruebas de diagnóstico genético, bioterapéuticos y vacunas.	Un gran número de tratamientos y pruebas de diagnóstico están en validación, pero se espera que en los próximos años puedan ser liberadas. En el caso de ganado vacuno la tendencia en el caso de pruebas diagnósticas será el empleo de micro arreglos para ser usadas directamente en campo. El otro gran sector de desarrollo será el campo de vacunas veterinarias especialmente para ganado vacuno, aves y peces.

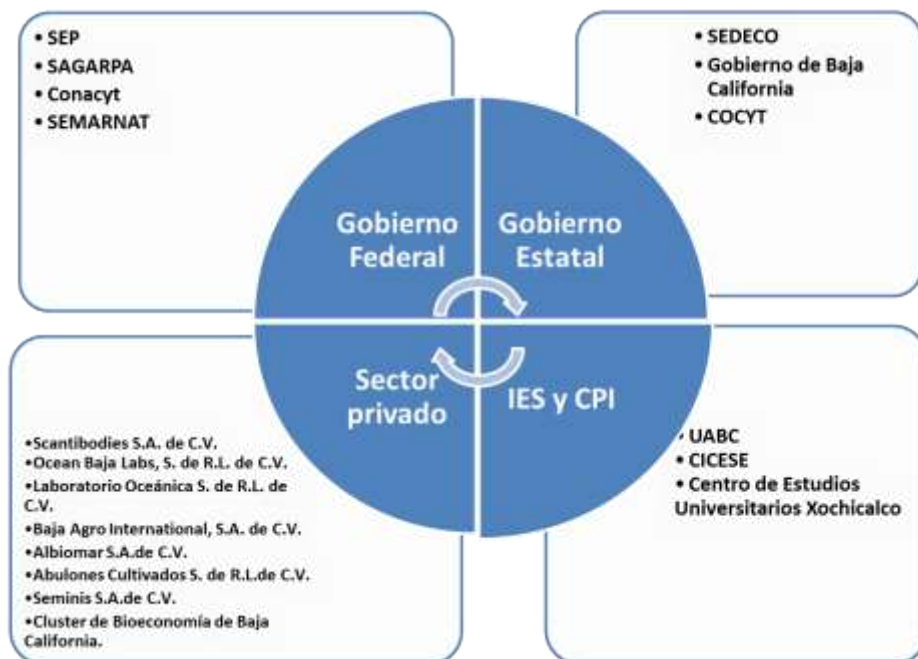
Fuente: OECD (2009). The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda

3 BREVE DESCRIPCIÓN DEL ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN

A continuación se presenta una sucinta descripción de los sectores que integran el ecosistema de innovación del área de Biotecnología en el Estado de Baja California, entre ellos un desglose de empresas del sector empresarial, el correspondiente al educativo que integra a Instituciones de Educación Superior (IES) y Centros de Investigación relacionados con Biotecnología y desde luego el gubernamental.

3.1 Mapa de los agentes del ecosistema de innovación

Ilustración 3 Ecosistema de innovación del área Biotecnológica



Fuente: CamBioTec A.C., 2014

3.2 Principales Instituciones de Educación Superior (IES) y Centros de Investigación y sus principales líneas de investigación

Para el área de Biotecnología se observa que en Baja California existen Centros de Investigación así como Instituciones de Educación Superior (IES) con infraestructura física y capital humano de alto nivel que pueden impactar sectores económicos importantes para el estado, como es el caso de agroindustrias y de Acuicultura. Asimismo, en Baja California se observan ejemplos de empresas cuyos productos y/o procesos están basados en herramientas biotecnológicas, que aunque pocos, han sido exitosos como detonadores de empleos de alta especialización y productos de alto valor agregado, en particular en la Industria Farmacéutica.

El estado cuenta con 64 Instituciones de Educación Superior (Sistema Educativo Estatal de Baja California, 2013), de las cuales solo 2 tienen actividades relevantes relacionadas con la Biotecnología. La primera institución es el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) y la segunda es la Universidad Autónoma de Baja California (UABC). La mayoría de la oferta educativa en relación con la Biotecnología se realiza en el municipio de Ensenada. En la Tabla 7, se pueden observar las instituciones y los programas de posgrado ofrecidos, que pertenecen al Programa Nacional de Posgrados de Calidad y que se relacionan con Biotecnología en Baja California.

Tabla 7. Instituciones y programas de posgrado en el CICESE y la UABC relacionados con Biotecnología y pertenecen a los PNPC 2011

Institución	Programa
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.	Posgrado en Ciencias en Acuicultura.
	Doctorado en Ciencias en Ecología Marina.
	Maestría en Ciencias en Ecología Marina.
	Programa de Doctorado en Ciencias de la Vida.
	Programa de Maestría en Ciencias de la Vida.
	Doctorado en Ciencias Agropecuarias.

Institución	Programa
Universidad Autónoma de Baja California.	Doctorado en Ciencias en Oceanografía Costera.
	Doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo.
	Maestría en Ciencias en Oceanografía Costera.
	Maestría en Ciencias en Sistemas de Producción Animal.
	Maestría en Ciencias Veterinarias.
	Maestría en Ecología Molecular y Biotecnología.
	Maestría en Producción Agrícola y Mercados Globales.
	Maestría y Doctorado en Ciencias de la Salud.
	Posgrado de Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas.

Fuente: (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, 2012)

Los programas de nivel licenciatura ofertados en el Estado de Baja California que tienen relación con Biotecnología y que han sido acreditadas por Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (COPAES) (Consejo para la Acreditación de la Educación Superior, 2014), se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Programas de nivel licenciatura acreditados por COPAES 2011, que se relacionan con Biotecnología en Baja California

Institución	Programa
Instituto Tecnológico de Tijuana.	Licenciatura de Ingeniería Bioquímica. Ingeniería Química
Universidad Autónoma de Baja California.	Ingeniero Agrónomo.
	Ingeniero Agrónomo Zootecnista.
	Licenciatura de Oceanólogo.
	Medicina Veterinaria y Zootecnia.
	Médico.
Centro de Estudios Universitarios Xochicalco.	Médico Cirujano.

Fuente: CamBioTec A.C., 2014 con datos del (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, 2012) y de COPAES.

3.2.1 Instituciones de Educación Superior

Por su parte, la UABC presenta sus mayores capacidades en Biotecnología en sus institutos de Investigaciones en Ciencias Veterinarias y en el de Investigaciones Oceanológicas, así como en la Facultad de Ciencias, la Facultad de Medicina y Psicología y la Facultad de Ciencias Marinas. En conjunto, la Universidad de Baja California muestra las siguientes capacidades de investigación (Universidad Autónoma de Baja California, 2014):

- ✓ Biomateriales (aplicaciones biomédicas y clínicas).
- ✓ Biofarmacia y Biotecnología para la salud (anticuerpos para diagnóstico de enfermedades, producción y caracterización de granulocitos humanos recombinantes).
- ✓ Biogeoquímica de nutrientes.
- ✓ Biología molecular (expresión de genes en peces y moluscos; variabilidad genéticas de especies de peces).
- ✓ Biología molecular, microbiología y biorremediación.
- ✓ Biología y cultivo de moluscos.
- ✓ Biomedicina (biosensores, compuestos anticancerígenos).
- ✓ Biotecnología agrícola (control integrado de plagas, diagnóstico molecular de enfermedades de cultivos económicamente importantes).
- ✓ Biotecnología Acuícola animal (cultivos marinos).
- ✓ Biotecnología integral.

3.2.2 Centros de Investigación

En materia de investigación del Área de especialización en Biotecnología, el CICESE presenta las capacidades que se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Capacidades de Investigación del CICESE en materia de Biotecnología

	Departamento	
	Biotecnología Marina	Acuicultura
Líneas de Investigación	Biotecnología Acuícola	Diseño y desarrollo de tecnología acuícola
	Biotecnología Ambiental Costera	Genética, reproducción y ecofisiología de organismos acuáticos
	Ingeniería de Bioprocesos marinos	Nutrición y alimentación de organismos acuáticos
	Metabolitos secundarios y sustancias bioactivas	Patología y sanidad acuícola
	Microbiología molecular marina	
Laboratorios	Biología celular y molecular	Alimentación y nutrición
	Biorremediación marina	Banco de Germoplasma
	Biotecnología acuática	Biología y cultivo de microalgas
	Biotecnología marina	Cepario
	Ecofisiología	Bioquímica
	Genómica Funcional	Cultivo de peces marinos
	Inmunología molecular y biotoxinas	Diseño y desarrollo de tecnología acuícola
	Microbiología molecular	Ecofisiología y cultivo de langosta roja
	Nutrición funcional	Ecofisiología y estrés de organismos acuáticos
		Genética acuícola
		Húmedo
		Peces marinos
		Reproducción y desarrollo
		Sanidad y patología

Fuente: CamBioTec A.C., 2014, con datos del sitio web de CICESE

En el apéndice se pueden consultar las entidades gubernamentales federales y estatales que dan apoyo al área de especialización.

3.3 Detalle de empresas RENIECYT del área de especialización

En febrero de 2014 se reportaron 207 empresas con registro vigente del RENIECYT, de éstas el 22.7% son empresas con actividades relacionadas a la Biotecnología y que comprenden: Acuicultura, alimentos, bebidas alcohólicas, agricultura, remediación de sitios contaminados, floricultura y farmacéutica. Dado el carácter del RENIECYT, las empresas de estos sectores pueden constituir los nichos de especialización de la agenda de innovación (SIICYT, 2014).

Más del 50% son pequeñas y micro empresas lo que indica que los apoyos para desarrollo tecnológico tengan un enfoque para este tamaño de empresas.

En la Tabla 10 se presenta el número de empresas relacionadas con la Biotecnología en Baja California.

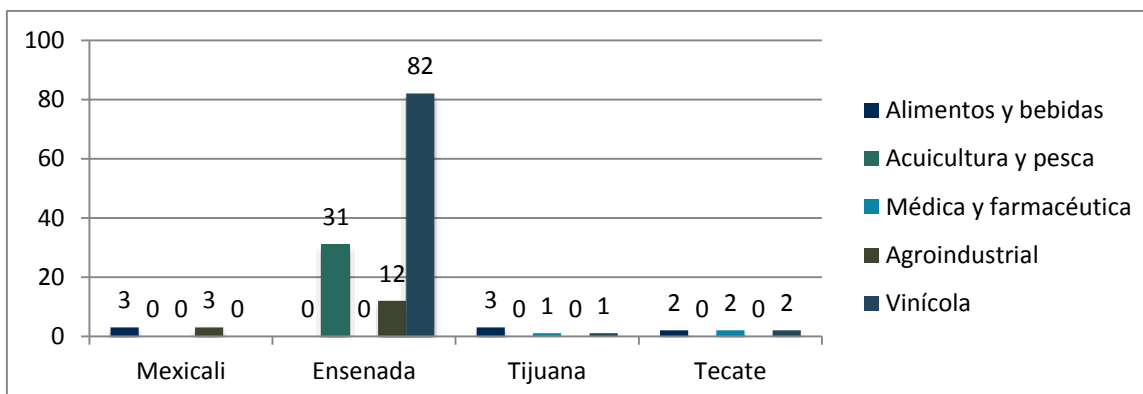
Tabla 10. Número de empresas relacionadas con Biotecnología por tipo de industria

Industria	Número de empresas
Alimentos y bebidas	8
Acuicultura y pesca	31
Médica y farmacéutica	3
Agrícola	15
Vinícola	85

Fuente: Clúster de Bioeconomía de Baja California, 2013

De las 142 empresas identificadas relacionadas con la industria de la Biotecnología, pocas son las que conforman el grupo de empresas innovadoras del estado y que han desarrollado productos biotecnológicos de primer mundo (Castro et al., 2013).

Ilustración 4. Distribución de las empresas biotecnológicas por municipio y sector industrial



Fuente: CamBioTec A.C., 2014 con base en Clúster de Bioeconomía de Baja California, 2013

En la Tabla 11 se presentan las empresas líderes de Biotecnología de Baja California, así como, una descripción de sus principales actividades, las industrias en las que impactan y el municipio al que pertenecen.

Tabla 11. Empresas biotecnológicas líderes en Baja California

Empresa	Principales actividades	Industria en la que impacta	Municipio
Scantibodies S.A. de C.V.	Scantibodies (perteneció a la multinacional Laboratorio Scantibodies, Inc.) es una empresa dedicada a la producción de anticuerpos monoclonales y policlonales de diferentes líneas celulares, así como al ensamble y empaque de kits de diagnóstico. Cuenta con una unidad de investigación enfocada a desarrollar terapias innovadoras para el tratamiento de distintas enfermedades.	Farmacéutica	Tecate
Ocean Baja Labs, S. de R.L. de C.V.	Ocean Baja Labs es una empresa dedicada a la producción de Jurel, desde el desarrollo de huevecillos hasta juveniles. Actualmente es la única empresa en México que produce peces mediante Biotecnología. La base tecnológica de la empresa fue la adaptación de tecnologías desarrolladas en otros países (como Chile, Noruega, Estado Unidos) a las condiciones del estado de Baja California.	Acuicultura y pesca, alimentos	Ensenada
Laboratorio Oceánica S. de R.L. de C.V.	Laboratorio Oceánico es el primer laboratorio en Baja California dedicado a la producción de semilla de almeja generosa a nivel comercial. El laboratorio nace del desarrollo tecnológico de la Universidad Autónoma de Baja California	Acuicultura y pesca, alimentos	Ensenada

Empresa	Principales actividades	Industria en la que impacta	Municipio
	en conjunto con Grupo Marítimo Miramar de R.L. de C.V., quien financia las investigaciones de almeja generosa de la Universidad. Posteriormente la Universidad realiza una transferencia de tecnología de un inductor químico para el desove. Actualmente, el laboratorio produce y vende la almeja generosa lista para la engorda.		
Baja Agro International, S.A. de C.V.	Baja Agro International (Agroin), es una empresa dedicada al aprovechamiento e industrialización de la planta <i>Yucca schidigera</i> . El extracto de esta planta, líquido o en polvo, tiene diversos usos en una alta variedad de industrias, pero sus usos más generalizados, se dan en la fabricación de mejoradores y acondicionadores de los suelos agrícolas y en la fabricación de alimentos para aves, cerdos, bovinos, así como especies acuícolas.	Agroindustrial, Acuicultura y pesca, entre otras	Ensenada
Albiomar S.A.de C.V.	Albiomar es una empresa dedicada a la elaboración de concentrados y extractos de algas marinas 100 % orgánicos para la industria animal y agrícola. Actualmente la empresa tiene desarrollados cuatro productos base: un bioestimulante, un aglutinante a base de algas marinas, un complemento nutrimental para animales y una base dermatológica. Asimismo, se encuentra desarrollando un complemento alimenticio para humanos.	Acuicultura y pesca, alimentos, agroindustria	Ensenada
Abulones Cultivados S. de R.L.de C.V.	Abulones Cultivados es una empresa dedicada a la producción de semilla y engorda de abulón en tierra. La empresa fue pionera en la producción de semilla en el estado y por diez años capacitó a los productores de la región. Hoy en día, la empresa es el principal productor de abulón en el estado de Baja California y cuenta con presencia en mercados nacionales e internacionales.	Acuicultura y pesca, alimentos	Ensenada
Seminis S.A.de C.V.	Es una de las subsidiarias de la multinacional Monsanto. Seminis, es una empresa dedicada al desarrollo, producción y venta de semillas para hortalizas, utilizando técnicas de fitomejoramiento tradicional y Biotecnología moderna. Seminis en Ensenada fue el primer campo experimental de Monsanto en México.	Agroindustria, alimentos	Ensenada

Fuente: CamBioTec A.C., 2014 con base en (RENIECYT, 2014)

Para ejemplificar la cadena de valor en las industrias basadas en Biotecnología, se utilizarán dos sectores característicos del estado: el vitivinícola y el acuícola.

El primer caso se refiere al sector vitivinícola, cuyo principal problema es la proveeduría de las diferentes levaduras (microorganismos) utilizadas durante el proceso de fermentación del vino, así como la falta de materia prima certificada (material vegetativo certificado y de calidad). En la Ilustración 5 se presentan los principales eslabones de la cadena de suministro del sector vitivinícola y se resalta su problema principal (Castro et al., 2013).

Ilustración 5. Principales eslabones de la cadena de suministro del sector vitivinícola de Baja California



Fuente: CamBioTec A.C., 2014

El segundo caso es el sector Acuícola, en el que se pueden encontrar tres tipos de empresas en el estado:

- El primer tipo se caracteriza por tener un grado de tecnificación mínimo. Se les podría denominar empresas de tipo artesanal. Su relevancia en el estado es por el número de empresas que se encuentra en esta clasificación.
- El segundo tipo se caracteriza por contar con un alto grado de tecnificación, donde sus procesos incluyen la utilización de herramientas biotecnológicas, la adaptación de diferentes tecnologías desarrolladas en otros países a las condiciones del estado y la búsqueda de la innovación. Su alta relevancia en el estado se da por la calidad de las empresas en sí y los grupos de empresas e instituciones con las que se asocian. Son un pequeño grupo representativo que domina el sector de acuícola en Baja California.

- El tercer tipo se caracteriza por ser seguidores del segundo grupo, sus procesos de producción vienen de tratar de replicar lo que utilizan empresas del segundo tipo.

Para el análisis general de la cadena de suministro del sector acuícola del estado, sólo se tomarán en cuenta las empresas del segundo tipo, dado que son las que más se relacionan directamente con la industria de la Biotecnología.

El problema que presentan estas empresas es la falta de proveedores en puntos clave de la cadena de suministro. Se debe aclarar que no todas las empresas presentan los problemas de proveeduría, ya que algunas empresas han desarrollado sus tecnologías para generar las materias y reactivos que requieren dentro de sus procesos. Para ejemplificar la cadena de suministro se utilizará como ejemplo la empresa Ocean Baja Labs, S. de R.L. de C.V., la única empresa en México que utiliza la Biotecnología para la producción de jurel a nivel comercial (Castro et al., 2013).

Ocean Baja Labs es una empresa de Biotecnología dedicada a la producción de jurel, cubriendo desde los huevecillos (semilla) hasta la engorda a nivel comercial. El proceso de producción se puede dividir en dos fases:

- La primera fase: es donde se aplica Biotecnología y consiste en la producción de los peces, desde la semilla hasta la etapa de juveniles.
- La segunda fase: es donde se aplica Acuicultura y consiste en la engorda de los peces, desde los juveniles hasta la engorda a nivel comercial listos para la venta.
- Una vez que son juveniles, los peces son transferidos a la empresa Baja Seas en María Magdalena Baja California Sur que se encarga de la engorda a nivel comercial para la venta.

La empresa nace utilizando una base tecnológica desarrollada en otros países (como Chile, Noruega y Estado Unidos) y adaptándola a las condiciones del estado de Baja California, dado que en México no se contaba con la tecnología. La empresa cuenta con convenios de colaboración con el CICESE y con asesoría especializada proveniente de Chile y Estados

Unidos (Castro et al., 2013). En el caso de Ocean Baja Labs, todos los insumos, materiales y tecnología requeridos para la producción son de importación (Castro et al., 2013).

Los principales eslabones de la cadena de suministro de la producción del jurel se observan en la Ilustración 6. Los círculos rojos punteados en la ilustración representan los principales puntos donde la cadena presenta los problemas de suministro más fuertes.

Ilustración 6. Principales eslabones de la cadena de suministro del jurel de la empresa Ocean Baja Labs



Fuente: CamBioTec A.C., 2014

Como se mencionó anteriormente, desde inicios de 2014 la organización que trata de impulsar la Biotecnología a nivel regional en el marco de un ecosistema de innovación binacional es el Clúster de Bioeconomía de Baja California (Biobaja), A.C. (Plascencia, 2013) (Castro et al., 2013).

Los objetivos estratégicos que el Clúster de Bioeconomía son (Plascencia, 2013):

- ✓ La transferencia y desarrollo de Biotecnologías de las Instituciones de Educación Superior y los Centros de Investigación a las empresas.
- ✓ Contribuir al ecosistema de innovación promoviendo un ambiente que alienta la creatividad y la inversión en el campo de la Biotecnología.
- ✓ Promover una relación entre la Biotecnología y la sociedad.
- ✓ Impulsar la creación de empresas de base biotecnológica, así como la generación de empleos de conocimiento y de mayor valor agregado.

El Clúster de Bioeconomía agrupa a 32 entidades⁵ de la iniciativa Privada e IES (Tabla 12).

Tabla 12. Instituciones con interés de participar en el Clúster de Bioeconomía de Baja California

Iniciativa Privada	Instituciones de Educación Superior	
	UABC	CICESE
Abulones Cultivados, S. de R.L. de C.V.	Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias	Departamento de Biotecnología Marina
Algas y Extractos del Pacífico Norte AEP, S.A.de C.V.	Instituto de Investigaciones Oceanológicas	Departamento de Acuicultura
Laboratorio Oceánica S. de R.L.de C.V.	Facultad de Ciencias Marinas	
Aqualap S.A.de C.V.	Facultad de Ciencias	
Albiomar S.A.de C.V.	Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño	
ISOSI Biologic S.A.de C.V.	Facultad de Medicina y Psicología	
LEDSS S.A.de C.V.		
Bionag S.A.P.I.de C.V.		
Asval Flowers Co.S.De R.L. de C.V.		
SBL Pharmaceuticals		
Quantika		
Ja Kat S.P.R.de R.L.		
Bodegas San Rafael S.P.R. de R.L.		
Valle de Ojos Negros S.P.R. de R.L.		
Genesis Ventures S.A.P.I. de C.V.		

Fuente: Plascencia, I. 2013

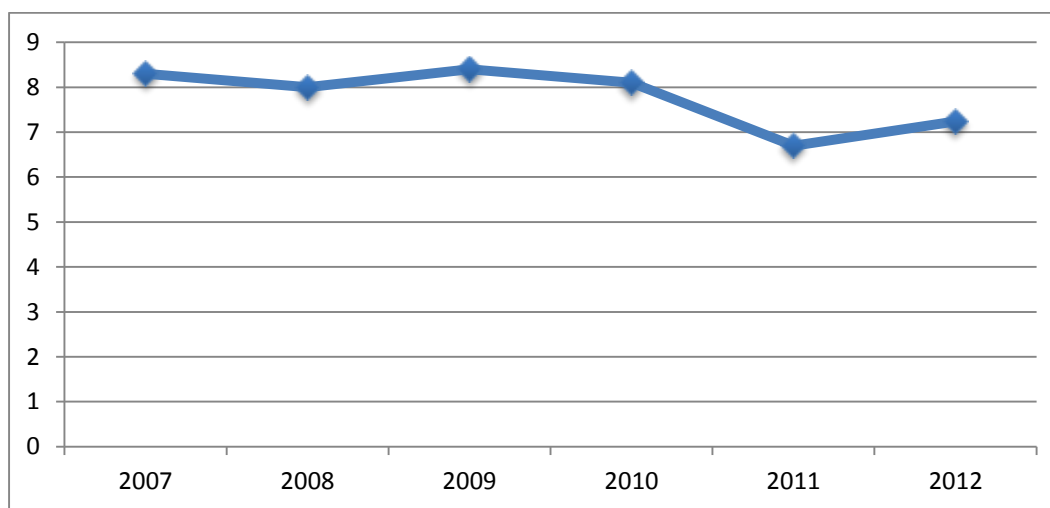
⁵ Son las entidades que suscribieron una carta de intención de participar en el clúster de Bioeconomía.

3.4 Evolución de apoyos en el área de especialización

En lo que se refiere a investigadores miembros del Sistema Nacional de Investigadores, para Baja California, en las áreas de Biotecnología y Ciencias Agropecuarias (área VI) para el periodo 2007-2012, se observa una ligera disminución en 2011, pasando del 8% al 6.6% y en 2012 se observa un pequeño ascenso pero sin llegar al 8% de años previos.

A continuación se presenta la Ilustración 7, en el que se puede observar el porcentaje de investigadores miembros del Sistema Nacional de Investigadores para el área de Biotecnología en Baja California con datos del 2007 al 2012.

Ilustración 7. Porcentaje de investigadores de SNI en el área de Biotecnología en Baja California (% , 2007-2012)



Fuente: (FCCyT, 2012)

Respecto a apoyos a proyectos en el área de Biotecnología se han detectado proyectos apoyados por el Fondo Mixto, el Fondo Sectorial de Investigación en Salud y Seguridad Social, el Fondo Sectorial de Investigación en Materia Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agro-Biotecnología y Recursos Fitogenéticos; así como del Programa de Estímulos a la Innovación.

4 ANÁLISIS FODA DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

Con base en la revisión documental integrada en el diagnóstico sectorial para esta área de especialización en Baja California, y complementando con la información obtenida en el trabajo de campo a partir de las entrevistas y visitas a actores sectoriales, se elabora el análisis FODA del estado en el desarrollo de la Biotecnología, específicamente en los nichos de Acuicultura, Medicina y Medio ambiente.

4.1 Fortalezas

- Apertura de las Instituciones de investigación al trabajo multidisciplinario, multisectorial y multiinstitucional.
- Laboratorios de investigación bien equipados.
- Experiencias exitosas en transferencia de Biotecnologías no sólo con empresas de la entidad, sino también nacionales.
- Presencia de industrias en el estado que han incorporado técnicas biotecnológicas a sus procesos y/o productos.
- Credibilidad de las Instituciones de Educación Superior e investigación presentes en el estado.
- Oferta educativa para la formación de capital humano especializado en el sector de Biotecnología.
- Posición geográfica ventajosa para la cooperación y el desarrollo tecnológico.

4.2 Oportunidades

- Centros de Investigación importantes a nivel mundial interesados en la vinculación con empresas (por ejemplo el clúster gallego de Biotecnología acuícola).
- Cercanía con San Diego, California, referente internacional en Biotecnología para la salud.
- Biodiversidad para estudiar, comprender y utilizar adecuadamente en el desarrollo de productos y procesos.
- Algunas técnicas son ya del dominio público por lo que pueden utilizarse libremente.
- Existencia de programas de apoyo a redes que buscan integrar equipos de trabajo multidisciplinarios e interinstitucionales.
- El mercado de exportación agrícola puede pagar un sobreprecio por un producto que garantice su inocuidad y rastreabilidad.
- Constante apoyo para formación de recursos humanos, fortalecimiento de infraestructura y proyectos de investigación a través de fondos del CONACYT en sus diversas modalidades (fondos mixtos, sectoriales, etc.)
- Crecimiento de los recursos federales para I&D

4.3 Debilidades

- Escasa experiencia en el desarrollo de pruebas clínicas para medicamentos nuevos.
- Pocos recursos económicos para conducir pruebas clínicas de fármacos.
- Infraestructura insuficiente para el escalamiento de procesos.
- Conocimiento insuficiente sobre los procesos de protección de propiedad intelectual.
- Burocracia excesiva para hacer arreglos de vinculación y transferencia de tecnología que faciliten transitar de la investigación básica a la aplicada.

- Marco jurídico débil para los emprendimientos de *spin-offs*.
- Desconocimiento de las oportunidades de mercado.

4.4 Amenazas

- Legislación (nacional e internacional) insuficiente o no adecuada para los productos desarrollados mediante técnicas biotecnológicas.
- Oposición de algunos grupos sociales al uso de técnicas novedosas para el desarrollo de productos biotecnológicos.
- Técnicas de uso “obligado” con propiedad intelectual (como lo fue la técnica de PCR).
- Fuga de talentos.
- Mayor facilidad para importar productos que para producirlos en el país.

5 MARCO ESTRATÉGICO Y OBJETIVOS DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN

En el área de Biotecnología se seleccionaron dos nichos de especialización que responden a los criterios de vocación productiva del estado, importancia económica, establecimiento de empresas, recursos humanos capacitados e infraestructura para realizar actividades de investigación y desarrollo.

Para identificar los nichos de especialización se realizaron 3 talleres de búsqueda de consenso; 10 entrevistas personales y 5 sesiones de *focus group*. Se contó con la participación de representantes del sector empresarial, académico y gubernamental.

Los talleres, entrevistas y *focus group* se realizaron con representantes de:

- El Sector Agrícola del Valle de Mexicali
- El Sector Agrícola del Valle de San Quintín
- El Sector Pecuário del Valle de Mexicali
- El Sector Vitivinícola del Valle de Guadalupe
- El Sector Farmacéutico de la Ciudad de Tijuana
- El Sector Acuícola de Ensenada
- El Sector Floricultor de Ensenada-Rosarito.

Las empresas que se visitaron tanto del sector agroindustrial como del sector de salud fueron:

- Acuicultura del Desierto

- Algas Pacific S de RL
- Asval Flowers Corporation
- Bionag SAPI
- ISOSI S de RL
- Ocean Baja Labs
- Scatibodies SA de CV

Los grupos de enfoque se realizaron con un número de tres a cinco participantes por cada una de las diferentes organizaciones seleccionadas. Los invitados a participar en la actividad fueron seleccionados con base en:

- Su experiencia en el campo empresarial de Biotecnología.
- Sus vinculaciones con las Instituciones de Educación Superior y las instituciones de gobierno.
- Por recomendación de expertos en el área.

Como resultado del trabajo anterior, se definieron como nichos de especialización para impulsar mediante Biotecnología: Acuicultura y Biotecnología Médica; y se plantearon como objetivos de la presente Agenda Sectorial, los siguientes:

- Aprovechar las capacidades de investigación en el estado para desarrollar aplicaciones biotecnológicas en sectores prioritarios.
- Generar soluciones biotecnológicas a problemas de la Acuicultura y la Salud.

6 NICHOS DE ESPECIALIZACIÓN

Del análisis de capacidades para impulsar la Biotecnología en Baja California se observa que existen bases sobre las cuales impulsar los siguientes nichos de especialidad:

- Acuicultura
- Biotecnología Médica

Estas propuestas se sustentan en las consideraciones siguientes:

- La biodiversidad y los recursos marinos naturales que posee el estado.
- La capacidad de investigación que se ha desarrollado en torno a la aplicación de la Biotecnología en la salud, acuicultura y medio ambiente.
- El conocimiento de la biodiversidad y de la vida marina local que han acumulado las empresas.
- El conocimiento acumulado de las empresas en los sectores de la salud y de productos médicos en la región.
- La oferta educativa y la matrícula creciente en carreras de Biotecnología y de ciencias de la vida a nivel profesional y de posgrado.
- Investigación aplicada en farmacéutica, Acuicultura y biorremediación
- Profesionales en Biotecnología y áreas afines que se han iniciado como empresarios
- Vinculaciones exitosas del sector de investigación con el sector productivo (por ejemplo CICESE –Laboratorios Silanes y Ocean Labs –UABC).

6.1 Acuicultura

Baja California está dedicado a la captura del atún, sardina, abulón y langosta, sin embargo al igual que el resto del mundo sufre de la sobreexplotación de sus litorales. En Baja California la Acuicultura es considerada como una actividad de importancia estratégica para el desarrollo económico, social y regional. En 2011 se tenían registradas 75 unidades económicas de producción dedicadas a los cultivos de abulón, almejas, mejillón, camarón, ostión y atún aleta azul, la mayoría de estos exportados a mercados asiáticos como Japón.

Las áreas de especialización que pueden impulsarse a partir de las bases existentes son:

- Desarrollo y producción de alimento para especies marinas producidas a través de la Acuicultura.
- Desarrollo de insumos para el sector de Acuicultura.
- Desarrollo de diagnóstico para enfermedades de las especies de interés comercial.

Es necesario desarrollar industria alrededor de estas áreas, existen empresas en la región que han seguido una estrategia de exportación agresiva, sin embargo es necesario contar con empresas e instituciones de apoyo que ofrezcan servicios de proveeduría. Dada la alta concentración de operaciones en pesca y Acuicultura en Baja California es necesario apalancar con actividades de valor agregado.

6.2 Biotecnología Médica

Existen las condiciones para el crecimiento y consolidación de una industria biomédica en el estado de Baja California; citando las opiniones de los participantes durante los trabajos de la agenda de innovación, éstas serían:

- Incremento en la incidencia de las enfermedades de mayor interés para las empresas biomédicas: cáncer, enfermedades infecciosas, cardiovasculares, pulmonarias/respiratorias, diabetes y las consideradas “enfermedades raras”.
- Intensidad tecnológica de las empresas biomédicas de la región motivadas por sus empresas matrices (en el caso de maquiladoras que son propiedad de una empresas matriz) o por parte de clientes (en el caso de fabricantes por contrato)
- La vecindad con los Estados Unidos fabricante y consumidor más importante de los productos de las empresas biomédicas.
- La cercanía a la industria biomédica de San Diego.
- Sinergias entre empresas multinacionales y locales de las ramas médicas y farmacéuticas.
- Actividades de investigación y desarrollo realizadas en las empresas, universidades y centros de investigación en el estado.

Las instituciones educativas y Centros de Investigación en Baja California que están formando a un número creciente de profesionales y científicos, así como la generación de conocimientos y tecnologías en el campo de la Biotecnología y ciencias de la vida.

7 CARACTERIZACIÓN DE PROYECTOS PRIORITARIOS Y PLAN DE PROYECTOS

Los proyectos prioritarios se caracterizan por contribuir al desarrollo de un nicho de especialización, atendiendo una demanda estatal o regional. Su ejecución debe vincular a varias instituciones, así como puede implicar un alto volumen de recursos financieros.

A continuación se presenta la descripción de los proyectos y la ilustración general del mapa de ruta respectivo, en el área de especialización en Biotecnología de Baja California.

7.2 Descripción de proyectos prioritarios

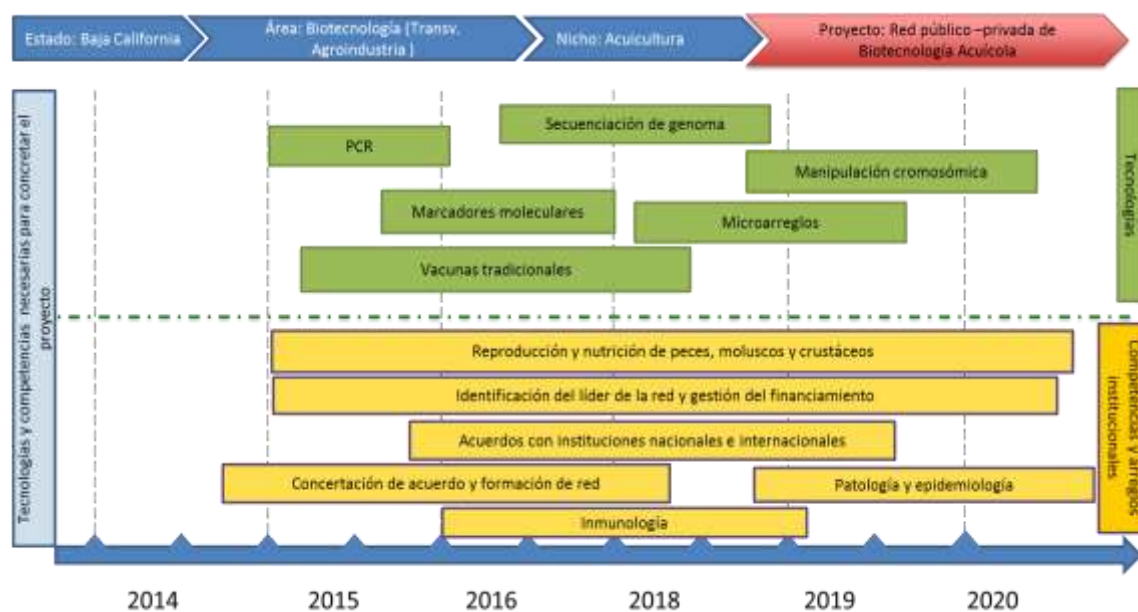
7.2.1 Red público-privada de Biotecnología Acuícola

Objetivo del proyecto: Crear capacidades para reproducción, manejo sanitario y mejora genética de especies acuícolas de importancia para el estado.

Justificación: Con base en los resultados del Taller Sectorial y dadas las capacidades del estado, se identificaron necesidades para esta industria que pueden fortalecerse con aplicaciones de Biotecnología.

Las aplicaciones biotecnológicas empleadas en la reproducción, manejo sanitario, mejoramiento genético y crecimiento de especies acuícolas de interés comercial han demostrado ser útiles para los sistemas de producción (a nivel estatal, nacional e internacional), por lo que el posible potencial económico es muy alto.

Ilustración 8. Mapa de ruta del Proyecto Red público-privada de Biotecnología Acuícola



Fuente: CamBioTec A.C., 2014

El proyecto consiste en la implementación de una planta de experimentación y producción piloto, relacionada con reproducción, manejo sanitario y mejoramiento genético de las principales especies acuícolas (moluscos, crustáceos y peces). En el proceso de crianza, la alimentación es un factor crítico en el sistema de producción, sobre todo para la etapa del ciclo biológico posterior a la eclosión, equiparable a un estadio larvario; la Biotecnología ofrece posibilidades aplicadas al manejo alimenticio para potencializar la tasa de sobrevivencia en estas etapas biológicas.

Principales arreglos institucionales: la realización del proyecto implica la definición del líder de la Red de Biotecnología, que puede residir en actores como un Centro de Investigación regional o estatal, o una empresa nacional-estatal que marque la tendencia en aplicaciones biotecnológicas para la Acuicultura. Deberá establecerse también el acuerdo que formalice la constitución de la red.

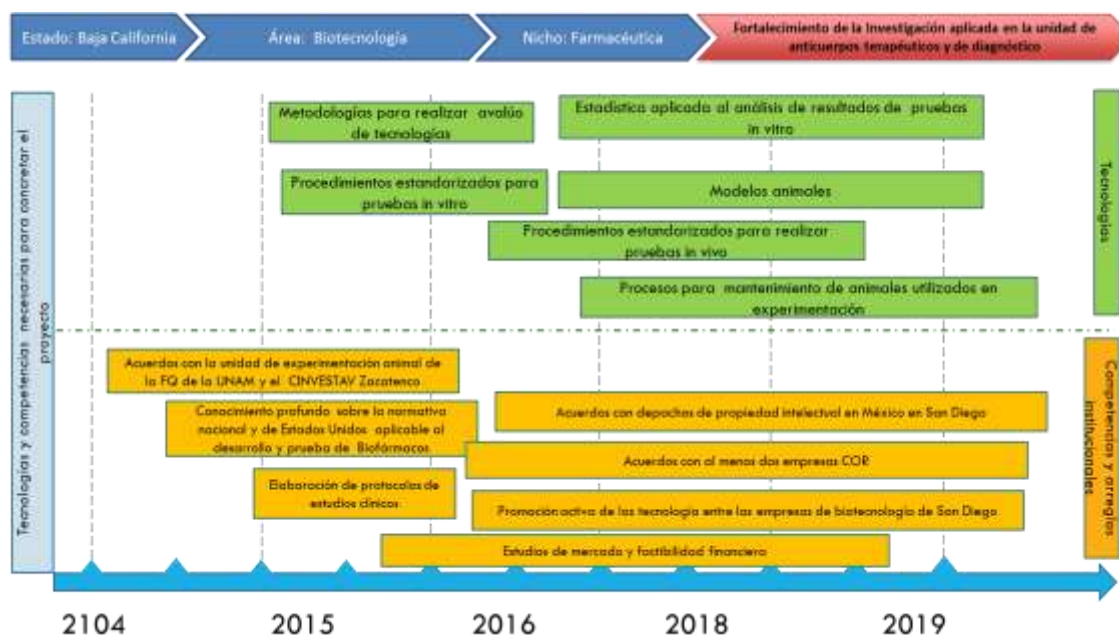
La naturaleza del proyecto fomenta la celebración de convenios de colaboración entre actores empresariales (sector privado) y académicos; así como la oportunidad de establecer vinculaciones comerciales y de colaboración científico-tecnológica con instituciones y/o empresas internacionales.

7.2.1 Fortalecimiento de la Investigación aplicada en la unidad de anticuerpos terapéuticos y de diagnóstico

Objetivo: Agregar valor a los desarrollos tecnológicos relacionados con las aplicaciones farmacéuticas de anticuerpos terapéuticos y de diagnóstico.

Justificación: Generalmente, los desarrollos tecnológicos generados en Centros de Investigación o Instituciones de Educación Superior se encuentran en etapas muy tempranas por lo que es difícil su transferencia al sector productivo y cuando esto ocurre, se hace a valores bajos porque aún existe mucho riesgo en las investigaciones. Existe en el CICESE una infraestructura importante para desarrollo de anticuerpos que requiere ahora capacidades para que sus resultados avancen en la cadena de valorización que lleva a la comercialización de productos.

Ilustración 9. Mapa de Ruta del Proyecto Fortalecimiento a la unidad de anticuerpos terapéuticos



Fuente: CamBioTec A.C., 2014

Descripción: Escalamiento y desarrollo de aplicaciones industriales de anticuerpos terapéuticos y de diagnóstico.

Con una inversión millonaria por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología se creó la Unidad de Desarrollo Biomédico (UDB) en el CICESE con el objetivo de realizar proyectos de investigación aplicada en el área de salud que resulten en nuevos medicamentos y métodos de diagnóstico susceptibles de generar patentes y otras formas de propiedad intelectual.

Otro objetivo importante es la transferencia tecnológica del centro a empresas de la industria farmacéutica nacional e internacional. Esta Unidad fue inaugurada el 18 de septiembre de 2013. Es importante señalar que, de acuerdo con el investigador Alexei Licea, este centro ya cuenta con clientes entre los que destacan: Laboratorios Silanes, Genway Biotech Inc., Unima y Teraclón.

Entre los avances, los investigadores de la UDB han aislado varias moléculas con actividad biológica para atacar padecimientos como tuberculosis, diabetes y cáncer de colon, de mama, cérvico-uterino, de pulmón, próstata y piel.

El laboratorio tiene capacidad para 40 estudiantes y personal técnico con áreas especializadas en microorganismos patógenos Nivel III, cultivo celular, citometría de flujo, fermentaciones, espectrometría de masas, secuenciación masiva de ADN de última generación y un bioterio. Los proyectos de transferencia se enfocan a las aplicaciones de anticuerpos anticitocinas para diagnóstico, en animales, y están en proceso las aplicaciones de toxinas para elaborar medicamentos contra el dolor, el cáncer de mama y de colon, la diabetes y la tuberculosis.

Al considerar a la UDB como proyecto estratégico en la agenda de innovación se espera reforzar la investigación en el área de la salud y promover la transferencia de los resultados hacia las empresas de la industria farmacéutica nacional e internacional.

Principales arreglos institucionales: para el desarrollo del proyecto, será necesario firmar convenios de colaboración entre la Unidad de Desarrollo Biotecnológico-CICESE y las empresas/laboratorios participantes, como primer paso de la estrategia de escalamiento y desarrollo de aplicaciones industriales de anticuerpos.

Posteriormente, el líder institucional del proyecto coordinará la integración de los proyectos tecnológicos necesarios para el escalamiento y desarrollo de las aplicaciones industriales de anticuerpos, a fin de organizar y planear las participaciones en convocatorias CONACYT u otros fondos públicos, incluyendo el co-financiamiento con la industria privada.

Tabla 13. Descripción de proyectos complementarios para aplicaciones de Biotecnología Médica

Proyecto complementario	Objetivo	Justificación
Consolidación del Laboratorio de Bioseguridad Nivel III y Programa de Vigilancia Epidemiológica de la Frontera	Tener capacidades locales/regionales para la manipulación y detección de agentes biológicos, así como para la manufactura y modificación de los mismos para contrarrestar sus efectos en humanos y animales	La bioseguridad afecta a la mayoría de los sectores productivos y es de vital importancia para mantener relaciones comerciales con nuestros vecinos al equiparar las capacidades en ambos lados de la frontera.
Red Internacional de Bio-nanotecnología en Baja California	Impulsar el desarrollo de capacidades y fortalecer las estrategias de vinculación binacionales orientadas a la innovación tecnológica en aplicaciones de bio-nanotecnología en el estado.	De acuerdo con la opinión consensada con los expertos, existe potencial en las áreas de biotecnología y nanotecnología en el estado, para desarrollar las capacidades tecnológicas y aprovechar las oportunidades de un mercado binacional, hasta el momento poco explorado en la entidad.

Fuente: CamBioTec A.C., 2014

7.3 Matriz de proyectos

Tabla 14. Matriz de proyectos del área de especialización en Biotecnología de Baja California

Nicho de Especialización	Proyecto y tipo (prioritario / complementario)		Descripción	Potenciales fuentes de financiamiento
Acuicultura	Red público-privada de biotecnología acuícola <i>{Proyecto transversal con el Área de Agroindustria alimentaria}</i>	P	Objetivo: Crear capacidades para reproducción, manejo sanitario y mejora genética de especies acuícolas de importancia para el estado. Los elementos de innovación son: aplicaciones biotecnológicas para la eficiencia en los sistemas de producción acuícola (reproducción, manejo sanitario, mejoramiento genético de especies, éxito en la fase de crianza).	CONACYT: FOMIX, PEI, INNOVATEC, INNOVAPYME, FINNOVA Otros fondos públicos: INADEM, SAGARPA, SE, inversión privada de las empresas participantes, PROMÉXICO; Clúster Bioeconomía de Baja California
Biotecnología Médica	Fortalecimiento de la investigación aplicada en la unidad de anticuerpos terapéuticos y de diagnóstico	P	Objetivo: Agregar valor a los desarrollos tecnológicos relacionados con las aplicaciones farmacéuticas de anticuerpos terapéuticos y de diagnóstico. Los elementos de innovación son: aplicaciones diagnósticas y terapéuticas de anticuerpos anticitocinas.	CONACYT: FOMIX, PEI, FINNOVA Otros fondos públicos: INADEM, SE, PROMÉXICO. Clúster Bioeconomía
	Red Internacional de Bionanotecnología de Baja California	C	Impulsar el desarrollo de capacidades de innovación tecnológicas con aplicaciones de bio y nanotecnología en las diferentes Áreas de Especialización Inteligente	CONACYT: FOMIX, PEI, FINNOVA Otros fondos públicos: INADEM, SE, PROMÉXICO. Clúster Bioeconomía

Nicho de Especialización	Proyecto y tipo (prioritario / complementario)		Descripción	Potenciales fuentes de financiamiento
	Consolidación del Laboratorio de Bioseguridad Nivel III y Programa de Vigilancia Epidemiológica de la Frontera {transversal a los dos Nichos}	C	Tener capacidades locales/regionales para la manipulación y detección de agentes biológicos, así como para la manufactura y modificación de los mismos para contrarrestar sus efectos en humanos y animales.	CONACYT: FOMIX, PEI, FINNOVA Otros fondos públicos: INADEM, SE, PROMÉXICO. Clúster Bioeconomía

Fuente: CamBioTec A.C., 2014

8 REFERENCIAS

- Biotechnology Industry Organization. (julio de 2014). *What is Biotechnology*. Recuperado el 22 de julio de 2014, de <http://www.bio.org/>
- Castro, S., Soria, J., & Plascencia, I. (2013). Inventario de capacidades públicas y privadas en biotecnología. Reporte de campo (No. 173758) (pp. 1–215). Ensenada. Retrieved from <http://www.biobaja.org/>
- Celaya M, Barajas M. (2012). La academia y el sector productivo en Baja California. Los actores y su capacidad de vinculación para la producción, difusión y transferencia del conocimiento y la innovación. *Región y Sociedad*, Vol XXIV, Núm. 55 septiembre-diciembre, 2012. pp. 41-80.
- CINVESTAV. (2005). *Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad*. Recuperado el 28 de julio de 2014, de <http://www.langebio.cinvestav.mx/>
- CINVESTAV. (2014). *Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional*. Recuperado el 24 de julio de 2014, de CINVESTAV Conócenos: <http://www.cinvestav.mx/Conocenos.aspx>
- Clúster de Bioeconomía de Baja California. (2010). *Plan de Desarrollo, Clúster de Bioeconomía de Baja California*. Recuperado el 22 de Julio de 2014, de http://www.biobaja.org/uploads/6/3/0/1/6301205/plan_de_desarrollo_completo.pdf
- Clúster de Bioeconomía de Baja California. (2014). Clúster de Bioeconomía de Baja California. Retrieved May 03, 2014, from <http://www.biobaja.org/>

CONACYT. (Mayo de 2013). *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018*. Recuperado el 22 de Julio de 2014, de <http://cidesi.com/contenidos2014/peciti2014-2018.pdf>

CONACYT. (marzo de 2014). *Fondos Mixtos-Padrón de Beneficiarios*. Recuperado el 28 de Julio de 2014, de <http://www.conacyt.mx/index.php/padron-de-beneficiarios>

Conacyt, AMC, UNAM. (2003). *Recomendaciones para el desarrollo y consolidación de la biotecnología en México*. Recuperado el 27 de Junio de 2014, de Conacyt, Academia Mexicana de Ciencias y UNAM: <http://www.coniunctus.amc.edu.mx/libros/Recomendaciones.pdf>

Consejo de Ciencia y Tecnología de Baja California. (30 de julio de 2014). *Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Baja California*. Recuperado el 30 de agosto de 2014, de CIsalud Investigación: <https://sites.google.com/a/uabc.edu.mx/cisalud/convocatoria/consejo-de-ciencia-y-tecnologia-baja-california>

Consejo para la Acreditación de la Educación Superior, A. (2014). *COPAES*. Recuperado el 30 de agosto de 2014, de <http://www.copaes.org.mx/home/Programas.php>

Cruz, U. (Octubre de 2000). *Biotechnología Marina en el CICESE*. Recuperado el 12 de junio de 2014, de CICESE: <http://gaceta.cicese.mx/ver.php?topico=secciones&ejemplar=152&id=1&sid=&n=Ciencia%20y%20Tecnolog%C3%ADa>

FCCyT. (Julio de 2012). *Informe de Actividades 2010-2012*. Recuperado el 22 de Julio de 2014, de http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/informe_2010_2012.pdf

Genoma España. (noviembre de 2006). *Impacto de la Biotecnología en los sectores industrial y energético*. Recuperado el Julio de 2014, de http://t3innovacion.larioja.org/uploads/media/IMPACTO_BIO_SECT_IND_ENER_01.pdf

Luis del Castillo, M. L. (2010). *CICY: 30 años de labor científica y educativa*. Recuperado el 27 de junio de 2014, de Centro de Investigación Científica de Yucatán: http://www.cicy.mx/documentos/cicy/ultimas_noticias/cicy_30_anos_de_labor_cientifica_y_educativa.pdf

Mas, N. (2009). *Biotechnology in Catalonia. Industry analysis* (No. WP-805) (Vol. 3). Madrid. Retrieved from <http://www.iese.edu/research/pdfs/DI-0805-E.pdf>

OECD. (2005). *Biotechnology Policies*. Recuperado el 23 de julio de 2014, de OECD: <http://www.oecd.org/sti/biotech/>

OECD. (15 de Abril de 2009). *The Bioeconomy to 2030. Designing a policy agenda*. Recuperado el 22 de julio de 2014, de http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/economics/the-bioeconomy-to-2030_9789264056886-en#page1

Pazdernik, D. C. (2011). *Biotechnology*. Academic Press.

Periódico Oficial. Estado de Baja California. (31 de julio de 2009). *Programa Especial de Ciencia e Innovación Tecnológica de Baja California 2009-2013*. Recuperado el 28 de julio de 2014, de Órgano del Gobierno Constitucional del Estado de Baja California: <http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/gobierno/legislacion/periodico/2009/SECC-II-31-07-2009.pdf>

Periódico Oficial. Estado de Baja California. (5 de octubre de 2012). *Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Estado de Baja California*. Recuperado el 28 de julio

de 2014, de Órgano del Gobierno Constitucional del Estado de Baja California:
[http://www.bajacalifornia.gob.mx/sedeco/documentos/interes/SECC-II-05-10-
2012%20LEY%20DE%20CIENCIA,%20TECNOLOGIA%20%20E%20INNOVACION%20P
ARA%20EL%20ESTADO.pdf](http://www.bajacalifornia.gob.mx/sedeco/documentos/interes/SECC-II-05-10-2012%20LEY%20DE%20CIENCIA,%20TECNOLOGIA%20%20E%20INNOVACION%20P
ARA%20EL%20ESTADO.pdf)

Plascencia, I. (2013). *Clúster de Bioeconomía de Baja California*. Recuperado el 22 de julio de 2014, de BioBaja: <http://www.biobaja.org/>

RENIECYT. (Octubre de 2014). *Conacyt*. Recuperado el 2 de Septiembre de 2014, de SIICYT: <http://148.207.1.115/siicyt/reniecyt/inicio.do?pSel>

Renneberg, R. (2008). *Biotechnology for Beginners*. (A. Demian, Ed.). Berlin: Springer-Verlag.

SIICYT. (31 de julio de 2014). *Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas*. Recuperado el 1 de agosto de 2014, de Sistema integrado de información sobre Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación: <http://siicyt.main.conacyt.mx/siicyt/reniecyt/inicio.do>

UNAM. (2014). *Instituto de Biotecnología*. Recuperado el 14 de julio de 2014, de <http://www.ibt.unam.mx/server/PRG.base?altern0:0,clase:ibt,tipo:doc,tit:Antecedentes,dir:ibt.antecedentes.html,pre:ibt>

Universidad Autónoma de Baja California. (julio de 2014). *Líneas de generación y aplicación del conocimiento en proyectos registrados vigentes*. Recuperado el 25 de agosto de 2014, de <http://cimarron.ens.uabc.mx/ssdpi/resultadoslineas.php>

Vinos Mexicanos. 2012b. Vinos mexicanos y vinícolas en México. Visitar los estados. Recuperado el 28 de julio de 2014 en: <http://vinomex.homestead.com/geografia.html>

APÉNDICES

Apéndice A. Listas de asistencia a los talleres sectoriales



Lista de asistencia.
Taller de trabajo para definición de la agenda sectorial de Innovación

Fecha: 5/ Junio/2014 Hora: 5:00 p.m. Sede: _____ Estado: _____
 Sector de actividad económica: Biotecnología farmacéutica
 Facilitador(es) del taller: Ismael Plascencia Lopez

	Nombre completo	Institución (NO USAR SIGLAS)	Cargo	Teléfono Incluir clave Lada	Correo electrónico
1	Miguel Ángel Velázquez García	Química Biotecnológica SA DE CV	DIRECTOR	(664) 864 7548	miguel@otkbio.com
2	TERESA J. ZIEGLER	SA PHARMACEUTICALS de IBERIA	Directiva	(664) 331322	terezaj@sbpharma.com
3	ARACELI APARICIO LOPEZ	SB PHARMACEUTICALS	ADMINISTRADORA	(664) 903 89 30 Ext. 101	araceli@sbpharma.com
4	Irassema Espinoza Heryoján	SB PHARMACEUTICALS	Proyectos	(664) 2903-89-30 Ext. 108	irassema@sbpharma.com
5	Mrs. del Carmen Alcenda Cumbio Ter		Proyecto		alcenda@otkbio.com

Centro de Investigación sobre Cambio, Salud e Innovación
 Av. Camé de Mazamitla No. 1466 Col. Camé de Mazamitla, C.P. 44110, Michoacán D.F.
 Tel: 52 (52) 5188 5311 y 12
 www.cambio100.org.mx



Lista de asistencia.

Taller de trabajo para definición de la agenda sectorial de Innovación

Fecha: _____ Hora: _____ Sede: _____ Estado: _____

Sector de actividad económica: _____

Facilitador(es) del taller: _____

Nombre completo	Institución (NO USAR SIGLAS)	Cargo	Teléfono Incluir clave lada	Correo electrónico
Horacio Almonar Kops	UABC	Investigador	044 664 117 91 40	almonar@uabc.mx

Apéndice B: Entidades gubernamentales de apoyo al área de especialización

El marco estructural del sistema de Ciencia y Tecnología de Baja California, está integrado por los siguientes elementos (CONACYT, 2012)

a) Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología. El 20 de febrero de 1991 fue publicado en el Periódico Oficial el decreto de creación del “Consejo Bajacaliforniano de Ciencia y Tecnología”, confiriéndole la naturaleza de organismo público descentralizado del Gobierno del estado, con personalidad jurídica y patrimonio propio.

En 2008 el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COCYT) pasa de la Secretaría de Educación y Bienestar Social a la Secretaría de Desarrollo Económico para “proveer un ambiente en el cual, la vitalidad del sector privado y las actividades del sistema regional de innovación –universidades y Centros de Investigación– sean maximizados a través de sinergias. Uno de los propósitos principales del COCYT es promover programas de desarrollo procurando una vinculación orgánica y un mayor nivel y calidad de compromiso, pensamiento y colaboración entre industrias, universidades y gobierno en aquellas áreas donde los costos de desarrollo, los términos de investigación, y los riesgos inherentes, hacen difícil que la iniciativa privada lleve a cabo estos programas sin asistencia.” (Consejo de Ciencia y Tecnología de Baja California, 2014)

b) Ley de Ciencia y Tecnología. El 19 de octubre de 2001, se publicó la “Ley de Fomento a la Ciencia y Tecnología del Estado de Baja California”, la cual le confirió al Consejo la naturaleza de organismo desconcentrado de la Secretaría de Educación y Bienestar Social, siendo el cuerpo asesor en la elaboración y aprobación del Programa Estatal de Ciencia y Tecnología y en el diseño de políticas en la materia. Posteriormente, el 27 de junio de 2008,

se reformó la “Ley de Fomento a la Ciencia y Tecnología del Estado de Baja California”, y el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología se sectorizó a la Secretaría de Desarrollo Económico.

c) Planes y Programas de Ciencia y Tecnología. El Estado de Baja California estableció su Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2009-2013 en el que definió las líneas de acción en materia de ciencia, tecnología e innovación.

d) Comisión Legislativa de Ciencia y Tecnología. El Congreso del Estado cuenta con una Comisión de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología. De los elementos del marco normativo, es en el Programa Especial de Ciencia e Innovación Tecnológica de Baja California 2009–2013 donde se indica que la Biotecnología es uno de los sectores estratégicos para impulsar el desarrollo económico del estado. (Periódico Oficial. Estado de Baja California, 2009)

Como parte del PECIT, se estableció el Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico de Baja California (SIIDEBAJA) con el objetivo de articular y potenciar las acciones que en materia de investigación, innovación y desarrollo tecnológico, deben desarrollar las Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación en estrecha colaboración con el gobierno, los consorcios empresariales y las empresas, que a su vez se auxilia del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología. (Periódico Oficial. Estado de Baja California, 2012)

En el SIIDEBAJA se encuentran la UABC y el CICESE, que son las instituciones de investigación con mayor potencial en el estado, en lo que a Biotecnología se refiere.

Los lineamientos del SIIDEBAJA son de carácter general y no se establece nada específico para el caso de la Biotecnología.

